



ISSN 0514-7468

43 (2)
2021

Жизнь Земли





5 ИЮНЯ – ДЕНЬ ЭКОЛОГА И ВСЕМИРНЫЙ ДЕНЬ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ



5 июня Фонд имени В.И. Вернадского организовал праздничное мероприятие, посвящённое Дню эколога и Всемирному дню охраны окружающей среды в формате «Зелёного фестиваля» под открытым небом у воды.

Программа мероприятия включала вручение наград Фонда, концерт на открытом воздухе, увлекательные интерактивные площадки для гостей, розыгрыш призов в непринуждённой обстановке на берегу Москва-реки.



МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

**Издаётся с 1961 года,
журнальная ежеквартальная версия — с 2016 года**

**ИНДЕКСИРОВАНИЕ
ЖУРНАЛА**

РОССИЙСКИЙ ИНДЕКС
НАУЧНОГО ЦИТИРОВАНИЯ
Science Index

НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ
БИБЛИОТЕКА
LIBRARY.RU

CYBERLENINKA

ВЫСШАЯ АТТЕСТАЦИОННАЯ
КОМИССИЯ (ВАК)
при Министерстве образования и науки
Российской Федерации
Перечень Российских
рецензируемых научных журналов
ВАК



**ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКОВСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА
2021**

Редакционный совет:

В.А. Садовничий (председатель Совета), Н.А. Абакумова, Ф.Г. Агамалиев (Азербайджан), А.П. Бужилова, В.А. Грачёв, С.А. Добролюбов, М.В. Калякин, Н.С. Касимов, М.П. Кирпичников, А.И. Клюкина, С.А. Маскевич (Беларусь), Нгуен Чунг Минь (Вьетнам), С.Х. Мирзоев (Таджикистан), А.С. Орлов, Йован Плавша (Сербия), Д.Ю. Пушаровский, С.А. Шоба

Редакционная коллегия:

А.В. Смуrow (гл. редактор), В.В. Снакин (зам. гл. редактора), Л.В. Алексеева (отв. секретарь), С.М. Аксёнов (США), М.И. Бурлыкина, М.А. Винник, И.Л. Ган (Австралия), Е.П. Дубинин, А.В. Иванов, Н.Н. Колотилова, С.Н. Лукашенко (Казахстан), Л.В. Попова, Н.Г. Рыбальский, А.П. Садчиков, С.А. Слободов, В.Р. Хрисанов, В.С. Цховребов, Э.И. Черняк, П.А. Чехович, А.Г. Шмелева

Адрес редакции:

119991, Москва, Ленинские Горы, д. 1, МГУ,
Музей земледовения
Тел.: +7 (495) 939-14-15; +7 (495) 939-12-21
e-mail: zhizn_zemli@mail.ru
<http://zhiznzemli.ru>
[http://msupress.com/catalogue/magazines/
geografiya/](http://msupress.com/catalogue/magazines/geografiya/)



ISSN 0514-7468

2021

T. 43, № 2

Zhizn' Zemli [THE LIFE OF THE EARTH]

SCIENTIFIC AND PRACTICAL INTERDISCIPLINARY JOURNAL

Published four times a year since 2016

Editorial council:

V.A. Sadovnichy (Council Chairman), N.A. Abakumova, F.G. Agamaliyev (Azerbaijan), A.P. Buzhilova, V.A. Grachev, S.A. Dobrolyubov, M.V. Kalyakin, N.S. Kasimov, M.P. Kirpichnikov, A.I. Klyukina, S.A. Maskevich (Belarus), Nguyen Trung Minh (Vietnam), S.H. Mirzoev (Tajikistan), A.S. Orlov, J. Plavša (Serbia), D.Yu. Pushcharovskiy, S.A. Shoba

Editorial board:

A.V. Smurov (Ch. Editor), V.V. Snakin (deputy Ch. Editor), L.V. Alekseeva (Resp. Secretary), S.M. Aksenov (USA), M.I. Burlykina, I.L. Gan (Australia), E.P. Dubinin, A.V. Ivanov, N.N. Kolotilova, S.N. Lukashenko (Kazakhstan), L.V. Popova, N.G. Rybalskiy, A.P. Sadchikov, S.A. Slobodov, V.R. Khrisanov, V.S. Tskhovrebov, E.I. Chernyak, P.A. Chekhovich, A.G. Shmeleva



PUBLISHING
Moscow State University
2021

Editorial address:

119991, Moscow, Leninskiye Gory, MGU,
Earth Science Museum
Tel.: +7 (495) 939-14-15; 7 (495) 939-12-21
e-mail: zhizn_zemli@mail.ru
<http://zhiznzemli.ru>
[http://msupress.com/catalogue/magazines/
geografiya/](http://msupress.com/catalogue/magazines/geografiya/)

СОДЕРЖАНИЕ

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГЕОСФЕР

Аксёнов Г.П. Откуда стартует геологическое время?	172
Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П., Рыбальский Н.Г., Снакин В.В., Шпедт А.А., Семёнов Ю.М. Потенциал ландшафтно- и экологически дифференцированного рационального природопользования в сельском хозяйстве Лено-Ангарской горной провинции Восточной Сибири	185
Молошников С.В. Некоторые вопросы терминологии элементов панциря палеозойских рыб (Placodermi, Antiarchi)	195

ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНАЯ МУЗЕОЛОГИЯ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

Ливеровская Т.Ю., Пикуленко М.М. Калифорнийская академия наук как яркий пример американского музейного опыта : история и современность	202
Сударикова Е.В. Форматы совместной работы музеев естественнонаучного профиля и научных институтов (на примере выставки «Травмы прошлого»)	217

МУЗЕЙНАЯ ПЕДАГОГИКА

Иванов А.В., Яшков И.А., Таранец И.П. Опыт экологического просвещения в экспедиции «Флотилия плавучих университетов» в Поволжье (по итогам полевого сезона 2020 года)	224
--	-----

ВЕСТИ ИЗ МУЗЕЕВ

Дубинин Е.П., Галушкин Ю.И., Скрипко К.А., Семёнова Л.Д., Филаретова А.Н. Вулканы горячих точек (новая выставка в Музее земледения МГУ)	234
Ромина Л.В., Мякокина О.В. Природные особенности и антропогенные факторы формирования экосистем Куршской косы	248

ИСТОРИЯ НАУКИ

Гегамян Г.В. О живом веществе и биосферологии В.И. Вернадского	258
Снакин В.В., Дергачёва М.И., Чендев Ю.Г., Губин С.В., Асаинова Ж.С., Рыбальский Н.Г. Естествоиспытатель и летописец почвоведения: Игорь Васильевич Иванов	270

ХРОНИКА. СОБЫТИЯ

Выставка «Вокруг света на Земле и в космосе: от Магеллана до Гагарина»; Полёт как мечта: от театральной сцены к космическому пространству; Художник вечных льдов – лекция Любви Шаповаловой об Александре Борисове; Выставка «Мир под ногами. Эстетика невидимого»; Временная выставка художественных работ в Музее земледения «Сизифа следует представлять себе счастливым»; 8-я научно-практическая конференция «Медицинские музеи: современное состояние и перспективы развития»; VI международная научная конференция «Арктика: история и современность»; Ежегодная научная конференция «Ломоносовские чтения. Секция музееведения»; XXVII международная годичная научная конференция Института истории естествознания и техники имени С.И. Вавилова РАН; К 80-летию д.б.н. Владимира Михайловича Горленко; К дню рождения Владимира Ивановича Вернадского	281
--	-----

КНИЖНОЕ ОБОЗРЕНИЕ

Здоровье населения и здоровье среды: pro et contra; Колыбельная Прометею, или Ньючимские Чисталёвы; Метан в атмосфере, метанотрофы и развитие нефтегазовой промышленности	294
---	-----

TABLE OF CONTENTS	297
-------------------------	-----

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГЕОСФЕР

УДК 550.93

DOI 10.29003/m2023.0514-7468.2020_43_2/172-184

ОТКУДА СТАРТУЕТ ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ВРЕМЯ?*

Г.П. Аксёнов**

В науках о Земле существует стойкое противоречие между современными представлениями о возрасте планеты и концепцией В.И. Вернадского о геологической вечности жизни. Согласно Вернадскому, абсолютный возраст горной породы свидетельствует только о времени её последнего метаморфизма, но не о возрасте Земли. Неслучайно догеологического вещества времён некоего космического формирования планеты не найдено. Такого вещества не существует, потому что любой минеральный комплекс и горная порода начинают формироваться в зоне гипергенеза. Вернадский утверждал, что геологическая история равна по длительности существованию биосферы и измеряется биологическим временем. Современная биогеохимия подтверждает его концепцию. История биосферы практически совпала с «каноническим» возрастом Земли. В космологическом смысле картина Вселенной не может быть построена без концепции геологической вечности биосферы.

Ключевые слова: В.И. Вернадский, возраст Земли, биосфера, геосферы, геологическая вечность жизни, геохронология, принцип Реди, принцип Геттона, хемолитотрофы, метаморфизм.

Ссылка для цитирования: Аксёнов Г.П. Откуда стартует геологическое время? // Жизнь Земли. 2021. Т. 43, № 2. С. 172–184. DOI: 10.29003/m2023.0514-7468.2020_43_2/172-184.

Поступила 12.03.2021 / Принята к публикации 08.06.2021

REFERENCE POINT OF GEOLOGICAL TIME

G.P. Aksenov, PhD

S.I. Vavilov Institute for the History of Science and Technology
of the Russian Academy of Sciences, Moscow

In the earth sciences, there is a persistent contradiction between modern ideas about the age of the planet and the concept of V.I. Vernadsky about the geological eternity of life. According to Vernadsky, the absolute age of the rock indicates only the time of its last

* Статья публикуется в порядке дискуссии.

** Аксёнов Геннадий Петрович – к.г.н., с.н.с. Института истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН, gen.aksenov@mail.ru.

metamorphism, but not the age of the Earth. It is no coincidence that the pre-geological substance of a cosmic formation of the planet has not been found. Such substance does not exist because any mineral complex and rock begins to form in the hypergenesis zone. Vernadsky argued that geological history was equal in duration to the existence of the biosphere and its duration was measured by biological time. His concept is confirmed by current biogeochemistry. The history of the biosphere practically coincided with the "canonical" age of the Earth. In a cosmological sense, the picture of the universe cannot be built without the concept of the geological eternity of the biosphere.

Keywords: V.I. Vernadsky, age of the Earth, biosphere, geospheres, geological eternity of life, geochronology, Redi's principle, Hutton's principle, chemolithotrophs, metamorphism.

Введение. Понятие о возрасте Земли кажется очень простым. В современном естествознании его связывают с началом Вселенной, с образованием звёзд, планет и с последующим происхождением жизни. Такой порядок событий стал привычным для мышления европейцев, хотя в восточных традициях идеи начала мира не существует вообще. Но поскольку наука возникла в Европе, в неё незамечаемо вошла христианская версия последовательного творения Земли, неба и живых существ, изложенная в первой главе Библии. Мифологическое начало времён упоминается, хотя и с ироническим оттенком, в авторитетном университетском учебнике:

«Каков возраст Земли, и каким образом его можно определить? Вопрос длительности существования нашей планеты всегда занимал человечество, а древние, античные философы считали Землю вечной. В середине XVII столетия ирландский епископ Джеймс Ашер, изучив внимательно все библейские тексты и доступные в то время другие материалы, например о затмениях, установил, что Земля – это божественное творение, совершённое в 9 часов утра 26 октября 4004 г. до н. э. Такая точка зрения продержалась долго, вплоть до начала XIX в. Лорд Кельвин в середине XIX в. считал, что возраст Земли – около 100 миллионов лет, а Чарльз Дарвин полагал, что он составляет несколько сот миллионов лет. Только открытие радиоактивности позволило точно определить возраст горных пород, метеоритов и лунных пород» [18, с. 125].

Однако существенно, что сам порядок событий остался тем же, хотя и стал вполне рациональным. Теперь общепринято во всех учебниках, что Вселенная появилась в результате Большого Взрыва, потом образовались галактики, звёзды и т. д. Тем самым науки о Земле разделяют физическую идею первоначальной безжизненной картины мира. Как видим, геология пытается совместить её с представлением о возрасте планеты на основе длительности существования самых древних горных пород. Насколько возможно такое совмещение?

С развитием и улучшением радиоизотопных методов за возраст Земли принята цифра 4,54 млрд лет. Шедший одновременно анализ метеоритов установился на цифре 4,57 млрд лет, которая в соответствии с физической картиной мира теперь стала приниматься за возраст всей Солнечной системы. И тогда, в согласии с вышеизложенным порядком происхождения мироздания, должен непременно существовать период космического генезиса планеты, когда, как считается, она была раскалённой, горячей или, во всяком случае, сухой и безжизненной. Но между тем соответствующего таким представлениям первозданного вещества нигде ещё не было найдено. Специалисты по докембрию, например, Л.И. Салоп, свидетельствуют: «Самые древние породы, обнажённые на поверхности планеты, датированы изотопными методами в 3,7–4,0 млрд лет. В действительности эти породы имеют ещё более древний возраст,

поскольку указанные значения характеризуют не время их образования, а время их преобразования (метаморфоза), однако самые древние горные породы, возникшие в период становления Земли как планеты, пока достоверно неизвестны» [19, с. 5].

В союзе с физикой геология неявно отступила от своего фундаментального основания времён «героического периода» создания как научной дисциплины. Она должна была отказаться от объяснения закономерностей своего объекта исследования его происхождением, т. е. отделиться от астрономии. Краеугольный камень в этот фундамент заложил в конце XVIII в. натуралист Джеймс Геттон: «В геологии нет ни начала, ни признаков конца». Его принцип развивался в концепции актуализма Чарльза Лайеля.

Вначале исторически и эмпирически по руководящим разрезам и палеонтологическим образцам сложилась геохронологическая шкала. Но её события никак не относятся к абсолютному возрасту, идущему только в соответствии с внутриатомными часами, на ход которых никакие процессы – как астрономические, так и геологические – не влияют. Поэтому лучше пока понимается относительное время: раньше-позже, которое в истории геологии произошло из пространственного положения слоёв и пластов: ниже-выше. Вот почему наш выдающийся палеонтолог академик Б.С. Соколов (1914–2013) всегда подчёркивал важнейший факт, что общемировая биостратиграфическая шкала «в геологической практике не может быть заменена шкалой геологического времени, так как картируются геологические тела, а не время заполнения его этими телами» [20, с. 8].

В основе создавшегося противоречия между понятием о возрасте планеты и геологическом времени лежит неопределённость, неясность самого понятия о природе времени. Так же, кстати, как и в самой физике, откуда в геологию перешло понятие о начале мира, происхождения планеты, а затем и о возрасте горных пород. Радиометрия предложила подразделениям геохронологии счёт лет, так же как астрономический календарь служит в человеческой истории, содержательно не имея отношения к её событиям.

Синхронность геологического и биологического времени. Как же преодолеть логические противоречия, возникшие в результате внедрения временных длительностей в геологию? Какое содержание необходимо вкладывать в понятие «геологический возраст»?

Руководящие идеи мы находим в концепции биосферы В.И. Вернадского, где природа времени выяснена и прочно увязана с необратимостью земных событий [1]. Однако в современных науках о Земле его решение проблемы времени практически не обсуждается.

Так происходит, прежде всего, потому, что в геологии продолжает неявно циркулировать представление о биосфере Э. Зюсса (1875), как *области распространения жизни*, но не как оболочки *геохимического действия* жизни по Вернадскому. Казалось бы, объёмы этих понятий близки. Но в глубине они принципиально различны. В первой концепции, по виду легко увязавшейся с физической картиной мира, полагается, что живые организмы есть всего лишь незначительная поверхностная плёнка, появившаяся на планете благодаря счастливому стечению обстоятельств. Жизни могло и не быть, как мы не видим её на соседних планетах, таких же сферических и твёрдых, как Земля. Главное, что вытекает из первой концепции: планета первична, а жизнь на ней появилась однажды. Жизнь всего лишь изменила «лик Земли», говорит Зюсс. Но в качестве планетной силы, тем более ведущей, биосфера не рассматривается.

В предисловии к своей знаменитой книге «Биосфера» Вернадский чётко обозначил различие между двумя позициями. Если мы считаем жизнь появившейся однажды

на готовой заранее безжизненной планете, временные закономерности никак не могут быть сформулированы. Поэтому Вернадский сразу заявляет, что оставляет в стороне исторически сложившиеся три предвзятые (очевидные) идеи геологии: 1) геологические события есть «клубок случайностей»; 2) жизнь имела начало и 3) существовали космические этапы образования планеты, когда она якобы была огненно-жидкой, распалённой или горячей, и затем остыла. Все эти гипотезы никакого закономерного содержания науки не создают, её события рядоположены, но не выводятся друг из друга.

Принципиальную основу для связи геологических и биосферных явлений Вернадский заложил ещё в 1921 г. в докладе «Начало и вечность жизни». Не следует доверять нашим умственным привычкам, прежде всего потому, говорил он, что не найдено ни одного факта *происхождения жизни*. Это чисто умственный конструкт из вненаучного, общекультурного контекста (о котором упомянуто выше). Вернадский считает неизблемым принцип Франческо Реди (1668) «Всё живое – от живого». Следовательно, утверждал он в указанном докладе: «Признавая биогенез, согласно научному наблюдению, за единственную форму зарождения живого, неизбежно приходится допустить, что начала жизни в том Космосе, какой мы наблюдаем, не было, поскольку не было начала этого Космоса. Жизнь вечна постольку, поскольку вечен Космос, и передавалась всегда биогенезом. То, что верно для десятков и сотен миллионов лет, протекших от архейской эры и до наших дней, верно и для всего бесчисленного хода времени космических периодов истории Земли. Верно и для всей Вселенной» [7, с. 391].

Вернадский описывает биосферу на базе шести постулатов, или эмпирических обобщений бесспорных фактов. Для нашей темы геологического времени существенны три из них: 1) в геологическом прошлом нет азойных эпох; 2) всё живое вещество генетически едино, у него нет начала; 3) за всю геологическую историю не было резких изменений в воздействии жизни на окружающую её среду («Биосфера», § 17)¹. Присутствие биосферы во все геологические эпохи придаёт понятию об абсолютном возрасте горных пород совсем иной смысл по сравнению с общепринятым как тогда, так и ныне. С разработкой радиоизотопных методов датировки в науке не только появилась хронологическая основа для изучения законов геологического прошлого, считал он, но создана прочная база для создания временных закономерностей во всех науках о Земле.

Нам следует с сугубым вниманием отнестись к указанным постулатам Вернадского хотя бы потому, что в нашей стране он и создал радиогеологию как науку. Как основатель геохимии, т. е. науки об атомном уровне строения земного вещества, он одним из первых понял поистине революционное значение естественной радиоактивности для геологии. В 1911 г. Вернадский открыл первую Радиохимическую лабораторию в Академии наук и одновременно развернул широкие поиски урановых и радиевых минералов на территории страны. В 1922 г. он возглавил Радиевый институт, в котором выращены первые кадры радиологов; в 1940 г. создал в Академии Комиссию по освоению атомной энергии и разработал её программу.

Вернадский доложил о создании радиогеологии на конференции Бунзеновского общества, посвящённой 100-летию открытия спектрального анализа, состоявшейся в мае 1932 г. в Мюнстере под председательством Э. Резерфорда. В декабре 1933 г. он прочёл курс лекций в Сорбонне с обзором руководящих положений новой науки. На русском языке его лекции впервые опубликованы совсем недавно [9].

¹ Поскольку «Биосфера» и др. книги В.И. Вернадского издавались множество раз, удобнее ссылаться на пронумерованные параграфы, а не на страницы.

В одной из работ этого периода в разделе с характерным названием «О древнейших участках суши и древнейшем времени в биосфере» он писал: «Мы знаем, что неизменность твёрдого вещества биосферы ограничена во времени. Во всякой точке земной коры, в биосфере, при углублении в неё мы неизбежно сталкиваемся с породами, изменёнными процессами, шедшими после их образования. Это проявления так называемого метаморфизма. Они касаются как пород осадочных, так и пород массивных» [6, с. 443].

Вернадский пользовался тогда общепринятой цифрой предельного возраста горных пород в 2 млрд лет. Считалось, что это время относится к дожизненному эону – архею. Но он полагает иначе: «Если окажется верным представление об особых физико-географических условиях древнейшего архея, синхронически установленного новым методом определения геологического времени (сейчас это только одна из возможных рабочих гипотез), – мы определим возраст биосферы – времени установления современных условий среды жизни» [6, с. 444].

Как мы увидим ниже, теперь возраст архейской биосферы перестал быть гипотезой.

Вернадский подвёл итог своих исследований вопроса о геологическом времени в докладе на 17-й сессии Международного геологического конгресса, происходившей в Москве в 1937 г. Фактически он ввёл здесь методологический запрет на определение возраста Земли, а запреты мощно развивают любую науку, поскольку чётко очерчивают естественную область явления во времени и пространстве.

Вот что он говорил: «Геология, как это ясно видел Геттон, не может дать нам понятия о брэнности *Земли*. Она может дать – с помощью радиогеологии – точный количественный учёт древности геологических явлений *верхней части планеты*, причём в этой области мы наблюдаем для геологического строения планеты в аспекте времени мозаику. Земная кора состоит из участков более древних и более молодых частей, различных и не синхроничных для всякой точки одного и того же географического уровня. Она выявляет в пределе *не возраст Земли, а древнейший хронологический уровень метаморфизма*, т. е. древнейший, не оживившийся процесс радиоактивного распада» [5, с. 470–471].

По его предложению в рамках Конгресса была создана Комиссия по определению геологического возраста.

Что именно измеряет радиометрическое время? В своей главной и завершающей научный путь книге Вернадский впервые представил принципиальную схему Земли с точки зрения биогеохимии. На ней пространственным сосредоточием всех событий и процессов служит поверхностная оболочка планеты мощностью в 30 км, где происходит одностороннее и непрерывное геохимическое преобразование вещества. Здесь расположен полюс сложности и упорядоченности вещества и энергии. Это биосфера – действующий центр и планеты, и нашего участка мироздания. В соответствии с законом необходимого разнообразия, как это трактуется теперь в кибернетике, не существовавшей во времена Вернадского, биосфера есть управляющая система, а не просто область существования организмов по Зюссу. В соответствии с постулатами книги «Биосфера» живое вещество всегда определяло и определяет химический состав стратисферы книзу от зоны гипергенеза и тропо- и стратосферы вверх. Укладываются же слои планетных оболочек и геосфер по их собственным закономерностям, описываемым в геологии, геохимии, физике атмосферы и т. п.

Если привести эту схему в движение, как то и происходит в природе, становится ясно, что в метаморфическом слое вещество получает свой окончательный «заряд».

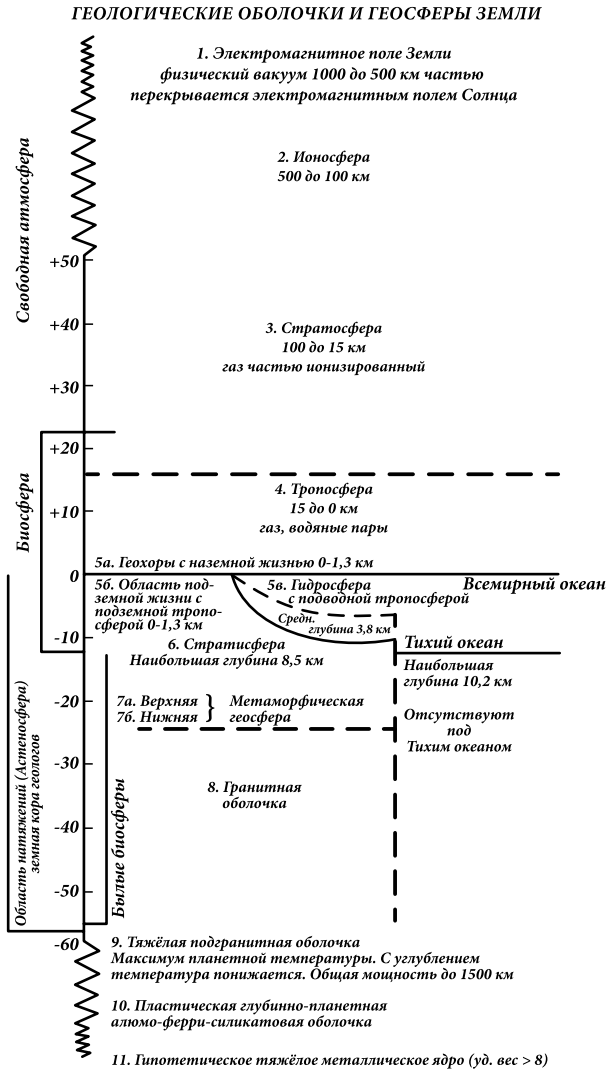


Рис. 1. Схема геологических оболочек и геосфер по Вернадскому [10, § 95].

Fig. 1. Vernadsky's scheme of geological shells and geospheres [10, § 95].

Здесь включается естественная радиоактивность, описанная выше Вернадским, атомные часы отсчитывают длительность замены одних элементов другими. Наши радиоизотопные методы измеряют срок существования этих древнейших горных пород. Он кажется гигантским по нашим меркам, но он ничтожен на фоне смены одних элементов другими, писал Вернадский в итоговой книге: «Мы знаем теперь, что в том космическом проявлении вещества, которое мы называем радиоактивностью, мы неизменно видим замещение атомов одних химических элементов атомами других, совершенно с ними не сходных. Этот процесс совершается в сотни и более миллиардов лет и, очевидно, указывает, что два-три миллиарда лет, в которые укладываются, по-видимому, все метаморфические и гранитные процессы, не являются временем существования планеты, а вре-

менем последнего метаморфического процесса в данной точке, после которого заметно для наших методов не сдвинулись атомы кристаллических решёток» [10, § 67].

Часы будут идти сотни миллиардов лет. Тут мы, конечно, сразу вспоминаем о теории Большого Взрыва, который произошёл 13,5 млрд лет назад. Но вот эта цифра ни на каких эмпирических данных, во всяком случае, радиометрических, не базируется.

Однако как метаморфические породы непрерывно образуются из бывших осадочных пород, так и бывшие глубинные породы столь же непрерывно выходят на поверхность в результате горообразования, вулканизма и тектонических движений. Здесь они попадают в 30-километровую зону гипергенеза, или попросту в биосферу, которую с временной точки зрения можно назвать актуальной поверхностью, т. е. современностью [2]. Здесь любой возраст обнуляется, любое вещество омолаживается. С известной долей обобщения можно сказать, что геологический нуль лет любой породы стартует на актуальной, активной поверхности биосферы, а не в гипотетических временах «образования Земли». Мы явно наблюдаем геологический круговорот и геохимические циклы без начала и конца.

Геолог В.М. Дуничев (1936–2011), считавший концепцию Вернадского базой геологии, именно так интерпретировал возраст любого минерального комплекса. В разнообразных процессах зоны гипергенеза с участием живого вещества породы растягиваются, насыщаются солнечной энергией и в тонкодисперсном виде сносятся на дно океана. В процессе седиментации из них отжимаются жидкости и газы, и с ними уходит излишняя энергия. Остальная, большая по весу часть становится последовательно мелкокристаллическими гнейсами, потом гранитогнейсами и, наконец, крупнокристаллическим гранитом. А уже гранитную оболочку Вернадский называл областью былых биосфер [15].

В более современной своей работе автор попытался подсчитать количественно ход образования древнейших горных пород: «Происходящий в литосфере круговорот энергии и вещества свидетельствует, что гранит образуется при преобразовании глины через аргиллит, кристаллический сланец, гнейс и гранито-гнейс. Глина же образуется при разрушении на поверхности каменной оболочки гранита (и других пород). Если на поверхности литосферы при разрушении, например, кварцита возникает кварцевый песок, то с погружением он сцементируется до кварцевого песчаника, который ниже начнёт перекристаллизовываться до кварцитовидного песчаника, а с увеличением размера кристаллов станет кварцитом.

Гранит и кварцит информируют как бы о горных породах, прошедших половину круговорота вещества в литосфере. Стало быть, 4 млрд лет древнейших гранитов и кварцитов говорят о максимально известном на сегодня времени половины круговорота энергии и вещества в литосфере. Один целый круговорот охватывает, в этом случае, $4 \text{ млрд лет} \times 2 = 8 \text{ млрд лет}$.

Сколько прошло круговоротов вещества в литосфере, неизвестно. Очевидно, что много, а минимум два, потому что древнейший гранит возраста 4 млрд лет образовался из глины, которая в свою очередь являлась результатом разрушения ещё более древнего гранита. В таком случае, время существования земного шара составит $8 \text{ млрд лет} \times 2 = 16 \text{ млрд лет}$, или больше возраста Вселенной от Большого взрыва» [14].

Сколько прошло таких циклов по 16 млрд лет, мы не знаем и наши радиоактивные методы пока здесь бессильны. Нам только важно уяснить, что метаморфический слой есть во временном смысле последний этап преобразования вещества от нуля лет, расположенного в биосфере. Эту геологическую оболочку можно представить образно

как древесный луб. Здесь, в очень тонком слое под корой, происходят самые важные события метаболизма и роста дерева. Сюда сходятся энергия фотосинтеза от листьев кроны и минеральные вещества, всасываемые корнями. Посредством биохимических реакций нарастают годовые кольца, из которых ствол и состоит. Нечто похожее происходит в биосфере, она образует замкнутую литосферу, в основном гранитную и базальтовую.

Что тогда нам следует понимать под длительностью, чем она продуцируется? Какое время проходит в любой данной горной породе? Что именно измеряется ядерными процессами, выраженными в годах?

Радиометрическое исчисление возраста горных пород есть только часы, счёт времени, которое идёт в биосфере. Понятия длени и возраста применимы только к живым организмам. Вот что писал Вернадский в 1930 г.: «Это биологическое время отвечает полутора-двум миллиардам лет, на протяжении которых нам известно существование биологических процессов, начиная с археозоя. <...> Насколько предельна жизнь в её проявлении в Космосе, мы не знаем, так как наши знания о жизни в Космосе ничтожны. Возможно, что миллиарды лет отвечают планетному времени и составляют лишь малую часть биологического времени. <...> С точки зрения времени, по-видимому, основным явлением должно быть признано проявление принципа Реди, т. е. *смена поколений*» [3, с. 274–275].

Таким образом, Вернадский соединил принцип биогенеза Франческо Реди с принципом безначалия геологических явлений Джеймса Геттона. Начиная с этой статьи, он говорит о вечности жизни более строго, чем раньше: это геологическая вечность жизни. Методами радиоизотопной хронологии измеряются возрасты, которые всегда синхронны биологическому длению, сравниваются с ним. Геологическое время есть референт времени существования живого вещества в биосфере, которая геологически всегда молода.

В целом в науке наших дней общепринято положение, что жизнь зародилась или появилась на планете около 3,5 млрд лет назад. Но вот недавно появились совсем другие, сенсационные для геологии факты. Широко обсуждается обнаружение в Австралии минералов циркона возрастом 4,4 млрд лет. Профессор геологии в Висконсинском университете Джон Вэлли пишет: «С тех пор как в 1999 г. мы определили изотопное отношение кислорода в пяти цирконах, поступало всё больше данных, которые убеждали нас в правильности сделанных нами выводов. Исследователи из Перта, Канберры, Бежина, Лос-Анджелеса, Эдинбурга, Стокгольма и Нанси изучают сегодня десятки тысяч цирконов из Джек Хиллз с помощью ионных микрозондов в поисках малого числа тех, что старше 4 млрд лет. Как сообщалось, в нескольких местах были обнаружены сотни цирконов в возрасте 4–4,4 млрд лет» [11, с. 13].

Почему учёный мир был так взбудоражен открытием древнего минерала? Сенсация – даже не в самом факте, а в резком его противоречии с господствующим мнением о первоначальной раскалённой или горячей Земле. В предисловии к своей статье автор делает вывод: Земля остыла уже тогда, поскольку цирконы образуются только во влажных и прохладных условиях. С ним согласен редакционный комментатор публикации: утверждение о первой половине миллиарда лет Земли, когда она была расплавленной, может оказаться ошибочным. То есть авторы пока лишь осторожно предполагают, что время горячей планеты придётся отодвигать все ближе и ближе к началу её существования, хотя, собственно говоря, для «остывания» осталось всего лишь около 300 млн лет.

Другая привычная умственная конструкция существует и на биологической стороне: жизнь представляется эволюционирующей от первичных, примитивных существ к всё более сложным. Следовательно, предполагается, если смотреть назад в историю, в каком-то прошлом она сходит на нет, исчезает. Во всяком случае, ниже фанерозоя лежат зоны одноклеточной невидимой и как бы простой жизни. Однако мнение о её примитивности ошибочно. Согласно Вернадскому, бактерии являют собой самую мощную геологическую силу. В своей «Биосфере» он рассчитал, что благодаря высокой скорости размножения одна бактерия потенциально может нарастить массу всей земной коры даже не в годы, а в немногие сутки. Недаром географ Н.Ф. Глазовский (1946–2005), подсчитав приблизительно продуктивность живого вещества окраинных морей, предположил, что запасённой в биопродукции энергии вполне достаточно в качестве причины тектонических и вулканических движений [13].

Следует учесть систематизацию Вернадским биогеохимических функций живого вещества, коих он насчитывал девять. Функции взаимодополнительны, т. е. продукция одних организмов служит условием жизни для других, чем в целом поддерживается гомеостаз системы. В одной из принципиальных статей он указывает: «Среди миллиона видов нет ни одного, который мог бы исполнять один все геохимические функции жизни, существующие в биосфере изначала. Следовательно, изначала морфологический состав живой природы в биосфере должен был быть сложным. Функции жизни в биосфере – биогеохимические функции – неизменны в течение геологического времени. Они непрерывно существуют одновременно» [4, с. 288].

Наши знания о биосфере растут. Важный вывод, который следует из исследования Вернадского: именно бактерии в отличие от других организмов и единственные среди других классов и царств живого могут поддерживать все функции биосферы. Следовательно, она может состоять из одних бактерий. Им не нужны другие организмы для создания устойчивой системы. Существование постоянных геохимических функций живого вещества показывает наивность гипотез происхождения жизни. Речь всегда должна идти только о целостной системе биосферы, а не о появлении какого-то одного организма.

В таком духе исследовал экологию микробов академик Г.А. Заварзин (1933–2011). Они предельно специализированы. Каждый вид предназначен только для одной геохимической реакции, из которой он извлекает энергию для жизнедеятельности и размножения. Когда реакция логически возможна, а нужной для неё бактерии не найдено, значит, она или не открыта, или её нет на Земле, утверждает микробиолог. Бактерии существуют только множественно и системно [17].

Академик Заварзин как раз и описал главные черты биосферы археозоя, которую назвал термином *прокариотий*. С ходом геологического времени в базовую прокариотную живую часть биосферы встраивались всё новые классы и виды организмов, но выполняли они всё те же биогеохимические функции. Г.А. Заварзин так описывает прибавление живых организмов в биосферу: «Венд составляет эпоху многоклеточных водорослей и паразоа с преимущественно фаготрофным питанием; население на суше в этот период неясно. Ниже идёт эпоха микробной жизни протерозоя, в котором биолог может выделить два этапа: один с доминированием эвкариотных протист, как в современном океане, и другой вплоть до начала геологической летописи с исключительно прокариотными организмами. Переход между этими этапами располагается около 1 млрд лет назад и относится к началу неопротерозоя, хотя первые находки эвкариот относятся к более раннему периоду. Условно эти этапы можно назвать "протистий"

для эпохи распространения протист и "прокариотий" для первоначального бактериального этапа с микрофоссилиями возрастом 3,5 млрд лет» [16, с. 16].

И если мы сопоставим эту картину с открытием цирконов возрастом 4,4 млрд лет как свидетелей прохладной и влажной Земли, нам станет ясно, что в течение трёх четвертей измеренного радиометрическими методами срока на Земле полностью царили прокариоты, т. е. бактерии-хемолитотрофы. Академик Г.А. Заварзин указывает: «Существенно, что прокариотная система самодостаточна и для поддержания собственного существования в течение неопределённо долгого времени (*фактически – в течение всей геологической истории Земли*), и для осуществления биогеохимической сукцессии, составляющей историю биосферы и суть её эволюции» [16, с. 24].

Таким образом, с открытием роли микробной жизни в общей «экономии природы» планеты такая ранее понятная, подтверждённая тысячами ископаемых палеонтологических образцов теория эволюции по Дарвину оказалась ограниченной. Заварзин утверждает недарвиновский тип эволюции, когда эволюционирует целиком вся система верхней оболочки планеты, а биосфера состоит из морфологически неизменных организмов.

События последних лет в науке показывают решительное расширение пространственных пределов биосферы, намеченных Вернадским. Ещё в 70-е гг. XIX в. при строительстве Сен-Готтардского туннеля в Швейцарии геолог Ф. Штапф обнаружил бактериальную флору. Он сначала думал, упоминает этот факт Вернадский, что бактерии проникли в туннель из тропосферы, но позже был вынужден признать их глубинное происхождение [7, с. 456]. В этой специально посвящённой границам биосферы статье (1937) Вернадский вскрывает грандиозное явление, которое, вероятно, будет иметь неисчислимые последствия для всей науки: наличие подземной жизни и под материками, и под океанами. В литературе того времени считалось, что жизнь в целом существует только там, где есть кислород и солнечный свет. Другим ограничением для жизни на глубинах полагали температуру +100°C, выше которой белок будто бы существовать не может. Оба эти традиционных взгляда устарели, говорит Вернадский: «Научные открытия последних лет заставляют резко и коренным образом менять наши представления. Открываются негаданные – вероятно, геологически вечные – биогеохимические процессы, не связанные с тропосферой, развитые в стратисфере, в области осадочных пород, которые могут быть правильно охарактеризованы как явления *подземного выветривания* или *биогенного метаморфизма* и которые, мне думается, играют огромную роль в химии земной коры, главным образом в создании природных газов и биогенных пород, каустобиолитов прежде всего. Они вместе с тем дают новые формы сгущения жизни в биосфере, заставляют включать в её состав, вероятно, всю стратисферу» [7, с. 454].

Современные исследования самым прямым образом подтверждают его вывод и идут гораздо далее, вернее, глубже в указанном направлении. Загадочными оказались результаты глубокого бурения. На Кольской сверхглубокой скважине была достигнута рекордная глубина в 12,3 км. Вопреки ожиданиям, плотность поднятых на поверхность образцов пород с глубиной начала снижаться. Геохимики обнаружили в породе различные газы, более всего – водород и гелий. Но самое интересное, что биологи нашли в керне неизвестных им бактерий. На глубине 8 км температура поднялась до 120°C, керны стали пористыми, а количество бактерий резко возросло. Поднятые на поверхность, они мгновенно замирали. Следовательно, их образ жизни не предполагал ни света, ни атмосферных газов, которые для них оказались токсичны.

Аналогичная картина наблюдалась и на других сверхглубоких скважинах в разных местах: и на континентах, и под дном морей и океанов. Разница заключалась лишь в глубине обнаружения бактерий. Но повсюду порода, в основном гранит, становилась пористой, в ней обнаруживалось огромное количество трещин и пор, в которых циркулировали вода и продукты жизнедеятельности бактерий.

Обобщая эти факты, ботаник А.В. Галанин (1947–2014) писал: «Пределы выносивости литосферных бактерий изумляют, но, похоже, что нижнюю границу их обитания всё-таки устанавливает температура недр. Они могут размножаться при 110°C и выдерживать, хоть и короткое время, температуру в 140°C. Под океанским дном температура растёт не так быстро, и нижняя граница жизни там может пролегать на глубине 7 км. <...> Количество видов и особей живых организмов, населяющих горные породы, в тысячи и десятки тысяч раз превысило количество бактерий в водах, непосредственно омывающих тихоокеанское дно. Такая обильная жизнь не может быть случайной. Удивительным оказался и тот факт, что гидротермальные источники, бьющие сквозь трещины в океаническом дне, не могут похвастаться ни таким обилием микроскопической жизни, ни таким её разнообразием. Жизнь в базальтовых породах морского дна вполне может быть сопоставима с жизнью микроорганизмов, обитающих в почве» [12].

Интуитивная «дарвиновская» точка зрения подсказывает, что бактерии проникли на такие глубины и приспособились к суровым условиям давления и температуры. Но обширные и глубокие исследования Г.А. Заварзина показывают, что бактерии не эволюционируют и не приспосабливаются к новым условиям. Для каждой биогеохимической реакции в таких условиях нужен отдельный организм, и он всегда находится. И значит, хемолитотрофные микроорганизмы составляют глубинную во всех смыслах биосферу. Она – их природная среда.

Вероятно, предполагает А.В. Галанин, такова и была первичная биосфера Земли, которая существовала в недрах благодаря радиоактивному теплу и жидкой воде, и лишь потом, благодаря созданным хемолитотрофами условиям, другие организмы расширили биосферу на более высокие горизонты. Затем в неё вселились фотосинтетики, и последними – после создания озонового слоя – наземные организмы. И тронулась в путь палеонтологическая эволюция. Выше мы видели, что Г.А. Заварзин по минеральным отложениям прослеживает временные и пространственные границы наложения каждого последующего этапа биосферной жизни на предыдущие.

Заключение. Подводя итоги изложенного, можно привести ещё одно утверждение академика Б.С. Соколова: «Все крупнейшие достижения современной стратиграфии связаны с её всё возрастающей биологизацией, охватывающей уже в общей картине мира неразрывную связь в эволюционном процессе биосферы Земли и всей её стратисферной оболочки, проникнутой былой жизнью» [21, с. 22]

Таким образом, современные события во всех науках о Земле быстро подтверждают существенные черты концепции Вернадского о геологическом смысле и геологической вечности биосферы. Однообразно в течение миллиардов лет идущая биогеохимическая деятельность живого вещества биосферы позволяет говорить о планетном значении этой геологической оболочки. Планетном – значит планетостроительном. Его утверждение о синхронности геологической истории и биосферной эволюции заставляет нас изучать и уточнять понятие о биологическом времени, которым измеряется существование планетных структур.

В 1972 г. в Стокгольме состоялась первая в истории научная конференция по охране окружающей среды. И когда учёные стали искать принципиальные основы для

создания экологических знаний, оказалась, что они изложены в «Биосфере» Вернадского. Так книга, созданная 60 лет назад, вошла в ткань современной науки, она издаётся ныне на всех языках.

Но Вернадский продолжал развивать идеи, заложенные в «Биосфере», и с помощью радиогеологии создал концепцию геологической вечности жизни. Ей посвящены его заключительные труды – «Химическое строение биосферы Земли и её окружения» и теоретический трактат «О состояниях пространства в геологических явлениях биосферы Земли». Из-за несчастных исторических условий они совсем недавно напечатаны у нас и неизвестны на Западе. Пока ещё нашей отечественной науке принадлежит научная инициатива в их освоении.

Благодаря достижениям Вернадского науки о Земле имеют возможность выйти в лидирующий пул дисциплин для изучения мироздания в целом. Они дают надежду на создание теорий, описывающих Землю не только как уникальную, но и как типичную планету. Не может быть сомнения, что наукам биосферного цикла предстоят самые захватывающие исследовательские перспективы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аксёнов Г.П. Парадигма Вернадского. М.: ГЕОХИ РАН, 2018. 147 с.
2. Аксёнов Г.П. Причина времени: жизнь – дление – необратимость. 3-е изд. М.: Наука, 2014. 400 с.
3. Вернадский В.И. Изучение явлений жизни и новая физика // Тр. Биогеохимической лаборатории. Т. XVI. М.: Наука, 1980. С. 246–277.
4. Вернадский В.И. Об условиях появления жизни на Земле // Тр. Биогеохимической лаборатории. Т. XVI. М.: Наука, 1980. С. 278–295.
5. Вернадский В.И. О значении радиогеологии для современной геологии // Собр. соч. в 24 тт. Т. 9. М.: Наука, 2013. С. 452–474.
6. Вернадский В.И. О некоторых очередных проблемах радиогеологии // Собр. соч. Т. 9. С. 437–452.
7. Вернадский В.И. О пределах биосферы // Собр. соч. Т. 8. С. 444–461.
8. Вернадский В.И. Начало и вечность жизни // Собр. соч. Т. 8. С. 373–396.
9. Вернадский В.И. Проблемы радиогеологии // Собр. соч. Т. 9. С. 394–437.
10. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и её окружения // Собр. соч. Т. 9. С. 7–340.
11. Вэлли Дж. История юной Земли // В мире науки. 2006. № 1.
12. Галанин А.В. Литобиосфера Земли // Сайт «Вселенная живая» (<http://ukhtoma.ru/litobiosphere.htm>).
13. Глазовский Н.Ф. Возможная роль органического вещества в тектонических и вулканических процессах // Избр. соч. в 2-х тт. Т. 1. Геохимические потоки в биосфере. М.: КМК, 2006. С. 520–525.
14. Дуничев В.М. Вымыслы и реалии в естествознании (<https://oko-planet.su/fail/failbook/page,6,132376-vm-dunichev-vymysly-i-realii-v-estestvoznanii.html>).
15. Дуничев В.М. Учение В.И. Вернадского о геологической вечности биосферы – основа естественнонаучной модели геологии // Тр. Ленинградского об-ва естествоиспытателей. Т. 81, вып. 2. Л.: 1990. С. 155–168.
16. Заварзин Г.А. Становление биогеохимических циклов // Палеонтологический журнал. 2003. № 6. С. 16–24.
17. Заварзин Г.А. Фенотипическая систематика бактерий. М.: Наука, 1974. 323 с.
18. Короновский Н.В. Общая геология. М.: КДУ, 2006. 528 с.
19. Салон Л.И. Геологическое развитие Земли в докембрии. Л.: Недра, 1982. 343 с.
20. Соколов Б.С. Биохроностратиграфия и эволюция биосферы. К 200-летию стратиграфической палеонтологии // Мат-лы LV сессии Палеонтологического общества (6–10 апреля

2009). СПб: 2009. С. 8 (https://www.monash.edu/_data/assets/pdf_file/0016/230263/Sokolov-2009_Biochronostratigraphy.pdf).

21. Соколов Б.С. О модели биостратиграфической границы // Историческая геология. Итоги и перспективы / Под ред. Е.Е. Милановского. М.: Изд-во МГУ, 1987. 272 с.

REFERENCES

1. Aksenov G.P. *Vernadsky's paradigm*. 147 p. (Moscow: GEOHI RAN, 2018) (in Russian).
2. Aksenov G.P. *The reason for time: life – prolongation – irreversibility*. 3rd ed. 400 p. (Moscow: Nauka, 2014) (in Russian).
3. Vernadskiy V.I. Study of the phenomena of life and new physics. *Transactions of the Biogeochemical laboratory*. XVI, 246–277 (Moscow: Nauka, 1980) (in Russian).
4. Vernadskiy V.I. On the conditions for the emergence of life on Earth. *Transactions of the Biogeochemical laboratory*. XVI, 278–295 (Moscow: Nauka, 1980) (in Russian).
5. Vernadskiy V.I. On the importance of radiogeology for modern geology. *Coll. works in 24 vol.* 9, 452–474 (Moscow: Nauka, 2013) (in Russian).
6. Vernadskiy V.I. On some of the next problems of radiogeology. *Coll. works in 24 vol.* 9, 437–452 (Moscow: Nauka, 2013) (in Russian).
7. Vernadskiy V.I. On the limits of the biosphere. *Coll. works in 24 vol.* 9, 444–461 (Moscow: Nauka, 2013) (in Russian).
8. Vernadskiy V.I. The beginning and eternity of life. *Coll. works in 24 vol.* 9, 373–396 (Moscow: Nauka, 2013) (in Russian).
9. Vernadsky V.I. Problems of radiogeology. *Coll. works in 24 vol.* 9, 394–437 (Moscow, Nauka, 2013) (in Russian).
10. Vernadsky V.I. Chemical structure of the Earth's biosphere and its environment. *Coll. works in 24 vol.* 9, 7–340 (Moscow: Nauka, 2013) (in Russian).
11. Valley John. History of the Young Earth. *V mire nauki* [In the World of Science]. 1 (2006) (in Russian).
12. Galanin A.V. Lithobiosphere of the Earth. *Vseennaya zhivaya* [The Universe is alive] (<http://ukhtoma.ru/libobiosphere.htm>) (in Russian).
13. Glazovskiy N.F. Possible role of organic matter in tectonic and volcanic processes. *Selected works in two vol. Geochemical flows in the biosphere*. 1, 520–525 (2006) (in Russian).
14. Dunichev V.M. *Fictions and realities in natural science* (<https://oko-planet.su/fail/failbook/page,6,132376-vm-dunichev-vymysly-i-realii-v-estestvoznanii.html>) (in Russian).
15. Dunichev V.M. The teachings of V.I. Vernadsky about the geological eternity of the biosphere – the basis of the natural-scientific model of geology. *Pro. of the Leningrad Soc. of Naturalists*. 81 (2), 155–168 (Leningrad, 1990) (in Russian).
16. Zavarzin G.A. Formation of biogeochemical cycles. *Paleontologicheskii zhurnal* [Paleontological Journal]. 6, 16–24 (2003) (in Russian).
17. Zavarzin G.A. *Phenotypic taxonomy of bacteria*. 323 p. (Moscow: Nauka, 1974) (in Russian).
18. Koronovskiy N.V. *General geology*. 528 p. (Moscow: KDU, 2006) (in Russian).
19. Salop L.I. *Geological development of the Earth in the Precambrian*. 343 p. (Leningrad: Nedra, 1982) (in Russian).
20. Sokolov B.S. Biochronostratigraphy and the evolution of the biosphere. To the 200th anniversary of stratigraphic paleontology. *Materials of the LV session of the Paleontological Society*. April 6–10, 2009 (St. Petersburg, 2009) (https://www.monash.edu/_data/assets/pdf_file/0016/230263/Sokolov-2009_Biochronostratigraphy.pdf) (in Russian).
21. Sokolov B.S. On the model of biostratigraphic boundary. *Historical Geology. Results and prospects*. Ed. by E.E. Milanovsky. 272 p. (Moscow: Publishing house of Moscow State University, 1987) (in Russian).

ПОТЕНЦИАЛ ЛАНДШАФТНО- И ЭКОЛОГИЧЕСКИ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ ЛЕНО-АНГАРСКОЙ ГОРНОЙ ПРОВИНЦИИ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

**И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова, Е.П. Яковлева,
Н.Г. Рыбальский, В.В. Снакин, А.А. Шпедт, Ю.М. Семёнов***

По данным агроландшафтно-экологического районирования кормовых угодий дана характеристика пространственного распределения биологических и экологических закономерностей в Лено-Ангарской горной провинции Восточной Сибири для оценки потенциала, устойчивого сельскохозяйственного природопользования и защиты окружающей среды в регионе. Отмечена рискованность земледелия и растениеводства, определяемая природно-климатическими условиями региона, в частности эрозионными процессами, усиливающимися в результате сельскохозяйственной деятельности. В то же время богатейшие природные ресурсы провинции, в т. ч. кормовые, являются перспективными для развития животноводства.

Ключевые слова: агроландшафтно-экологическое районирование, природно-климатические ресурсы, сельское хозяйство, природные кормовые угодья, рациональное природопользование.

Ссылка для цитирования: Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П., Рыбальский Н.Г., Снакин В.В., Шпедт А.А., Семёнов Ю.М. Потенциал ландшафтно- и экологически дифференцированного рационального природопользования в сельском хозяйстве Лено-Ангарской горной провинции Восточной Сибири // Жизнь Земли. 2021. Т. 43, № 2. С. 185–194. DOI: 10.29003/m2024.0514-7468.2020_43_2/185-194.

Поступила 12.05.2021 / Принята к публикации 08.06.2021

LANDSCAPE AND ECOLOGICALLY DIFFERENTIATED RATIONAL USE OF NATURAL RESOURCES IN AGRICULTURE OF THE ANGARA-LENA MOUNTAIN PROVINCE OF EASTERN SIBERIA

I.A. Trofimov¹, Dr. Sci (Geogr.), L.S. Trofimova¹, Ph.D, E.P. Yakovleva¹, N.G. Rybalsky², Dr. Sci (Biol.), V.V. Snakin², Dr. Sci (Biol.), A.A. Shpedit³, Dr. Sci (Agr.), Yu.M. Semenov⁴, Dr. Sci (Geogr.)

¹Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology

²Lomonosov Moscow State University; IBBP of RAS

³Federal Research Center "Krasnoyarsk Science Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences"

⁴V.B. Sochava Institute of Geography of Siberian Branch of RAS

* Трофимов Илья Александрович – д.г.н., зав. лабораторией геоботаники и агроэкологии, viktrofi@mail.ru; Трофимова Людмила Сергеевна – к.с.-х.н., в.н.с. лаборатории геоботаники и агроэкологии, viktrofi@mail.ru; Яковлева Елена Петровна – с.н.с. лаборатории геоботаники и агроэкологии, ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса»; Рыбальский Николай Григорьевич – д.б.н., профессор, МГУ им. М.В. Ломоносова, nia_priroda@mail.ru; Снакин Валерий Викторович – д.б.н., профессор, МГУ им. М.В. Ломоносова, Институт фундаментальных проблем биологии РАН, snakin@mail.ru; Шпедт Александр Артурович – д.с.-х.н., ФИЦ «Красноярский научный центр СО РАН», fic@krasn.ru; Семёнов Юрий Михайлович – д.г.н., профессор, Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, semenov@irigs.irk.ru.

The spatial distribution of biological and ecological patterns in the Angara-Lena mountain province in Eastern Siberia is characterized according to the data of agrolandscape and ecological zoning of forage lands to assess the potential, sustainable agricultural nature management and environmental protection in the region. The province occupies area of 12 451.7 thousand hectares in the southern taiga zone and covers the Angara-Lena plateau (with 800-1460 m altitudes) and the low-mountain Primorsky Ridge. Most of the province territory (about 83%) is occupied by mountain forests. The area of agricultural land is 5% of the total area (including arable lands 2.7%, hayfields 0.7%, and pastures 1.5%). Significant areas of larch, mixed, birch forests of low mountains with a grass cover of large grasses (mountain crayfish, mixed-leaved bodyak, forest geranium, northern bedstraw, bathhouse species) and cereals (Langsdorf weinwort, spreading bor, sod pike, etc.) are used for grazing. The ecological state of the landscapes is tense, and tense and heavy for the arable. Agriculture and plant growing riskiness is highlighted according to natural and climate region features, especially erosion increasing as a result of agriculture. Simultaneously, however, the richest natural resources in the province, including fodder ones, are perspective for agriculture development.

Keywords: agrolandscape and ecological zoning, natural and climatic resources, agriculture, natural forage lands, rational nature management.

Введение. Природно-климатические условия, природно-ресурсный потенциал и природопользование в Восточной Сибири подробно рассмотрены во многих работах [1, 2, 3]. Большая часть территории Восточной Сибири характеризуется наличием ряда неустраняемых природных факторов, негативных процессов и является рискованной для развития растениеводства и земледелия [4, 5, 6, 15]. Особенно уязвимыми и неустойчивыми перед природными и антропогенными воздействиями являются горные территории. Поэтому развитие сельского хозяйства в горных ландшафтах требует особого обоснованного подхода [13, 14].

Актуальной проблемой являются региональная, ландшафтная и экологическая дифференциация земельных, природно-климатических ресурсов с целью создания высокопродуктивного, устойчивого и экологически чистого сельского хозяйства, адаптированного к условиям каждого конкретного региона [14, 16, 17].

Объекты и методы исследований. С целью информационного обеспечения регионально-, ландшафтно- и экологически дифференцированного сельского хозяйства и рационального природопользования разработано агроландшафтно-экологическое районирование кормовых угодий Восточно-Сибирского природно-экономического района. Ранее разработано агроландшафтно-экологическое районирование по Северному, Северо-Западному, Волго-Вятскому, Центральному, Центральнo-Чернозёмному, Поволжскому, Северо-Кавказскому, Уральскому, Западно-Сибирскому природно-экономическим районам России.

Районирование выполнено на основе разработанных нами методологических основ агроландшафтно-экологического изучения и оценки сельскохозяйственных земель [7], которые опираются на Концепцию сохранения и воспроизводства используемых в сельскохозяйственном производстве земельных и других природных ресурсов, плодородия почв, продуктивного долголетия агроэкосистем и агроландшафтов (Всероссийский НИИ кормов имени В.Р. Вильямса); Концепцию экологического каркаса агроландшафтов и эколого-хозяйственного баланса (географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова и Институт географии РАН) [8, 10]; природно-сельскохозяйственное, ландшафтно-экологическое и почвенно-экологическое районирование территории, эколого-географические, геоботанические карты, дан-

ные государственного земельного учёта, фондовые, наземные и дистанционные данные [9, 12, 18].

В качестве контурной основы использованы материалы Почвенно-экологического районирования РФ (факультет почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова), которое представляет собой разделение территории на регионы, однотипные по структуре почвенного покрова, сочетанию факторов почвообразования и возможностям хозяйственного использования почв, соответствующие современному функционированию почвенного покрова и наиболее полно отвечающие запросам сельскохозяйственного производства. В основу почвенно-экологического районирования положен биоклиматический принцип [11].

Результаты и обсуждение. В результате агроландшафтно-экологического районирования разработана карта Восточно-Сибирского природно-экономического района с выделением зон, горных территорий, провинций, округов и субъектов Федерации. В легенде к карте дана агроклиматическая, агроландшафтно-экологическая и хозяйственная характеристика всех выделенных единиц агроландшафтно-экологического районирования. Представлена структура земельных угодий, структура природных кормовых угодий, оленьих пастбищ. В дополнение к легенде разработаны две классификации: природных кормовых угодий и оленьих пастбищ. В классификации природных кормовых угодий указаны классы и типы кормовых угодий, рельеф, почвы, основные растения, урожайность и качество корма. В классификации оленьих пастбищ указаны классы и типы оленьих пастбищ, рельефа, почв, основные растения, оленеёмкость и сезон использования. Разработана пояснительная записка и база данных к карте по земельным и природным кормовым угодьям. Дана подробная характеристика всех выделенных единиц.

Лено-Ангарская горная провинция расположена на юго-востоке Среднесибирского плоскогорья в южно-таёжной зоне. Она охватывает Лено-Ангарское плато (с высотами 800–1460 м) и низкогорный Приморский хребет. Площадь провинции составляет 12451,7 тыс. га (рис.).

Для неё характерен горный рельеф с преобладанием гор, плоскогорий и межгорных впадин. Распространена островная многолетняя мерзлота. Климат экстроконтинентальный, относительно сухой и холодный. Средняя t июля 8–18°C, сумма $t > 10^\circ\text{C}$ 300–1600°C. В год выпадает 300–500 мм осадков.

В почвенном покрове представлены подзолы альфегумусовые, дерново-подзолистые, дерново-таёжные, дерново-карбонатные почвы и подбуры таёжные, серые и бурые лесные, выщелоченные, оподзоленные и типичные чернозёмы, каштановые почвы.



Рисунок. Лено-Ангарская горная провинция Восточной Сибири: Г1 – Приленский округ; Г2 – Приморский округ.

Fig. Angara-Lena mountain province in Eastern Siberia.

Большая часть территории провинции (около 83%) занята горными лесами (табл. 1). В основном это редкостойные и разреженные лиственничные, значительно реже еловые и елово-кедровые леса, подгольцовые редколесья. Площадь сельскохозяйственных угодий составляет 5 % общей площади провинции (в т. ч. пашня 2,7 %, залежи 0,01 %, сенокосы 0,7 %, пастбища 1,5 %).

Таблица 1. Структура земельных, природных кормовых угодий (ПКУ) и экологическое состояние ландшафтов Лено-Ангарской горной провинции

Table 1. The structure of land, natural forage lands (NFL) and the ecological state of the landscapes of the Angara-Lena mountain province (*according to the Russian ecological map, 1:8 000 000 (PKO "Kartographia", 1999)

Структура земельных угодий		Структура ПКУ		Экологическое состояние ландшафтов*
Земельные угодья	%	Кормовые угодья	%	
Пашня	2,7	Л-1	41	Пашня – напряжённо-тяжёлое. ПКУ – напряжённое. Леса – хорошее, местами удовлетворительное и напряжённое.
Залежи	0,01	С-1	4	
Сенокосы	0,7	С-2	1	
Пастбища	1,5	Г-1	54	
Леса	82,7			
Кустарники	0,3			
Под водой	7,3			
Болота	1,4			
Другие угодья	3,4			

* по данным Экологической карты России, 1:8 000 000 (ПКО "Картография", 1999).

В структуре ПКУ преобладают горные луговые и лугово-степные угодья на горных дерново-подзолистых, серых, бурых лесных почвах, выщелоченных и оподзоленных чернозёмах (класс Г-1 – 54 %) и равнинные суходольно-луговые на подзолистых, дерново-подзолистых и других почвах (класс Л-1 – 41 %). Около 5 % площади ПКУ провинции занимают степные пастбища (классы С-1 и С-2) (табл. 2).

Таблица 2. Классификация природных кормовых угодий Лено-Ангарской горной провинции

Table 2. Classification of natural forage lands of the Angara-Lena mountain province. Modification types and relief

№	Типы и модификации	Рельеф
1	2	3
	Равнинные территории Лесная зона Класс Л-1. Равнинные суходольно-луговые на подзолистых, дерново-подзолистых и других почвах Подкласс Л-1в. Злаково-разнотравные нормально увлажнённые суходолы равнин	
1	Высокотравные	Слабоволнистые равнины
2	Короткокожково-вейниковые, злаково-разнотравные, ежовые	Равнины и плато, надпойменные террасы

1	2	3
3	Злаково-разнотравные с доминированием злаков высокого кормового достоинства	Пологие склоны и равнины
4	Мятликово-разнотравные, пырейно-разнотравные с участием бобовых слабо и средне сбитые пастбища	Пологие склоны и равнины
Лесостепная и степная зоны		
Класс С-1. Равнинные лугово-степные на глинистых и суглинистых оподзоленных, выщелоченных и типичных чернозёмах, серых лесных почвах и солонцах лесостепной зоны		
Подкласс С-1а. Злаково-разнотравные луговые степи равнин		
12	Злаково-разнотравные, типчаково- и мятликово-разнотравные, полынковые пастбища разной степени сбитости	Пологосклоновые равнины
Подкласс С-1б. Разнотравно-злаковые луговые степи по крутым склонам		
13	Мелкозлаково-разнотравные, пырейно-разнотравные, полынно-разнотравные, полынные пастбища	Крутые склоны террас, холмов
Класс С-2. Равнинные степные и сухостепные на глинистых и суглинистых обыкновенных и южных чернозёмах, тёмно-каштановых и каштановых почвах и солонцах степной зоны		
Подкласс С-2а. Злаковые средние и сухие степи на чернозёмах, тёмно-каштановых и каштановых почвах		
15	Мелкодерновиннозлаковые пастбища разной степени сбитости	Водораздельные равнины, пологие склоны
Подкласс С-2б. Разнотравно-злаковые средние и сухие степи на чернозёмах, тёмно-каштановых и каштановых почвах по крутым склонам		
17	Типчаковые, типчаково-, житняково-, ковыльно-разнотравные и разнотравно-злаковые пастбища разной степени сбитости	Крутые склоны
Подкласс С-2г. Разнотравно-злаковые степи на маломощных каменистых и щебнистых почвах		
19	Типчаково-разнотравные, тонконогово-пырейно-разнотравные, пижмово-злаковые, нередко закустаренные спиреи и карагай пастбища	Склоны разной крутизны, окраины котловин
Горные территории		
Класс Г-1. Горные луговые и лугово-степные на горных дерново-подзолистых, серых, бурых лесных почвах, выщелоченных и оподзоленных чернозёмах		
Подкласс Г-1а. Злаково-разнотравные по плоскогорьям и пологим склонам лесного и лесостепного пояса		
27	Крупноразнотравно-злаковые, вейниково-разнотравно-злаковые, часто замоховелые	Плакоры и склоны в основном северо-восточной экспозиции
29	Мятликово-злаково-разнотравные, злаково-сорнотравные пастбища	Пологие склоны на высоте 600–800 м над уровнем моря
Подкласс Г-1б. Злаково-разнотравные и разнотравно-злаковые по крутым склонам лесного и лесостепного поясов		
30	Дерновиннозлаковые, типчаково-ковыльно-разнотравные, полынно-разнотравные	Крутые склоны, нижние части склонов и подножья гор
31	Полынно- и осоково-разнотравные пастбища сильно сбитые	Крутые склоны, нижние части склонов

Таблица 2 (продолжение). Классификация природных кормовых угодий Лено-Ангарской горной провинции

Table 2 (extension). Classification of natural forage lands of the Angara-Lena mountain province. Modification types and relief

№	Основные виды растений	Урожайность, ц/га		Качество корма
		сена	сухого поедаемого корма	
1	2	3	4	5
1	Вейник тупокосый, вейник Лангсдорфа, полевица булавовидная, виды борца, какалия копьевидная, бодяк разнолистный, хвощ лесной	18	8–9	Ниже среднего
2	Коротконожка перистая, вейник тростниковидный, ежа сборная, овсяница гигантская, чина Гмелина, вика однопарная, скерда сибирская, володушка длиннолистная, кровохлёбка лекарственная	25	12	Выше среднего
3	Овсяница луговая, мятлик узколистый, тимopheевка луговая, пырей ползучий, полевица гигантская, ежа сборная, клевер луговой, клевер ползучий, чина луговая, нивяник обыкновенный, подмаренник северный	20–22	12–15	Хорошее
4	Мятлик луговой, мятлик сибирский, пырей ползучий, тимopheевка степная, вейник тростниковидный, клевер ползучий, клевер луговой, вика мышиный горошек, тысячелистник обыкновенный, тмин обыкновенный, подорожник средний	–	7–10	Хорошее
12	Типчак, мятлик луговой, мятлик узколистый, ковыль волосатик, кострец береговой, тимopheевка степная, овсец Шелля, полынок, тысячелистник благородный, ирис русский, прострел раскрытый	–	2–8	Среднее
13	Мятлик узколистый, мятлик степной, пырей ползучий, ковыль красный, типчак, василёк сибирский, козлобородник восточный, полынь холодная, полынь замещающая, скабиоза жёлтая, горичник байкальский	–	3–7	Среднее
15	Типчак, тонконог стройный, змеёвка растопыренная, ковыль обманчивый, мятлик кистевидный, мятлик даурский, житняк гребневидный, осочка твердоватая, осочка стоповидная, полынок, полынь холодная, лапчатка бесстебельная, лапчатка вильчатая	–	4–8	Хорошее
17	Типчак, житняк гребневидный, ковыль Залесского, мятлик степной, тонконог стройный, змеёвка растопыренная, лапчатка бесстебельная, полынь холодная, полынь Гмелина, чабрец, володушка многожилковая	–	3–6	Среднее

1	2	3	4	5
19	Типчак, тонконог стройный, житняк гребневидный, ковыль волосатик, пырей коленчатый, пырей Гмелина, змеевка растопыренная, полынь холодная, лапчатка бесстебельная, тимьян, ирис желтеющий, пижма сибирская, нанофитон, прутняк	–	1,5–3	Ниже среднего
27	Вейник Лангсдорфа, вейник пурпурный, бор развесистый, щучка дернистая, душистый колосок, горец раковые шейки, бодяк разнолистный, герань лесная, подмаренник северный, лютик едкий, подорожник средний	10	7	Ниже среднего
29	Мятлик луговой, мятлик сибирский, трищетинник сибирский, вейник лесной, вика мышиный горошек, вика однопарная, одуванчик лекарственный, ирис русский, виды манжетки, герани, виды бодяка	20	10	Хорошее
30	Типчак, ковыль волосатик, тонконог гребенчатый, овсец опушённый, тимopheевка степная, житняк гребневидный, клевер люпиновый, полынь холодная, полынь сизая, зопник клубненосный, лапчатка бесстебельная	10	5	Хорошее
31	Полынь холодная, полынь Гмелина, полынь сантолистная, осочка стоповидная, осочка приземистая, осочка твердоватая, лапчатка вильчатая, василёк сибирский	–	2–3	Ниже среднего

В состав Лено-Ангарской горной провинции входят 2 горных округа (Приленский и Приморский).

Приленский округ (Г1 на рис.) представлен ландшафтами возвышенных равнин, плоскогорий и межгорных впадин (в восточной части округа), занимает площадь 10 111,7 тыс. га. Большая часть округа расположена на Лено-Ангарском плато, меньшая приурочена к Предбайкальской впадине.

В рельефе преобладают плато грядовые и холмисто-грядовые, менее распространены увалистые и увалисто-холмистые. Максимальная высотная отметка 1464 м.

В почвенном покрове преобладают дерново-карбонатные, дерново-подзолистые, остаточные карбонатные почвы и подзолы альфегумусовые.

Речная сеть создана рекой Леной (верховье) и её многочисленными притоками, в т. ч. рекой Киренгой, также с притоками.

Более 80 % территории округа занимают леса: сосново-лиственничные, лиственничные, в меньшей степени кедрово-пихтовые и вторичные берёзовые.

Сельскохозяйственные угодья занимают 4,9 % площади округа. Из них пашня – 2,9 %, пастбища – 1,3 %, сенокосы – 0,7 %. Основная часть как пахотных земель, так и ПКУ сосредоточена в самой южной оконечности округа.

Под выпас здесь используются значительные площади лиственничных, смешанных, берёзовых лесов низкогорий с травяным покровом из крупного разнотравья (горец раковые шейки, бодяк разнолистный, герань лесная, подмаренник северный, виды

купальницы) и злаков (вейник Лангсдорфа, бор развесистый, щучка дернистая и др.), качество корма ниже среднего (№ 27, см. табл. 2). С увеличением пастбищной нагрузки в травостоях остаётся щучка и непоедаемое разнотравье.

На равнинных пространствах качество лесных травостоев хорошее и выше среднего. Здесь произрастают коротконожка перистая, ежа, вейник тростниковидный (№ 2), а рациональный выпас увеличивает в травостоях долю пастбищных злаков высокого кормового достоинства: мятликов лугового и сибирского, пырея ползучего (№ 4).

На открытых суходольных пространствах кроме перечисленных типов ПКУ распространены полидоминантные травостои со злаками высокого кормового достоинства (овсяница луговая, мятлик узколистный, тимopheевка луговая, полевица гигантская и др.), в т. ч. старосеянные (№ 3). Эти луга используются под сенокосы. Суходольные пастбища более сбиты, чем лесные. На них доминируют клевер ползучий, мятлик луговой, тысячелистник, тмин, подорожник средний и др.; продуктивность и качество корма здесь значительно ниже.

Приморский округ (Г2 на рис.) ландшафтов возвышенных равнин и плоскогорий на севере-северо-западе и ландшафтов складчато-глыбовых и глыбовых гор на юге-юго-востоке приурочен к Приморскому хребту, который протянулся на 350 км вдоль западного побережья оз. Байкал. Площадь округа 2340,0 тыс. га, высотность – до 1728 м (г. Трёхголовый Голец). В рельефе западной части преобладают плато грядовые, по побережью Байкала и на о. Ольхон – плато предгорные холмисто-грядовые; в восточной части – горы крутосклонные, массивные, массивно-грядовые, часто куэстовые.

Почвенный покров состоит из дерново-подзолистых, дерново-таёжных почв, подзолов альфегумусовых, подбуров таёжных. В центре округа вдоль Байкала и на о. Ольхон имеются значительные площади каштановых почв.

Речная сеть состоит из небольших рек, впадающих в Байкал в западной части, а в восточной это верховья рек, текущих от Байкала.

Большую часть округа занимают леса: сосново- и елово-лиственничные, пихтово-кедровые, сосновые.

Сельскохозяйственные угодья занимают 5,4 % площади округа, из них 3 % – ПКУ, причём площадь пастбищ (2,3 %) более чем в три раза превышает площадь сенокосов.

Большая часть пастбищ расположена в лесах низкогорий. В северной половине округа распространены лесные луга с крупноразнотравно-злаковыми, часто замоховелыми травостоями (№ 27, см. табл. 2). При интенсивном выпасе они деградируют в сорнотравно-щучковые (№ 29).

В южной части округа преобладают леса с остепнёнными травостоями – дерновиннозлаковыми (№ 30) и сбитыми полынно-разнотравными (№ 31). На равнинных участках распространены коротконожково-вейниковые, ежовые, полидоминантные злаково-разнотравные луга (№ 2, № 3) и их пастбищные модификации (№ 4). В южной части значительную долю занимают также лугово-степные пастбища с тимopheевкой степной и степным разнотравьем (№ 12, № 13). Меньшие площади занимают степные и сухостепные пастбища с типчаком, житняком, мятликом кистевидным, полынью холодной и другим разнотравьем (№ 15, № 17). На острове Ольхон распространены каменистые степи с низкой продуктивностью (1,5–3 ц/га сухого поедаемого корма) и схожим видовым составом (№ 19).

Установленные закономерности являются необходимой информационной основой для создания устойчивого сельского хозяйства, рационального природопользования и защиты окружающей среды в регионе.

Заключение. По данным агроландшафтно-экологического районирования дана характеристика пространственного распределения биологических и экологических закономерностей в Лено-Ангарской горной провинции Восточной Сибири для создания устойчивого сельского хозяйства, рационального природопользования и защиты окружающей среды в регионе.

Рискованность земледелия и растениеводства и неурожайные годы определяются природно-климатическими условиями региона, коротким вегетационным периодом сельскохозяйственных растений и развитием эрозионных процессов, которые усиливаются в результате сельскохозяйственной деятельности. С другой стороны, богатейшие воспроизводимые природные почвенные и растительные ресурсы провинции, в т. ч. кормовые, являются перспективными для устойчивого развития животноводства.

Работа выполнена в рамках темы госзадания № 0597-2014-0029 «Агроландшафтно-экологическое районирование Восточно-Сибирского природно-экономического района Российской Федерации в целях информационного обеспечения использования и конструирования регионально-, ландшафтно- и экологически дифференцированных, высокопродуктивных и устойчивых кормовых агрофитоценозов и агроэкосистем».

ЛИТЕРАТУРА

1. География Сибири в начале XXI века: в 6 тт. Т. 2. Природа. / Под ред. Ю.М. Семенова, А.В. Белова. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2015. 390 с.
2. География Сибири в начале XXI века: в 6 тт. Т. 4. Природопользование / Под ред. В.М. Плюснина, Л.А. Безрукова, Л.М. Корытного. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2016. 356 с.
3. География Сибири в начале XXI века: в 6 тт. Т. 6. Восточная Сибирь / Под ред. В.М. Плюснина, Л.М. Корытного, А.К. Тулохонова. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2016. 396 с.
4. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2019 году. М.: Росреестр, 2020. 206 с.
5. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2016 г.» / Н.Г. Рыбальский, Е.В. Муравьева, В.В. Снакин, И.А. Трофимов и др. М.: Минприроды России; НИА-Природа, 2017. 760 с.
6. *Кашеваров Н.И.* Проблемные вопросы сельского хозяйства и кормопроизводства. Новосибирск: Сибирский НИИ кормов РАСХН, 2016. 105 с.
7. *Косолапов В.М., Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П.* Рациональное природопользование и кормопроизводство в сельском хозяйстве России. М.: РАН, 2018. 132 с.
8. *Кочуров Б.И.* География экологических ситуаций (экодиагностика территорий). М.: ИГ РАН, 1997. 132 с.
9. Национальный атлас почв Российской Федерации / Под ред. С.А. Шобы. М.: Астрель: АСТ, 2011. 632 с.
10. *Николаев В.А.* Основы учения об агроландшафтах // Агроландшафтные исследования. Методология, методика, региональные проблемы. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1992. С. 4–57.
11. Почвенно-экологическое районирование РФ // Единый государственный реестр почвенных ресурсов России (<http://egrpr.soil.msu.ru/egrpr.php?show=REG>).
12. Природные кормовые угодья Российской Федерации и сопредельных государств. Карта, М 1:4000000. М.: ФСГК, 2001. 4 л.
13. *Семёнов Ю.М., Лысанова Г.И.* Картографирование геосистем гор юга Сибири // Изв. Иркутского гос. ун-та. Серия: Науки о Земле. 2018. Т. 23. С. 97–105.
14. *Урушевская И.С., Алябина И.О., Шоба С.А.* Почвенно-географическое районирование как научное направление и основа рационального землепользования // Почвоведение. 2015. № 9. С. 1020–1035.

15. Шпедт А.А., Трубников Ю.Н., Жаринова Н.Ю. Агрогенная деградация почв и почвенного покрова Красноярской лесостепи // Почвоведение. 2017. № 10. С. 1253–1261.
16. Экологический атлас Байкальского региона. Иркутск: Институт географии им. В.Б. Соचाва СО РАН, 2017. 378 с.
17. Экологическое почвоведение: этапы развития, вызовы современности. К 100-летию Г.В. Добровольского / Под ред. С.А. Шобы, Н.О. Ковалёвой. М: ГЕОС, 2015. 464 с.
18. Эколого-географическая карта Российской Федерации. 1:4 000 000. М.: ФСГК, 1996. 4 л.

REFERENCES

1. *Geography of Siberia at the beginning of the XXI century*. 2. Nature. Ed. by Yu.M. Semenov, A.V. Belov. 390 p. (Novosibirsk: Geo, 2015) (in Russian).
2. *Geography of Siberia at the beginning of the XXI century*. 4. Nature management. Ed. by V.M. Plyusnin, L.A. Bezrukov, L.M. Korytnyi. 356 p. (Novosibirsk: Geo, 2016) (in Russian).
3. *Geography of Siberia at the beginning of the XXI century*. 6. Eastern Siberia. Ed. by V.M. Plyusnin, L.M. Korytnyi, A.K. Tulokhonov. 396 p. (Novosibirsk: Geo, 2016) (in Russian).
4. *State (National) report on the status and use of lands in the Russian Federation in the year 2019*. 206 p. (Moscow: Rosreestr, 2020) (in Russian).
5. Rybalskii N.G., Murav'eva E.V., Snakin V.V., Trofimov I.A. et al. *State report "On the state and protection of the environment of the Russian Federation in 2016"*. 760 p. (Moscow: Minprirody Rossii; NIA-Priroda, 2017) (in Russian).
6. Kashevarov N.I. *Problematic issues of agriculture and fodder production*. 105 p. (Novosibirsk: Sibirskij NII kormov RASHN, 2016) (in Russian).
7. Kosolapov V.M., Trofimov I.A., Trofimova L.S., Yakovleva E.P. *Rational use of natural resources and forage production in agriculture in Russia*. 132 p. (Moscow: RAN, 2018) (in Russian).
8. Kochurov B.I. *Geography of ecological situations (ecological diagnostics of territories)*. 132 p. (Moscow: IG RAN, 1997) (in Russian).
9. *National atlas of soils of the Russian Federation*. 632 p. (Moscow: Astrel': AST, 2011) (in Russian).
10. Nikolaev V.A. Fundamentals of the doctrine of agricultural landscapes. *Agricultural landscape research. Methodology, methodology, regional problems*. P. 4–57 (Moscow: Izd. MGU, 1992) (in Russian).
11. Soil-ecological zoning of the Russian Federation. *Unified State Register of Soil Resources of Russia* (<http://egrpr.soil.msu.ru/egrpr.php?show=REG>) (Date of access 15.04.2021) (in Russian).
12. *Natural forage lands of the Russian Federation and neighboring states*. Map. 1:4 000 000 (Moscow: FSGK, 2001) (in Russian).
13. Semenov Yu.M., Lysanova G.I. Mapping geosystems in the mountains of southern Siberia. *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Nauki o Zemle*. **23**, 97–105 (2018) (in Russian).
14. Urusevskaya I.S., Alyabina I.O., Shoba S.A. Soil-geographical zoning as a scientific direction and the basis of rational land use. *Pochvovedenie*. **9**, 1020–1035 (2015) (in Russian).
15. Shpedt A.A., Trubnikov Yu.N., Zharinova N.Yu. Agroгенic degradation of soils and soil cover of the Krasnoyarsk forest-steppe. *Pochvovedenie*. **10**, 1252–1261 (2017) (in Russian).
16. *Ecological atlas of the Baikal region*. 378 p. (Irkutsk: Institute of Geography of SB RAS, 2017) (in Russian).
17. *Ecological soil science: stages of development, modern challenges. To the 100th anniversary of G.V. Dobrovolsky*. Ed. by S.A. Shoba, N.O. Kovaleva. 464 p. (Moscow: GEOS, 2015) (in Russian).
18. *Ecological and geographical map of the Russian Federation*. 1:4 000 000 (Moscow: FSGK, 1996) (in Russian).

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ТЕРМИНОЛОГИИ ЭЛЕМЕНТОВ ПАНЦИРЯ ПАЛЕОЗОЙСКИХ РЫБ (PLACODERMI, ANTIARCHI)

С.В. Молошников*

Обсуждается терминология и морфология пластинок задней части черепа палеозойских панцирных рыб (Placodermi, Antiarchi). В русскоязычной литературе предлагается использовать для них наименования «затылочная» и «боковая (краевая) затылочная», как это было принято ранее. Эти термины более корректны и недвусмысленно отражают положение и развитие рассматриваемых костей в черепной крыше антиарх. Применяемые к ним в настоящее время термины «загривковая (нухальная)» и «боковая загривковая (паранухальная)» могут указывать на связь с передней частью туловища. Аналогичный термин применяется для осетровых рыб, у которых «нухальная кость» расположена позади «верхнезатылочной», закладывается над верхними дугами позвоночника (базидорзалиями) и костями пояса передних конечностей, поэтому по отношению к ней также используется термин «первая спинная пластинка» (first dorsal scute). Термин «загривковая пластинка» употребляется у других позвоночных, например, черепах, для обозначения элемента карапакса (посткраниального скелета). Использование подобных наименований в морфологии антиарх и других панцирных рыб может привести к путанице в терминологии элементов скелета, неверным выводам об их гомологии, строении и развитии черепной крыши этих своеобразно устроенных рыб.

Ключевые слова: палеонтология позвоночных, терминология, морфология, плакодермы, антиархи, палеозой.

Ссылка для цитирования: Молошников С.В. Некоторые вопросы терминологии элементов панциря палеозойских рыб (Placodermi, Antiarchi) // Жизнь Земли. 2021. Т. 43, № 2. С. 195–201. DOI: 10.29003/m2025.0514-7468.2020_43_2/195-201.

Поступила 16.05.2021 / Принята к публикации 08.06.2021

TERMINOLOGY OF PALEOZOIC PLACODERM FISHES (ANTIARCHI) EXOSKELETAL ELEMENTS

S.V. Moloshnikov, PhD

Lomonosov Moscow State University (Earth Science Museum)

The terminology and morphology of plates of the posterior part of the antiarch head shield (Placodermi, Antiarchi) are discussed. The terms «zatilochnaya» and «bokovaya (kraevaya) zatilochnaya» was previously accepted in antiarch skulls and are suggested for use in Russian-language literature. These terms are more correct and clearly define a position and development of these plates in the head shield of antiarchs. The titles «zagrivkovaya (nuchalnaya)» and «bokovaya zagrivkovaya (paranuchalnaya)», recently applied to them in Russian-language literature may indicate a connection in development with an anterior part of a trunk. A similar term is used for acipenserid exoskeleton. The acipenserid «nuchalnaya kost'» is located posterior to the «verchnezatilochnaya» (after Gurtovoi), and embryonically developed in an anterior part of the trunk over basidorsals and bones of the shoulder girdle. The name «pervaya spinnaya plastinka» (first dorsal scute: after Hilton and others) is also use for this bone. The term «zagrivkovaya plastin-

* Молошников Сергей Владимирович – к.г.-м.н., с.н.с. сектора минерогенеза и истории Земли Музея землеведения МГУ, molsergey@rambler.ru.

ka» is used in other vertebrate skeletons, for example, in turtles; this name denotes the unpaired element of a carapace (postcranial skeleton). Using the terms «zagrivkovaya (nuchalnaya)» and «bokovaya zagrivkovaya (paranuchalnaya)» in the morphology of antiarchs and other placoderms may lead confusion in the terminology of skeletal elements at early vertebrates, incorrect conclusion of their homology, structure and development of the head shield of these unusual fishes.

Keywords: vertebrate palaeontology, morphology, terminology, placoderms, antiarchs, Paleozoic.

Введение. Антиархи (Placodermi: Antiarchi) – своеобразная группа вымерших панцирных рыб. Обладая необычным морфологическим строением (рис. 1), эти низшие позвоночные неоднократно становились предметом неожиданных и весьма интересных предположений, касающихся как их систематического положения (см. [8]), так и внутреннего строения (например, [9]). Панцирь подавляющего большинства антиарх состоит из головного, туловищного и отдела грудных плавников, которые образованы сочленёнными между собой самостоятельными пластинками, покровными костями (рис. 2 а). Ископаемые остатки антиарх известны с первой половины XIX века, с этого же времени начала разрабатываться и терминология их отдельных пластинок. Так, например, в 1844 г. Л. Агассис [17] в панцире антиарх (*Pterichthys*) различал крупную «головную пластинку» (la plaque cephalique), покрывающую большую часть головы, пару небольших «нухальных» (les plaques nuchales), расположенных позади головной и перед пластинками грудного пояса (la ceinture thoracique). Первоначально работы с описанием антиарх публиковались на иностранных языках, поэтому термины предлагались на французском, немецком и английском. Позже названия стали применяться на русском языке. В отношении крупной непарной пластинки, занимающей срединное положение у заднего края черепной крыши, Н.Н. Яковлев в 1925 г. использовал термин «верхняя затылочная» [16]; Д. Обручев в 1933 г. – «затылочная» [10], а в 1947 г. – «задний затылочный щиток» [11]; Л.С. Берг в 1955 г. – «центральная затылочная» [1]. Система названий пластинок панциря антиарх на русском языке анализировалась В.Н. Каратайте-Талимаа [5], Л.А. Лярской [7] и другими исследователями, которые закрепили термины для отдельных элементов панциря. В черепной крыше подавляющего большинства антиарх выделяются передняя непарная, две боковых, заднеpineальная, затылочная, две краевых (боковых) затылочных, две заднекраевых, а также носовая и pineальная кости. Именно эти названия являлись общепринятыми и использовались при описании антиарх в русскоязычной литературе.

Однако для обозначения некоторых элементов крыши черепа панцирных рыб на русском языке стали применяться иные термины. А.О. Иванов и Г.О. Черепанов [4] использовали «загравивковая (нухальная)» и «боковая загравивковая (паранухальная)» пластинки вместо корректно принятых для них – «затылочная» и «боковая затылочная». В 2020 г. Э.В. Лукшевич [6] для антиарха *Walterilepis speciosa* (Gross) применил подобные названия. Это, на взгляд автора, может привести к путанице в терминологии элементов скелета у позвоночных и неверным выводам об их гомологии, а также развитию черепной крыши у антиарх и других панцирных рыб. Возникает вопрос о корректности использования подобных названий, что заслуживает отдельного обсуждения.

Обсуждение терминов и морфологического строения задней части головы антиарх. Черепная крыша антиарх покрывает хрящевой внутренний череп – эндокраний [5, 7, 25, 27, 30 и др.]. Её задняя часть, в которой расположены «затылочная» и «бо-

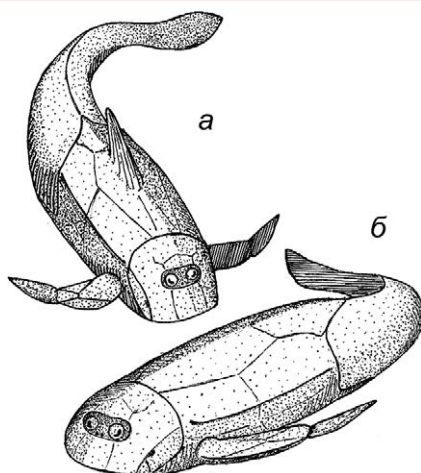


Рис. 1. Реконструкция внешнего вида среднедевонских антиарх *Stegolepis tuberculata* Malinovskaja (a) и *Tenizolepis asiatica* (Obrucheva) (б), рисунки автора. Показано без масштаба.

Fig. 1. Reconstructions of Middle Devonian antiarchs *Stegolepis tuberculata* Malinovskaja (a) and *Tenizolepis asiatica* (Obrucheva) (б), figured by the author. Not to scale.

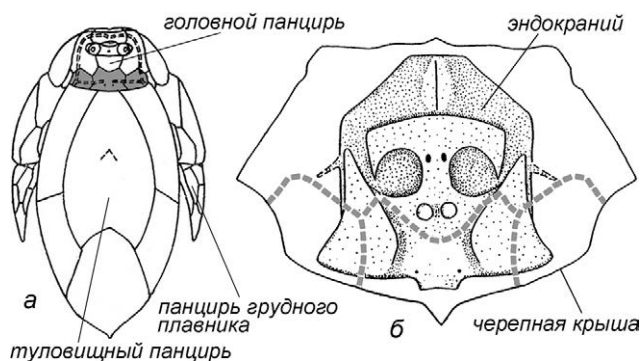


Рис. 2. Внешний и внутренний скелет антиарх: а – панцирь *Asterolepis ornata* Eichwald, дорсально, по [7]; б – внутренний хрящевой череп на фоне черепной крыши антиарха *Livnolepis zadonica* (H. Obrucheva), дорсально, по [25]. Серым цветом и пунктирными линиями выделены кости, морфология и терминология которых обсуждается в тексте. Показано без масштаба.

Fig. 2. External and internal skeletons of antiarchs: а – armour of *Asterolepis ornata* Eichwald, dorsal view, after [7]; б – internal cartilaginous skull (endocranium) and schematic contours of the dermal skull roof of the antiarch *Livnolepis zadonica* (H. Obrucheva), dorsal view, after [25]. Gray colour and dotted lines show the bones discussed in the text. Not to scale.

ковые затылочные» кости, накрывает отико-окципитальный (или затылочно-ушной) отдел эндокrania (рис. 2 б). Применимое по отношению к костям черепной крыши панцирных рыб прилагательное «загривковая» [4, 6] образовано от существительного «загривок». В русском языке под этим термином понимается задняя часть шеи или часть шеи ниже затылка, в то время как последний образует именно заднюю часть черепа, головы [13]. Сам же термин «загривок» употребляется в основном по отношению к высшим позвоночным и человеку. Термин «загривковая (нухальная) пластинка», например, используется у черепах. Эта кость представляет собой непарный срединный

элемент у переднего края карапакса (посткраниального скелета), к которому плотно прилегает первый спинной позвонок; обычно она граничит с невральными, рёберными и краевыми пластинками [14, 24 и др.].

У рыб (Pisces) шейный отдел позвоночника, как и сама шея, не развит. Однако у некоторых рыб, например, осетровых (Acipenseridae), в покровном окостенении тоже может обозначаться нухальная кость, которая расположена позади верхнезатылочной кости [1–3]. Надо обратить внимание, что название «нухальная» по отношению к этой кости применялось не всеми исследователями, также использовались термины «затылочная» и «заднезатылочная» (см. [3]), либо, что, по-видимому, более корректно, учитывая её развитие – «первая спинная пластинка» (first dorsal scute) [18, 23, 29 и др.]. Эта пластинка закладывается за затылочной областью головы осетровых, над верхними дугами позвоночника (базидорзалиями) [29].

На «затылочной» и «боковых затылочных» костях антиарх развиты структуры, которые указывают на развитие этих костей именно в затылочной части головы. На внутренней стороне первой у многих антиарх развито шероховатое супраотикальное (или надушное) утолщение. Считается, что оно является эндохондральным окостенением, т. е. окостеневшей небольшой частью отико-окципитального отдела хрящевого эндокrania, сросшейся с покровной пластинкой [5, 27 и др.]. Присутствие же надушного утолщения на «загивковой» пластинке весьма сомнительно, т. к. её развитие у других позвоночных связано с шейным отделом или плечевым поясом конечностей. На внутренней стороне «затылочной» кости наблюдаются и другие структуры – заглазничные рёбра, ограничивающие заглазничные отростки эндокrania, и поперечное затылочное ребро, по-видимому, ограничивающее эндокраний сзади. Эту кость у антиарх ближе к её заднему краю пронизывают каналы эндолимфатических протоков, связывающих внутреннее ухо с наружной поверхностью черепной крыши. По наружной поверхности «затылочной» и «боковой затылочной» костей также проходят борозды сейсмочувствительной системы, характерные для задней части головы рыб, например, надвисочная. Надвисочный канал сейсмочувствительной системы у осетровых не проходит по пластинке, к которой применяется название «нухальная», а идёт спереди от неё [1].

Виностранный литературный материал для рассматриваемых костей у антиарх во второй половине XIX – начале XX вв. применялись термины, связанные преимущественно с «occipital», а не «nuchal»: median occipital plate [19], lateral occipital [19], os occipitale medium [26] и др. Первоначально В. Гросс [20] по отношению к крупной срединной кости у заднего края черепной крыши также использовал термин «os occipitale medium». Однако в 1933 г. к подобным пластинкам он применил название «Nuchale» [21]. В 1948 г. Э. Стенше в монографии, посвящённой Bothriolepididae [27], проанализировал предложенные ранее названия элементов панциря и применил систему терминов, которая во многом послужила основой для современных названий пластин. В затылочной части крыши черепа он использовал термины «centro-nuchal» и «paranuchal-marginal». Термины оказались не очень удачными. Во-первых, у других панцирных рыб (например, Phyllolepididae) под «centronuchale» могут пониматься сросшиеся centralia и nuchale, образующие единую кость [12], хотя у антиарх имелось в виду именно самостоятельное «nuchale». Во-вторых, в черепной крыше многих панцирных рыб развиты самостоятельные «paranuchale» и «marginale», а использование термина «paranuchal-marginal» может указывать на объединение этих костей в единый элемент. У антиарх же под таким двойным названием подразумевалось только «paranuchale». В 1965 г. Гросс [22] использует термин «Medionuchal-Platte». Термины, связанные с «nuchal» по отношению к пластинкам затылочной части

черепа, стали использоваться в дальнейшем в иностранной литературе и широко применяются не только для антиарх, но и для других представителей класса Placodermi. Но, возможно, что названия, связанные с «occipital», были более удачными, т. к. отсылают к латинским «*os basioccipitale*» и «*os exoccipile*» и однозначно указывают на положение в задней части черепа и черепной крыши, с которой связано развитие этих костей, а не в посткраниальном скелете, как это неоднозначно происходит с «nuchal». Использовать же при описании антиарх на русском языке термин «загивковая пластинка» только в качестве дословного перевода с английского «nuchal plate», на взгляд автора, некорректно. Подобное название не отражает настоящее положение и развитие пластинки в скелете. Тем более что на английском языке для этой кости также предлагались и более удачные названия (см. выше), не использующиеся в посткраниальном скелете других позвоночных, которые можно взять для основы перевода на русский язык.

Закключение. В черепной крыше антиарх предлагается оставить термины «затылочная» и «боковая затылочная» (также используется «краевая затылочная») кости, как это было принято ранее в русскоязычной литературе [5, 7, 10, 12 и мн. др.]. Подобные термины недвусмысленно отражают настоящее положение рассматриваемых костей в скелете, их связь с отико-окципитальным отделом внутреннего хрящевого черепа, над которым они развивались, а также строение и развитие самой черепной крыши этих своеобразно устроенных рыб.

В затылочной области черепа рыб могут выделяться основная (*basioccipitale*) и верхняя (*supraoccipitale*) затылочные кости [15]. Первая кость окружает затылочное отверстие (*foramen occipitale*), вторая обычно лежит выше него и входит в состав крыши черепа. Несомненно, что в черепе антиарх было развито затылочное отверстие. Судя по строению задней части их «затылочной» кости, она развивалась выше него, а также входит в состав крыши черепа антиарх. Её сопоставление с верхней затылочной костью и использование подобного обозначения, предложенного для антиарх ранее [16], имеет веское морфологическое основание.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берг Л.С. Система рыбообразных и рыб, ныне живущих и ископаемых. 2-е изд. // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. 1955. Т. 20. С. 2–285.
2. Гуртовой Н.Н. Систематика и анатомия хордовых животных: краткий курс. М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. 142 с.
3. Гуртовой Н.Н., Матвеев Б.С., Держинский Ф.Я. Практическая зоотомия позвоночных (низшие хордовые, бесчелюстные, рыбы). М.: Высшая школа, 1976. 351 с.
4. Иванов А.О., Черепанов Г.О. Ископаемые низшие позвоночные: учеб. пособие. 2-е изд. СПб: Изд-во С.-Петербургского ун-та, 2007. 228 с.
5. Каратайте-Талимаа В.Н. Род *Asterolepis* из девонских отложений Русской платформы // Вопросы геологии Литвы. Вильнюс: Ин-т геол. и геогр., 1963. С. 65–224.
6. Лукшевич Э.В. Редкий вид пластинокожих рыб *Walterilepis speciosa* (Antiarchi, Placodermi) из отложений верхнего девона Латвии // Биogeография и эволюционные процессы. Мат-лы 66 сессии Палеонтологич. об-ва при РАН. СПб: Картфабрика ВСЕГЕИ, 2020. С. 254–256.
7. Лярская Л.А. Панцирные рыбы девона Прибалтики: *Asterolepidae*. Рига: Зинатне, 1981. 152 с.
8. Молошников С.В. Антиархи: от оболочников к челюстноротым. Из истории палеоихтиологических исследований // Жизнь Земли. 2018. Т. 40, № 2. С. 218–227.
9. Новицкая Л.И. Новые данные о строении и систематическом положении антиарх (Antiarchi) // Докл. АН СССР. 1986. Т. 286, № 5. С. 1245–1249.
10. Обручев Д.В. Описание четырёх новых видов рыб Ленинградского девона // Мат-лы ЦНИГРИ. Палеонтол. и стратиграфия. Сб. 1. 1933. С. 12–15.

11. Обручев Д.В. Тип Chordata. Хордовые // Атлас руководящих форм ископаемых СССР. Т. 3. Девонская система. М.: Госгеоллиздат, 1947. С. 191–206.
12. Обручев Д.В. Класс Placodermi. Пластинокожие // Основы палеонтологии. Беспчелюстные и рыбы / Гл. ред. Ю.А. Орлов. М.: Наука, 1964. С. 118–174.
13. Ожегов С.И. Словарь русского языка. 23-е изд. М.: Русский язык, 1991. 917 с.
14. Суханов В.Б. Подкласс Testudinata. Тестудинаты // Основы палеонтологии. Земноводные, пресмыкающиеся и птицы / Гл. ред. Ю.А. Орлов. М.: Наука, 1964. С. 354–438.
15. Шмальгаузен И.И. Основы сравнительной анатомии позвоночных животных. 2-е изд. Биомедгиз, 1935. 924 с.
16. Яковлев Н.Н. Учебник палеонтологии. Л.–М.: ГИЗ, 1925. 464 с.
17. Agassiz L. Monographie des poissons fossiles du vieux grès rouge ou Système Dévonien (Old Red Sandstone) des Iles Britanniques et Russie. Neuchâtel, 1844. 171 p.
18. Artyukhin E.N., Vecsei P., Peterson D.L. Morphology and ecology of Pacific sturgeons // Environmental Biol. of Fishes. 2007. V. 79. Is. 3–4. P. 369–381. DOI 10.1007/s10641-006-9157-6.
19. Eastman C.R. Devonian fishes of the New York Formation. Albany: New York State Educ. Dep., 1907. Mem. 10. 235 p.
20. Gross W. *Asterolepis ornata* Eichw. und das Antiarchi-Problem // Palaeontogr. 1931. Bd. 75. P. 1–62.
21. Gross W. Die Fische des Baltischen Devons // Palaeontogr. A. 1933. Bd. 79. 97 p.
22. Gross W. Über die Placodermen-Gattungen *Asterolepis* und *Tiaraspis* aus dem Devon Belgiens und einen fraglichen *Tiaraspis*-Rest aus dem Devon Spitzbergens // Bull. Inst. Roy. Sci. Nat. Belgique. 1965. № 16. P. 1–19.
23. Hilton E.J. Observations on the skull of sturgeons (Acipenseridae): shared similarities of *Pseudoscaphirhynchus kaufmanni* and juvenile specimens of *Acipenser stellatus* // Environmental Biol. of Fishes. 2005. V. 72. Is. 2. P. 135–144.
24. Hirasawa T., Nagashima H., Kuratani Sh. The endoskeletal origin of the turtle carapace // Nature Communications. 2013. V. 4. № 2107. DOI: 10.1038/ncomms3107.
25. Moloshnikov S.V. Devonian antiarchs (Pisces, Antiarchi) from Central and Southern European Russia // Paleontol. J. 2008. V. 42. № 7. P. 691–773.
26. Rohon J.V. Die devonischen Fische von Timan in Russland // Vestník Královské České Společnosti Náuk. Tr. Mathem.-Přírodov. Ročník 1899. 1900. № 8. S. 1–77.
27. Stensiö E. On the Placodermi of the Upper Devonian of East Greenland II. Antiarchi: subfamily Bothriolepinae // Palaeozool. Groenl. 1948. Bd. 2. 622 p.
28. Traquair R.H. On the structure and classification of the Asterolepidae // Proc. Roy. Physic. Soc. Edinburgh. 1888–1889. V. 10. P. 23–57.
29. Warth P., Hilton E.J., Naumann B., Olsson L., Konstantinidis P. Development of the skull and pectoral girdle in Siberian sturgeon, *Acipenser baerii*, and Russian sturgeon, *Acipenser gueldenstaedtii* (Acipenseriformes: Acipenseridae) // J. of Morphology. 2017. V. 278. Is. 3. P. 418–442. DOI: 10.1002/jmor.20653.
30. Young G.C. Reconstruction of the jaws and braincase in the devonian placoderm fish *Bothriolepis* // Palaeontology. 1984. V. 27. Pt. 3. P. 635–661.

REFERENCES

1. Berg L.S. System of pisciformes and fishes, living and fossils. 2nd ed. *Proc. of the Zoological Institute of the USSR Academy of Sciences*. 20, 2–285 (1955) (in Russian).
2. Gurtovoi N.N. *Systematics and anatomy of chordate animals: a short course*. 142 p. (Moscow, Akademkniga, 2004) (in Russian).
3. Gurtovoi N.N., Matveev, Dzerzhinskii F.Ya. Practical zootomy of vertebrates (lower chordates, jawless, fish). 351 p. (Moscow: Vysshaya shkola, 1976) (in Russian).
4. Ivanov A.O., Cherepanov G.O. Fossil lower vertebrates: training manual. 2nd ed. 228 p. (SPb: Sankt-Petersburg University Publ., 2007) (in Russian).
5. Karatayute-Talimaa V.N. Genus *Asterolepis* from the Devonian deposits of the Russian Platform. *Voprosy geologii Litvy*. P. 65–224 (Vilnius: Institut Geol. and Geogr., 1963) (in Russian).
6. Lukshevich E.V. Rare species of plate-skinned fish *Walterilepis speciosa* (Antiarchi, Placodermi) from the Upper Devonian deposits of Latvia. *Biogeography and evolutionary processes*.

Proc. of the 66th session of the Paleontological Society at the Russian Academy of Sciences. P. 254–256 (Sankt-Petersburg: Kartfabrika VSEGEI, 2020) (in Russian).

7. Lyarskaya L.A. *Shelled fish of the Devonian Baltic: Asterolepidae*. 152 p. (Riga: Zinatne, 1981) (in Russian).

8. Moloshnikov S.V. Antiarchs: from the tunicates to the maxillofacies. From the history of paleoichthyological research. *Zhizn' Zemli* [The Life of the Earth]. **40** (2), 218–227 (2018) (in Russian).

9. Novitskaya L.I. New data on the structure and systematic position of antiarchs (Antiarchi). *Doklady AN SSSR*. **286** (5), 1245–1249 (1986) (in Russian).

10. Obruchev D. Description of four new fish species of the Leningrad Devonian. *Materialy of ZNIGRI. Paleontol. and stratigraphy*. **1**, 12–15 (1933) (in Russian).

11. Obruchev D.V. The Chordata type. Chordates. *Atlas of the leading forms of fossils of the USSR. Devonian system*. **3**, 191–206 (Moscow: Gosgeolizdat, 1947) (in Russian).

12. Obruchev D.V. The Placodermi class. Laminoderms. *Fundamentals of Paleontology. Jawless and fish*. P. 118–174 (Moscow: Nauka, 1964) (in Russian).

13. Ozhegov S.I. *Dictionary of the Russian language*. 23rd ed. 917 p. (Moscow: Russkij jazyk, 1991) (in Russian).

14. Sukhanov V.B. A subclass of Testudinata. Testudinates. *Fundamentals of Paleontology. Amphibians, reptiles, and birds*. P. 354–438 (Moscow: Nauka, 1964) (in Russian).

15. Shmalgauzen I.I. *Fundamentals of Comparative Vertebrate Anatomy*. 2nd ed. 924 p. (Moscow: Biomedgiz, 1935) (in Russian).

16. Yakovlev N.N. *Textbook of Paleontology*. 464 p. (Leningrad–Moscow: GIZ, 1925) (in Russian).

17. Agassiz L. *Monographie des poissons fossiles du vieux grès rouge ou Système Dévonien (Old Red Sandstone) des Iles Britanniques et Russie*. 171 p. (Neuchâtel, 1844).

18. Artyukhin E.N., Vecsei P., Peterson D.L. Morphology and ecology of Pacific sturgeons. *Environmental Biol. of Fishes*. **79** (3–4), 369–381 (2007). DOI 10.1007/s10641-006-9157-6.

19. Eastman C.R. *Devonic fishes of the New York Formation*. Mem. 10. 235 p. (Albany: New York State Educat. Dep., 1907).

20. Gross W. *Asterolepis ornata* Eichw. und das Antiarchi-Problem. *Palaeontogr.* **75**, 1–62 (1931).

21. Gross W. Die Fische des Baltischen Devons. *Palaeontogr. A*. **79**. 97 s. (1933).

22. Gross W. Über die Placodermen-Gattungen *Asterolepis* und *Tiaraspis* aus dem Devon Belgiens und einen fraglichen *Tiaraspis*-Rest aus dem Devon Spitzbergens. *Bull. Inst. Roy. Sci. Nat. Belgique*. **16**, 1–19 (1965).

23. Hilton E.J. Observations on the skull of sturgeons (Acipenseridae): shared similarities of *Pseudoscaphirhynchus kaufmanni* and juvenile specimens of *Acipenser stellatus*. *Environmental Biol. of Fishes*. **72** (2), 135–144 (2005).

24. Hirasawa T., Nagashima H., Kuratani Sh. The endoskeletal origin of the turtle carapace. *Nature Communications*. **4** (2107) (2013). DOI: 10.1038/ncomms3107.

25. Moloshnikov S.V. Devonian antiarchs (Pisces, Antiarchi) from Central and Southern European Russia. *Paleontol. J.* **42** (7), 691–773 (2008). DOI: 10.1134/S0031030108070010.

26. Rohon J.V. Die devonischen Fische von Timan in Russland. *Vestník Královské České Společnosti Náuk. Tr. Mathem.-Přírodov. Ročník* 1899. **8**, 1–77 (1900).

27. Stensiö E. On the Placodermi of the Upper Devonian of East Greenland II. Antiarchi: subfamily Bothriolepinae. *Palaeozool. Groenl.* **2**. 622 p. (1948).

28. Traquair R.H. On the structure and classification of the Asterolepidae. *Proc. Roy. Physic. Soc. Edinburgh*. **10**, 23–57 (1888–1889).

29. Warth P., Hilton E.J., Naumann B., Olsson L., Konstantinidis P. Development of the skull and pectoral girdle in Siberian sturgeon, *Acipenser baerii*, and Russian sturgeon, *Acipenser gueldenstaedtii* (Acipenseriformes: Acipenseridae). *J. of Morphology*. **278** (3), 418–442 (2017). DOI: 10.1002/jmor.20653.

30. Young G.C. Reconstruction of the jaws and braincase in the devonian placoderm fish *Bothriolepis*. *Palaeontology*. **23** (3), 635–661 (1984).

ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНАЯ МУЗЕОЛОГИЯ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

УДК 069.02:05

DOI 10.29003/m2026.0514-7468.2020_43_2/202-216

КАЛИФОРНИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК КАК ЯРКИЙ ПРИМЕР АМЕРИКАНСКОГО МУЗЕЙНОГО ОПЫТА: ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ

Т.Ю. Ливеровская, М.М. Пикуленко*

Статья посвящена одному из крупнейших мировых музейных центров естествознания – Калифорнийской академии наук (Сан-Франциско, США), являющейся с момента своего основания в 1853 г. одновременно и научно-исследовательской, и научно-образовательной организацией. Калифорнийская академия наук в своём современном варианте представляет яркий пример развития основ концепций музееведения в США: попечительства, музейной коммуникации, достижения целей устойчивого развития общества, вовлечения в науку широких масс населения на основе системы «STEM-образования» (Science, Technology, Engineering, Mathematics). Проанализирована история и современная деятельность музея с точки зрения экспозиционных особенностей, научной и образовательной практики. Архитектурно-художественные и инженерно-технические решения, особенности внутренней инфраструктуры, тематики, содержания и дизайна экспозиционного комплекса отражают заявленную национальную миссию по «исследованию, объяснению и поддержанию жизни» («explore, explain, sustain») в соответствии с реализацией декларируемой экологической концепции устойчивого развития. На основе собственных наблюдений и анализа литературных данных сделан вывод, что именно музеи как социальные институты и применяемые в образовательном процессе интерактивные технологии более всего подходят для решения задачи приобщения самого широкого круга граждан к науке и культуре. Пример Калифорнийской академии наук даёт важные ориентиры для развития музеев в нашей стране.

Ключевые слова: Калифорнийская академия наук, музей, интерактивные технологии, музейная коммуникация, устойчивое развитие.

Ссылка для цитирования: Ливеровская Т.Ю., Пикуленко М.М. Калифорнийская Академия наук как яркий пример американского музейного опыта: история и современность // Жизнь Земли. 2021. Т. 43, № 2. С. 202–216. DOI: 10.29003/m2026.0514-7468.2020_43_2/202-216.

Поступила 26.04.2021 / Принята к публикации 08.06.2021

* Ливеровская Татьяна Юрьевна – н.с, talive@mail.ru; Пикуленко Марина Маилловна – к.б.н., вед.н.с., pikulenkomarina@mail.ru; Музей землеведения МГУ.

THE CALIFORNIA ACADEMY OF SCIENCES AS A PRIME EXAMPLE OF THE AMERICAN MUSEUM

T.Yu. Liverovskaya, M.M. Pikulenko, PhD

Lomonosov Moscow State University (Earth Science Museum)

The article is dedicated to one of the largest museum centers of natural history in the world – the California Academy of Sciences (San Francisco, USA), which is, since its founding in 1853, both a research and scientific and educational organization. The California Academy of Sciences, in its current version, presents a prime example of the development of basic museum's concepts in USA: guardianship, corporate museum, museum communication, achieving the goals of sustainable development of society, the involvement in science the population on the basis of the system "STEM-education" (Science, Technology, Engineering Mathematics). The article analyzes the history and modern activities of the museum in terms of exhibition features, scientific and educational practice. Architectural, artistic and engineering solutions, features of internal infrastructure, themes, content and design of the exhibition complex reflect the stated national mission to "explore, explain and sustain", in accordance with the implementation of the declared environmental concept of sustainable development (fighting global climate warming, the development of technologies of energy conservation, cleanliness and waste of production, etc.). On the basis of our own museum observations, analysis of literary data, we can conclude that museums as social institutions and interactive technologies used in the educational process are most suitable for the task of introducing the widest range of citizens to science and culture. The example of the California Academy of Sciences provides important guidelines for the development of museums in our country.

Keywords: California Academy of Sciences, museum, interactive technologies, museum communication, sustainable development.

Введение. Калифорнийская академия наук в г. Сан-Франциско одновременно является старейшим действующим музеем и старейшим научно-исследовательским учреждением по естественным наукам в Калифорнии (рис. 1). Она существует в форме естественно-научного музея с середины XIX в., это один из десяти крупнейших музеев естественной истории в мире с бюджетом 488 млн долл. США. Ежегодно её посещает более 1,5 млн человек [5].

За время своего существования этот музей естествознания трижды пережил полное разрушение зданий и частичную утрату коллекций в результате землетрясений, но благодаря помощи властей, меценатов, профессионалов-энтузиастов, научной и ши-



Рис. 1. Калифорнийская академия наук (КАН) в парке «Золотые ворота», г. Сан-Франциско, США, 2019. Фото Т. Ливеровской.

Fig. 1. California Academy of Sciences (CAS) at Golden Gate Park, San Francisco, USA, 2019. Photo by T. Liverovskaya.

рокой общественности не только восстанавливался, но и продолжал активно расти и развиваться. Особо значительные финансовые пожертвования спонсоров отмечены присвоением их имён залам музея (Кимбел и т. д.) [2].

История. Калифорнийская академия естественных наук была основана небольшой группой учёных-естествоиспытателей (*Academy Fellows*, первый руководитель – Эндрю Рэндал) в 1853 г., в эпоху «золотой лихорадки», всего через три года после того, как Калифорния присоединилась к США. Она стала первым таким обществом в западной части страны. Заявленная цель общества состояла в том, чтобы провести тщательное систематическое обследование каждой части страны и собрать коллекцию для кабинета её редких и богатых ресурсов.

В 60–70-х гг. XIX века Академия получила своё современное название и первое официальное здание в микрорайоне Сан-Франциско «Чайна-таун». Деятельность организации развивалась бурно – экспедиционные исследования, проводимые в соответствии с научной тематикой, целями и интересами общества, к концу века вышли за пределы страны и охватывали многие районы земного шара. Посещаемость музея быстро достигла 80 000 человек в год. В 1891 г. предприниматель и филантроп Джеймс Лик, известный магнат недвижимого имущества Сан-Франциско, в связи с всё увеличивающейся популярностью музея помог ему переместиться в новое большое здание [8].

Однако через 15 лет, в 1906 г., крупнейшее землетрясение снова разрушило многие здания Сан-Франциско, в т. ч. здание Академии, её большую библиотеку и коллекционное собрание. Сохранилась лишь некоторая часть книг, научные отчёты и 2000 натурных экспонатов. К счастью, не пострадали богатые сборы экспедиций 1905–1906 гг. на Галапагосские о-ва – коллекции галапагосских эндемичных черепах и дарвиновских вырков, ныне выставленных в эволюционной экспозиции музея (рис. 2).



Рис. 2. Галапагосские черепахи в зале «Эволюция» (экспедиционные сборы 1905–06 гг.), КАН, Сан-Франциско, 2019 г. [5].

Fig. 2. Galapagos turtles in the Evolution Hall (expeditionary materials 1905–06), CAS, San Francisco, 2019 [5].

В 1916 г. Академия разместилась в здании «Северо-американский зал птиц и млекопитающих» в парке «Золотые ворота» (*Golden Gate*), где продолжилось её развитие и расширение экспозиционной территории.

Таблица 1. Калифорнийская академия наук (г. Сан Франциско, парк «Золотые Ворота»), период 1916–89 гг.
Table 1. The California Academy of Science in San Francisco (Golden Gate Park), period 1906 to 1989 (history, aim, attendance, collections, exposition structure, scientific and organizational structure, educational programs).

История	Цель	Посещаемость	Коллекции	Структура экспозиционная	Структура научная и организационная	Образовательные программы
1916 г.: Академия разместилась в здании «Северо-американский зал птиц и млекопитающих».	1. Научные исследования: антропология, морская биология, ботаника, энтомология, герпетология, ихтиология, зоология беспозвоночных, териология, орнитология, палеонтология, геология и др. в разных регионах (в основном тропических и субтропических) мира. Ведущие направления исследований: эволюция жизни, антропология, систематика, биоразнообразие, экология.	Около 1 млн чел в год к 90-м гг.	Экспедиции по всему миру + коллекции университетов Калифорнии (на хранения и для исследований). Гербарий – 2,5 млн образцов. Энтомологические – около 10 млн экземпляров всех отрядов (250 000 видов, из них – 18 300 типовых экземпляров новых видов). Коллекции ботанические, палеонтологические, зоологические, минералогические, этнографические, краниологические. Коллекции с Галапагоских о-вов и др. Послевоенные коллекции (после 1945 г.). Художественно-научная экспозиция по тематике залов. Первые инсталляции на экспозиционном материале по принципу «живого музея» (в 60-х гг.). Библиотека: книги, научные отчёты.	Модернизированная технически художественно-научная экспозиция (диорама, художественное оформление экспозиций, выставки и т. д.), фототалереи.	Члены Академии (Academy Fellows), почетельский совет (Academy Fellowship), меценаты, датели, общественность. Руководящая группа, Совет попечителей – 450 ученых, кураторы. Институт биоразнообразия и устойчивого развития.	Работа с широкой общественностью, привлечение женщин в образование и науку, скауты, школы, клубы, вузы.
1989 г.: здания разрушены и повреждены землетрясением, более всего пострадал Аквариум; архивы и коллекции не пострадали.	2. Народное просвещение и воспитание, образовательные программы для студентов и школьников, повышение квалификации учителей.			+1916 – Новый Американский зал птиц и млекопитающих. +1923 – Стейнхарт аквариум. +1934 – Симпсон зал Африки. +1951 – Научные залы. +1952 – Моррисон планетарий; +1959 – Мальярд библиотека, Иствуд залы и др. +1969 – Коуэлл холл, Моррисон планетарий (военные технологии; названия в честь учёных-кураторов: Иствуд, Коуэлл, Стейнхарт и др.)	Публикации (периодические издания) Калифорнийской академии наук издаются с 1853 г.: Сборник трудов – с 1854 г. Рецензируемый журнал – с 1854 г. Записки (мемуары) Калифорнийской академии наук, тематические сборники и специальные публикации.	

В 1923 г. к основному зданию музея добавился Аквариум Штейнхарт, в 1934 г. был открыт африканский Симпсон зал. После II Мировой войны активизировалось строительство новых зданий и создание новых экспозиционных отделов. В 1950–60-е гг. появились планетарий Моррисона (седьмой крупнейший планетарий в США), новые научные залы, библиотека Малльярда, зал ботаники Иствуд и др. Очередной урон Академии нанесло новое землетрясение 1989 г., все её здания были сильно разрушены [5].

Современность. Новое здание музея было открыто в Сан-Франциско в парке «Золотые ворота» 27 сентября 2008 г. На строительство музейного комплекса ушло 10 лет. При бюджете почти 500 млн долл. более половины суммы внесли благотворительные фонды [1].

Новый музей отличается применением современных экологически обоснованных инженерных и технологических приёмов и прочих «экологических» инноваций и является сегодня одним из самых современных музеев в мире.

В уникальном проекте архитектор Ренцо Пьяно (Ренцо Пьяно и *SWA Group*) воплотил все свои смелые фантазии. Здание Калифорнийской академии наук получило множество наград – архитектурных и за инженерные решения, платиновый (высший) сертификат «экологической устойчивости» *LEED*, «Гран-при» в области дизайна Американского общества ландшафтных архитекторов (*ASLA*) и многие другие. Инженерно-архитектурные наработки и новации создателей комплекса используются сегодня во всем мире, в т. ч. и в России (парк «Зарядье», оформление набережной Москва-реки и т. д.) [3].

Музейный комплекс интегрирован в парк «Золотые ворота» – структура здания прозрачна, визуально объединяя его с парковой средой и ботаническим садом (рис. 3) «Золотые ворота» (*Golden Gate*). Растительность, размещённая под прозрачным куполом здания (живая модель тропического леса) и на его крыше (традиционная калифорнийская луговая растительность), создаёт иллюзию того, что музейные залы работают прямо под открытым небом.

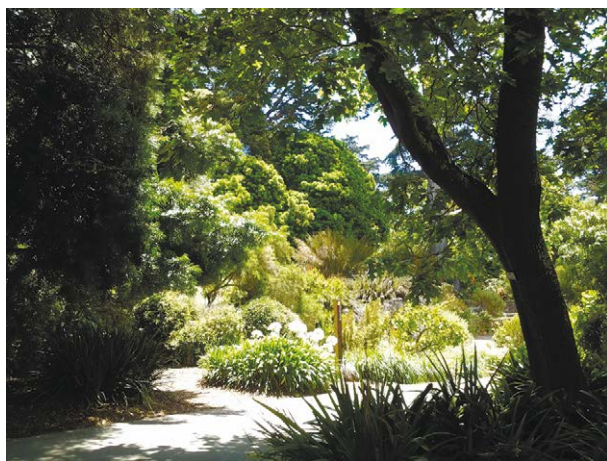


Рис. 3. Парк «Золотые ворота» – «Азиатский сад». Фото Т. Ливеровской.

Fig. 3. Golden Gate Park – «Asian Garden»). Photo by T. Liverovskaya.

Главной визуальной доминантой проекта является огромная (около 1 га) холмистая «живая» зелёная крыша. На этой уникальной кровле высажено более 2 млн

травянистых растений, сама же конструкция представляет собой архитектурную метафору семи самых больших «холмов» города Сан-Франциско – *Telegraph Hill, Nob Hill, Russian Hill, Rincon Hill, Mount Sutro, Twin Peaks, Mount Davidson* (рис. 4) [1].

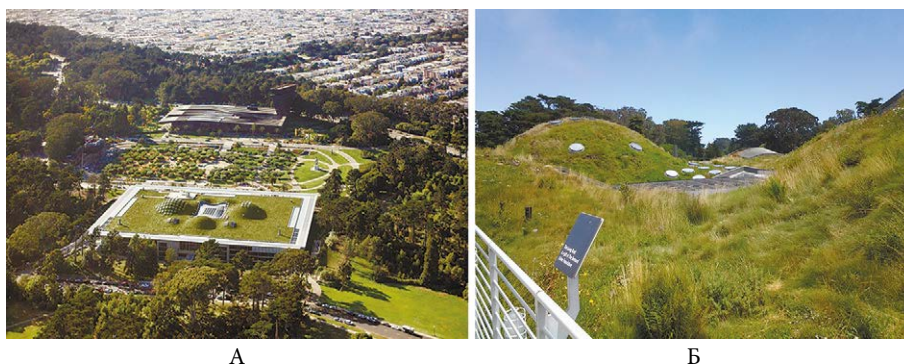


Рис. 4. Парк «Золотые ворота»: А – новое здание КАН, вид сверху [3]; Б – «холмы» зелёной крыши. Фото Т. Ливеровской.

Fig. 4. Golden Gate Park: A – new CAS building, top view [3]; Б – "hills" of «green» roof. Photo by T. Liverovskaya.

Энергоэффективность и экологичность. Чтобы свести к минимуму воздействие на окружающую среду для проекта были выбраны экологически чистые материалы и применён целый ряд инновационных методов (повышение эффективности использования дождевой и океанической воды, солнечной энергии и т. д.).

Основная особенность кровельного покрытия – дренажно-накопительный элемент Флорадрейн FD 40, который накапливает оптимальное количество влаги (4 л/м^2) для обеспечения жизнедеятельности растений и регулирует отток воды. Благодаря «зелёной» крыше нового здания значительно сократились ливневые стоки, а используемая дождевая вода позволила создать внутри здания климат, необходимый для жизни и развития различных видов растений и животных, в т. ч. тропических видов из дождевых лесов. На крыше размещены 60 тыс. фотоэлементов, небольшая метеостанция и другие установки для мониторинга состояния окружающей среды [6].

Так как борьба за предотвращение дополнительных выбросов CO_2 в атмосферу считается в США ведущим направлением в концепции «устойчивого развития», при подборе строительных материалов этому было уделено особое внимание. По подсчётам авторов проекта инновационные методы строительства предотвратили выброс в атмосферу более 5375 т углекислого газа.

Для постройки здания использовалось вторичное сырьё: 15 тыс. м^3 особого вторичного бетона, переработанного из отходов промышленности, 5 тыс. т переработанной стали из металлолома, вторичное стекло для фасадов, обрезки переработанной джинсовой ткани для изоляции и утепления стен. Около 90 % материалов, использовавшихся при сооружении здания, подверглись переработке и были использованы повторно, а отходы строительства экологически грамотно утилизировались – для прокладки дорог, реставрации дюн в Сан-Франциско и т. д. [3].

Под эгидой «энергоэффективности и экологичности» созданы и функционируют [7]:

- естественная вентиляция вместо кондиционирования воздуха;
- открывающийся на ночь стеклянный потолок;

- естественное освещение с автоматизированной системой окон;
- круговая система отопления (понижение энергозатрат на 5–10 %);
- особая система очистки морской воды для повторного использования в аквариуме;

- система поступления, циркуляции и очистки воды для орошения растений, создания микроклимата тропического леса и бытовых нужд здания и прочее.

В «экологическом» бизнес-проекте Академии всё до мельчайших подробностей учтено, продумано и ориентировано на воспитание человечества в духе строжайшего режима экономии ресурсов, рационального их использования, повышения производительности и эффективности затрат. Это касается даже использования сотрудниками для поездки на работу экологически чистого транспорта (велосипеды, электромобили), за что они получают от администрации денежную компенсацию. Важнейшим звеном является ответственный подход к утилизации рабочих отходов (включая батареи, компьютеры и прочую электронику) и использование исключительно экологически сертифицированных средств бытового назначения, средств для ремонта и переоборудования помещений (например, для модернизации экспозиций), средств защиты растений и т. д. [6].

Экспозиционные отделы Академии. Новый музейный комплекс занимает площадь около 4 га (38 тыс. м²) и объединяет несколько исследовательских центров, хранилища коллекций, Музей естественной истории Кимбел, многоуровневую модель дождевого леса Ошер, аквариум Стейнхарт, планетарий Моррисон. Он включает также другие научные, офисные, административные и музейные отделения – научный архив, библиотеку, ботанический сад, лекционный зал, 3D-кинотеатр, два ресторана, террасу с газонами на крыше, птичий вольер, тематические магазины и т. д.

Центральный экспозиционный узел музея – многоэтажный «живой» комплекс под стеклянным куполом, состоящий из трёх основных экспозиционных отделов: Аквариума на нижнем уровне, «тропического дождевого леса» – 4 уровня осмотра по спирали от подножия до вершин деревьев, холмистой «зелёной крыши» с луговой калифорнийской растительностью [5].

Аквариум Стейнхарт. Огромный Аквариум (рис. 5) представляет посетителям океаническую фауну, тематически моделируя различные акваэкосистемы. Это эко-



Рис. 5. Аквариум Стейнхарт. Экосистема кораллового рифа. Фото Т. Ливеровской.

Fig. 5. Steinhart Aquarium. Coral reef ecosystem, model. Photo by T. Liverovskaya.

системы коралловых рифов, литоральной зоны океана, заболоченных тропических местообитаний, колония африканских пингвинов. Модели экосистем наполнены живыми аутентичными растениями, иглокожими, рыбами, черепахами, крокодилом-альбиносом, анакондой, пингвинами и др. Видовое разнообразие представленных типичных обитателей акваэкосистем – более 900 видов (более 38 000 особей). Большая часть экспозиции Аквариума посвящена коралловым рифам [6].

В экспозицию включены множество различных интерактивных программ, широко используются инновационные методы и технологии звукового, тактильного, визуального, динамического характера. Например, посетители могут непосредственно «пообщаться» с бурыми морскими водорослями *Nereocystis*, морскими звёздами, ежами и другими представителями биоты калифорнийского побережья. Несколько раз в день, по графику, в Аквариуме для посетителей проводятся эффектные шоу с использованием 3D и 4D виртуальных технологий – «филиппинский риф» и «колония пингвинов».

«**Дождевой лес Ошер**». Экспозиция дождевого леса (*Rainforest*) – это многоярусное растительное сообщество под стеклянным куполом (с живыми птицами, амфибиями, рептилиями, тропическими бабочками и другими насекомыми), которое знакомит посетителей с экосистемами влажного тропического леса, их биоразнообразием, географическим распространением на планете, экологическими особенностями и современными проблемами [6].

На «лесной тропе» (рис. 6) посетителя сопровождают многочисленные текстовые дополнения научно-популярного содержания – призывы включиться в самостоятельное исследование объектов и природоохранные экологические лозунги: «будь другом лесу!», «дождевые леса мира приносят миру добро», «готовься к новому климату», «нужно есть меньше мяса!» и т. д.

Несмотря на некоторую воспитательную тенденциозность и «детскую» стилистику, текстовые сопровождения несут в себе также точную информацию и научную тематическую обоснованность. В популярной форме часто затрагиваются и формулируются серьёзные научные проблемы. В этикетировании обязательны латынь и точная информация о систематической принадлежности, ареалах, биологических и экологических особенностях видов.

«**Зелёная крыша**» (с великолепным видом на город со смотровой площадки) завершает осмотр «живой» составляющей экспозиции (рис. 7), в которой насчитывается 26 млн живых экспонатов. Текстовые пояснения к фитоценозам крыши лишены избыточной популярности и выполнены на профессиональном научном уровне. Они описывают флористический состав высаженных растений, их спектирование и экологию, дают описание проводимых здесь исследований и экспериментов (студенческие практики), методов этих исследований, особенностей использования оборудования и его характеристики [6].

Моррисон планетарий. Следующим ярким экспозиционным элементом комплекса Академии является второй большой купол. Там располагается планетарий с 30-метровым цифровым экраном. Моррисон планетарий был седьмым по значимости в стране уже во время его создания в 1952 г.; в нём были использованы уникальные оптические проекционные системы, разработанные сотрудниками Академии во время II Мировой войны, когда г. Сан-Франциско был главным портом для американских судов и Академия активно участвовала в разработке средств и методов ремонта оптического и навигационного оборудования для ВМС. Сегодня этот оснащённый новейшими техническими возможностями планетарий – самый большой в стране. Сеансы

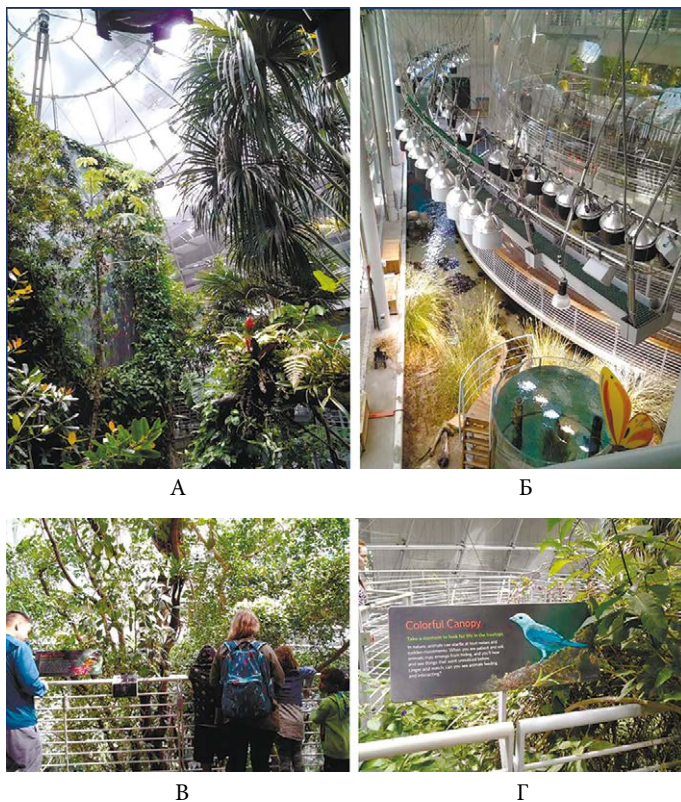


Рис. 6. «Дождевой лес Ошер»: А, Б – искусственная многоуровневая экосистема влажного тропического леса; В, Г – на «лесной тропе». Фото Т. Ливеровской.

Fig. 6. “Osher Rain Forest”: А, Б – artificial ecosystem of tropical rainforest; В, Г – on the “forest trail”. Photo by T. Liverovskaya.



Рис. 7. Посетители на «зелёной» крыше. Фото Т. Ливеровской.

Fig. 7. Visitors on the Green Roof. Photo by T. Liverovskaya.

демонстрации звёздного космического шоу пользуются огромной популярностью у публики [6].

Музей естественной истории Кимбал. Отделение Академии «Музей естественной истории Кимбал» охватывает весь музей за пределами модели тропического леса, аквариума, «зелёной» крыши и планетария. Оно включает в себя многочисленные помещения, в т. ч. экспозиционные залы с оставшимися невредимыми после землетрясения традиционными экспозициями («африканский» зал, эволюционные, зоологические, геофизические залы, включая популярный маятник Фуко), а также залы с новыми экспозициями и тематическими выставками (рис. 8). Стилистика новых залов в основном аналогична центральной, «живой» части музея. Тематические выставки (минералогические, экологические, эволюционные и прочие) отличаются оригинальным подходом к научному содержанию и нетривиальным дизайном экспозиционного раскрытия научной темы [6].



Рис. 8. Тематические выставки. Фото Т. Ливеровской.

Fig. 8. Thematic exhibitions. Photo by T. Liverovskaya.

В целом Музей естественной истории – наиболее «традиционная» часть экспозиции Академии, с диорамами, макетами экосистем, чучелами животных, коллекциями рыб, насекомых, птиц и млекопитающих, включая макеты гнёзд и яиц, краниологическими коллекциями, раритетными «эволюционными» экспозициями (галапагосские черепахи, дарвиновские выюрки), чучелом знаменитого медведя, который стал символом штата Калифорния, огромным скелетом тиранозавра, минералогическими коллекциями и выставками [1, 3].

Проведённая после землетрясения модернизация экспозиции и переориентация её тематики с изучения планетарных процессов и эволюции жизни на разработку способов сохранения природы – биоразнообразие, геномику, экологию, привели к частичной потере в новом здании Академии экспозиций традиционных («Жизнь сквозь времена» – *Life Through Time*, залы минералов, раздел о землетрясениях и т. д.). Кампания в научных кругах в защиту традиционных экспозиций не была успешной [7]. Сегодня Музей естественной истории, опираясь на академический научный опыт, исследует проблемы современности, декларируемые как «наиболее значимые», прежде всего, рассматривая способы, с помощью которых можно защитить биоразнообразие.

Интересным экспозиционным объектом является проект «Наука в лаборатории» («*Lab Project*»), в котором в качестве «экспонатов» посетителям показываются реальные живые учёные, работающие в лабораториях над настоящими научно-исследовательскими проектами. Посетители могут свободно общаться, консультироваться, вступать в диалог с «экспонируемыми» сотрудниками [6].

Академия (CAS) как научно-исследовательская организация. Академия образовалась в 1853 г. как научное сообщество, и она уже почти 170 лет осуществляет большое количество оригинальных научных исследований, в т. ч. экспедиционных, во многих частях света. В разных формах здесь постоянно реализуются научные, исследовательские программы.

Академией традиционно управляет сорок один член попечительского учёного совета (*Fellows, Fellowship*), которые выдвигаются и выбираются всем составом Калифорнийской академии наук, причём это членство сохраняется пожизненно. Совет попечителей назначает исполнительных руководителей, которые осуществляют надзор за общей работой Академии и наймом сотрудников. При совете попечителей Академии работает большая (450 чел.) руководящая научная группа из избранных (пожизненно) коллегами стипендиатов Академии, задачей которой является развитие и расширение исследовательских и образовательных инициатив.

В число научных подразделений Академии входят следующие отделения:

Антропологии, Гидробиологии, Энтомологии, Ботаники, Герпетологии, Ихтиологии, Зоологии беспозвоночных, Геологии и палеонтологии, Орнитологии и маммологии. Кроме того, в научно-организационную структуру включены Научная библиотека (*Academy Library*) и три центра: *Прикладных исследований биоразнообразия и биоинформатики, Сравнительной геномики, Вычислительной техники.*

Центр сравнительной геномики основан в 2008 г. одновременно с открытием нового здания в парке «Голден гейт» и состоит из трёх лабораторий: Секвенирования геномов, Структурной геномики, Криометодов в коллекционировании. Это оснащённые самым современным оборудованием крупные генетические лаборатории, где проводятся научные исследования высокого мирового уровня.

Институт биоразнообразия и устойчивого развития (*Institute for Biodiversity Science and Sustainability – IBSS*) существует при Академии, но как отдельная научно-исследовательская организация, которая занимается исследованиями в области систематики и филогенетики. Здесь проводится научная работа в области антропологии, морской биологии, ботаники, энтомологии, герпетологии, ихтиологии, зоологии беспозвоночных, маммологии, орнитологии, геологии и палеонтологии (геология и палеонтология объединены) [6].

Периодические издания и рецензируемые журналы Академии: Сборник трудов Калифорнийской академии наук (с 1854 г., более 60 томов); Вестник Калифорнийской академии наук (с 1854 г., более 160 выпусков); Записки Калифорнийской академии наук; Мемуары Калифорнийской академии наук, а также разнообразные тематические документы, специальные публикации, буклеты и т. д.

Экспедиционные исследования и коллекции. Экспедиционные исследования и сбор коллекционного материала были, как уже отмечалось, основной задачей Академии во время её основания и остались одним из ведущих направлений деятельности до настоящего времени. Результатом этих работ явилось множество значимых научных открытий и публикаций, а также был собран выдающийся коллекционный материал.

В Отделении млекопитающих и птиц находится 135 000 единиц хранения, в т. ч. 28 500 экз. млекопитающих, 96 000 экз. птиц, 11 000 яиц и птичьих гнёзд; в Отделении энтомологии – около 10 млн экз. всех отрядов насекомых, представляющих 250 000 видов. Среди них 18 300 типовых экземпляров новых видов, описанных сотрудниками Музея. Академия владеет одной из крупнейших в мире коллекций морских млекопитающих, третьей по значимости в Северной Америке коллекцией рыб, одной из самых крупных коллекций скелетов динозавров, огромными минералогическими, палеонтологическими и ботаническими (гербарными) коллекциями и т. д. В коллекциях находятся в т. ч. редкие и уникальные экспонаты, экземпляры ныне вымерших видов и новых видов, открытых учёными Академии [6].

Коллекции в основном оцифрованы и занимают ведущие места в мировых списках естественнонаучных собраний. Они размещаются на платформе *Sketchfab*, веб-сервисе для публикации интерактивных 3D-моделей, что позволяет знакомиться и работать с ними в режиме реального времени самому широкому кругу пользователей. Кроме того, они используются для проведения лабораторной научной работы и для проектной исследовательской работы со студентами и школьниками [6].

Все научные отделения и Институт биоразнообразия тесно сотрудничают между собой как в сугубо научном отношении, так и в проведении образовательных программ, научно-образовательных проектов, экспозиционной работе. Сегодня их деятельность всё более и более сосредоточивается в русле единого направления, акцентируясь на систематике, геномике, биологии, биоразнообразии и экологических проблемах.

Образовательные программы и музейная педагогика. В структуре Академии существуют **Образовательный отдел** и **Педагогический институт по науке и устойчивости развития**. Образовательные программы Академии проще разделить по научно-тематическим направлениям, чем по специфике аудитории. Основные из них на сегодняшний день – экологическое строительство, урбанистика, глобальные климатические проблемы, общая экология и устойчивое развитие, общая биология и эволюция жизни, биоразнообразие и геномика, глобальная инициатива по сохранению коралловых рифов, исследование калифорнийского побережья, музеология.

В рамках этих направлений Академия предлагает магистратуру, интернатуру, стажировки для студентов вузов и колледжей, молодёжные программы-стажировки довузовской подготовки для старшеклассников, дополнительные образовательные программы для учителей, школьников, клубов по интересам, детей и взрослых всех возрастов. Они включают туры по музею, работу с его экспозицией, общение со специалистами, работу в лабораториях, совместные проекты и экспедиционные исследования со всеми желающими (в регионе и разных точках мира – Арктике, Индонезии, Новой Зеландии, Амазонии и др.)

В учебный план Педагогического института по программе профессионального развития для преподавателей школ и колледжей как предмет включено «Экологически обоснованное строительство». На «зелёной» крыше музея с педагогами проводятся занятия, посвящённые использованию экологически чистых источников энергии (в зданиях по всему миру и в личном применении в домашних условиях), в которых объясняется, как провести «аудиты энергии» в классе и на живой крыше.

Для изучения экологических архитектурных и инженерных решений, особенностей дизайна здания, включая строительные материалы, радиационное отопление пола и солнечные элементы на крыше, дидактическим материалом является тематическая выставка «Зелёное строительство» (*Building Green*). Крыша используется также для

еженедельных публичных программ, гражданских научных проектов, исследований школьников старших классов и студентов университетов. Здесь рассказывается в т. ч. о системе экологического мониторинга – о местной метеостанции и о других приборах.

Отдел образования Академии также предлагает семинары для преподавателей STEM-образования. В рамках музейно-педагогической тематики это сбор полевого материала и работа с коллекциями, создание экспозиций, энергосбережение, подготовка учебных материалов, работа с аудиторией, организация урока, цифровые технологии, карьера в науке и т. д.; STEM-образование является своеобразным мостом, соединяющим учебный процесс, карьеру и дальнейший профессиональный рост.

Семейный натуралистический центр Вильсон. Для знакомства широкой аудитории с современными практическими научными методами исследований в Музее существует Семейный натуралистический центр Вильсон с учебным предметным материалом и техническими ресурсами для практических работ. В Центре подготовлены эффективные программы практических занятий для всех желающих. Посетителям предоставляется возможность поработать с микроскопом и визуализированными на базе 3D-моделей *Sketchfab* образцами краниологических, минералогических и других коллекций. 3D-сканирование *Sketchfab* позволяет масштабировать, вращать на 360° и подробно изучать более 700 научных образцов черепов млекопитающих, рептилий и птиц и другие объекты [6].

Институт биоразнообразия и устойчивого развития Академии участвует во многих программах американских образовательных клубов. Таким клубом является, например, клуб SAC (*Science Action Club*). Это отмеченная многими наградами программа научного образования для школьников, инициированная в 2011 г. в городе Чикаго. Программа внеклассного образования реализуется в свободной форме научных игр, проектов, совместных экспедиций и других натурных исследований со специалистами научных центров, что обеспечивает получение практического опыта для молодых людей и их преподавателей в более чем 400 городах и посёлках по всей стране. Программа получила широкую популярность, в ней уже участвует около 62 000 школьников [1].

Институт и клуб SAC проводят совместные исследования по программам: «Экологические проблемы городов», «Программы по изучению состояния атмосферы и наблюдению атмосферных явлений», «Программа исследования экосистем побережья». Результаты работы по программе «Экологические проблемы городов» отмечены Золотой медалью «Управления человеческим капиталом» (HSM – *Human Capital Management*).

Музей широко использует новейшие компьютерные и нанотехнологии для лабораторных исследований и создания экспозиций, а также разнообразные интернет-ресурсы для онлайн-экскурсий, уроков, клубной деятельности. Под управлением Академии издается *Научно-популярный мультимедийный журнал о природе и её исследованиях* [6].

Обновлённая Калифорнийская академия наук – вклад в развитие современного общества. В Академии осуществлено развитие концепции «живого музея» со «школьным языком» коммуникации, организацией программ индивидуального погружения в общение с музейной средой, созданием интерактивных экспозиций, развитием исследовательской и проектной деятельности в музее.

Музей представляет собой сочетание разнообразных технических (предметных, игровых, мультимедийных) интерактивных инсталляций как имитаций реальности с одновременным воссозданием её в виде «живой природной среды» для непосредствен-

ного общения. Таким образом, экспозиционная среда наполнена как систематизированным коллекционным материалом, так и многочисленными живыми экземплярами животных и растений. Организация интерактивного обучения предполагает моделирование жизненных ситуаций, использование ролевых игр, совместное решение проблем на основе анализа реальных и искусственно созданных обстоятельств и ситуаций. Проведение и школьных проектных программ, и студенческих полевых практик находится в тесной связи с деятельностью музея как научного и учебного центра. Часто они проводятся как единый педагогический процесс, в котором участвуют и сотрудники музея, и учителя, и школьники, и студенты вузов, и музейные волонтеры.

Интересно и показательно, что даже конструкция здания и содержание экспозиций обновлённого Музея Академии длительно обсуждались путём плебисцита не только с профессионалами, но и с широкой общественностью. Под управлением действовавшего в 2008 г. директора музея Патрика Косиолека в течение полутора лет было организовано около 150 фокус-групп, обсуждавших черты нового музея. Группы собирались из местных и зарубежных учёных, финансовых спонсоров, детей, учителей школ и местных жителей [5].

Ежедневные музейные программы, интерактивные экспозиции, инновационные выставки, цифровые медиа-программы и сайты, онлайн-обучение и работа с коллекциями на веб-платформах, предложения разнообразных туров по музею, в т. ч. театрализованных, даже ночных, включают в естественнонаучную тематику сотни тысяч учащихся всех возрастов ежегодно.

Выраженная тенденция широкого распространения идей устойчивого развития и активной экологической идеологизации общественного сознания подкрепляется декларированием соответствующей «миссии», применением новейших технологий в экспозиционной и педагогической работе, разработкой новых форм культурно-просветительской работы и образовательного процесса на музейной основе в целом.

Заключение. Калифорнийская академия наук в г. Сан-Франциско (США) является наиболее ярким примером крупного научного учреждения, актуализировавшего самые современные тенденции развития экспозиции, ориентированного на массового посетителя, современную музейную коммуникацию и специализированную музейную педагогику. Здесь нашли своё полное развитие и зримое воплощение все аспекты достижений музейной теории и практики в США, ранее рассмотренные на примере музеев Техаса и Колорадо [4].

Технологическая революция во всех сферах жизни американского общества характерна и для музейного комплекса Академии. Изменения проявились по значимым направлениям музейной теории и практики (экспозиция, хранение, коллекционирование, коммуникация, интерактивные формы занятий, педагогические программы, информационные интернет программы, сайты и т. д.). Архитектурно-художественные и инженерно-технические решения, особенности внутренней инфраструктуры, тематики, содержания и дизайна экспозиционного комплекса отражают заявленную национальную миссию по «исследованию, объяснению и поддержанию жизни» (*«explore, explain, sustain»*) в соответствии с реализацией декларируемой экологической концепции устойчивого развития (борьбой с глобальным потеплением климата, развитием технологий энергосбережения, чистоты и безотходности производств и т. д.). Американский опыт показывает, что именно музеи как социальные институты и реализуемая в их образовательном пространстве музейная педагогика более всего подходят для приобщения самого широкого круга граждан к решению этих задач.

ЛИТЕРАТУРА

1. Академия наук как центр народного просвещения (<https://archi.ru/world/1895/akademiya-nauk-kak-centr-narodnogo-prosvescheniya>).
2. Ананьев В.Г., Кизил М.И. Теория и практика музейных экспозиций в работах зарубежных музеологов в 1900–1930 гг. // Вестник Томск. гос. ун-та. Культурология и искусствоведение. 2017. 25. С. 113–121.
3. Архитектурный сайт. Проекты (<https://www.archdaily.com/6810/california-academy-of-sciences-renzo-piano>).
4. Ливеровская Т.Ю., Пикуленко М.М. Взаимодействие науки и общества в пространстве естественного музея США // Жизнь Земли. 2020. 42 (4). С. 451–464.
5. California Academy of Sciences (https://en.wikipedia.org/wiki/California_Academy_of_Sciences).
6. California Academy of Sciences (<https://calacademy.org/>).
7. Preston D.J. Dinosaurs in the Attic: An Excursion into the American Museum of Natural History. St. Martin's Griffin, 1993. 256 p.
8. The University of California and the California Academy of Sciences // Science. 1906. 23 (593). P. 757 (<https://science.sciencemag.org/content/23/593/757.1.full.pdf+html>).

REFERENCES

1. Academy of Sciences as a center of public education (<https://archi.ru/world/1895/akademiya-nauk-kak-centr-narodnogo-prosvescheniya>) (in Russian)
2. Ananiev V.G., Kizil M.I. Theory and practice of museum exposition in the works of foreign museologists in 1900–1930. *Vestnik Tomskogo Universiteta. Kul'turologiya I iskusstvovedenie*. **25**, 113–121 (2017). DOI: 10.17223/22220836/25/14 (in Russian).
3. Architectural website. Projects (<https://www.archdaily.com/6810/california-academy-of-sciences-renzo-piano>) (in Russian).
4. Liverovskaya T.Yu., Pikulenko M.M. Interaction of science and society in the space of the US Natural Science Museum. *Zhizn' Zemli* [The Life of the Earth]. **42** (4), 451–464 (2020). DOI:10.29003/m1774.0514-7468.2020_42_4/451-464 (in Russian).
5. California Academy of Sciences (https://en.wikipedia.org/wiki/California_Academy_of_Sciences)
6. California Academy of Sciences (<https://calacademy.org/>).
7. Preston D.J. *Dinosaurs in the Attic: An Excursion into the American Museum of Natural History*. 256 p. (St. Martin's Griffin, 1993).
8. The University of California and the California Academy of Sciences. *Science*. **23** (593), 757 (1906) (<https://science.sciencemag.org/content/23/593/757.1.full.pdf+html>).

ФОРМАТЫ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ МУЗЕЕВ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОГО ПРОФИЛЯ И НАУЧНЫХ ИНСТИТУТОВ (НА ПРИМЕРЕ ВЫСТАВКИ «ТРАВМЫ ПРОШЛОГО»)

Е.В. Сударикова*

В статье рассматриваются потенциал естественнонаучных музеев в популяризации науки и научной деятельности, возможности совместной работы музея и научного института для удовлетворения запроса посетителей, который не может быть реализован только посредством музейной коллекции, а также разнообразие форматов совместной деятельности музея и научно-исследовательского института РАН при осуществлении просветительской и образовательной деятельности. Особое внимание уделяется успешному опыту экспонирования предметов из фондов Института археологии РАН на выставке Дарвиновского музея и высокому уровню внимания и вовлечённости посетителей в такие проекты.

Ключевые слова: естественнонаучный музей, образование, просвещение, популяризация науки, форматы просветительской деятельности.

Ссылка для цитирования: Сударикова Е.В. Форматы совместной работы музеев естественнонаучного профиля и научных институтов (на примере выставки «Травмы прошлого») // Жизнь Земли. 2021. Т. 43, № 2. С. 217–223. DOI: 10.29003/m2027.0514-7468.2020_43_2/217-223.

Поступила 12.05.2021 / Принята к публикации 08.06.2021

FORMS OF NATURAL SCIENCE MUSEUMS AND SCIENTIFIC INSTITUTES COLLABORATION (BY THE CASE OF THE EXHIBITION "TRAUMAS OF THE PAST")

E.V. Sudarikova

The State Darwin Museum, Moscow

The article examines the potential of natural science museums in the popularization of science and scientific activity, the opportunity of a museum and a scientific institute joint work to satisfy the request of visitors that cannot be realized only through the museum collection. The variety of formats for joint activities of the museum and the scientific research institute of the Russian Academy of Sciences in educational and educational activities are also considered here. Special attention is paid to the successful experience of exhibiting items from the funds of the Institute of Archeology of the Russian Academy of Sciences at the State Darwin Museum and high attention level and involvement of visitors in such projects.

Keywords: natural science museum, natural history museum, education, enlightenment, popularization of science, formats of educational activities.

Введение. Из более чем двух тысяч государственных музеев и тысячи ведомственных, частных и иных музейных учреждений десятая часть позиционирует себя как естественнонаучные музеи, и более восьмисот краеведческих музеев содержат в экспозиции обязательный экологический раздел. Памятники природы, истории и культуры, отражённые в естественнонаучных музеях, приобретают особую значимость в силу специфики устройства человеческого мышления, которое не может воспроизводить свою

* Сударикова Елена Владимировна – с.н.с. Государственного Дарвиновского музея, elsud@darwinmuseum.ru. ORCIDID: 0000-0001-8384-9832.

историю вне учёта знаний, накопленных многовековым опытом. Одной из форм выражения этого опыта являются экспонаты музеев, воспроизводящих процесс становления и развития природной среды [1]. Кроме традиционной работы с коллекциями важной функцией естественнонаучного музея является предоставление доступа к экспонатам для максимально широкой аудитории (при сохранении их целостности), а также просветительская работа, включающая в себя ознакомление с важнейшими научными концепциями и новыми достижениями естественных наук. В музеях естественнонаучного профиля посетители встречаются с охраной природной среды, с закономерностями эволюции флоры и фауны, с историей возникновения человеческого сообщества. Этот класс музеев всегда должен был иллюстрировать достижения наук о природной среде и выступать в качестве своего рода института дополнительного образования. Вместе с ростом проблем экологии до планетарного размаха, естественнонаучные музеи оказались в центре обсуждения и решения самых актуальных вопросов, что вызвало рост их социальной значимости и привлекло внимание к другим проблемным темам, например, эволюции нашего вида. Некоторые естественнонаучные музеи являются детищами крупных учёных и несут ответственную функцию пропаганды и дальнейшего развития определённых направлений отечественной и мировой науки [2].

Просветительская деятельность в музее часто не может опираться на исследования самих сотрудников: не всегда их должностные обязанности включают в себя такой тип работы. В тех случаях, когда куратор той или иной коллекции занимается академической работой – это исследования очень узких тем, которых недостаточно для удовлетворения запроса населения на знакомство с научным методом и обретение базового представления о больших биологических концепциях. Для исполнения одной из ключевых целей такого музея – формирования отношения к окружающему миру и его познанию – представляется уместным сотрудничество научных институтов с площадками музеев, как нельзя лучше представляющими запросы аудитории и форматы возможного ответа на них.

О выставке «Травмы прошлого». Коллекция Дарвиновского музея включает в себя более 412 тыс. экспонатов, среди которых преобладают фаунистические коллекции (энтомологические сборы, зубы ископаемых акул, раковины моллюсков, палеонтологические материалы, чучела зверей и птиц), архивные материалы, а также предметы искусства анималистического жанра и фонд редкой книги. Более шести тысяч экспонатов находятся в основной экспозиции Музея, а остальные экспонируются на временных выставках (более шестидесяти в год). Однако даже такие крупные коллекции не позволяют широко раскрыть некоторые знаковые темы, например, касающиеся происхождения человека. Каждый естественнонаучный музей в мире вынужден обходиться при демонстрации происхождения человека большим количеством муляжей, т. к. оригинальные находки древних людей принадлежат научным учреждениям тех стран, где останки или орудия были обнаружены. Это критически сокращает возможности демонстрации настоящей экспонатуры для посетителей. Хорошим вариантом для решения этой проблемы является обращение к тем институтам, которые депозитируют археологические и антропологические находки у себя в фондах. Несмотря на то, что учёт предметов в научных институтах организован совершенно иначе, чем в музеях, при взаимном уважении и желании знакомить аудиторию с работой археологов согласованная и эффективная работа представляется вполне возможной.

Для ответа на запрос посетителей познакомиться с объектами и методами работы палеоантропологов Дарвиновским музеем было принято решение сделать совмест-

ную выставку с Институтом археологии (ИА РАН), позволяющую экспонировать натуральные человеческие останки, привезённые из экспедиций ИА РАН. Выставку решено было назвать «Травмы прошлого», несмотря на то, что в её содержание вошли не только разделы по палеопатологии, но и вполне традиционные антропологические качественные анализы, такие как определение пола и возраста индивида по костным останкам. Подготовительные этапы работы над выставкой были вполне традиционными: сначала сотрудником музея была прописана и защищена на методическом совете общая структура выставки, затем ТЭП (тематико-экспозиционный план), в котором были все планируемые к экспонированию тексты, а также примерный перечень необходимых от ИА РАН экспонатов. Далее, согласно перечню, производился длительный отбор при участии сотрудников Музея и сотрудников Института. После оформления договоров экспонаты в оговоренные сроки были перевезены в таксидермическую мастерскую Дарвиновского музея для последующей сухой чистки. Автором выставки совместно с дизайнером-художником была разработана художественная концепция для оформления плоскостных и объёмных материалов в пространстве выставочного зала. Планируемыми сроками выставки были даты с 10 октября 2020 г. по 13 января 2021 г., но в связи с ограничениями на публичные мероприятия из-за коронавирусной пандемии сроки были продлены до 4 апреля 2021 г.

На выставке (рис. 1) были экспонированы останки 30 индивидов из экспедиций ИА РАН, как в центральной России (средневековые находки), так и из южных регионов (крымские находки возрастом от 2 до 4 тыс. лет). Экспонаты были сгруппированы по разделам, иллюстрирующим такие темы, как определение по костным останкам возраста человека, пола, заболеваний наследственных и приобретённых, следы профессиональной принадлежности, а также трепанации и деформации черепа [4].

Программа сопутствующих мероприятий. Каждая сторона организаторов выставки имела собственный интерес, который сводим в общем виде к удовлетворению

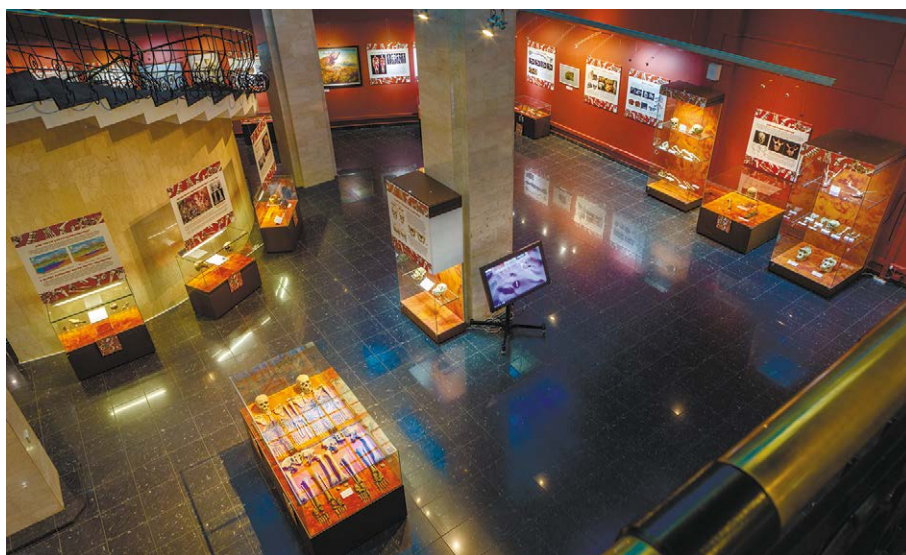


Рис. 1. Пространство выставки «Травмы прошлого».

Fig.1. The space of the "Traumas of the past" exhibition.

запроса посетителей на более близкое взаимодействие с действующими учёными, компетентность которых не вызывает сомнений, а также на самостоятельное изучение человеческих костных останков в их естественном виде. Популяризация работы археолога среди любителей естественных наук может привести в краткосрочной перспективе к насыщению экспедиций волонтерами и улучшению качества и скорости археологических раскопок, а впоследствии и к увеличению числа профессиональных археологов. Музею же достаточно откликнуться на запрос посетителей и составить максимально целостную и при этом доступную для понимания картину взаимодействия исследователей с костными останками.

Для увеличения возможностей аудитории были предложены разнообразные форматы взаимодействия с пространством выставки.

Традиционные мероприятия музея: образовательная программа. Выставки в Дарвиновском музее традиционно сопровождаются образовательными программами. К выставке «Травмы прошлого» с.н.с. образовательного отдела ГДМ Д.Г. Донсковым были разработаны: настольная игра «Скелетные истории», мини-путеводитель по выставке «Говорят и показывают кости!», интерактивный экспонат «Как растут зубы?» и компьютерная игра «Раскопки». Из-за фактурных экспонатов игры вызвали к себе большой интерес у посетителей разных возрастов, а путеводитель и компьютерная игра дополняли знания об экспонатах и помогали найти интересные, но не бросающиеся в глаза свойства некоторых из них. Для прицельного освещения палеоантропологических особенностей в рамках заявленной концепции выставки экспонируемые останки были вырваны из хронологического и топологического контекстов, но путеводитель помогал выяснить возраст наиболее древних находок и определить прижизненный возраст некоторых скелетов.

Традиционные мероприятия музея: экскурсии. Экскурсия – самая традиционная форма работы специалистов при знакомстве посетителя с экспозицией. Сильные стороны этого формата – живое общение с музейным сотрудником и максимальная близость экспонатов. В музее именно они представляют собой естественные явления, технологические инновации и научные идеи, которые побуждают посетителей взаимодействовать с ними, задавать себе вопросы и стимулируют самообразование. Экскурсовод помогает сосредоточиться на аспектах научной практики, вместе с ним посетители участвуют в расследовании с помощью аутентичных инструментов и методов, которые использовал бы практикующий учёный. Несмотря на то, что выставка экспонировала преимущественно человеческие останки, особый интерес она вызывала у маленьких детей (младшая школа), и немалая часть экскурсий была именно для таких групп. Витализация мёртвых предметов вызывает как интерес и желание разобраться, так и отталкивает, но именно костные останки по труднообъяснимым причинам остаются привлекательными даже для детской аудитории.

Традиционные мероприятия музея: передвижная выставка и 3D-сканирование. Сильное и одновременно слабое место временных музейных выставок – это их эпизодичность, краткие сроки существования. На разработку нарратива и художественной концепции и на подбор экспонатов иногда уходит несопоставимо больше времени, чем на само экспонирование. Данная выставка изначально разрабатывалась с заделом на следующую за ней выставку-передвижку, планшеты делались в единый размер, удобный для перевозки, а сами экспонаты были превращены в мультимедиа-экспонаты с помощью фотограмметрии.

Кроме работы с посетителями, научный музей должен предпринимать согласованные усилия для помощи исследователям, чтобы не только включить текущие научные находки и практики в возможности неформального обучения посетителей музеев, но и облегчить получение новых знаний. Музей отсканировал и оцифровал ряд экспонатов, предоставленных ИА РАН, предоставив модели костей как для дальнейшего экспонирования, так и для работы учёных на конференциях и в своей среде (рис. 2). Такая работа помогает дополнять и уточнять результаты исследований, проведённых в разных инстанциях. Подобные совместные проекты открывают музеям возможность новой роли: научный центр как исследовательский центр [3].



Рис. 2. Оцифрованный череп взрослого мужчины, находка из экспедиции ИА РАН, Крым, «вал Бескровного-11».

Fig. 2. Digitized skull of an adult man, the find from the expedition of the Institute of Archeology of the Russian Academy of Sciences, Crimea, "Beskrovny val-11".

Совместные мероприятия: онлайн-экскурсия. Трудность любого музея состоит в том, что его собственная площадка доступна не всем желающим. В связи с этим проводился ряд активностей в формате онлайн (что особенно актуально в условиях 2020 г.). Разово была проведена экскурсия по выставке для дружественного портала «Антропогенез.ру», аудитория которого максимально внимательна к методам и достижениям археологических и антропологических исследований. После экскурсии прошёл короткий стрим (англ. *stream*, букв. поток) – видео- или аудио-ряд, получаемый пользователем методом потоковой передачи данных; в частности, название прямых трансляций на видеохостингах (например, на Twitch и YouTube) (рис. 3) с ответами на вопросы (как это было бы и после обыкновенной экскурсии). Суммарно запись экскурсии посмотрело более 20 тыс. человек. Можно считать это хорошим результатом как для демонстрации экспонатуры, так и для рассказа, который эти экспонаты соединяет в одну историю.

Совместные мероприятия: лекции. Сотрудники музеев довольно детально знакомятся с темами выставок, которые разрабатывают, но не может быть эксперта надёжнее, чем учёный, который непосредственно пишет статьи и монографии, на которые музейный работник опирается при работе. Сотрудники Института археологии РАН не только предоставили экспонаты, помогли их отобрать и перевезти, а также активно участвовали в монтаже выставки, но и любезно согласились провести ряд лекций по собственным, довольно узким, но востребованным у любителей естественных наук темам. Всего прошло четыре лекции:

- «Палеоантропологические материалы в эпоху революционных изменений методов исследований» (26.11.2020, лектор – д.и.н., зав. лабораторией контекстуальной антропологии ИА РАН М.В. Добровольская);

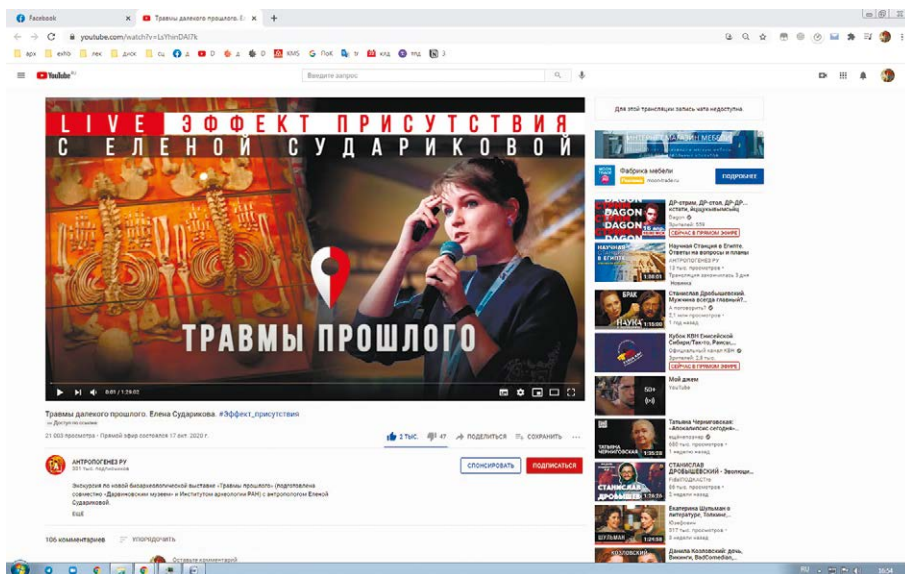


Рис. 3. Заглавная страница ролика на Youtube [5].

Fig. 3. The Youtube video title page [5].

- «Травмы черепа и хирургическое вмешательство в прошлом человечества по данным антропологического источника (обряды и медицина)» (10.12.2020, лектор – в.н.с. отдела теории и методики ИА РАН, доктор исторических наук М.Б. Медникова);
- «Высокотемпературная антропология: кремации в истории человечества» (25.03.2021, лектор – м.н.с. лаборатории контекстуальной антропологии ИА РАН Н.Г. Свирина);
- «Убийства в прошлом» (01.04.2021, лектор – к.и.н., н.с. отдела теории и методики, группа физической антропологии ИА РАН Т.Ю. Шведчикова).

Формат лектория позволяет максимально близко подойти к тому, каким образом учёные получают знания об устройстве реального мира. Экспонаты с этикетками многое могут поведать о себе, но полную историю может рассказать только автор – её главный герой. В связи с мерами против коронавирусной инфекции музеи перевели многие свои мероприятия в формат онлайн, и археологический лекторий, конечно, тоже был представлен на онлайн-площадке Дарвиновского музея. Это позволило расширить доступ для граждан всей страны, а также соседних держав, и дополнить знания посетителей, физически побывавших на выставке. Онлайн-лекторий с партнёрскими экспертными организациями – это прекрасный способ для музея привлечь больше внимания к своим проектам и передать информацию посетителям максимально точно и массово.

Совместные мероприятия: дискуссионный клуб. Экскурсионный и лекционный форматы насыщены информацией, но оставляют за участниками пассивную, потребляющую роль. Для тех посетителей музея, которым важно самим создавать дискурсивные средства, был запущен и работает до сих пор дискуссионный клуб – средство взаимодействия посетителей с исследователями персонализировано и осмысленно. Такие взаимодействия позволяют исследователям поделиться своими личными историями об их научной карьере и придают человеческое лицо научной практике. На дис-

куссии «"Жизнь после смерти", или "Если ваши кости нашли антропологи"» обсуждались такие вопросы, как поисковые работы археологов, перспективы российской антропологии, обращение археологов с найденными костями, когда таковые становятся предметом изучения и депозитарии для подобных находок, необходимость работы антрополога в археологической экспедиции.

Заключение. Естественнонаучные музеи XXI века продолжают деятельность по коллекционированию, атрибутированию и экспонированию объектов флоры и фауны. Однако на новом этапе их развития возникают новые задачи, которые связаны как с растущими запросами посетителей, так и с реализацией музея в качестве исследовательской площадки.

Используя современные технические возможности музей может решать одновременно и актуальные просветительские задачи, и оказывать содействие научным институтам в расширении их влияния и значимости. В перспективе такие совместные проекты могут обеспечить, например, приток волонтеров в археологические экспедиции, а впоследствии и рост числа действующих учёных в стране, что укрепит её позиции на международной арене. Результатом творческого сотрудничества коллектива научных сотрудников музея с Институтом археологии стало внедрение в музейную практику дифференцированных программ взаимодействия с посетителем.

Вторым важным итогом можно считать прецедент обращения к уникальным предметам из фонда научного института, которые позволяют гораздо полнее и шире осветить тему, интересную музейной аудитории, но не представленную широко в фондах музея. Такое расширение возможностей для естественнонаучного музея работает по беспроигрышному принципу для всех взаимодействующих с экспонатами сторон: посетителей музея, музейных сотрудников и сотрудников научно-исследовательского института.

ЛИТЕРАТУРА

1. Клюкина А.И. Музей естественнонаучного профиля в духовной жизни общества // Вестник КемГУКИ. 2014. № 27. С. 23–29.
2. Dance A. Museums: Collate, curate and animate // *Nature*. 2017. Т. 552(7684). С. 279–281. DOI: 10.1038/d41586-017-08458-0.
3. King D., Ma J., Armenfariz A., Yu K. Developing Interactive Exhibits with Scientists: Three Example Collaborations from the Life Sciences Collection at the Exploratorium // *Integrative and Comparative Biology*. 2018. Т. 58(1). DOI: 10.1093/icb/icy010.
4. Traumas of the Past (<http://www.darwinmuseum.ru/projects/exhibition/travmy-proshlogo>).
5. YouTube (<https://www.youtube.com/watch?v=LsYhinDA17k>).

REFERENCES

1. Klyukina A.I. Museum of Natural Science profile in the spiritual life of society. *Vestnik KemGUKI*. 27, 23–29 (2014) (in Russian).
2. Dance A. Museums: Collate, curate and animate. *Nature*. 552(7684), 279–281 (2017). DOI: 10.1038/d41586-017-08458-0.
3. King D., Ma J., Armenfariz A., Yu K. Developing Interactive Exhibits with Scientists: Three Example Collaborations from the Life Sciences Collection at the Exploratorium. *Integrative and Comparative Biology*. 58 (1) (2018). DOI: 10.1093/icb/icy010.
4. Traumas of the Past (<http://www.darwinmuseum.ru/projects/exhibition/travmy-proshlogo?eng>).
5. YouTube (<https://www.youtube.com/watch?v=Lsyhindal7k>) (in Russian).

УДК 502.3:374.1

DOI 10.29003/m2028.0514-7468.2020_43_2/224-233

ОПЫТ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРОСВЕЩЕНИЯ В ЭКСПЕДИЦИИ «ФЛОТИЛИЯ ПЛАВУЧИХ УНИВЕРСИТЕТОВ» В ПОВОЛЖЬЕ (ПО ИТОГАМ ПОЛЕВОГО СЕЗОНА 2020 ГОДА)

А.В. Иванов, И.А. Яшков, И.П. Таранец*

Во время полевого сезона 2020 г. экспедиции «Флотилия плавучих университетов», работа которой строится по принципам «обучение через исследования» и «просвещение через исследования», реализована обширная тематическая программа экологической направленности. Работа проходила в формате основных тематических блоков: биоэкологического, геоэкологического и урбоэкологического, палеоэкологического, а также посвящённого безопасности жизнедеятельности и здоровому образу жизни. По каждому направлению воплощался учебный план – комплекс полевых лекций (на борту судна и в полевых лагерях), мастер-классов (на природных и природно-антропогенных объектах), практических занятий и лабораторных мини-практикумов. В рамках каждого мероприятия апробированы научно-методические новации, и при этом обучающейся молодежью из числа участников экспедиции и местного населения оказано существенное содействие в сборе коллекционных материалов для плановых палеоэкологических и эколого-урбанистических исследований, а также в организации межмузейных выставок.

Ключевые слова: экологическое просвещение, экспедиция «Флотилия плавучих университетов», биоэкология, геоэкология, палеоэкология, урбоэкология, безопасность жизнедеятельности, Поволжье.

Ссылка для цитирования: Иванов А.В., Яшков И.А., Таранец И.П. Опыт экологического просвещения в экспедиции «Флотилия плавучих университетов» в Поволжье (по итогам полевого сезона 2020 года) // Жизнь Земли. Т. 43, № 2. С. 224–233. DOI: 10.29003/m2028.0514-7468.2020_43_2/224-233.

Поступила 18.04.2021 / Принята к публикации 08.06.2021

* Иванов Алексей Викторович – к.г.-м.н., с.н.с. Института географии РАН, доцент кафедры природопользования и защиты окружающей среды Тамбовского государственного технического университета, yashkova@mail.ru; Яшков Иван Александрович – к.г.н., зам. директора по научной работе Музея геологии, нефти и газа, Ханты-Мансийск, zaitig@mizgeo.ru; Таранец Ирина Павловна – к.б.н., с.н.с. Музея земледелия МГУ сотрудник Экоцентра «Воробьевы горы».

ECOLOGICAL EDUCATION IN “FLOATING UNIVERSITIES” EXPEDITION IN VOLGA REGION (FIELD SEASON 2020)

A.V. Ivanov, PhD^{1,2}, I.A. Yashkov, PhD³, I.P. Taranets, PhD^{4,5}

¹Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow;

²Tamboy State Technical University, Tamboy;

³Museum of Geology, Oil and Gas, Khanty-Mansiysk;

⁴Lomonosov Moscow State University (Earth Science Museum), Moscow

⁵Ecocenter “Vorob’evy Gory”

An extensive thematic environmental program was implemented during the 2020 field season of the «floating universities» expedition. Work of the expedition is based on «learning through research» and «enlightenment through research» principles. The expedition worked through several thematic blocks: bioecological, geocological and urban-ecological, paleoecological, and one dedicated to life safety and a healthy lifestyle. Each direction has the implemented curriculum: a set of field lectures (on the shipboard and in field camps), master classes (on natural and natural-anthropogenic objects), practical classes and laboratory mini-workshops. Scientific and methodological innovations were tested within each event. At the same time, profound impact on collection samples gathering for planned paleoecological and ecological-urban researches was implemented for the youth participated in the expedition and the local population. Also, the intermuseum exhibitions organization was furnished assistance.

Keywords: ecological education, «floating universities» expedition, bioecology, geology, palaeoecology, urboecology, life safety, Volga Region.

Введение. Научно-образовательный и просветительский межрегиональный проект «Флотилия плавучих университетов» реализуется с 2015 г. на территории Поволжья, Подонья и Прикаспия. Круглогодичная работа экспедиции сочетает в себе междисциплинарные научные изыскания; «обучение через исследования» в традициях российских «плавучих университетов»; просвещение и пропаганду научных знаний среди школьников, жителей населённых пунктов, студентов и всех участников проекта по маршрутам следования. В 2020 г. работа проекта была приурочена к маршрутам Оренбургских физических экспедиций и посвящена трём знаменательным датам: 250-летию Больших академических экспедиций (1768–1774 гг.), 280-летию со дня рождения академика И.И. Лепёхина – руководителя одной из Оренбургских физических экспедиций в составе Больших академических экспедиций, и 175-летию Русского географического общества [2]. В состав экспедиции входили разные специалисты – как представители вузовской науки (Высшая школа экономики, МГУ имени М.В. Ломоносова, Российский геологоразведочный университет имени С. Орджоникидзе) и музейного сообщества (Музей геологии, нефти и газа), так и учёные из академических институтов (Институт географии РАН, Институт степи РАН (Оренбург), Палеонтологический институт РАН), а также студенты и школьники московских и саратовских учебных заведений и члены молодежных клубов Русского географического общества Сергиева Посада и Камышина. Проект предусматривал непосредственное погружение в разные тематики всех участников экспедиции с вовлечением местного населения и постоянный обмен опытом друг с другом.

Полевой формат работы с аудиторией и формы взаимодействия с участниками. Во время полевого сезона 2020 г. одной из задач была определена отработка методик

просветительской работы в режиме экспедиции, функционирующей по принципам «плавающего университета», прежде всего по экологической тематике. Апробировались разные формы работы с аудиторией: научно-просветительские лекции на борту судна (рис. 1) и в полевых лагерях, практические занятия, практикумы, полевые мастер-классы на природных и природно-антропогенных объектах.



Рис. 1. Полевая лекция И.П. Таранец по биоэкологической тематике на борту научно-исследовательского судна.

Fig. 1. Field lecture on bioecological topics by I.P. Taranets on a research vessel board.

Интерактивный формат подразумевал знакомство с иллюстративными материалами, полевыми и лабораторными образцами. Основу целевой аудитории составили студенты вузов неэкологических направлений подготовки («землеустройство и кадастры», «нефтегазовое дело»), учащиеся и педагоги средних общеобразовательных школ, члены молодёжных клубов РГО, представители местного населения. Фактически состоялась полевая молодёжная экологическая школа, включившая ряд взаимосвязанных блоков, которые можно условно определить как: а) биоэкологический, б) геоэкологический и урбоэкологический, в) палеоэкологический, г) посвящённый безопасности жизнедеятельности и здоровому образу жизни.

Биоэкологический блок состоял из теоретической части с образовательной игрой «Гидробиология с основами биоиндикации» и непосредственно практикума по гидробиологии с основами биоиндикации. Теоретическая часть реализовывалась на борту судна. В ней уделялось внимание собственно биоиндикации как методике определения качества воды с помощью живых объектов (индикаторов) и особенностям работы специалистов в этой области. Далее все участники занятия были разделены на две команды, которые получили комплекты карточек авторской образовательной игры «Кто живёт в воде». Каждой команде необходимо было сопоставить карточки с организмами и подобрать к ним ассоциации с названиями. Таким образом можно было познакомиться с основными обитателями пресных вод, а после проверки выполненного задания узнать подробнее о гидробионтах. Практическое занятие сопровождалось иллюстративным материалом (графическими и фотографическими изображени-

ями водных организмов, сюжетами об особенностях их жизнедеятельности), а также экспонатами (раковины моллюсков, шкурки стрекоз и др.).

Практикум подразумевал непосредственное участие в облове водоёма. Отбор качественных водных проб осуществлялся в черте г. Саратова на полигоне в районе Затона. В результате были обнаружены разные группы макрозообентоса (крупные водные беспозвоночные организмы более 2 мм), включая индикаторную группу – подёнки. Интересно, что во время облова реки был обнаружен моллюск *Lithoglyphus naticoides*, который относится к Понто-Азовской фауне, обитающий с плиоцена, но не встречавшийся ранее в Волге. Его проникновение в бассейн реки связывают с созданием в 1952 г. Волго-Донского канала. По результатам анализа состава отобранных проб и использования биотического индекса Вудивисса, отражающего уменьшение разнообразия фауны и характер изменения состава макрозообентоса при увеличении загрязнения [7], участниками практикума было определено качество воды, которое в месте отбора соответствовало β -мезосапробной зоне органического загрязнения – можно безопасно осуществлять купание и рыбную ловлю (рис. 2 А–С).



А



В



С

Рис. 2. Полевое практическое занятие по биоэкологии с участниками экспедиции и местным населением в районе г. Саратова, в том числе: А – отбор гидробионтов в прибрежной зоне; В – часть водной пробы с личинкой стрекозы и моллюском; С – полевое определение таксономической принадлежности обнаруженных особей – обитателей водоема.

Fig. 2. Field practical bioecology lesson on with the expedition participants and the local population near Saratov, including А – selection of hydrobionts in the coastal zone; В – some part of the water sample with a dragonfly larva and a mollusk; С – field determination of the taxonomic affiliation of the found individuals, inhabitants of the reservoir.

Геоэкологический и урбоэкологический блок открылся лекцией по опасным геопроцессам и их влиянию на эволюцию сетей поселений с борта судна в районе города Вольска. Этот полигон является одним из самых удачных в Поволжье для демонстрации конкретных объектов по данной тематике – наблюдаются оползневые процессы на разных динамических стадиях (как на участках побережья с минимальной освоенностью человеком и незначительным влиянием водохранилища, так и на урбанизированной территории), карстовые объекты, абразионные уступы, эрозионная активность. Налицо показательные примеры изменения человеком рельефа: обширные действующие и заброшенные меловые и песчаные карьеры, накопления антропогенных отложений (отвалы карьеров, скопления отходов), геохимические загрязнения углеводородами и др.

Обучающиеся были вовлечены в работы по описанию оползневых блоков и следов неотектонической активности на урбанизированной ныне территории, отбор образцов тектонобрекчий и зеркал скольжения для музейных экспозиций.

Одной из ключевых задач при взаимодействии с аудиторией являлось объяснение взаимосвязи геоморфоблокового строения местности с особенностями развития урбосистем и сетей поселений. В прибрежной зоне Волги можно показать немало примеров таких взаимоотношений вплоть до катастрофических эколого-геологических сценариев – исчезновение крупного села Аграфеновка более 100 лет назад (север Саратовской области, версия о каскаде оползней с длительным горением горючих сланцев), история крупнейшего города Золотой Орды Укека (ныне южная окраина г. Саратова; версия о гибели города под спровоцированным жителями каскадом оползней, сопровождавшихся взрывами газа) и др. Более того, выполнялась задача геоэкоософского значения, формирования геоэкологического сознания – объяснить ложность представлений (до сих пор часто господствующих в теории и практике) о «безответно мёртвом» геолого-геоморфологическом субстрате, способном выдержать любые антропогенные воздействия. Классический пример – появление техногенных землетрясений вследствие создания каскада водохранилищ прекрасно иллюстрируется при продвижении по Волге.

Урбоэкологические особенности и развитие природно-антропогенных процессов в формате урбосистем и сетей поселений демонстрировались обучающимся на нескольких полигонах. Наиболее показательным для условий малого моногорода оказался район г. Вольска, известного комплексом экологических проблем: пылевое загрязнение воздушного бассейна вследствие векового функционирования градообразующих цементных производств, отсутствие современных городских очистных сооружений, угнетённое состояние малых рек, протекающих по территории города и т. д. (рис. 3). Совершенно другая модель поселения демонстрировалась обучающимся и изучалась с их участием на примере другого полигона – небольших сёл Ахмат и Садовое Красноармейского района Саратовской области, имеющих длительную историю и проявляющих сегодня динамику сельскохозяйственно-дачного и рекреационно-пригородного развития.

Палеоэкологический практикум был организован путем привлечения студентов, школьников и местного населения к реальным палеоэкологическим исследованиям позднемеловых и палеогеновых биогеосистем на объектах в окрестностях села Смолькино Самарской области, г. Вольска (разрез «Красный Октябрь») и с. Сосновка Саратовской области. Здесь были организованы лекции и мастер-классы по изучению конкретных ориктоценозов и методикам палеоэкологических и тафономи-



Рис. 3. Антропогенное загрязнение акватории р. Малыковка (центр г. Вольска Саратовской области).

Fig. 3. Anthropogenic pollution of the Malykovka River (the center of Volsk, Saratov oblast).

ческих полевых наблюдений, реконструкций биоценозов геологического прошлого. Участники осваивали элементарные навыки палеоэкологического анализа – извлекали из определённого объёма конкретного слоя отложений комплекс ископаемых остатков, пытались воссоздать систематический состав обитателей палеоэкосистемы, оценить долевое соотношение таксонов, выявить непредставленные фоссилиями таксоны, понять экологические взаимосвязи и взаимоотношения организмов и, наконец, представить гипотетический вариант трофической сети как каркаса древнего биоценоза.

С помощью обучающихся были изучены конкретные объекты геонаследия, отобраны серии образцов для плановых палеоэкологических исследований и специальные артефакты для межмузейных выставок по эволюции экосистем (в частности, для готовящейся выставки «Древние Лукоморья» в Музее геологии, нефти и газа г. Ханты-Мансийска), а также развития просветительской работы в Экоцентре МГУ (рис. 4 А–В).

Особо ценный опыт был получен в процессе полевого маршрута по территории Самарской области, в частности, в районе ООПТ «Рачейские скалы». Наблюдаемые особенности формы массивных прокремнёных геологических тел размером в сотни метров, наличие системы субвертикальных каналов и др. позволяют предполагать значительную роль в формировании объекта процессов флюидоразгрузки в прибрежной зоне эпиконтинентального морского бассейна палеогенового времени посреди островных архипелагов с обильными флористическими сообществами, местонахождения остатков которых также изучены участниками экспедиции (рис. 5). Вероятно, в районе исследований имело место функционирование биogeосистем по принципам «серых курильщиков», как показано для аналогичных объектов Волгоградской области [5]. В процессе знакомства с ООПТ и палеоэкологического мастер-класса ученики вузов и школ, члены молодежных клубов РГО были вовлечены в научное исследование: комплексное описание и опробование скального массива на геохимический ана-

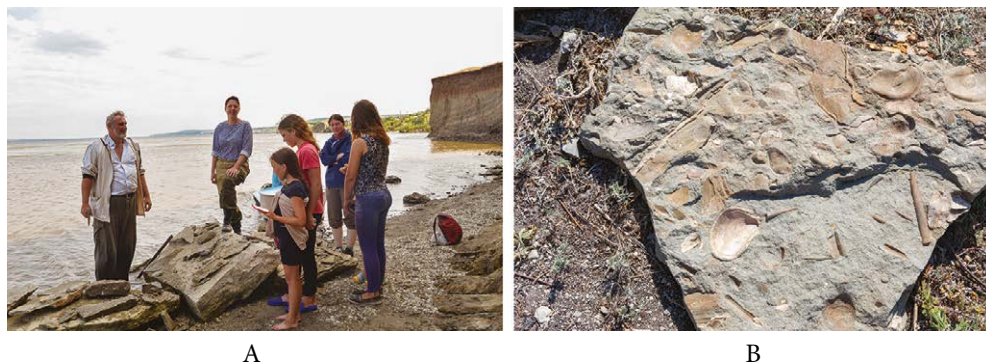


Рис. 4. Реализация просветительских мероприятий по палеоэкологической тематике: А – мастер-класс с местным населением на обнажении верхнемеловых отложений в районе села Со-сновка Красноармейского района Саратовской области; В – изученный ориктоценоз – совокупность остатков обитателей эпиконтинентального позднемелового (сеноман) морского бассейна (образец отобран для экспонирования в Музее землеведения МГУ).

Fig. 4. Enlightenment paleoecology events realization: А – the master class for the local population on the outcrop of Upper Cretaceous sediments near the Sosnovka village in the Krasnoarmeysky district, Saratov oblast; В – the studied oryctocoenosis as a collection of inhabitant reliquiaes of the epicontinental Late Cretaceous (Cenomanian) marine basin (sampling for exposition in the Earth Science Museum at Lomonosov Moscow State University).



Рис. 5. Палеоэкологические и палеогеографические исследования природного объекта «Рачейские скалы» в Самарской области.

Fig. 5. Paleoecological and paleogeographic studies of the Rachejskie skaly natural object in the Samara oblast.

лиз, а также отбор образцов для Музея землеведения МГУ, Музея геологии, нефти и газа г. Ханты-Мансийска.

Блок, посвящённый безопасности жизнедеятельности и здоровому образу жизни, включал в себя две основные темы: «Экология бывает разная» и «Курение:

персональная форма загрязнения воздуха». По первой теме в формате беседы посредством конкретных примеров была показана многогранность экологической теории и практики. Были затронуты такие показательные примеры, как влияние на организмы и природные среды Е-добавок, меламиновых изделий (посуды), проблематика сортировки и переработки отходов и др. Одной из задач всего цикла эколого-просветительских действий, в особенности во время преподавания этой темы, явилось объяснение междисциплинарного характера экологических исследований и проблем с наглядной демонстрацией взаимосвязи между разнообразными научными направлениями экологического цикла (медицинской, химической, промышленной экологией, природопользованием, обеспечением здоровья человека и охраной окружающей среды) при решении практических вопросов. На всём протяжении занятий задействовались многочисленные наглядные пособия как непосредственно из подручных средств, так и заранее заготовленные (посуда, образцы упаковки продуктов, потенциально опасные антиперспиранты, товары народного потребления, созданные путём переработки отходов и др.), что очень оживляло лекцию и способствовало пониманию данной темы.

Тема «Курение: персональная форма загрязнения воздуха» также преподносилась участникам в формате беседы и состояла из трёх частей – теоретической, лабораторно-прикладной (с демонстрацией опыта) и объяснением последствий от этой вредной привычки. В первой части были подробно рассмотрены мифы о курении, причины первоначального интереса и закрепления привычки, опасные химические особенности от сигаретного дыма. Как известно, в нём находится более 4000 различных компонентов (никотин, углекислый газ, аммиак, цианид, синильная кислота, формальдегид, бенз(а)пирен, бензол, различные смолы, полоний, свинец, радиоактивные вещества и др.) – следовательно, сигарету можно рассматривать как уникальную химическую фабрику в миниатюре [1]. Кроме того, учитывая массовость этой вредной привычки, можно считать, что курение является персональной формой загрязнения воздуха. Причём использование получивших ныне распространение электронных сигарет не сглаживает ситуацию. Особо подчеркивалось, что при непосредственном вдыхании паров от электронной сигареты при электронном ударе происходит выделение большой концентрации такого канцерогенного вещества, как формальдегид, который поступает как собственно в организм курящего, так и находящегося рядом пассивного курильщика. Пояснилось, что продуцируемые вредные вещества способны оседать и впитываться в различные поверхности. Далее демонстрировался простейший, но наглядный опыт. В прозрачный стакан с водой и губкой (имитация лёгких человека) помещалась периодически небольшими порциями чёрная краска. Через несколько минут (воплощение для аудитории долгих лет курения) наблюдалось существенное потемнение стакана, а губка вбирала в себя краску, которая сложно вымывалась. Параллельно демонстрировался яркий иллюстративный материал (фотографии лёгких человека со следами многолетнего курения в сравнении с изображениями здоровых органов).

Заключение. Помимо работы по охарактеризованным выше тематическим блокам в процессе экспедиции постоянно осуществлялось взаимодействие с другими проектами «Флотилии плавающих университетов». Была организована традиционная экологическая акция «Чистый берег» под эгидой Неправительственного экологического фонда имени В.И. Вернадского.

Организаторами проекта «Плавающий университет академика И.И. Лепёхина» [4] прочитаны лекции по истории Больших академических экспедиций (1768–74), их

роли в изучении региона и накоплении первоначального эмпирического материала, который по сей день осмысливается, в т. ч. с позиций экологических наук. Как известно, маршрут отряда И.И. Лепёхина пролегал с юга Самарской области до с. Ахмат Саратовской области по Волге (причём от Сызрани до Саратова осуществлялся сплав с использованием маломерного судна), что позволило конкретизировать и иллюстрировать лекции на конкретных объектах, описанных в трудах экспедиции [6]. Урбоэкологические и социально-экологические наблюдения в поселениях осуществлялись согласно плану проектов «Плавучая кафедра эволюционной урбанистики ЮНЕСКО» и «Плавучий геоэколога-социологический центр». Отобранные в процессе полевых работ палеоэкологические образцы и урбанистические артефакты будут задействованы при пополнении фондов и организации межмузейных выставок (ближайшие из них – посвящённая деятельности отряда И.И. Лепёхина с центральной площадкой в Музее землеведения МГУ, Москва и «Древние Лукоморья» с центральной площадкой в Музее геологии, нефти и газа, Ханты-Мансийск) согласно задачам проекта «Плавучий мобильно-сетевой научно-музейный центр» [3].

Благодарности. Авторы благодарны за поддержку организации научно-просветительской экспедиции «Флотилия плавучих университетов» и полевых работ в 2020 г. Президенту СГТУ имени Ю.А. Гагарина, профессору Д.Ф. Аяцкову и партнёрам: Ассоциации «Объединённый университет имени В.И. Вернадского» и лично её Президенту, профессору РАН М.Н. Краснянскому; Неправительственному экологическому фонду имени В.И. Вернадского и лично его генеральному директору О.В. Пляминой; Музею землеведения МГУ имени М.В. Ломоносова и лично его директору, профессору А.В. Смурову и заведующему сектором музейно-методической работы и фондов, профессору В.В. Снакину; начальнику управления обеспечения безопасности жизнедеятельности населения Правительства Саратовской области Ю.С. Юрину.

Авторы благодарят Е.Г. Романову за помощь в организации полевых работ, а также А. Попова, М. Игнатову, Е. Федотову и Е. Григорьеву за фотохудожественное сопровождение экспедиции.

Статья подготовлена по теме государственного задания Института географии РАН № 0148-2019-0007 «Оценка физико-географических, гидрологических и биотических изменений окружающей среды и их последствий для создания основ устойчивого природопользования» в рамках реализации государственной программы Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Культурное пространство на 2019–2025 гг. и на период до 2030 года» и плана развития Музея геологии, нефти и газа на 2020 и 2021 гг.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александров А.А., Котова М.Б., Климович В.Ю. Ваш ребёнок курит? М.: Эксмо, 2011. 256 с.
2. Иванов А.В., Яшков И.А. Научно-просветительская экспедиция «Флотилия плавучих университетов». Поволжье. Подонье. Прикаспий. 2015–2020. Иллюстрированный дайджест. М.: 2020. 64 с.
3. Иванов А.В., Яшков И.А., Снакин В.В., Новиков И.В., Дорожко Т.В. «Плавучий мобильно-сетевой научно-музейный центр»: принципы функционирования и перспективы развития // Наука в вузовском музее. Мат-лы ежегодной Всерос. науч. конф. с международным участием. М.: МГУ–МАКС Пресс, 2020. С. 71–74.
4. Иванов А.В., Яшков И.А., Снакин В.В., Новиков И.В., Ульяхин А.В., Дорожко Т.В. «Маршрутами Оренбургской физической экспедиции И.И. Лепехина по Поволжью и Приуралья в музейном пространстве» – проект выставки к 280-летию со дня рождения выдающегося

учёного и путешественника // Наука в вузовском музее. Мат-лы ежегодной Всерос. науч. конф. с международным участием. М.: МГУ–МАКС Пресс, 2020. С. 68–70.

5. Паничев А.М., Иванов А.В., Чекрызов И.Ю., Яшков И.А., Иванов В.В. Геохимические особенности кремнистых и кремнисто-карбонатных метасоматитов в меловых и палеогеновых отложениях Нижнего Поволжья // Жизнь Земли. 2021. Т. 43, № 1. С. 4–19.

6. Полное собрание учёных путешествий по России, издаваемое Императорскою Академией Наук, по предложению её президента. Т. 3. Записки путешествия академика Лепехина. СПб: Императорская Академия Наук, 1821. 554 с.

7. Чертопруд М.В., Чертопруд Е.С. Краткий определитель беспозвоночных пресных вод центра Европейской России. М.: МАКС Пресс, 2003. 196 с.

REFERENCES

1. Aleksandrov A.A., Kotova M.B., Klimovich V.Yu. *Does your child smoke?* 256 p. (Moscow: Eksmo, 2011) (in Russian).

2. Ivanov A.V., Yashkov I.A. Scientific and Educational expedition “The Flotilla of Floating Universities”. Volga Region. Don Region. Pre-Caspian. 2015–2020. *Illustrated Digest*. 64 p. (Moscow, 2020) (in Russian).

3. Ivanov A.V., Yashkov I.A., Snakin V.V., Novikov I.V., Dorozhko T.V. “Floating mobile-network scientific-museum centrum”: principles of functions and perspective of development. *Science in the University museum: Materials of the Annual All-Russian Sci. Conf.* P. 71–74 (Moscow: MAKS Press, 2020) (in Russian).

4. Ivanov A.V., Yashkov I.A., Snakin V.V., Novikov I.V., Uliakhin A.V., Dorozhko T.V. “The routes of the “Orenburg” “physical” expedition of Ivan I. Lepyokhin in Volga and Cis-Urals regions in museum space”: the exhibition project to the 280th anniversary of the outstanding scientist and traveler. *Science in the University museum: Materials of the Annual All-Russian Sci. Conf.* P. 68–70 (Moscow: MAKS Press, 2020) (in Russian).

5. Panichev A.M., Ivanov A.V., Chekryzhov I.Yu., Yashkov I.A., Ivanov V.V. Geochemical Features of silicy and silicy-carbonate metasomatites in Cretaceous and Paleogene Deposits in Lower Volga Region. *Zhizn' Zemli* [The Life of the Earth]. 1, 4–19 (2021) (in Russian).

6. The complete collection of scientific travels in Russia, published by the Imperial Academy of Sciences, at the suggestion of its president. Vol. 3. *Notes of the journey of Academician Lepekhin*. 554 p. (St. Petersburg: Imperial Academy of Sciences, 1821) (in Russian).

7. Tchertoprud M.V., Tchertoprud E.S. *A brief identification guide of invertebrate fresh waters of the center of European Russia*. 196 p. (Moscow: MAKS Press, 2003) (in Russian).

ВЕСТИ ИЗ МУЗЕЕВ

УДК 069:551.24.01

DOI 10.29003/m2029.0514-7468.2020_43_2/234-247

ВУЛКАНЫ ГОРЯЧИХ ТОЧЕК (НОВАЯ ВЫСТАВКА В МУЗЕЕ ЗЕМЛЕВЕДЕНИЯ МГУ)

Е.П. Дубинин, Ю.И. Галушкин, **К.А. Скрипко**,
Л.Д. Семёнова, А.Н. Филаретова*

Новая выставка размещена в зале 5 «Геотектоника» Музея землеведения МГУ и посвящена актуальной проблеме – вулканическим проявлениям в районах горячих точек. Среди большого количества действующих вулканов на нашей планете значительное место занимают вулканы, связанные с деятельностью горячих точек и мантийных плюмов, которые характеризуются извержением огромного количества пирокластического материала (Гавайи, Йелоустон) и нередко формируют крупные магматические провинции (Восточная Сибирь, Кергелен, Декан, Исландия). На выставке представлены геологические образцы из фондов и сборов сотрудников Музея, характерные для вулканов горячих точек из разных районов мира.

Ключевые слова: горячие точки, мантийные плюмы, вулканизм, музейная экспозиция.

Ссылка для цитирования: Дубинин Е.П., Галушкин Ю.И., Скрипко К.А., Семёнова Л.Д., Филаретова А.Н. Вулканы горячих точек (новая выставка в Музее землеведения МГУ) // Жизнь Земли. 2021. Т. 43, № 2. С. 234–247. DOI: 10.29003/m2029.0514-7468.2020_43_2/234-247.

Поступила 14.05.2021 / Принята к публикации 08.06.2021

HOT SPOT VOLCANOES (NEW EXHIBITION AT THE EARTH SCIENCE MUSEUM AT MOSCOW STATE UNIVERSITY)

E.P. Dubinin, Yu.I. Galushkin, **K.A. Skripko**, L.D. Semenova, A.N. Filaretova
Lomonosov Moscow State University (Earth Science Museum)

The new exhibition is located in Hall 5 «Geotectonics» in the Earth Science Museum at Moscow State University and devoted to an urgent problem of volcanic manifestations

* Дубинин Евгений Павлович – д.г.-м.н., зав. сектором геодинамики, edubinin08@rambler.ru; Галушкин Юрий Иванович – д.ф.-м.н., вед.н.с., yu_gal@mail.ru; Скрипко Константин Андреевич – н.с.; Семёнова Лариса Дмитриевна – инж., semenlarisa.mse@mail.ru; Филаретова Анна Николаевна – вед. инж., annaf32@yandex.ru; Музей землеведения МГУ.

in areas of hot spots. Among the large number of active volcanoes on our planet, a significant place is occupied by volcanoes of hot spots and mantle plumes, which are characterized by the eruption of a huge amount of pyroclastic material (Hawaii, Yellowstone) and often form large igneous provinces (Eastern Siberia, Kerguelen, Deccan, Iceland). The exhibition presents geological samples from the funds and collections of the museum staff. All samples are characteristic of hot spot volcanoes and mantle plumes from different regions of the world.

Keywords: hot spots, mantle plumes, volcanism, museum exhibition.

Введение. Вулканы, приуроченные к горячим точкам, широко распространены в пределах континентальной и океанической литосферы. Они отличаются большим разнообразием своей морфологической выраженности и характера извержений в зависимости от геодинамической обстановки. До сих пор остаются неясными условия образования и закономерности географического распределения горячих точек и плюмов, что придаёт особую актуальность анализу их связи с особенностями проявления вулканизма. Проблема вулканов, приуроченных к горячим точкам и мантийным плюмам, посвящена временная выставка, расположенная в зале 5 «Геотектоника» Музея землеведения (рис. 1).

Экспозиция разделена на 4 блока. В первом блоке представлены теоретические основы концепции горячих точек, их распределение и связь с глубинными процессами. Во втором блоке рассмотрены крупные магматические провинции, с которыми связаны гигантские по объёму извержения. Третий блок иллюстрирует аномальные



Рис. 1. Общий вид выставки.
Fig. 1. General view of the exhibition.

вулканические проявления во внутриплитных областях. И, наконец, в четвёртом блоке рассмотрены вулканы, расположенные вблизи срединно-океанических хребтов (СОХ). Геологические образцы из разных районов мира размещены в соответствующих разделах выставки.

Горячие точки, их распределение и связь с глубинными процессами. Концепция «горячих точек» и «мантийных плюмов» сформировалась на заре становления тектоники литосферных плит в 1960–70-х гг. прошлого столетия, когда были сформулированы её основные положения. Согласно этой теории, большинство действующих вулканов, как и большинство сейсмических событий, приурочено к границам литосферных плит, т. е. к тем местам, где плиты либо раздвигаются, формируя новые участки земной коры в зонах СОХ и континентального рифтогенеза, либо сталкиваются, пододвигаясь одна под другую в зонах субдукции и коллизии. Однако стройную логику этой теории нарушало то обстоятельство, что некоторые вулканы находились вдали от границ плит. Впервые на это обратил внимание канадский геофизик Дж. Тузо Уилсон, который высказал предположение, что образование цепи Гавайских островов произошло в результате медленного движения Тихоокеанской плиты над «горячей точкой» – восходящей струёй разогретого вещества, положение которой в пространстве не менялось в течение нескольких десятков миллионов лет [12].

Эта идея была развита Уильямом Джейсоном Морганом в виде концепции «мантийных плюмов» (или струй). Мантийные плюмы он определил, как пространственно зафиксированные вертикальные потоки горячего лёгкого мантийного вещества, поднимающегося в виде «колонн» из глубин нижней мантии и даже с границы ядро-мантия (слой D") до подошвы литосферы, у которой происходит его горизонтальное растекание, вызывающее появление напряжений в основании литосферных плит [9]. Диаметр таких «колонн» составляет первые сотни км, а скорость подъёма вещества в них достигает первых м/год.

Эти струи выявляются методами сейсмической томографии как зоны пониженных скоростей поперечных сейсмических волн (рис. 2). Формирование таких плюмов может быть связано с реакцией на обрушение при субдукции холодных слэбов в нижнюю мантию до границы с ядром, от которой отделяются, а затем поднимаются тонкие струи разогретого материала – плюмов.

По пути подъёма к поверхности мантийные плюмы вызывают плавление пород верхней мантии, а затем и пород подкорковой мантии и земной коры. Предполагают, что эти аномальные участки в верхней мантии существуют стабильно в течение по меньшей мере десятков миллионов лет, и за это время положение их в пространстве не меняется, в то время как расположенные над ними блоки литосферы перемещаются (рис. 3).

Плюмы порождают купола диаметром до 1000 км и более (суперплюмы), центральные участки которых возвышаются на 1–2 км над окружающей местностью. На обширном пространстве проявления плюма могут действовать несколько локальных проявлений мантийных струй, формирующих горячие точки (рис. 4).

Поэтому горячие точки могут быть определены как участки земной поверхности с необычно высокой вулканической активностью в настоящее время или проявлявшейся в прошлом, имеющие глубинный источник, как правило, в пределах верхней мантии, где температура выше средней на этой глубине (см. рис. 2).

Время жизни горячих точек и мантийных плюмов варьирует в широких пределах. Есть плюмы короткоживущие (5–30 млн лет) – Тунгусский плюм, серия плюмов в Тихом океане – Онтонг-Джава, Манихики и др., и долгоживущие (десяtkи млн лет) – Гавайская > 75, Кергелен – 120, Парана-Этендека-Тристан – Гоф ≈ 133, Реюньон ≈ 65 млн лет.

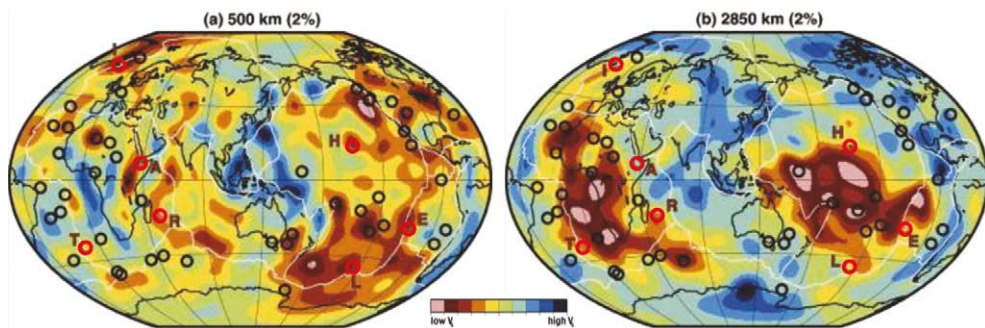


Рис. 2. Томографические модели скоростей поперечных волн (V_s) для глубин 500 км (граница верхней и переходной мантии) и 2850 км (подошва нижней мантии) [10] и наложенные на них 49 горячих точек (чёрные кружки). Цветом обозначены значения отклонений от средней скорости на данной глубине от -2% (красный цвет) до +2% (синий цвет). Семь «первичных» горячих точек, мантийные плюмы которых, по мнению [5], зарождаются на границе ядра и мантии, обозначены красными кружками: А – Афар, Е – Истер, Н – Гавайи, I – Исландия, L – Луисвилл, R – Реюньон, Т – Тристан).

Fig. 2. Tomographic models of shear wave velocities (V_s) for depths of 500 km (boundary of the upper and transitional mantle) and 2850 km (base of the lower mantle) [10] and 49 hot spots (black circles) superimposed on them. The color indicates the deviations from the average speed at a given depth from -2% (red) to +2% (blue). Seven “primary” hotspots, mantle plumes of which, according to Courtillot et al. [5], originate at the boundary of the core and mantle indicated by red circles: A – Afar, E – Easter, H – Hawaii, I – Iceland, L – Louisville, R – Reunion, T – Tristan.

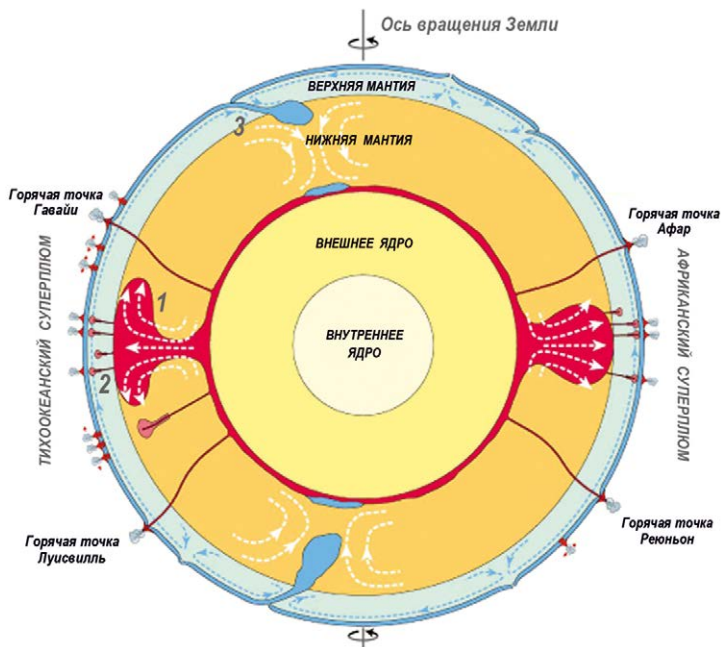


Рис. 3. Модель внутреннего строения Земли, иллюстрирующая три типа мантийных плюмов [5]: 1 – мантийные плюмы, 2 – обширные магматические очаги, 3 – погружение в мантию холодных блоков литосферы с океанической корой.

Fig. 3. Model of the Earth's internal structure illustrating three types of mantle plumes [5]: 1 – Mantle plumes, 2 – extensive magma chambers, 3 – immersion into the mantle of cold blocks of the lithosphere with oceanic crust.

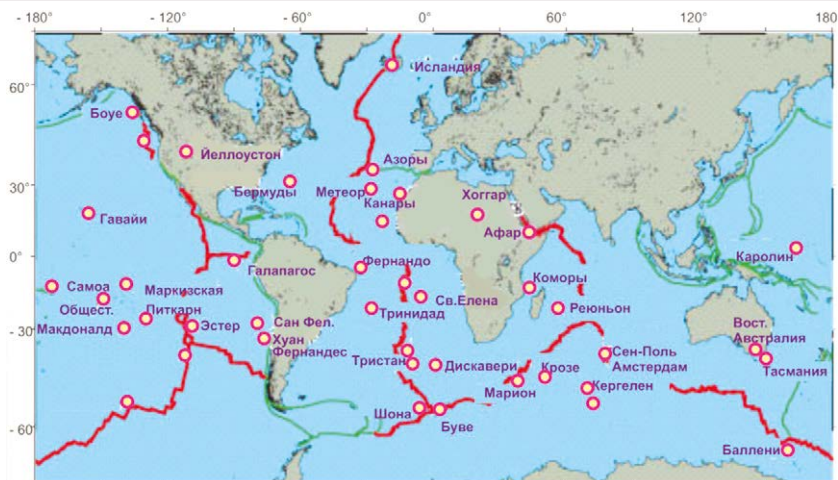


Рис. 4. Распределение горячих точек [7].

Fig. 4. Hotspot distribution [7].

Крупные магматические провинции. Наиболее мощные магматические проявления плюмовой активности сформировали крупные магматические провинции (КМП), образованные изверженными породами, по площади $> 0,1$ млн км², с объёмами $> 0,1$ млн км³, продолжительностью активной магматической деятельности десятки млн лет (рис. 5). Как правило, эти внутриплитные образования характеризуются магматическими импульсами (~1–5 млн лет), в течение которых изливается и внедряется большая часть (> 75 %) всех магматических пород, формируя характерные трапповые провинции.

Траппы (от швед. *trappa* – лестница), трапповый магматизм – особый тип континентального магматизма, для которого характерен огромный объём излияния базальтовой магмы на больших территориях (трапповые провинции) за геологически короткое время (первые миллионы лет) (провинции Восточной Сибири, Декан, Пара-

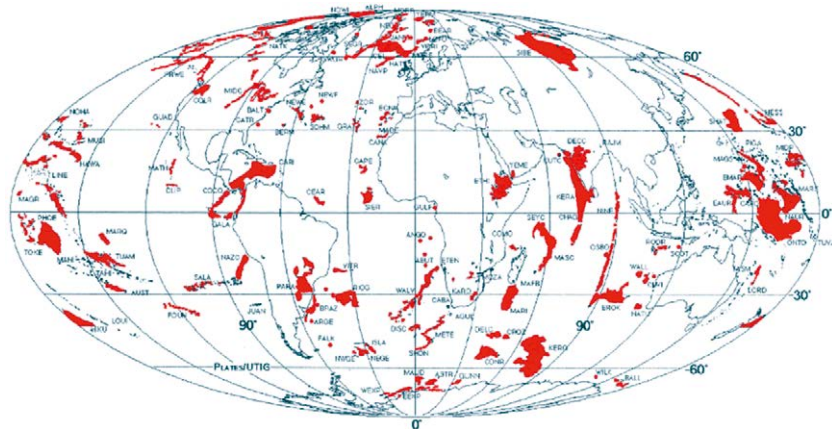


Рис. 5. Крупные магматические провинции [4].

Fig. 5. Large igneous provinces [4].

на-Этендека, Афар). На океанической коре аналогом траппов являются океанические плато (Кергелен, Онтонг-Джава).

Сибирские траппы – одна из самых крупных трапповых провинций мира. Она расположена на Восточно-Сибирской платформе. Максимальные излияния происходили на границе пермского и триасового периодов, около 252 млн лет назад. В этот же период произошло крупнейшее (пермь-триасовое, т. н. «великое») вымирание видов в истории Земли.

В пределах этой магматической провинции расположено трапповое плато Путорана – второе в мире по величине после плато Декан в Индии. Площадь плато Путорана ≈ 250 тыс. км².

В пределах трапповой провинции в Хунгтукунском массиве обнаружено крупнейшее проявление самородного железа в виде вкрапленных и сплошных руд. Оно приурочено к моноклиальной части северо-западного крыла Анабарской антеклизы. Площадь массива 900 км². Образцы базальтов нижнетриасового возраста, в т. ч. с самородным железом, представлены на выставке (рис. 6).



Рис. 6. Образец на выставке: долерит с самородным железом: Средне-Сибирская трапповая формация, п-ов Таймыр, плато Путорана, Хунгтукунский массив. Сборы М.А. Богомолова, 2004 г.

Fig. 6. Sample at the exhibition: dolerite with native iron; Central Siberian trap formation: Taimyr Peninsula, Putorana plateau, Khungtukun massif. Collection of M.A. Bogomolov, 2004.

Траппы плато Декан – крупная магматическая провинция, расположенная на плоскогорье Декан (п-ов Индостан). Магматическая провинция сложена базальтовыми покровами мощностью более 2 км. Общая площадь траппов составляет около 500 тыс. км². Деканские траппы сформировались в конце мелового периода между 68 и 60 млн лет назад. Основная часть вулканических извержений произошла в районе Западных Гат (недалеко от Мумбаи, Индия) около 65 млн лет назад. Эта серия извержений, возможно, длилась в общей сложности менее 30 тыс. лет.

Фарерский архипелаг, входящий в состав Северо-Атлантической крупной магматической провинции, располагается между Шотландией (Шетландскими островами) и Исландией. Он включает в себя 18 крупных островов высотой до 882 м и множество мелких островков и скал, сформированных в результате базальтовых извержений (лавы и туфы) в кайнозойскую эру.

Помимо крупных магматических провинций, сопровождаемых в выставочной экспозиции натурными образцами горных пород, следует отметить ещё такие магма-

тические провинции, как Кергелен в Индийском океане, Онтонг-Джава и поднятие Шацкого в Тихом океане, Афар в северо-восточной Африке.

Горячие точки и мантийные плюмы могут находиться как на границах литосферных плит или вблизи от границ, так и на значительном удалении от них, в центральной части плиты (см. рис. 4). Положение горячих точек не зависит ни от тектонической обстановки, ни от типа земной коры, ни от возраста и толщины литосферы. Например, Гавайская горячая точка располагается в центре Тихоокеанской литосферной плиты, вдали от её границ, на тонкой океанической коре, а горячая точка Йеллоустон, с которой связана цепочка кальдер в пределах североамериканского материка, – на толстой земной коре континентального типа, и, наконец, Исландская горячая точка находится на Срединно-Атлантическом хребте (САХ), на границе двух раздвигающихся литосферных плит – Североамериканской и Евразийской.

Вулканы внутриплитных горячих точек. Наиболее загадочными проявлениями вулканизма являются вулканы, не приуроченные к границам плит, а расположенные внутри этих плит.

Как правило, магматические расплавы, возникшие в глубинах Земли и извергнутые на поверхность суши или на дно океана, формируют цепочки вулканов, лавовые плато и хребты или цепи взрывных котловин (кальдер), пространственное расположение которых и возраст слагающих их магматических пород позволяют восстановить направление и скорость движения литосферной плиты относительно горячей точки, которую считают неподвижной (рис. 7).

Гавайско-Императорская цепь вулканических островов и подводных гор является наиболее ярким и наиболее изученным примером следа перемещения литосферной плиты над горячей точкой. Эта вулканическая цепь, протянувшаяся почти на

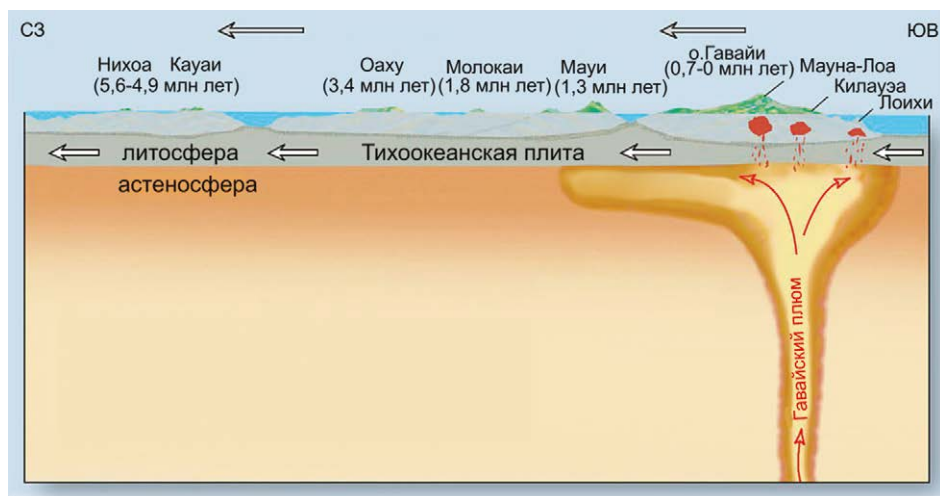


Рис. 7. Цепь вулканических гор, сформированных по мере движения Тихоокеанской плиты над Гавайским плюмом. По мере удаления от плюма возраст вулканов увеличивается (по Joel E. Robinson, USGS, in «This Dynamic Planet» map of Simkin and others, 2006).

Fig. 7. Chain of volcanic mountains formed as the Pacific plate moves over the Hawaiian plume. As the distance from the plume increases, the age of the volcanoes gradually becomes older (Joel E. Robinson, USGS, in «This Dynamic Planet» map of Simkin and others, 2006).

6000 км через северную часть Тихого океана, состоит как минимум из 107 отдельных вулканов с общим объёмом извергнутого материала около 1 млн км³ [1]. В пределах цепи наблюдается увеличение возраста вулканов от юго-восточного фланга, где находятся ещё активные вулканы Мауна-Лоа, Килауэа и Лоихи, и до вулканов с возрастом 80–75 млн лет на северо-западном окончании, близ сочленения Курило-Камчатского и Алеутского глубоководных желобов (рис. 7).

В течение последних ≈40 млн лет Тихоокеанская плита перемещается в северо-западном направлении, и в этом направлении вытянута цепочка островов и подводных гор Гавайского хребта. Цепь подводных гор Императорского хребта вытянута на север (рис. 9). Изгиб между Гавайской и Императорской цепями связан с тем, что 43,1±1,4 млн лет назад изменилось направление движения Тихоокеанской плиты [3], что связано с перестройкой океанических спрединговых центров и началом субдукции в западной части Тихого океана.

Вулканы Гавайско-Императорской цепи зарождались на дне океана, глубина которого к северу и к югу от Гавайского хребта составляет 5100–5700 м. Когда литосферная плита попадала в область влияния горячей точки, где температура была выше, чем в соседних участках мантии, тепловой поток увеличивался, и вследствие нагрева вышерасположенных пород океанической литосферы (земной коры и подкоровой мантии) над горячей точкой постепенно выросло поднятие, высота которого над окружающими участками дна достигало 1–1,2 км. Растяжение литосферы в своде этого поднятия и возникающие при этом ослабленные зоны и трещины облегчали прорыв сформировавшихся на глубине магматических расплавов к поверхности. Прорываясь к поверхности, магма создаёт вулканы. Каждый отдельный вулкан извергается в течение нескольких сотен тысяч лет, пока движение литосферной плиты не унесёт его от питающей его восходящей струи магмы.

Выплавление магмы на различных глубинах – в мантии и в пределах океанической коры – обусловило излияние из вулканов Гавайско-Императорского хребта двух серий лав: щёлочнобазальтовой (гавайиты, муджиериты) и низкокальцевой, толеитовой. Для обеих серий характерны спокойные излияния лавы, отсутствие эксплозивных извержений. Базальтовая лава, раз за разом изливавшаяся на дно океана, постепенно формировала подводную гору, высота которой в течение ста и/или более тысяч лет увеличивалась. Затем вершина вулкана достигала поверхности, и начинал формироваться и расти в размерах остров, сложенный продуктами вулканических извержений.

На основании данных о возрасте вулканических пород и о расстояниях от горячей точки возможно оценить среднюю скорость перемещения литосферной плиты за выбранный период времени, а также колебания скорости в течение различных этапов этого периода. Так, по оценке Дэвида Клага и Брента Далримпла, темпы распространения волны вулканической активности для Гавайской цепи составляют 9,2±0,3 см/год, для Императорской цепи – 7,2±1,1 см/год. Средняя скорость перемещения Тихоокеанской плиты относительно горячей точки за время формирования обеих вулканических цепей ими оценена в 8,6±0,2 см/год [3].

Подобный излом, связанный с изменением направления движения Тихоокеанской литосферной плиты, имеют и другие цепи вулканических островов и подводных гор, связанных с горячими точками. Императорская цепь подводных гор и другие цепочки в бассейне Тихого океана, вытянутые приблизительно в северном направлении, сформировались в период между 80 и 43 млн лет, когда Тихоокеанская плита вращалась по часовой стрелке вокруг полюса, расположенного около 17°N, 107°W (рис. 8) [2].

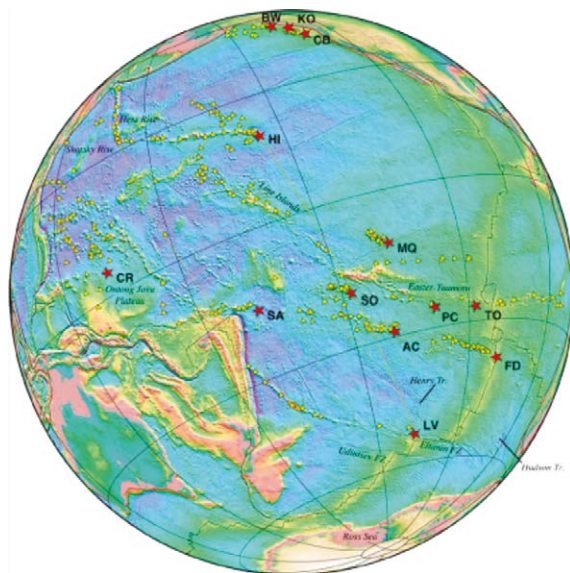


Рис. 8. Цепочки вулканических подводных гор – следы горячих точек в Тихом океане [11]: HI – Гавайская, LV – Луисвилль, FD – Фаундейшн, CR – Каролинская, CB – Кобб, MQ – Маркизская, SA – Самоа, KO – Кодиак, BW – Бове, SO – Содружества, TO – Туамоту.

Fig. 8. Chains of volcanic seamounts are traces of hotspots in the Pacific Ocean[11]: HI – Hawaiian, LV – Louisville, FD – Foundation, CR – Carolina, CB – Cobb, MQ – Marquesas, SA – Samoa, KO – Codiak, BW – Beauvais, SO – Commonwealth, TO – Tuamotu.

На выставке представлены образцы продуктов извержения гавайских вулканов, включающие вулканические бомбы, лавы разной морфологии, «слёзы Пеле» – капли и шарики застывшей лавы, результат охлаждения брызг лавы на ветру, «волосы Пеле» – результат вытягивания брызг лавы в волокна на ветру, «водоросли Пеле» – результат охлаждения стенок пузырей лавы, образующихся при втекании потока лавы в океан.

Архипелаг Канарских вулканических островов расположен в Атлантическом океане, к западу от побережья Марокко. Высшая точка архипелага – вулкан Тейде (3718 м) на о. Тенерифе. Примерно 150 тыс. лет назад произошло сильное взрывное извержение, образовавшее кальдеру Лас-Каньядас на высоте 2000 м. Размер кальдеры примерно 16×9 км, внутренние стены её южной стороны поднимаются почти вертикально на 600 м. Вулкан Тейде (3718 м) и его дочерний стратовулкан Пико-Вьехо (3134 м), расположенные в северной части кальдеры, возникли в результате более поздних извержений. Последнее извержение Тейде произошло в 1909 г.

Примером проявления внутриплитного вулканизма в Индийском океане является действующий щитовой **вулкан Питон-де-ла-Фурнез**, расположенный на о. Реюньон (Маскаренские острова) и связанный с одноимённой горячей точкой. Вулкан высотой 2632 м расположен на территории национального парка «Реюньон». В настоящее время Питон-де-ла-Фурнез – один из наиболее активных вулканов нашей планеты. Начиная с XVII века было зафиксировано более 150 его извержений, большинство из которых происходило по гавайскому типу – с излиянием и фонтанированием лавы через побочные кратеры. Вулкан образовался более 530 тыс. лет назад, его кальдера

имеет диаметр около 8 км; за всё время существования она разрушалась три раза – 250, 65 и 5 тыс. лет назад.

Уникальным примером функционирования горячей точки под континентальной корой является **супервулкан Йеллоустон** на западе США. Здесь базальтовый расплав, возникший в мантии, надолго задерживается в менее плотных породах континентальной коры, которые нагреваются им и плавятся с образованием риолитовой магмы (рис. 9).

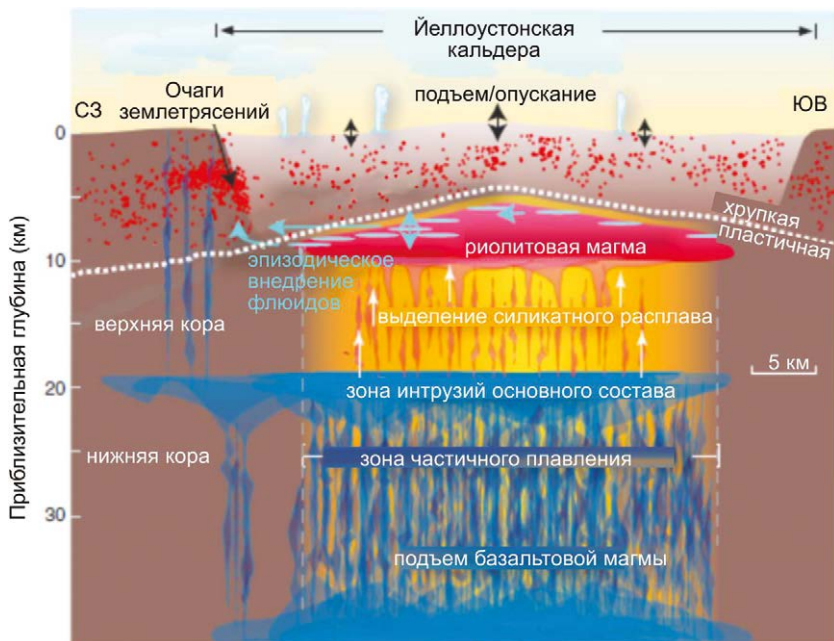


Рис. 9. Схематический разрез магматической системы в районе Йеллоустонской кальдеры [8]. Красными точками показаны очаги землетрясений.

Fig. 9. Schematic section of magmatic system in the Yellowstone Caldera region [8]. Earthquakes areas are shown with red dots.

Риолитовый расплав из-за более высокой вязкости и содержания в нём газов инициирует сильнейшие эксплозивные извержения. Несколько мощных взрывов в течение последних 16–17 млн лет привели к формированию на западе США цепочки кальдер, возраст которых закономерно увеличивается в западном направлении. При этом были извергнуты гигантские объёмы риолитовой магмы: 2,1 млн лет назад – 2500 км³, 630 тыс. лет назад – >1000 км³.

В периоды между кальдерообразующими взрывами на протяжении многих тысяч лет происходили более слабые извержения, преимущественно излияния риолитовых лавовых потоков, которые частично заполнили эти кальдеры. Со времени самого последнего кальдерообразующего извержения, 630 тыс. лет назад, произошло около 80 таких извержений. Последнее вулканическое извержение в Йеллоустоне – излияние потока лавы на плато Питчстоун – произошло 70 тыс. лет назад. Цепь разновозрастных кальдер на равнине Снейк-Ривер – след движения Северо-Американской плиты над горячей точкой Йеллоустон (рис. 10).

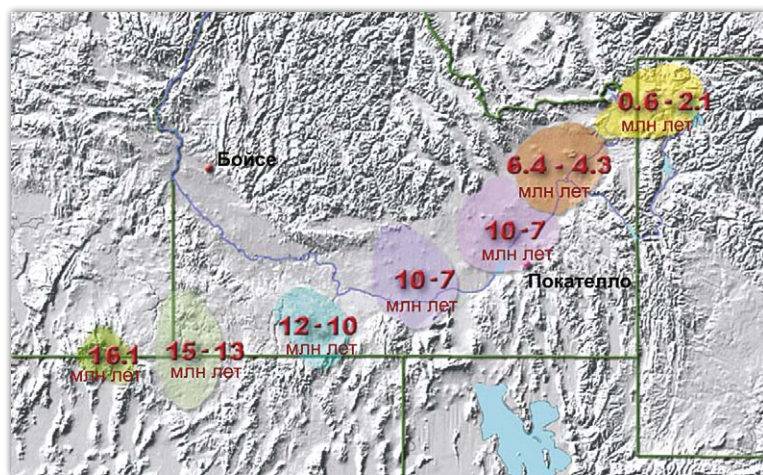


Рис 10. Цепь разновозрастных кальдер на равнине Снейк-Ривер – след движения Северо-Американской плиты над горячей точкой Йеллоустон [6].

Fig. 10. Chain of different-age calderas in the Snake River Plain are a trace of the movement of the North American plate over the Yellowstone hotspot [6].

Раздел выставки украшают геологические образцы с Гавайских, Канарских островов, о. Реюньон, Йеллоустонского национального парка.

Вулканы горячих точек, расположенных на срединно-океанических хребтах. Особенностью образования вулканов, связанных с горячими точками, расположенными на или вблизи спрединговых хребтов, является то обстоятельство, что на стационарный процесс спрединга и аккреции океанической коры накладывается аномальный магматизм горячих точек, который нередко приводит к формированию вулканических островов и обширных плато. Примерами таких структур являются Азорские о-ва, о. Св. Елены, о-ва Тристан-да-Кунья и Гоф, о. Буве – вблизи Срединно-Атлантического хребта (САХ), острова Амстердам – Сен-Поль на Юго-Восточном Индийском хребте (ЮВИХ), Галапагосские острова вблизи Галапагосского центра спрединга и конечно о. Исландия, который непосредственно пересекает САХ.

Исландская горячая точка (Исландский плюм) находится непосредственно под осью САХ. Их совместная магматическая деятельность привела к формированию о. Исландия. Лавы вулканов Исландии относятся к трём сериям базальтоидов: низкокальциевой, толеитовой, породы которой представлены пикробазальтами и толеитовыми базальтами, субщелочной, представленной гавайитами, муджиритами и их более кислыми дифференциатами, и промежуточной, известково-щелочной. Обычно вершины спрединговых хребтов скрыты под водой, т. к. в них не извергается достаточно магматического материала, чтобы они поднялись над уровнем моря. Но в Исландии происходит больше извержений, чем обычно на активных границах плит, поскольку она также является результатом магматической деятельности плюма, и здесь, как и на Гавайях, происходит более интенсивное поступление магматического материала.

В отличие от того, что наблюдается на Гавайях, деятельность Исландского плюма проявилась не в образовании непрерывной цепи вулканов, возраст которых возрастает при удалении от горячей точки, а в симметричном увеличении возраста вулканических пород Исландии и дна океана к востоку и к западу от САХ, который в Исландии выходит

на поверхность суши. Объём магматического материала, образовавшегося из Исландского мантийного плюма в результате вулканической активности в течение 65 млн лет, составляет около 10 млн км³. Эта цифра примерно в 50 раз превышает объём Исландии. В целом эти вулканические породы формируют Северо-Атлантическую крупную магматическую провинцию (North Atlantic Large Igneous Province) (рис. 11).

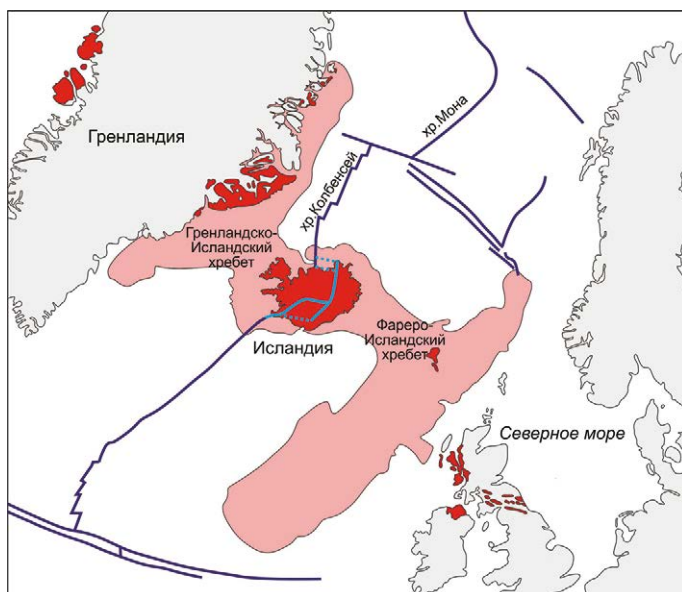


Рис. 11. Североатлантическая крупная магматическая провинция. Наземные и подводные базальты, излившиеся в результате активности Исландского мантийного плюма в течение 65 млн лет.

Fig. 11. North Atlantic Large Igneous Province. Surface and submarine basalts erupted as a result of the Icelandic mantle plume activity for 65 million years.

Крабла – вулкан на севере Исландии. Высочайшая вершина кальдеры вулкана достигает 818 м. Кратер кальдеры диаметром около 14 км образовался в результате извержения в начале XVIII века. Внутри кратера Вити (по-исландски – ад) – озеро с температурой воды ~100°C. Последнее извержение вулкана наблюдалось в 1984 г. Вулкан Крабла включает геотермальную область Наумафьядль с грязевыми вулканами и фумаролами. В 1978 г. здесь построена геотермальная электростанция Krafla Power Station мощностью 60 МВт, которая обеспечивает электричеством всю восточную часть Исландии.

Гекла – вулкан на юге Исландии в 150 км от Рейкьявика. Высота 1488 м. Является частью 40-километрового горного хребта. Самый активный его участок – трещина Неклуѓа длиной 5,5 км – полностью открывается во время крупных извержений. С 874 г. извергался более 20 раз и считается наиболее активным вулканом Исландии. Последнее извержение произошло в 2000 г.

Гекла – единственный вулкан Исландии, извергающий известково-щелочную лаву, и один из немногих в мире, имеющий столь необычную протяжённую форму. В средневековье исландцы называли его «Ворота в ад».

Разнообразные образцы базальтов вулканов Исландии из сборов Е.Е. Милановского, Ю.С. Генштафта, А.Я. Салтыковского, В.И. Герасимовского, В.Л. Скворцовой

украшают экспозицию. На выставке представлены образцы канатной лавы, риолитовой пемзы, вулканические бомбы и др. (рис. 12).



Рис. 12. Продукты извержений вулканов Исландии, представленные на выставке.

Fig. 12. Products of volcanic eruptions in Iceland at the exhibition.

Галапагосский архипелаг представляет собой изолированное множество островов из щитовых вулканов и лавовых плато. Их возраст от 4,2 млн до 700 тыс. лет. Самый большой остров, Изабела, состоит из шести щитовых вулканов с кальдерами на вершинах. Эспаньола, самый старый остров, и Фернандина, самый молодой, также являются щитовыми вулканами, как и большинство других островов в цепи. Галапагосские острова расположены на большом лавовом плато (Галапагосская платформа), которое создаёт мелководье глубиной от 360 до 900 м у островов. Из 21 вулкана Галапагосских островов 13 считаются действующими.

Заключение. Характерной особенностью вулканов горячих точек, независимо от геодинамической обстановки их проявления, является аномально высокая вулканическая активность, большие объёмы извергнутого, чаще всего лавового материала. Они во много раз превосходят объёмы лав, изливающихся, например, в осевых зонах СОХ. Поэтому там, где действуют горячие точки, как в пределах СОХ, так и в пределах глубоководных котловин океанов, возвышаются вулканические острова, подводные хребты и плато.

Вулканы, связанные с горячими точками, имеют ряд отличий от вулканов, возникших на границах или вблизи границ литосферных плит. Эти отличия обусловлены различной глубиной генерации магматических расплавов – в верхней мантии или в земной коре, а также различной долей участия вещества горных пород земной коры (континентальной или океанической), воды и других летучих компонентов в формировании состава этих расплавов.

Лавы вулканов горячих точек, расположенных на океанической коре (например, Гавайи, Таити), относятся к двум сериям базальтоидов: низкокальевой, толеитовой породы и субщелочной. Расплавы толеитовой серии выплавляются в пределах океанической литосферы, субщелочные расплавы – на значительно большей глубине, в верхней мантии. Преобладают расплавы основного состава. Вследствие этого извержения таких вулканов имеют спокойный характер без сильных взрывов.

В отличие от них извержения вулканов зон субдукции, где вода и другие летучие компоненты, выделяющиеся из пород, улавливаются под перекрывающей плитой и обогащают формирующиеся расплавы, более эксплозивны. А там, где горячие точки возникают под континентальной корой, базальтовая магма надолго задерживается в менее плотных породах континентальной коры, которая нагревается и плавится с образованием риолитов. Из-за более высокой вязкости расплавов и содержания в них газов риолиты инициируют сильнейшие эксплозивные извержения. Например, формирование кальдеры Йеллоустон связано с несколькими очень мощными вулканическими взрывами, произошедшими в течение нескольких миллионов лет геологической истории. При этом были извергнуты гигантские объёмы риолитовой магмы. Однако когда породы риолитового состава полностью извергнуты, за ними могут последовать извержения базальтовой магмы, поднимающейся через те же трещины в литосфере.

REFERENCES

1. Bargar K.E., Jackson E.D. Calculated volumes of individual shield volcanoes along the Hawaiian–Emperor chain. *J. Res. U.S. Geol. Surv.* **2** (5), 545–550 (1974).
2. Clague D.A., and Jarrard R.D. Tertiary Pacific Plate Motion Deduced from the Hawaiian–Emperor Chain: *Geological Society of America Bulletin*. **84** (4), 1135–1154 (1973). DOI: 10.1130/0016-7606(1973)84<1135:TPPMDF>2.0.CO;2
3. Clague David A. and Dalrymple G. Brent. Volcanism in Hawaii. Ch. 1. The Hawaiian–Emperor Volcanic Chain. Part I. Geologic Evolution. *U.S. Geological Survey Professional Paper* 1350. 54 p. (1987).
4. Coffin M., and Eldholm O. Large Igneous Provinces: crustal structure, dimensions, and external consequences. *Rev. of Geophys.* **32**, 1–36 (1994).
5. Courtillot V., Davaille A., Besse J., Stock J. Three Distinct Types of Hotspots in the Earth's Mantle. *EPSL*. **205** (3/4), 295–308 (2003).
6. De Nosaquo Katrina R., Smith Robert B., Lowry Anthony R. Density and lithospheric strength models of the Yellowstone–Snake River Plain volcanic system from gravity and heat flow data. *J. of Volcanology and Geothermal Research*. **188**, 108–127 (2009).
7. Dymant J., Lin J., Baker E.T. Ridge-hotspot interactions. *Oceanography*. **20** (1), 102–116 (2007).
8. Hurwitz S., Lowenstern J.B. Dynamics of the Yellowstone hydrothermal system. *Rev. Geophys.* **51**, 375–411 (2014). DOI:10.1002/2014RG000452.
9. Morgan W.J. Convective plumes in the lower mantle. *Nature*. **230** (5288), 42–43 (1971).
10. Ritsema J., Heijst H.-J., and Woodhouse J.H. Complex shear wave velocity structure imaged beneath Africa and Iceland. *Science*. **286** (5446), 1925–1928 (1999).
11. Wessel P., Kroenke L.W. Pacific absolute plate motion since 145 Ma: An assessment of the fixed hot spot hypothesis. *J. Geophys. Res.* **113** (№ B06101.21), 1–21 (2008).
12. Wilson J. Tuzo. A possible origin of the Hawaiian Islands. *Canadian J. of Physics*. **41** (6), 863–870 (1963). DOI:10.1139/p63-094.

ПРИРОДНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И АНТРОПОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОСИСТЕМ КУРШСКОЙ КОСЫ

Л.В. Ромина, О.В. Мякокина*

В статье прослеживается история развития уникальных эоловых прибрежно-морских комплексов Куршской косы. Подчёркнута главенствующая роль в формировании косы колебаний уровня Балтийского моря и деятельности ветра. Уделено внимание освоению территории, приведшему к концу XVIII века к почти полному уничтожению растительного покрова и превращению Куршской косы в песчаную пустыню. Освещены разнообразные природоохранные мероприятия по созданию культурного ландшафта полуострова. Представлена современная ландшафтная структура Куршской косы, которая имеет статус национального парка и внесена в список Всемирного наследия ЮНЕСКО.

Ключевые слова: дюнные ландшафты, песчаная пересыпь, Куршская коса, уровень моря, опустынивание, морской прибой, сила ветра, культурный ландшафт, закрепление песков, экологическое равновесие, национальный парк.

Ссылка для цитирования: Ромина Л.В., Мякокина О.В. Природные особенности и антропогенные факторы формирования экосистем Куршской косы // Жизнь Земли. 2021. Т. 43, № 2. С. 248–257. DOI: 10.29003/m2030.0514-7468.2020_43_2/248-257.

Поступила 28.04.2021 / Принята к публикации 08.06.2021

NATURAL FEATURES AND ANTHROPOGENIC FACTORS OF THE CURONIAN SPIT ECOSYSTEM FORMATION

L.V. Romina, O.V. Myakokina

Lomonosov Moscow State University (Earth Science Museum)

The article shows history of the unique eolian coastal-marine complexes of the Curonian Spit development. The leading role of the Baltic Sea sea level fluctuations and wind activity in the formation of the spit is emphasized. Attention is paid to the territory development resulted in almost total destruction of the vegetation cover and transformation of the Curonian Spit into a sandy desert by the end of the 18th century. A variety of nature conservation measures to create the cultural landscape of the peninsula is highlighted. A modern landscape structure of the Curonian Spit is presented. The spit has the status of a National Park and is included in the UNESCO World Heritage List.

Keywords: dune landscapes, sandy embankment, Curonian Spit, sea level, desertification, marine surf, wind force, cultural landscape, sand consolidation, ecological balance, National Park.

Введение. Исследование, анализ природных условий регионов разного ранга, изучение их экологического состояния, вопросов охраны природной среды, хозяйственного освоения и т. д. являются важнейшей составляющей работы сотрудников отдела «Физико-географические области» Музея земледования МГУ. Полученные в результате работы материалы ложатся в основу создания региональных стендов, тематических

* Ромина Лилия Викторовна – к.г.н., инж. I кат., livirom@mail.ru; Мякокина Ольга Викторовна – м.н.с., myaolga@yandex.ru; Музей земледования МГУ.

лекций и экскурсий. Региональная экспозиция представлена в четырёх залах отдела: «Русская равнина, Урал, Крым, Карпаты», «Сибирь и Дальний Восток», «Материки и части света», «Общий обзор мира и России. Кавказ. Средняя Азия».

Экспозиция зала «*Русская равнина, Урал, Крым, Карпаты*» представлена стендами, отражающими природные условия, ресурсы, хозяйство, вопросы экологического состояния и охраны природы отдельных частей Русской равнины (Нечерноземье, Черноземный центр, Юго-Запад, Полесье и Приднепровская низменность, Кольский полуостров и Карелия, Северо-Запад, Северо-Восток, Московский регион) и всей территории Русской равнины (стенды «Русская равнина. Общий обзор», «Водохозяйственный комплекс», «Водохранилища Русской равнины»), а также горных систем, окаймляющих Русскую равнину. Содержание стендов раскрывается серией картосхем, диаграмм, рисунков, физико-географических профилей, графиков.

Экспозиция зала «*Сибирь и Дальний Восток*» раскрывает многообразие природных условий, ресурсов и геоэкологических проблем восточных районов России. На центральном стенде зала «Сибирь. Общий обзор» серией картосхем отображены геологическое строение, климат, почвы, растительность, природные ресурсы этой территории. Более детальная характеристика отдельных регионов Сибири и Дальнего Востока даётся на стендах «Дальний Восток», «Средняя Сибирь», «Приморье и Сахалин», «Западная Сибирь» и др.

Разнообразием тематики отличается экспозиция зала «*Общий обзор мира и России. Кавказ. Средняя Азия*». На стенде «Мир. Общий обзор» интерес вызывает картосхема «Антропогенные изменения природных ландшафтов», где показаны ландшафты с неизменной морфологической структурой, существенно нарушенные и полностью разрушенные в результате антропогенной деятельности. Здесь же отражено загрязнение акватории Мирового океана.

Природным особенностям Северной и Южной Америки, Африки, зарубежной Европы и Азии посвящена экспозиция зала «*Материки и части света*». На стендах «Арктика» и «Антарктика» представлены материалы о природе полярных областей – ландшафтах, особенностях строения поверхности, климате, «озоновых дырах» над Антарктидой, а также история исследования и освоения этих территорий.

Таким образом, экспозиция отдела отличается разнообразием и знакомит с природными особенностями мира в целом, отдельных материков и частей света, России, Средней Азии и их отдельных регионов. Кроме того, здесь экспонируются стенды, посвящённые природе морей (Балтийское, Чёрное, Каспийское, моря Дальнего Востока) и океанов (Атлантический, Индийский, Тихий).

В 2020 г. в экспозицию отдела были введены стенд «Кольский полуостров и Карелия» и экспозиционная плоскость «Куршская коса» к витрине стенда «Балтийское море». Куршская коса, несмотря на незначительные размеры, представляет собой уникальный природный объект. Это самая длинная в мире песчаная пересыпь, где на ограниченной по площади полосе суши соседствуют разнообразные контрастные, высоко эстетичные ландшафты, благодаря чему Куршская коса в 1987 г. получила статус национального парка.

Объект исследования. Куршская коса – крупнейшее аккумулятивное тело, расположенное в юго-восточной части Балтийского моря. Коса в целом представляет собой длинный (98 км) и узкий (0,35–3,8 км) песчаный полуостров, вытянутый с юго-запада на северо-восток от г. Зеленоградска до литовского г. Клайпеда и отделяющий от Балтийского моря пресноводный Куршский залив. На территории Российской Федерации располагается южная часть косы (около 50 км).

Это самая длинная в мире песчаная пересыпь. Среди современных ландшафтов Балтийского побережья ландшафты Куршской косы занимают особое место. На узкой ограниченной по площади полосе суши одновременно представлены прибрежные морские и лагунные, современные приморские и древние дюнные, морские и лагунные террасовые ландшафты. Они изменены, преобразованы, большая часть их создана при активном участии человека. Высокая эстетичность – их яркая отличительная черта.

В 2000 г. Куршская коса была включена в список Всемирного наследия ЮНЕСКО как культурный ландшафт, призванный служить примером гармоничного сосуществования природы и деятельности человека (рис. 1).

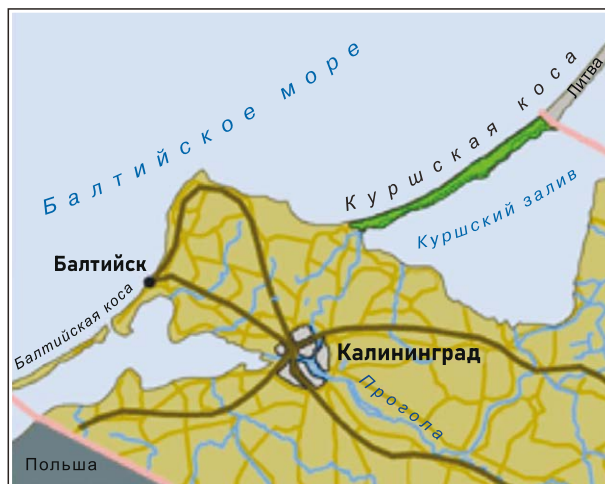


Рис. 1. Карта Самбийского полуострова и российская территория Куршской косы.

Fig. 1. Map of the Sambia Peninsula and the Russian territory of the Curonian Spit.

С геологической точки зрения Куршская коса представляет собой объект последнего этапа эволюции Земли с высоким уровнем динамичности геоморфологических процессов. Формирование рельефа береговой зоны юго-восточной части Балтийского моря, куда входит и Куршская коса, происходило в результате неоднократных колебаний уровня моря от 20 до 40 м на фоне голоценовой, так называемой литориновой трансгрессии [3]. Это обусловило образование барьерных гряд, песчаных островов, баров, а также первой стадии формирования Куршской косы. Увеличение площади барьерных форм происходило в основном в регрессивные периоды моря. Оптимальным временем для этих процессов был период среднего голоцена (около 6 тыс. лет назад), когда скорость подъема уровня моря уменьшилась, а количество песчаного материала в береговой зоне достигло оптимальных величин для его эоловой переработки [2].

Морфологические и исторические особенности формирования полуострова Куршская коса. Рыхлое песчаное тело косы во все периоды своего формирования и развития подвергалось непрерывному воздействию волн и ветра. Особенно сильно размывалось под ударами морского прибоя её западное побережье. Постепенно прибойными волнами была создана большая возвышенная гряда из песка – передовая дюна. Ничем не скреплённые пески под действием сильного ветра со стороны моря стали передвигаться на восток. Непрерывная работа морского прибоя и ветра привела к образованию на Куршской косе системы первичных дюн, названных за свою серповидную форму параболы-

ческими. Энергичное разрушение приморской стороны косы и перенос больших масс песка к Куршскому заливу привели к тому, что за сравнительно короткий исторический срок коса оказалась значительно передвинутой на восток (рис. 2).



Рис. 2. Типичный эоловый ландшафт.

Fig. 2. Typical aeolian landscape.

Около 4 тыс. лет назад вершины и склоны дюн стали зарастать травянистой и древесно-кустарниковой растительностью с преобладанием в древостое хвойных пород. Тёплый климат, характерный для этого времени, и большая влажность ускоряли разложение органических остатков растительности, в результате чего на косе постепенно формировались плодородные лесные почвы. С улучшением почвенных условий на косе, помимо хвойных, появились лиственные леса из дуба, вяза и других пород. Древесно-кустарниковая растительность надолго закрепила параболические дюны и задержала их продвижение к заливу.

Заселение Куршской косы сыграло большую роль в изменении ландшафтов её территории. Первые люди появились здесь уже в конце III тысячелетия до н. э. – т. е. в эпоху неолита, или позднего каменного века. В это время на месте полуострова располагалась цепь больших и малых островов, покрытых первозданным лесом. В первом тысячелетии нашей эры Куршскую косу населяли представители западно-балтийских племён (курши и пруссы). Их поселения носили сезонный характер (на период заготовки рыбы), порой имели сакральное значение и в целом мало сказывались на развитии природных процессов [3].

В эпоху средневековья в районе Куршской косы появились потомки неолитических жителей полуострова – западные балты, разделившиеся к этому времени на племенные группы ятвягов, пруссов, куршей, скальвов и ламатов. У корня косы и на территории Самбийского полуострова проживало племя пруссов, сама коса осваивалась куршами.

Потепление климата в Европе в эпоху малого климатического оптимума (IX–X вв.) привело к повышению уровня моря и образованию в прикорневой части косы пролива Брокист, затянутого песком лишь в XII в. Удобное географическое положение пролива способствовало основанию вблизи него в 800–1016 гг. крупного языческого торгового поселения Кауп [4]. По проливу проходил один из участков знаменитого торгового пути

«из варяг в греки». В XIII в. независимость пруссов была нарушена вторжением крестоносцев Тевтонского ордена. С конца XIII в. немецкие колонисты расселяются на Куршской косе, адаптируясь к новым местам обитания, строя здесь дороги, жилые и военные объекты, вырубая лес под пашни и пастбища. Закладка замков на Куршской косе соответствует началу нового массированного этапа заселения полуострова.

В XVI в. развитие городов и промышленного производства обусловило рост спроса на древесину и древесный уголь [7]. Наличие строевого леса на Куршской косе при дешёвой доставке древесины водным транспортом побудило местное население заняться сплошной вырубкой леса. В итоге высокоствольные насаждения заменили вересковые пустоши, выжигание которых бортниками привело к полной деградации растительности.

В XVIII в. наступил особенно трудный период в истории косы. Рост числа жителей обусловил дальнейшее уничтожение растительного покрова под пашни, что привело к опустыниванию территории. В результате пришли в движение пески, которые под влиянием западного ветра двигались в направлении от моря к заливу, засыпая всё на своем пути, что привело к исчезновению многих деревень. Коса постепенно превращалась в песчаную пустыню.

Начальный этап развития защитных мероприятий на полуострове. Изменению ситуации на Куршской косе был посвящён проект профессора Виттенбергского университета И.-Д. Тициуса (1768 г.), в основе которого лежало формирование культурного ландшафта полуострова. Согласно его предложению, стабильность и красоту ландшафта косы должна была обеспечить экологическая и территориальная зависимость двух основных зон: зелёной, названной защитной, и жилой, названной охраняемой. Защитная зона должна была состоять из приморского вала нужной высоты, полосы преддунной низменности и остановленной песчаной гряды. Эти «полосы» вдоль всей косы планировалось засадить различными растениями так, чтобы леса создавали ступенчатую преграду для дующего со стороны моря западного ветра.



Рис. 3. Защитный забор на авандюне.

Fig. 3. Protective fence on the foredune.

Первые работы по созданию приморского защитного вала были проведены уже в 1803 г. Они заключались в соединении отдельных авандюнов в сплошной вал посред-

ством сооружения заборчиков из хвороста (рис. 3). К 1835 г. защитным валом охраняли лишь самые уязвимые участки, но к концу XIX в. вал был полностью построен. Служба дюнных инспекторов вместе с лесниками следила за движением песков, руководила посадками кустарников и деревьев. Именами некоторых из них сейчас названы красивейшие места косы (дюна Эфа, высота Мюллера и др.). Закрепление дюн хворостом и посадки леса велись до начала XX в. В это время покрытая лесом территория составляла около 50 % от общей площади косы [1]. К сожалению, оказался полностью утраченным генофонд коренных видов древесных растений (дубы, грабы и др.), которые при лесовосстановлении были заменены интродуцентами (сосной обыкновенной, сосной горной и др.).

В январе 1945 г. Куршская коса оказалась в зоне активных военных действий. В результате погибло более 800 га леса, на многих участках возобновилось движение песков. После войны работа по восстановлению и сохранению лесов Куршской косы была продолжена. Лесистость национального парка «Куршская коса» к моменту его создания в 1987 г. составляла уже 71 %.

Современная ландшафтная структура Куршской косы. Современная ландшафтная структура Куршской косы отчётливо прослеживается при пересечении её с запада на восток от Балтийского моря до Куршского залива. Здесь чётко выделяются и последовательно сменяются в направлении с запада на восток (море–залив) морской пляж, авантюна (защитная дюна), эолово-аккумулятивная равнина (пальве), дюны и дюнные гряды, лагунная терраса. Пляж, формируемый вдоль всей косы за счёт аккумуляции наносов, выбрасываемых морем, имеет ширину от 15 до 50 м. Он сложен светлыми, хорошо отмытыми и окатанными кварцевыми песками, местами со значительной примесью тёмных тяжёлых минералов (ильменит, магнетит), а также граната, циркона и др. На отдельных участках пляжа наблюдаются довольно крупные скопления гравия, гальки и валунов. Активные береговые процессы постоянно изменяют и шлифуют поверхность пляжа [4, 5].

Параллельно пляжу простирается авантюна – валообразная дюна, созданная в XIX в. человеком на месте естественных береговых пляжевых дюн для защиты косы от летящего песка, штормовых волн и нагонов. Авантюна имеет неодинаковую ширину (от 10–30 до 50–70 м) и высоту (от 3–7 до 10–15 м), сложена перевеянными пляжевыми песками и отличается резко асимметричным поперечным профилем. Её морской наветренный склон крутой, короткий, ровный. На участках узкого пляжа склон обвально-осыпной, оползневой, обнажённый, разрушаемый; на участках с широким пляжем – хорошо закреплённый, задернованный, относительно устойчивый. Подветренный склон авантюны более пологий, протяжённый, волнистый. Вершинная поверхность очень разнообразна по форме – широкая сглаженная, куполовидная, узкая граневидная, бугристая.

Авантюна – образование чрезвычайно уязвимое. Закреплённые задернованные участки относительно устойчивы; незакреплённые, особенно повреждённые, разорваны, расчленены на изолированные купола, местами разъеденные очагами развеивания причудливых очертаний. Для закрепления и устойчивости авантюны разработана и применяется специальная система мелиоративных мероприятий, включающая механическую защиту, посев и посадку трав, кустарников и древесных пород. Природные особенности авантюны (недостаток влаги, рыхлый субстрат, наличие морской соли) в сочетании с сильным ветром создают «жёсткую» среду для произрастания растительности. Таким образом, здесь сформировался своеобразный комплекс растительных

сообществ из солеустойчивых и засухоустойчивых растений, а также растений песков – псаммофитов.

Среднюю пониженную часть косы занимает золово-аккумулятивная равнина, сложенная песками, традиционно называемая «пальве». Сформированная процессами наивейания–перевейвания песков она отличается разнообразным характером рельефа. Он меняется от волнисто-бугристого до плоского пониженного, осложнённого одиночными волнообразными дюнами, гривами, небольшие округлые понижения между которыми заняты густыми ольшаниками с крапивой, таволгой, папоротниками, а наиболее крупные из них – заболоченными ельниками. На плоских участках пальве местами господствует луговая растительность.

С востока равнинную пальве окаймляет полоса разнорослых дюн и дюнных гряд. Их происхождение связано с мощным и длительным выносом морских песков ветрами преобладающих западных и северо-западных направлений. Пески и ветер несколько тысячелетий назад сформировали первичные, т. наз. параболические, или «бурые» дюны. Постепенно они обросли замечательными хвойно-широколиственными лесами. Казалось, лес навечно законсервировал подвижный песчаный субстрат обеих кос. Однако частичные, а позже сплошные интенсивные рубки коренных лесов привели пески в движение, и к началу прошлого столетия коса превратилась в настоящую песчаную пустыню. Естественные ландшафты косы полностью утратили первоначальный природный облик. И лишь кропотливыми усилиями нескольких поколений лесоводов в последние 100–150 лет коса была вновь засажена травами, кустарниками, лесом (рис. 4).



Рис. 4. Защита почвенного слоя и закрепление песков.

Fig. 4. Soil protection and sand consolidation.

В этот период сформировались современные «белые» дюны – как правило, асимметричной формы с длинными (до 1 км) пологими наветренными склонами. Подветренные склоны короткие и крутые, с гребнеобразными или плоскими вершинами, обрывающиеся в залив. Поверхность дюн осложнена ветровой рябью, косами-холмиками, останцами – выходами древних песков. Куршские дюнные гряды на 2/3 своей протяжённости закреплены насаждениями низкорослой горной сосны, прекрасно приспособленной к местному климату и песчаному субстрату. Незакреплённые участки дюн Куршской косы, как и двести лет назад, являются ареной активного проявления песчаной стихии – развеивания, перевейвания, наивейания. Эти дюны медленно перемещаются к заливу, местами вторгаясь в его акваторию [8].

Вдоль берега Куршского залива прерывистой полосой располагается лагунная «пальве» – выровненная поверхность шириной 50–100 м с высотами 2–3 м. Она выражена там, где дюнная гряды отступает от берега, сложена заиленными песками, глинистыми илами, торфами, покрыта густыми ивняками, ольшаниками, злаково-разнотравными лугами. Низкий обрывистый берег отделяет пальве от узкого песчаного пляжа, постепенно переходящего на пологом мелководье в тростниковые заросли, в которых разрушаются волны заливов [6, 7].

Сегодняшнее состояние эолового прибрежно-морского ландшафта Куршской косы определяется влиянием природно-климатических и антропогенных факторов. В зоне особого риска находится важная морфологическая составляющая ландшафта – защитный песчаный дюнный вал (авандюна), обрамляющий морской берег Куршской косы. Авандюна выступает в роли буфера на пути ветропесчаного потока и морских вод, иногда прорывающихся вглубь косы.

Однако экстремальное проявление природных и антропогенных факторов приводит к нарушению хрупкого экологического равновесия этого ландшафта. Повышенное внимание к изучению береговой зоны Калининградской области связано с проблемами сохранения рекреационного потенциала побережья. Этот вопрос актуален в настоящее время, особенно в связи со строительством и вводом в эксплуатацию (февраль 2019 г.) морского терминала для сжиженного природного газа. Строительство волноотбойного мола и платформы в 5 км от г. Зеленоградска (корневая часть косы) может привести к изменению вдольбереговых течений и изменению рельефа дна моря. Для сохранения косы осуществляются берегоукрепительные и лесомелиоративные мероприятия, создаётся окультуренный ландшафт без нарушения экологического баланса (рис. 5). Проводится постоянная работа по закреплению уникальных белых дюн – главной достопримечательности Куршской косы.



Рис. 5. Примеры антропогенного участия в формировании ландшафтов Куршской косы (волнорезы, ветрогенераторы, защита подстилающей поверхности).

Fig. 5. Examples of anthropogenic participation in the formation of landscapes of the Curonian Spit (breakwaters, windturbines, protection of the underlying surface).

Заключение. Таким образом, Куршская коса прошла длительный и сложный путь своего развития. Воздействие природных (деятельность моря и ветра) и антропогенных (вырубка леса) факторов изменяло рельеф, состав растительного покрова, вызы-

REFERENCES

1. Amozova E.E. Formation of landscapes of the Curonian Spit and the problems of their sustainable development (Kaliningrad region). *Theoretical and applied aspects of optimization and rational organization of landscapes*. P. 15–17 (Voronezh, 2001) (in Russian).
2. Badyukova E.N., Zhindarev L.A., Lukyanova S.A. et al. Features of modern dynamics of the lagoon shores of the Curonian Spit, South-East of the Baltic. *New and traditional ideas in mathematical modeling and forecasting*. P. 124–130 (Novosibirsk, 2009) (in Russian).
3. Blazhchishin A.I. *Paleogeography and evolution of Late Quaternary sedimentation in the Baltic Sea*. 160 p. (Kaliningrad, 1998) (in Russian).
4. Gudelis V.K. *Interaction of nature and society by example of the maritime coastal landscape of the Curonian Spit from a retrospective point of view*. P. 51–55 (Moscow, 1986) (in Russian).
5. Kulakov V.I. et al. *The Curonian Spit. Cultural landscape*. 431 p. (Kaliningrad, 2008) (in Russian).
6. Teplyakov G.N., Boldyrev V.L. Formation, state and problems of the Curonian Spit landscapes conservation. *Problems of studying and preservation protecting natural and cultural heritage*. P. 20–40 (Moscow, 2003) (in Russian).
7. Shaplygina T.V., Volkova I.I. Modern natural and man-induced pre-conditions of transformation of the eolian coastal marine natural complexes. *Vestnik BFU [Kant University Bulletin]*. **1**, 39–46 (2013) (in Russian).

УДК 504.5+504.7+577.4+048.8

DOI 10.29003/m2031.0514-7468.2020_43_2/258-269

О ЖИВОМ ВЕЩЕСТВЕ И БИОСФЕРОЛОГИИ В.И. ВЕРНАДСКОГО

Г.В. Гегамян*

Памяти моих дорогих учителей

Н.В. Тимофеева-Ресовского и

А.Н. Тюрюканова посвящаю

Статья возвращает нас к истокам рождения идеи о «живом веществе», приведшей позднее к формированию В.И. Вернадским «учения о живом веществе», а также рассматривает историю возникновения «биосферологии» как научного направления, развивающего идеи В.В. Докучаева и В.И. Вернадского, сформировавшегося в конце XX столетия. Приведён анализ работ, писем, документов В.И. Вернадского и его современников, а также его последователей – Н.В. Тимофеева-Ресовского, А.Н. Тюрюканова и других, которые, работая в различных научных направлениях – от «теории эволюции», микробиологии и генетики до почвоведения, радиобиологии, биогеохимии и биогеоценологии – развили идеи Вернадского и сформулировали глобально-планетарную проблему «Биосфера и Человечество». Автор ставит актуальные вопросы о значении «учения о живом веществе» в наши дни, и на некоторые из них предлагает свои ответы, опираясь на работы В.И. Вернадского. В статье впервые приоткрыта одна из интереснейших страниц в истории науки конца XX столетия и показано, какие жаркие научно-философские дискуссии шли вокруг формулировки названия формирующегося нового научного направления по изучению биосферы Земли, которое автор этой статьи в одной из опубликованных им работ в 1980 г. предложил именовать «биосферологией».

Ключевые слова: биогеохимическая энергия, биосферология, «биосфера и человечество», В.И. Вернадский, В.В. Докучаев, живое вещество, Н.В. Тимофеев-Ресовский, А.Н. Тюрюканов, экология микроорганизмов.

Ссылка для цитирования: Гегамян Г.В. О живом веществе и биосферологии В.И. Вернадского // Жизнь Земли. Т. 43, № 2. С. 258–269. DOI: 10.29003/m2031.0514-7468.2020_43_2/258-269.

Поступила 08.03.2021 / Принята к публикации 08.06.2021

* Гегамян Гензель Вртанесович – к.б.н., эколог, иностранный член РЭА (Франция), соучредитель Международного фонда В.И. Вернадского (1988), ggna1fort@aol.com.

LIVING MATTER AND BIOSPHEROLOGY CONCEPTS OF V.I. VERNADSKY

Guenzel Guegamian, PhD

Foreign member of the Russian Ecology Academy,

co-founder of the International V.I. Vernadsky Fund (1988), France

The article takes us back to the origins of the living matter idea that resulted in basis of V.I. Vernadsky theory of living matter. Also, the article deals with appearance of biospherology as a scientific branch, formed in the late 20th century and developed ideas of V.V. Dokuchaev and V.I. Vernadsky. The article provides an in-depth analysis of research papers, letters and documents by Vernadsky and his contemporaries, as well as his followers N.V. Timofeev-Resovsky, A.N. Tyuryukanov and others, worked in a range of disciplines from theory of evolution, microbiology and genetics to soil science, radiobiology, biochemistry and biogeocenology. They further developed Vernadsky's ideas and formulated the global problem called Biosphere and Humankind. The author raises relevant issues of the theory of living matter current significance and suggests answers on some of them based on Vernadsky's works. For the first time, the article sheds some light on one of the most fascinating pages in the history of science in the late 20th century including heated scientific and philosophical debates about how the newly emerging field of the Earth biosphere study should be called. The author of the paper suggested calling it biospherology, in a paper published in 1980.

Keywords: biogeochemical energy, biosphereology, biosphere and humankind, V.I. Vernadsky, V.V. Dokuchaev, living matter, N.V. Timofeev-Resovsky, A.N. Tyuryukanov, ecology of microorganisms.

Введение. В октябре 1938 г. в одном из своих докладов в Москве Владимир Иванович Вернадский говорил о том, что внезапная смерть Пьера Кюри 19 апреля 1906 г. прервала работу талантливого учёного над проблемой симметрии, и что «никто не поднял выпавшую из его рук нить». Волею судьбы получилось так, что позже и сам Вернадский не успел завершить им задуманное касательно своего учения о живом веществе, и на этот раз из его собственных рук упала «нить», которую до сих пор ещё никто не поднял. Концепция живого вещества является «краеугольным камнем» учения В.И. Вернадского о биосфере. Несмотря на это она чрезвычайно мало освещена в существующей обширной литературе о творчестве учёного.

Как неоднократно отмечал сам В.И. Вернадский, над живым веществом он начал работать с 1916 г., когда находился в Полтаве. Однако мысли о значении живого вещества возникли у него гораздо раньше. Действительно, в статье «Страницы из истории почвоведения (памяти В.В. Докучаева)», написанной им в 1903 г., он уже использовал выражение «живое организованное вещество» [6, с. 336], а термин «живое вещество» мы находим в одном из его писем 1908 г., отправленном им из Франции: «много последнее время обдумываю в связи с вопросом о количестве живого вещества...» [18, с. 221]. Тем не менее, серьёзную работу над живым веществом он, по всей вероятности, начал в 1916 г. на Украине и продолжал эту работу до конца своей жизни, т. е. почти 30 лет Вернадский неустанно развивал свою идею о живом веществе.

Нужно отметить, что уже в начале работы В.И. Вернадский прекрасно понимал важность избранного им направления. Ещё в 1918 г. он записывал в дневнике: «Работаю очень хорошо над живым веществом. Много является новых идей и понимания природы... как ни подвергаю я самокритике свою работу – всё же в таком виде, мне кажется, природу никто не охватывал» [1, с. 55]. Через несколько лет, на этот раз в одном из писем из Парижа к Б.Л. Личкову, он писал: «я считаю, что мои представления

о живом веществе вносят новое и важное в понимание природы, и связанное их изложение составляет не науку, конечно, но “учение” в общей схеме знания, которое не было до сих пор в целом виде высказано. Так или иначе, учение о живом веществе является особой формой понимания и явлений жизни, и окружающей нас природы. Следствия из него огромны» [13, с. 31–32].

В ходе анализа работ В.И. Вернадского возникают вопросы:

- Каким образом минералог и кристаллограф Вернадский пришёл к учению о живом веществе?

- Почему он считал, что это учение является «особой формой понимания природы»?

- Что имел в виду Вернадский, когда говорил, что «следствия из него огромны»?

О живом веществе. Ответ на первый вопрос мы находим в воспоминаниях самого В.И. Вернадского, относящихся к 1891 г.: «При чтении в университете минералогии я стал на путь в то время необычный, в значительной мере в связи с моей работой и общением в студенческие и в ближайшие годы (1883–97) с крупным, замечательным русским учёным В.В. Докучаевым. Он впервые обратил моё внимание на динамическую сторону минералогии, изучение минералов во времени» [6, с. 264].

Был ли основатель учения о почве предтечей другого фундаментального учения – учения о живом веществе, созданного его же учеником – В.И. Вернадским? Для одного из крупнейших русских почвоведов докучаевских традиций, Б.Б. Полынова, было совершенно очевидным, что «замечательные идеи, на которых выросла биогеохимия В.И. Вернадского, являются прямым и сильным развитием столь же замечательных идей В.В. Докучаева» [14, с. 652], и с мнением Б.Б. Полынова трудно не согласиться.

Итак, понятие о живом веществе было сформулировано и введено в науку В.И. Вернадским в 1916–18 гг., и к этому понятию его привёл докучаевский подход к изучению явлений природы.

Попробуем теперь ответить на второй вопрос относительно того, почему своё учение о живом веществе В.И. Вернадский считал «особой формой понимания явлений ... природы».

Начнём с определения «живого вещества», данного Вернадским в 1919 г.: «Под именем *живого вещества* я буду подразумевать всю совокупность всех организмов, растительности и животных, в том числе и человека. С геохимической точки зрения эта совокупность организмов имеет значение только той массой вещества, которая её составляет, её химическим составом и связанной с ней энергией» [6, с. 287]. Этой формулировки Вернадский придерживался всю жизнь и многократно её повторял во многих своих трудах (впоследствии кроме веса, химического состава и энергии он счёл нужным обратить внимание также и на характер пространства, занятого живым веществом). «Особость» учения Вернадского о живом веществе в том, что до него ещё никто не рассматривал жизнь и живые организмы как планетно-космическое явление. Он был первым, кто понял, что на все живые существа планеты надо смотреть как на одно целое, как на совокупность всех организмов, как на «живое вещество», которое играет важнейшую роль в существовании земной коры. Вместе с этим В.И. Вернадский дал полную научную характеристику живого вещества, т. е. определил его функции, роль и главные свойства, а также его отличия от «косных» (термин В.И. Вернадского) естественных тел биосферы.

А каковы следствия учения о живом веществе и действительно ли эти следствия такие «огромные», как считал В.И. Вернадский?

Поставив жизнь на надлежащее ей место в общей картине мироздания, В.И. Вер-

надский открыл одновременно и фундаментальные законы, управляющие геохимической деятельностью живых организмов в биосфере. Эти законы он представил в виде своих биогеохимических принципов. Ранее я их назвал «биосферными постулатами» В.И. Вернадского [9, 10].

Первый постулат гласит, что *биогенная миграция атомов химических элементов в биосфере всегда стремится к максимальному своему проявлению, а второй дополняет его и говорит, что эволюция видов в ходе геологического времени, приводящая к созданию форм жизни, устойчивых в биосфере, идёт в направлении, увеличивающем биогенную миграцию атомов биосферы* [7, с. 283]. Что это означает? А это означает, что, согласно Вернадскому, устойчивые в биосфере формы жизни (или, что то же самое, «наилучше приспособленные» по Ч. Дарвину) есть формы, увеличивающие (т. е. ускоряющие) биогенную миграцию атомов биосферы.

По второму постулату в борьбе за существование выживают те виды, которые увеличивают биогенную миграцию атомов. Иначе говоря, эволюция жизни направлена в сторону ускорения биогенной миграции атомов в биосфере.

Николай Владимирович Тимофеев-Ресовский, сыгравший значительную роль в развитии теории эволюции, часто говорил о «большом месте всех биологов». Он имел в виду проблему так называемой «прогрессивной эволюции». Николай Владимирович считал не без основания, что «на вопрос – кто прогрессивнее: чумная бацилла или человек? – до сих пор нет убедительного ответа» (это один из его любимых афоризмов, часто упоминаемый в воспоминаниях о нём).

На мой взгляд, на этот вопрос отвечает второй биосферный постулат В.И. Вернадского, из которого следует, что «прогрессивнее» тот вид, кто быстрее «крутит» атомы химических веществ в системе «организм – среда», т. е. у которого больше биогеохимической энергии. Вернадский считал, что «искание связи эволюции видов с биогеохимическими явлениями представляет... огромный научный интерес» [6, с. 137], и по его мнению, нет сомнения, что «между ними должна быть связь» [там же].

Здесь, я думаю, нужно более подробно остановиться на чрезвычайно важном понятии о *биогеохимической энергии живого вещества*. Известно, что В.И. Вернадский далеко обогнал своё время во многих областях научного знания. Прошло более 75 лет, как учёного нет среди живых, и лишь сейчас мы начинаем ценить (я имею в виду в мировом масштабе) значение его гениальных идей для науки.

Среди выдвинутых В.И. Вернадским многочисленных научных проблем проблема биогеохимической энергии занимает особое место. Вернадский не только был первым, кто ввёл в науку фундаментальное понятие «живое вещество», но он был и первым, кто со всей ясностью показал энергетическое значение этого живого вещества в функционировании той сложнейшей планетарной (и космической) системы, которая называется биосфера. Его мнение относительно значения энергии живого вещества для нашей планеты было однозначным. Ещё в начале создания учения о живом веществе, в книге «Живое вещество», мы читаем: «Совершенно так же, как не может быть понята химия земной коры без принятия во внимание живой материи, точно так же не может быть понята без учёта живой материи и её энергетика» [2, с. 96], а в «Биогеохимических очерках» (1935) он писал: «Из огромного материала, собранного мною в течение более чем 20-летней систематической работы, выделялась одна большая проблема, которую я хотел бы закончить перед уходом из жизни и которая захватила все мои силы – проблема биогеохимической энергии нашей планеты. Пройдет несколько лет, пока она может быть закончена» [6, с. 263].

После этого Вернадский прожил ещё 10 лет, и несмотря на то, что в 1935 г. было

решено написать книгу под названием «Биогеохимическая энергия жизни», впоследствии, по мере написания книги, она превратилась в монографию «Химическое строение биосферы Земли и её окружения» [7], где указанная проблема уступила место другой, также очень важной – проблеме о симметрии и пространстве живого вещества.

В одном из писем (02.04.1938), адресованном Альфреду Лакруа¹, он писал, что ему 75 лет и перед тем, как уйти из жизни, он хочет закончить работу о принципах биогеохимии и о биогеохимической энергии (рис. 1).

В 1928 г. [6, с. 134–145] Вернадский выдвинул два «принципа», но позже, в своей последней книге [7] прибавил ещё и третий, отметив, однако, что это положение можно считать третьим принципом, «если это окажется нужным». В новом «принципе» Вернадский дал более чёткую формулировку предположения Ч. Дарвина о возможности существования густонаселённой жизни в прошлых геологических эпохах Земли. Он его сформулировал следующим образом: «в течение всего геологического времени, с криптозооя, заселение планеты должно быть максимально возможное для живого вещества, которое тогда существовало» [7, с. 286].

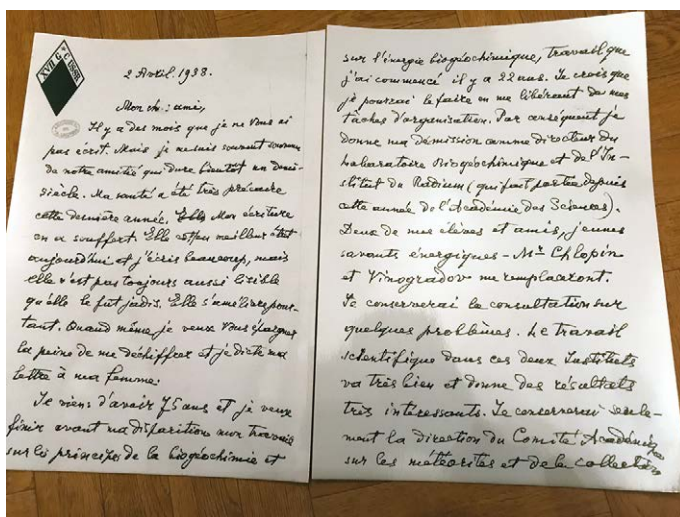


Рис. 1. Письмо В.И. Вернадского от 02.04.1938 г., адресованное Альфреду Лакруа (из личной коллекции Г. Гегамяна копий писем В.И. Вернадского).

Fig. 1. V.I. Vernadsky's letter to Alfred Lacroix dated 02.04.1938 (from G. Gegamyan's personal collection of letters by V.I. Vernadsky).

Гениальность учения В.И. Вернадского о живом веществе в том, что в этом учении впервые в истории науки феномен жизни, её космическое значение объясняется с энергетической точки зрения. Проблема энергии есть проблема особая и ни с чем не сравнимая по той простой причине, что понятие энергии связывает воедино все явления природы и Вернадский, конечно же, прекрасно понимал это. Он был первым, кто понял значение энергии живого вещества, и можно с уверенностью сказать, что именно поэтому считал, что следствия из его учения о живом веществе огромны.

Но всё же о каких именно следствиях идёт речь и, конкретно, что он мог иметь в

¹ Альфред Лакруа (Alfred François Antoine Lacroix, 1863–1948) – французский минералог, петрограф, вулканолог.

виду? Поскольку прямого ответа на этот вопрос у Вернадского мы не находим, попробуем найти его дедуктивным путём. Для этого достаточно следить за деятельностью учёного в период после того, как он заложил основы своего учения о живом веществе, т. е. с начала 20-ых гг. и до конца жизни в 1945. По логике вещей, он должен был начать с изучения именно тех вопросов, которые ему казались главными для доказательства правоты выдвинутых им концепций о живом веществе и понимания природы. В качестве таковых он выделил в первую очередь вопрос химического состава живого вещества и взялся за этот вопрос уже с 1918 г., а затем сосредоточил своё внимание на проблеме геохимической энергии живого вещества. Как это видно из приведённых выше его собственных слов, особенно упорно и долго он занимался именно вторым вопросом, потому и предвидимые им «огромные следствия», на мой взгляд, надо искать именно в этой области, т. е. в области, связанной с энергией живого вещества и, конечно, с энергетическим механизмом функционирования планеты. Предположим, что начатые В.И. Вернадским исследования по определению биогеохимической энергии живого вещества и выяснения её роли в функционировании биосферы продолжались бы и после него, и что в результате мы сегодня имели бы обширную информацию в этой области. Что бы это нам дало?

Во-первых, мы бы смогли наконец-то создать настоящую классификацию живого населения планеты по одному, единому для всех живых существ критерию – по их роли в механизме функционирования биосферы со всеми вытекающими отсюда последствиями.

Во-вторых, впервые в истории биосферы один из населяющих её видов – человек, благодаря своим исключительным умственным способностям, понял бы это и взял бы в свои руки «рычаги» её управления. Он стал бы реально «контролировать» круговорот вещества и энергии в биосфере, он превратил бы биосферу в ноосферу.

Возникает естественный вопрос: с чего надо начать? Безусловно, с главного. Выше мы вспомнили про чумную бациллу Н.В. Тимофеева-Ресовского. Образно говоря, с неё и надо начинать. Надо начинать с главного компонента биосферы, с мира микроорганизмов.

Про роль и значение микроорганизмов в биосфере в 1931 г. Вернадский писал: «Все без исключения геохимические функции живого вещества в биосфере могут быть исполнены простейшими одноклеточными организмами» [4, с. 458], а в последней, подписанной автором 08.02.1943 публикации, названной им «О состояниях пространства в геологических явлениях Земли на фоне роста науки XX столетия», про тот же мир микроорганизмов мы читаем: «До сих пор это *самая мощная биогенная планетная геологическая сила*, самое мощное геологическое проявление живого вещества» (курсив автора) [5, с. 163]. Сказано чётко и ясно, но для более полной характеристики этого бесспорно главного компонента биосферы нужно добавить ещё и то, что микроорганизмы владеют самыми грозными орудиями в биосфере: во-первых, они способны уничтожить и «убрать» полностью из биосферы её любой живой компонент и, во-вторых, они распространены всюду в биосфере и могут существовать в самых экстремальных условиях, при этом совершенно не нуждаясь в присутствии других форм жизни.

Известно, что 3/4 всего времени существования жизни на Земле она была представлена исключительно микроорганизмами. Чем же объяснить этот феномен в истории биосферы? Причина может быть только в том, что альфа и омега жизни на планете – это её микромир. Мы не знаем, откуда взялась молекула РНК, но знаем, что прокариоты всегда существовали и будут существовать. При этом одноклеточные выполняют оше-

ломляющую биогеохимическую работу. Их скорость размножения и биогеохимическая энергия – астрономические, а результаты их биогеохимической работы невероятные. Созданные ими запасы руд металлов не сравнимы ни с чем. Все мы знаем про биологическое происхождение миллиардов тонн запасов железных руд Курской магнитной аномалии. Мы помним также золотую лихорадку 80-ых годов на руднике Серра Пелада, расположенном в 430 км к югу от устья реки Амазонки в Бразилии, где очень большие запасы золота также имеют биологическое происхождение. Канадский выдающийся геохимик, автор книги «Глубокая биосфера» Уильям Файф отмечал, что во всём этом регионе очень много ископаемых бактерий и органических соединений.

Говоря о роли и значении микромира на планете, нельзя не упомянуть Луи Пастера и Сергея Виноградского. Кстати, имя последнего, как и имя Вернадского, также связано с Францией и с её наукой. Многие работы Виноградского были посвящены процессам, происходящим при участии микрофлоры в почве. Знаменательно, что в естественном отделении Петербургского университета, как и в случае с Вернадским, идеи В.В. Докучаева о почве как особом естественном теле повлияли и на С.Н. Виноградского. Известно образное выражение Виноградского о том, что почва является «резервуаром» энергии [8, с. 782]. Он же в конце своей долгой и плодотворной жизни написал такие слова: «Микробиология почвы не ограничивается морфологией и физиологией микробов, так же как и биохимическими исследованиями. Её основные проблемы имеют, скорее всего, экологический характер» [8, с. 788]. Не зря Виноградский считается основоположником экологии микроорганизмов. Мало кто помнит, что ещё в 1896 г. в Императорском институте экспериментальной медицины в Петербурге Сергей Николаевич Виноградский произнёс речь с необычным для того времени названием: «О роли микробов в общем круговороте жизни». С.Н. Виноградский открыл хемосинтезирующие микроорганизмы, впервые установил, что многие из них автотрофны. Этим открытием был сделан большой шаг вперёд в познании свойств живого вещества и его роли в круговороте вещества и энергии в биосфере.

В.И. Вернадский предполагал, что биогенная миграция атомов «может быть достигла своего предела или близка к пределу уже в самых древних, доступных нашему изучению геологических эпохах», т. е. не исключается, что со дня их возникновения на Земле прокариоты уже обладали способностью «крутить» химические элементы с максимальной скоростью и что эта скорость у них была и есть константная величина.

О биосферологии. Когда в 1977 г. статья автора «О биосферологии В.И. Вернадского», где был предложен термин «*биосферология*», поступила в редакцию «Журнала общей биологии» (ЖОБ) [9], её подвергли довольно резкой критике. Приведу два примера.

1. Академик Борис Сергеевич Соколов о новом термине написал следующее: «Произвести от биосферы какую-либо одну *логию*» просто невозможно... Всю меру этого несоответствия в отношении общего учения о биосфере, вероятно, лучше всего понимают люди, пользующиеся русским языком. Для нас общее учение о биосфере, скорее всего, своеобразная «биосферософия», чем какая-либо «логия» [15, с. 15].

О критике Бориса Соколова я узнал в Париже с очень большим опозданием и ответил на неё лишь в 1998 г., т. е. через 20 лет после введения указанного термина в науку и через 15 лет после его критики.

Я ответил, что «предложил термин «*биосферология*» не потому, что как «нерусскоязычный» (хотя владею русским языком вполне сносно) плохо понимаю, что такое общее учение о биосфере, а потому, что, на мой взгляд, учение В.И. Вернадского переросло в отдельную науку или, точнее, в комплекс наук, объектом изучения которого

является биосфера» [12].

Борис Сергеевич, с которым позже я имел честь лично познакомиться, также среагировал на мой ответ не очень быстро, и о том, что он пересмотрел свой взгляд и принял предложенный мною термин, я узнал лишь в 2004 г. В статье «О соотношении понятий биосферология и геобиология» по этому поводу Борис Сергеевич писал: «Около четверти века тому назад, размышляя о биосфере *sensulato*² и её связях, я также не нашёл подходящего номенклатурного решения для названия науки, предметом которой было бы учение о биосфере, а точнее говоря, именно сама биосфера. Следуя скорее философскому подходу, я назвал эту область знания и изучения как «биосферософия». Однако теперь я склонен пересмотреть свой взгляд на этот вопрос и принять название биосферология, предложенное Г.В. Гегамяном. Действительно, в изучение биосферы втянулся комплекс наук, но объект изучения при всей его обширности остался один. И этот объект всё глубже захватывает интересы множества естественноисторических и гуманитарных наук» [15, с. 15].

2. Мой второй пример о негативном восприятии биосферологии более сложный. Речь идёт о реакции чл.-корр. АН СССР, профессора МГУ Николая Брониславовича Вассоевича. Через пару месяцев после того, как я отправил статью в ЖОБ, в феврале 1978 г., я неожиданно получил письмо от Н.Б. Вассоевича, которого редакция выбрала рецензентом для моей статьи. Как известно, обычно редакции научных журналов требуют от своих рецензентов соблюдать строгую анонимность, а тут мой рецензент решил выйти напрямую на автора. Причину не знаю и не могу объяснить, но был такой факт, и мне как автору это было приятно. Между нами началась переписка, и она постепенно разрослась, став настоящей научной полемикой, длившейся два года. Мы с Н.Б. Вассоевичем спорили, но спор был не из-за термина «биосферология» (с которым он согласился сразу же, и ещё в начале нашей переписки писал, что думает, что термин войдет в науку), а по вопросу трактовки биосферных воззрений В.И. Вернадского. Он считал, что я, вслед за определением термина «биосфера» в третьем томе БСЭ (1970, авторы В.А. Ковда и А.Н. Тюрюканов), ошибаюсь и неправильно понимаю В.И. Вернадского относительно границ биосферы. Хотя здесь у меня нет возможности войти в подробности нашей полемики, считаю необходимым остановиться чуть подробнее на вопросе о понимании и интерпретации идей В.И. Вернадского. Мне хочется напомнить, что после смерти Вернадского было много написано о нём и о его трудах в области геохимии, минералогии, кристаллографии и пр., но никто, даже его ученики и ближайшие сотрудники, не обращался к тому, что было самое важное для В.И. Вернадского – к его учению о биосфере, к проблеме «человек и биосфера». Достаточно привести такой факт: в книге о В.И. Вернадском из серии «Материалы к библиографии учёных» наряду с полным перечнем трудов учёного приведён внушительный список публикаций, посвящённых В.И. Вернадскому и его научной деятельности. Согласно этому списку, с 1945 г., т. е. с года смерти учёного, до 1968 г. были опубликованы 254 такие работы. Просмотрев заглавия указанных публикаций, я заметил, что в названиях только 4-х статей фигурировало слово «биосфера». С исторической точки зрения любопытно напомнить авторов этих статей: Шилова Е.И., Зенкевич Л.А., Личков Б.Л. и Перов О.В. Как видите, отсутствует имя даже ближайшего соратника и преемника В.И. Вернадского – А.П. Виноградова, и, по-видимому, именно этим и можно объяснить тот факт, что после смерти В.И. Вернадского созданная им Био-

² *Sensu stricto* (в узком смысле) и *sensu lato* (в широком смысле) – латинские выражения, добавляемые к названию таксона для уточнения его подразумеваемого объёма. Они используются, если есть общепринятые широкая и узкая трактовки объёма таксона.

геохимическая лаборатория превратилась не в Институт живого вещества, о чём мечтал учёный, а в Институт геохимической и аналитической химии.

В моём архиве сохранились пожелтевшие вырезки из двух мартовских номеров 1968 г. маленькой провинциальной газеты «Вперёд», выходившей тогда в г. Обнинске. В этой газете впервые был опубликован текст доклада Н.В. Тимофеева-Ресовского на тему «Биосфера и человечество», прочитанного им в феврале – марте 1967 г. в Московском доме учёных и в Институте медицинской радиологии в Обнинске. Думаю, что не ошибусь, если скажу, что именно с этой скромной газетной публикации впервые после смерти В.И. Вернадского научная мысль России вернулась к его учению о биосфере. Несмотря на то, что статья ещё при жизни Николая Владимировича и после его смерти была неоднократно переопубликована [19], она не удостоилась должного внимания. Эта статья в чём-то напоминает известную последнюю статью В.И. Вернадского «Несколько слов о ноосфере» [3]. Во-первых, обе статьи были написаны для широкой публики (вспомним, что В.И. Вернадский отправил свою статью и в газету «Правда»). Во-вторых, несмотря на разницу между этими статьями в 23 года, их авторов беспокоило одно и то же – судьба человечества, и, в-третьих, обе статьи носят характер научного завещания. В.И. Вернадский писал: «...в геологической истории биосферы перед Человеком открывается огромное будущее, если он поймёт это и не будет употреблять свой разум и свой труд на самоистребление» [3]. Читаем у Н.В. Тимофеева-Ресовского: «...человечеству предстоит наладить рациональные разумные взаимоотношения (с биосферой – Г.Г.). Без таких рациональных взаимоотношений человечеству может угрожать уже в предвидимом будущем очень много неприятностей» [19]. Статья заканчивалась настоящей программой-завещанием для будущих поколений и, на мой взгляд, эту программу и сегодня можно включить в любую национальную или интернациональную программу по «устойчивому развитию». Н.В. Тимофеев-Ресовский статью завершил такими словами: «Жизненная необходимость человечества делает совершенно неизбежным и необходимым вынесение «Проблемы № 1» в конкретный план всего естествознания» [19].

Что же касается моего спора с Н.Б. Вассоевичем, то суть его была в том, что, по его мнению, биосфера является областью распространения жизни, а я исходил из слов В.И. Вернадского о том, что «...биосфера не есть только так называемая область жизни. Это резко сказывается в её веществе» [7, с. 58]. Я пытался объяснить Н.Б. Вассоевичу, что биосфера есть чётко организованная, сложная космическая система, в энергетике которой жизнь играла, играет и будет играть главную роль. Её границы определяются не наличием или отсутствием в ней активных или латентных форм жизни, а пределами биогеохимической деятельности жизни. К сожалению, Н.Б. Вассоевич так и не согласился со мной и, в конце концов, совместно с Анатолием Николаевичем Ивановым написал отрицательный отзыв на мою статью. На их критику мне пришлось ответить подробным письмом на 12 машинописных страницах. Копию ответа я отправил в редакцию журнала, и редакция решила опубликовать статью. Хочу напомнить, что в ту пору главным редактором «Журнала общей биологии» был М.С. Гиляров, а в редколлегии были такие учёные, как С.М. Гершензон, Г.А. Заварзин, И.И. Молчанов, А.Л. Тахтаджян, А.В. Яблоков и другие выдающиеся естествоиспытатели.

Про нашу с Н.Б. Вассоевичем полемику в своей книге «Н.В. Тимофеев-Ресовский: Биосферные раздумья» [20] рассказал мой покойный друг и наставник, Анатолий Никифорович Тюрюканов. Он, в частности, писал: «...Г.В. Гегамян отчётливо выявляет и обосновывает важнейший в логическом и содержательном отношении ракурс анализа

мощности биосферы, который упускается из виду биологами и экологами. Речь идёт о геохимическом и энергетическом “проявлении жизни” в биосфере» [20, с. 266].

Когда вышла моя статья, наш учитель Николай Владимирович Тимофеев-Ресовский был ещё жив и Анатолий Никифорович мне обещал прочитатель её для него, что и сделал 30 августа 1980 г., т. е. за неделю до восьмидесятилетия Николая Владимировича. Об этом Тюрюканов мне писал (рис. 2): «Дорогой мой Гензель! Я выполнил своё слово. Полностью прочитал Ник. (Николаю – Г.Г.) Владимировичу твою статью. Читал её не я, а Володя Иванов³, а мы с дедом слушали. Общая его оценка: «Статья превосходна. Это лучшее, что я читал по этому вопросу. Молодец, Гензель». Володя тоже доволен и оба говорили о твоём росте в науке. Шлют тебе сердечный привет...».

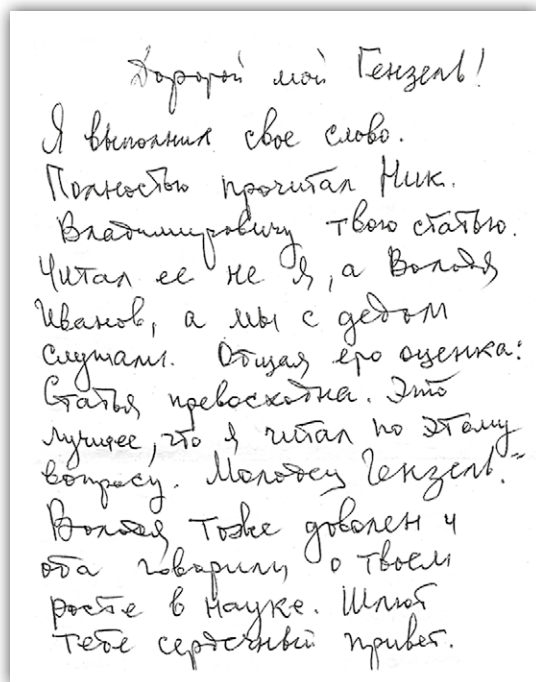


Рис. 2. Автограф письма Г. Гегамяну от А.Н. Тюрюканова, 1980 г. (из личной коллекции Г. Гегамяна).

Fig. 2. Letter to G. Gegamyan written by A.N. Tyuryukanov, 1980 (from the personal collection of G. Gegamyan).

Я, конечно, был очень рад, узнав о такой высокой оценке дорогого учителя. Мне было также чрезвычайно приятно получить положительное мнение академика Александра Леонидовича Яншина, который в 1994 г. по поводу биосферологии писал: «Биосферология – наука комплексная. Её проблемы, важные для прогноза будущего, не могут быть решены в рамках какой-нибудь одной из существующих дисциплин». Получил я поздравительную записку и от В.А. Ковды, который писал, что прочитал статью с большим интересом и считает, что она отличная и очень нужная. Были поло-

³ Владимир Ильич Иванов (1932–2010) – генетик, д.б.н., проф., академик АМН СССР. Был моим оппонентом на защите канд. диссертации, которую я выполнил в Институте медицинской радиологии в Обнинске под руководством Н.В. Тимофеева-Ресовского и А.Н. Тюрюканова (прим. автора).

жительные мнения крупнейшего геоботаника, проф. Тихона Александровича Работнова и ряда других известных учёных страны.

Заключение. А теперь несколько слов относительно задач биосферологии. Я повторял неоднократно, что биосферология должна в первую очередь заниматься изучением механизма функционирования биосферы. Поскольку движущей силой этого механизма, источником всех материально-энергетических превращений в биосфере планеты является живое вещество, мы должны начать именно с живого вещества [10, 11, 12]. Мы знаем сегодня многое о жизни и живых организмах, и текущий XXI век, по всей вероятности, будет веком биотехнологий. Однако нам ещё далеко не понятна роль живого вещества в механизме функционирования биосферы. Если мы хотим взять в свои руки «рычаги управления» биосферы, если нынешнее поколение людей претендует на то, что ему суждено вывести планету из глубокого экологического кризиса, то ему надо знать все секреты этого механизма. Только в этом случае мы сможем рассчитывать на успех, разработать действительно научную стратегию выживания человечества. Биосферология должна учитывать количественно и энергетически всю работу живого вещества на Земле в его космическом аспекте. За прошедшие десятилетия биосферология постепенно формируется как наука XXI века, и в российской научной литературе появляется всё больше и больше публикаций, подтверждающих, что без этой науки сегодня невозможно идти дальше. Сегодня можно со всей уверенностью сказать, что представления Вернадского о живом веществе и биосфере переросли в самостоятельную чёткую и стройную науку – *биосферологию*.

Благодарности. Автор выражает благодарность к.б.н. А.Е. Андреевой за помощь в подготовке статьи к опубликованию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вернадский В.И. Дневники 1917–1921 / Сост. М.Ю. Сорокина, С.Н. Киржаев, А.В. Мемелов, В.С. Неаполитанская. Киев: Наукова Думка, 1994. 272 с.
2. Вернадский В.И. Живое вещество / Сост. В.С. Неаполитанская, Н.В. Филиппова. М.: Наука, 1978. 96 с.
3. Вернадский В.И. Несколько слов о ноосфере (<http://vernadsky.lib.ru/e-texts/archive/noos.html>).
4. Вернадский В.И. Об условиях появления жизни на Земле // Изв. АН СССР. VII серия. Отд. математических и естественных наук. 1931. № 5. С. 633–653.
5. Вернадский В.И. Проблемы биогеохимии // Тр. биогеохимической лаборатории / Сост. В.С. Неаполитанская. М.: Наука, 1980. Т. XVI. 320 с.
6. Вернадский В.И. Труды по биогеохимии и геохимии почв / Отв. ред. В.В. Добровольский. М.: Наука, 1992. 437 с.
7. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и её окружения. 2-е изд. М.: Наука, 1987. 348 с.
8. Виноградский С.Н. Микробиология почвы. М.: Изд-во АН СССР, 1952. 897 с.
9. Гегамян Г.В. О биосферологии В.И. Вернадского // Журнал общей биологии. 1980. Т. 41, № 4. С. 581–595.
10. Гегамян Г.В. Ламарк, Вернадский и биосферология // В.И. Вернадский: pro et contra. Антология литературы о В.И. Вернадском за сто лет (1898–1998) / Под ред. А.Л. Яншина. СПб: Изд-во Русского христианского гуманитарного института, 2000. С. 513–519.
11. Гегамян Г.В. Концепция поля живого вещества // Вестник РАН. 1993. № 2. С. 126–133.
12. Гегамян Г.В. Ещё раз о биосферологии В.И. Вернадского // Бюлл. Комиссии по разработке научного наследия академика В.И. Вернадского. Вып. 16. М.: Наука, 2001. С. 43–47.
13. Переписка В.И. Вернадского с Б.Л. Личковым 1918–1939. Архив АН СССР / Сост. В.С. Неаполитанская. М.: Наука, 1979. 270 с.
14. Полюнов Б.Б. Избранные труды / Отв. ред. И.В. Тюрин, А.А. Сауков. М.: Изд-во АН

СССР, 1956. 751 с.

15. Соколов Б.С. Палеонтология и эволюция биосферы. Л.: Наука, 1983. С. 15.
16. Соколов Б.С. Биосфера: понятие, структура, эволюция // В.И. Вернадский и современность / Под ред. А.Г. Назарова, Б.С. Соколова, А.Л. Яншина. М.: Наука, 1986. С. 102.
17. Соколов Б.С. О соотношении понятий биосферология и геобиология // Среди наук о Земле и жизни. Новосибирск: Академическое издание Гео, 2004. С. 447–449.
18. Страницы автобиографии В.И. Вернадского / Сост. Н.В. Филиппова. М.: Наука, 1981. 352 с.
19. Тимофеев-Ресовский Н.В. Биосфера и человечество (<https://studylib.ru/doc/282482/biosfera-i-chelovechestvo>).
20. Тюрюканов А.Н., Фёдоров В.М. Н.В. Тимофеев-Ресовский: Биосферные раздумья. Москва–Париж: РАН, 1996. 368 с.

REFERENCES

1. Vernadsky V.I. *Diaries 1917–1921*. 272 p. Comp. by M.Yu. Sorokina, S.N. Kirzhaev, A.V. Memelov, V.S. Neapolitanskaya (Kyiv: Naukova Dumka, 1994) (in Russian).
2. Vernadsky V.I. *Living Matter*. 96 p. Comp. by V.S. Neapolitanskaya, N.V. Filippova (Moscow: Nauka, 1978) (in Russian).
3. Vernadsky V.I. *A Few Words About the Noosphere* (<http://vernadsky.lib.ru/e-texts/archive/noos.html>) (in Russian).
4. Vernadsky V.I. Conditions for the emergence of life on Earth. *Izvestiya of the USSR Academy of Sciences. Series VII. Section of Mathematical and Natural Sciences*. 5, 633–653 (1931) (in Russian).
5. Vernadsky V.I. Problems of Biochemistry. *Publications of the Biochemistry Laboratory*. Comp. by V.S. Neapolitanskaya. XVI. 320 p. (Novosibirsk: Nauka, 1980) (in Russian).
6. Vernadsky V.I. *Publications on Soil Biochemistry and Geochemistry*. Ed. by V.V. Dobrovolsky. 437 p. (Moscow: Nauka, 1992) (in Russian).
7. Vernadsky V.I. *The Chemical Structure of the Earth's Biosphere and its Surroundings*. 2nd ed. 348 p. (Moscow: Nauka, 1987) (in Russian).
8. Vinogradsky S.N. *Soil Microbiology*. 897 p. (Moscow: Publishing house of AN SSSR, 1952) (in Russian).
9. Gegamyan G.V. On the Biospherology of V.I. Vernadsky. *Zhurnal obschej Biologii* [J. of General Biology]. 41 (4), 581–595 (1980) (in Russian).
10. Gegamyan G.V. Lamarck, Vernadsky and Biospherology. *V.I. Vernadsky: pro et contra*. 513–519 (St. Petersburg, 2000) (in Russian).
11. Gegamyan G.V. The Concept of the Field of Living Matter. *Vestnik RAN*. 2, 126–133 (1993) (in Russian).
12. Gegamyan G.V. The Biospherology of V.I. Vernadsky Revisited. *Bulletin of the Commission for Development of the Scientific Legacy of Academician V.I. Vernadsky*. 16, 43–47 (Moscow: Nauka, 2001) (in Russian).
13. *V.I. Vernadsky's Correspondence with B.L. Lichkov, 1918–1939*. Archive of the USSR Academy of Sciences. Comp. by V.S. Neapolitanskaya. 270 p. (Moscow: Nauka, 1979) (in Russian).
14. Polynov B.B. *Selected Publications*. Ed. by I.V. Tyurin, A.A. Saukov. 751 p. (Moscow: Publishing house of AN SSSR, 1956) (in Russian).
15. Sokolov B.S. *Paleontology and the Evolution of the Biosphere*. P. 15 (Leningrad: Nauka, 1983) (in Russian).
16. Sokolov B.S. The Biosphere: Concept, Structure, Evolution. *V.I. Vernadsky and the Modern Era*. Ed. by A.G. Nazarov, B.S. Sokolov, A.L. Yanshin. 102 p. (Moscow: Nauka, 1986) (in Russian).
17. Sokolov B.S. On the Relationship Between the Concepts of Biospherology and Geobiology. *Amongst Earth and Life Sciences*. Collection of articles of B.S. Sokolov. P. 447–449 (Novosibirsk: Academic publication Geo, 2004) (in Russian).
18. *Pages from the autobiography of V.I. Vernadsky*. Comp. by N.V. Filippova. 352 p. (Moscow, Nauka, 1981) (in Russian).
19. *Timofeev-Ressovsky N.V. The Biosphere and Humankind* (<https://studylib.ru/doc/282482/biosfera-i-chelovechestvo>) (in Russian).
20. Tyuryukanov A.N., Fedorov V.M. N.V. *Timofeev-Ressovsky: Biosphere Meditations*. 368 p. (Moscow – Paris, 1996) (in Russian).

ЕСТЕСТВОИСПЫТАТЕЛЬ И ЛЕТОПИСЕЦ ПОЧВОВЕДЕНИЯ: ИГОРЬ ВАСИЛЬЕВИЧ ИВАНОВ

**В.В. Снакин, М.И. Дергачёва, Ю.Г. Чендев, С.В. Губин,
Ж.С. Асаинова, Н.Г. Рыбальский***

Статья посвящена замечательному российскому учёному-естествоиспытателю, внесшему заметный вклад в почвоведение и в учение о биосфере – д.г.н., профессору Игорю Васильевичу Иванову (02.07.1937–30.03.2021). Широкий кругозор и энциклопедические знания позволили ему, работая в разных областях естествознания, перейти к созданию социально-исторического направления в почвенных исследованиях и обобщению истории отечественного почвоведения, содержащему новый взгляд на особенности его развития.

Ключевые слова: история почвоведения, геохимия ландшафтов, география почв, эволюция почв, археологическое почвоведение, учение о биосфере.

Ссылка для цитирования: Снакин В.В., Дергачёва М.И., Чендев Ю.Г., Губин С.В., Асаинова Ж.С., Рыбальский Н.Г. Естествоиспытатель и летописец почвоведения: Игорь Васильевич Иванов // Жизнь Земли. Т. 43, № 2. С. 270–280. DOI: 10.29003/m2032.0514-7468.2020_43_2/270-280.

Поступила 07.05.2021 / Принята к публикации 07.06.2021

IGOR VASILIEVICH IVANOV – NATURAL SCIENTIST AND PEDOLOGY CHRONICLER

V.V. Snakin^{1,2}, Dr.Sci (Biol.), M.I. Dergacheva³, Dr.Sci (Biol.), Yu.G. Chendeu⁴, Dr.Sci (Geogr.),
S.V. Gubin⁵, Dr.Sci (Biol.), J.S. Asainova⁵, N.G. Rybalsky⁶, Dr.Sci (Biol.)

¹Lomonosov Moscow State University (Earth Science Museum), Moscow

²Institute of Basic Biological Problems of the Russian Academy of Sciences, Pushchino, Moscow Region

³Institute of Soil Science and Agrochemistry, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk

⁴Institute of Earth Sciences of Belgorod National Research University, Belgorod

⁵Institute of Physicochemical and Biological Problems of Soil Science of the Russian Academy of Sciences,
Pushchino, Moscow Region

⁶National Information Agency "National Resources" (NIA-Nature), Moscow

The article is dedicated to the remarkable Russian natural scientist made a significant contribution to soil science and the biosphere theory- Doctor of Biological Sciences, Professor Igor Vasilievich Ivanov (02.07.1937–30.03.2021). His open mind and encyclopedic knowledge allowed him, working in various fields of natural science, to move on to creation a socio-historical direction in soil research and generalization of the Russian soil science history with other view at the features of its development.

Keywords: history of soil science (pedology), landscape geochemistry, geography of soils, evolution of soils, archaeological soil science, doctrine of the biosphere.

* Снакин Валерий Викторович – д.б.н., проф., Музей земледелия МГУ, Москва; Институт фундаментальных проблем биологии РАН, г. Пущино Московской области, snakin@mail.ru; Дергачёва Мария Ивановна – д.б.н., проф., Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, г. Новосибирск, mid555@yandex.ru; Чендев Юрий Георгиевич – д.г.н., проф., Институт наук о Земле Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, sciences@mail.ru; Губин Станислав Викторович – д.б.н., Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, г. Пущино, gubin.stas@mail.ru; Асаинова Жанна Сергеевна – инж., Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, г. Пущино, asoi17@rambler.ru; Рыбальский Николай Григорьевич – д.б.н., проф., Национальное информационное агентство «Природные ресурсы», Москва, nia_priroda@mail.ru.

Введение. Почвоведение, пожалуй, как никакая другая наука вобрало в себя знания самых разных дисциплин: геологии, биологии, геохимии, геофизики, географии. В этом оно может сравниться разве только с ещё более молодой наукой, находящейся в непростом периоде «взросления», – экологией. Само определение почвы как биокосного тела свидетельствует о пограничности её между живыми и неживыми компонентами биосферы. Возможно, поэтому так непросто шло становление почвоведения и также непросто было писать историю этой науки. Тем ценнее вклад замечательного российского учёного Игоря Васильевича Иванова (1937–2021), взявшего на себя этот труд [6]. Разносторонний исследователь, д.г.н., профессор (2006), Заслуженный деятель науки РФ (1998), Почётный член Общества почвоведов имени В.В. Докучаева И.В. Иванов в течение многих лет работал в Институте физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН (ИФХиБП РАН), возглавлял Комиссию истории, философии и социологии почвоведения Общества почвоведов имени В.В. Докучаева (рис. 1).



Рис. 1. Игорь Васильевич Иванов (02.07.1937–30.03.2021).

Fig. 1. Igor Vasilievich Ivanov (02.07.1937–30.03.2021).

Становление. Игорь Васильевич родился в Оренбурге, начальное образование получил в Астрахани, высшее – в Волгограде (1954–59) на естественно-географическом факультете Сталинградского государственного педагогического института им. А.С. Серафимовича (ныне Волгоградский государственный социально-педагогический университет), получив специальность учителя географии и биологии.

По воспоминаниям И.В. Иванова, Сталинградский госпединститут имел хороших преподавателей. Среди них Михаил Митрофанович Самбикин (рис. 2), профессор-агроклиматолог, которому было уже за 70 лет. Дореволюционный интеллигент, энциклопедически образованный и воспитанный, рассказывал о своих знакомых и друзьях – великом климатологе А.И. Воейкове, специалисте в области физики почв А.Ф. Лебедеве, физиологе растений академике Н.А. Максимове, климатологе академи-

ке Ф.Ф. Давитая, географе профессоре Крубере. Запомнились слова М.М. Самбикина: «Не получится из вас исследователя, если не изучите с карандашом в руках книгу А.Ф. Лебедева «Почвенные и грунтовые воды»». Звучали и такие слова: «Голубчики, я сдавал вступительные экзамены в Петербургский политехнический институт Дмитрию Ивановичу Менделееву». Книга М.М. Самбикина «Недороды на Украине» [28] о корреляции неурожаев с максимумами солнечной активности цитируется до сих пор.



Рис. 2. Михаил Митрофанович Самбикин (стоит, в центре), И.В. Иванов – крайний справа, 9 мая 1963 г.

Fig. 2. Mikhail Mitrofanovich Sambikin (center), Igor Vasilievich Ivanov (on the far right), 9 May 1963.

Ещё один замечательный учитель – *Сергей Ильич Никитин* (рис. 3) – почвовед-практик, пришедший преподавать в 60-летнем возрасте после 10 лет работы директором Областной опытной сельскохозяйственной станции. В 1930-х гг. был редактором почвенных карт Нижнего Поволжья. Добрейший и заботливый человек. Прекрасно знал земледелие, геоботанику, почвоведение, поставил в 1950-х гг. один из первых в стране длительный опыт (7 лет) наблюдений за мелиорацией солонцов,



Рис. 3. Сергей Ильич Никитин.

Fig. 3 Sergej Il'ich Nikitin.

написал книгу о мелиорации почв солонцового комплекса, обладал большим авторитетом среди работников сельскохозяйственной области, дружил с И.Н. Антиповым-Каратаевым, К.П. Паком. В период обучения Игоря Васильевича в пединституте С.И. Никитин защитил кандидатскую диссертацию и получил звание профессора. Именно благодаря ему Игорь Васильевич решил стать почвоведом. В студенческие годы И.В. Иванов провёл два месяца в общении с академиком И.Н. Антиповым-Каратаевым, почвоведом К.П. Паком, Н.М. Зайцевым.

Трудовую деятельность И.В. Иванов начал в 1959–60 гг. почвоведом отдела землеустройства Волгоградского областного управления сельского хозяйства, где приобрёл бесценный опыт в области полевого картирования, составления почвенного очерка и карт, по решению земельных споров

и отбору земель под пашню, общению с руководителями и агрономами хозяйств и районов. В 1960–71 гг. работал геоморфологом, а затем геохимиком в Волгоградском НИПИ нефтяной и газовой промышленности, участвовал в разработке геохимических методов поисков нефти и газа (изучались микроэлементы в почвах и породах, рельеф, грунтовые воды, распределение в ландшафтах углеводородных газов и окисляющих их бактерий, радиоактивность почв, составлялись ландшафтно-геохимические карты).

Геохимия ландшафтов. Работа в Волгоградском НИПИ нефтяной и газовой промышленности обернулась поступлением в заочную аспирантуру географического факультета МГУ, где Игорь Васильевич обучался 4 года под руководством *Марии Альфредовны Глазовской* (рис. 4). Аспирантские годы прошли также в тесном общении с А.И. Перельманом, А.В. Гедыминым, К.К. Марковым и другими учёными, у которых можно было многому научиться.

В 1969 г. И.В. Иванов защитил кандидатскую диссертацию на Совете географического факультета МГУ «Геохимическая дифференциация ландшафтов Волгоградского Правобережья и её учёт при поисках нефти и газа» под руководством профессора М.А. Глазовской. Одним из оппонентов был к.г.-м.н. Пётр Степанович Славин, заместитель В.А. Ковды по почвенно-геохимическим нефтегазописковым работам 1940–50-х гг. Долгая дружба Игоря Васильевича и Марии Альфредовны Глазовской продолжалась до конца жизни Марии Альфредовны. Одним из доказательств этой дружбы и признания её больших заслуг в области географии почв и геохимии ландшафтов являлась рецензия Игоря Васильевича [10].

Методические разработки газобактериальных методов поиска нефти и газа продолжались 12 лет. В связи с проблемой переброски части стока северных рек в южные районы страны им изучались оригинальные почвы «щельники» и галогеохимия почв Срединного региона. Работы по галогеохимии почв нашли отражение в монографии [15].

Эволюция почв. В 1971 г. директор Института агрохимии и почвоведения АН СССР (ныне ИФХиБП РАН) чл.-корр. АН СССР В.А. Ковда пригласил И.В. Иванова на работу в г. Пущино. В разные годы в Институте он руководил почвенно-геохимической группой, отделом почвоведения, лабораторией и группой генезиса и эволюции почв (1989–2020), группой истории почвоведения (2021). Являясь одним из старейших сотрудников Института, Игорь Васильевич внёс неоценимый вклад в его становление и развитие.

В 1970–80 гг. им был выполнен большой объём научных исследований по важнейшим государственным заданиям, дан мощный импульс развитию очень важного раздела генетического почвоведения – эволюции почв. Он стал «прародителем» многих идей, до сих пор активно развиваемых исследователями. Именно он в работе [7] акцентировал внимание на важности исследования почв и культурных слоёв археологических объектов голоцена для решения вопросов, связанных с эволюцией почв и формирующей их природной среды, что вызвало всплеск интереса к этим объектам, расширение исследований в этом направлении и в конечном итоге повлекло выделение *археологического почвоведения* в самостоятельный раздел науки [2, 5, 7, 20 и др.].

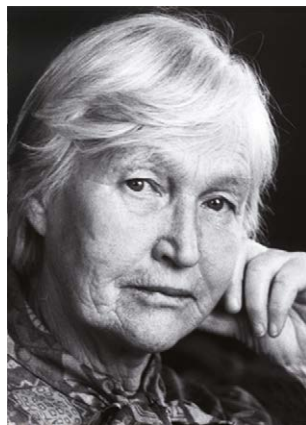


Рис. 4. Мария Альфредовна Глазовская (1912–2016) – любимый учитель И.В. Иванова.

Fig. 4. Maria Alfredovna Glazovskaya (1912–2016), the favourite teacher of I.V. Ivanov.

После исследований В.П. Золотуна [4] Игорь Васильевич был одним из первых почвоведов-географов (наряду с А.Н. Геннадиевым и А.Л. Александровским), кто понял широкие перспективы исследования и сравнительного анализа погребённых под датированными памятниками археологии почв для целей палеопочвенных, палеогеографических и палеоэкологических реконструкций, прогноза состояния почв и почвенно-экологического мониторинга. Отдельным сюжетом выступают комплексные исследования И.В. Ивановым и его учениками почв и растительности известного археологического памятника Южного Урала «Аркаим» [3, 21, 27 и др.).

Большое внимание И.В. Иванов уделял методике и методологии исследований, интерпретации данных. Совместно с А.Л. Александровским им сформулирована система методов изучения эволюции и возраста почв [12, 13]. Им предложено понятие археологического вещества почв как метки природных процессов и частного случая – антропогенного вещества, показана эффективность показателя относительных величин изменения почв во времени в процентах от современных значений.

В книге о Рын-песках была предложена (совместно с Т.С. Луковской) методика оценки численности населения, диких и домашних животных в былые эпохи, основанная на экологических соотношениях, предложена классификация типов реакции на улучшение или ухудшение экологических условий или на отсутствие таковых [14, 18].

Используя палеогеографические и палеопочвенные данные, И.В. Иванов предложил объяснение причин колебаний уровня Каспийского моря и высказал предположение о прекращении падения его уровня после 2010 г. [8]. Также им разрабатывались методические подходы изучения пространственного соотношения почвенного и растительного покрова в лесной зоне в условиях антропогенных воздействий [22].

И конечно же, неоценим вклад Игоря Васильевича в познание закономерностей происхождения и голоценового развития «царя почв» – восточноевропейских чернозёмов. Исследования этих почв, и сразу весьма плодотворные и удачные, были начаты почвенно-археологическими исследованиями в Днепропетровской области в 1983 г. (среди других объектов были изучены наиболее древние из известных до настоящего времени в центре Восточной Европы чернозёмы атлантического периода голоцена возраста 5200 лет). В дальнейшем Игорь Васильевич продолжал развивать теорию голоценовой эволюции чернозёмов, которой были посвящены многие статьи и монографии автора [11, 13, 19, 29 и др.].

В 1988 г. в Институте географии АН СССР И.В. Иванов защитил докторскую диссертацию по теме «Природная эволюция почв степной зоны в голоцене».

История почвоведения. Обладая энциклопедическими знаниями по истории отечественного и мирового почвоведения, возникновению и развитию основных идей в естественных науках, Игорь Васильевич явился инициатором создания социально-исторического направления в почвенных исследованиях.

С 1980 г. И.В. Иванов всё больший интерес проявляет к истории почвоведения: истории журнала «Почвоведение», творчеству В.В. Докучаева, Р.С. Ильина, В.А. Ковды, Г.В. Добровольского. Им составлен (совместно с Т.С. Луковской) ставший настольной книгой почвоведов библиографический справочник по опубликованным в журнале «Почвоведение» работам [1], проведён наукометрический анализ его материалов [17].

В 2003 г. была издана книга И.В. Иванова «История отечественного почвоведения» [6], содержащая новый взгляд на историю почвоведения и особенности её развития. Многие годы И.В. Иванов возглавлял Комиссию по истории, философии, социологии почвоведения Докучаевского общества почвоведов и руководил группой по

подготовке биобиблиографического справочника «Почвоведы России и сопредельных государств». В последние годы И.В. Иванов, работая над вторым томом «Истории почвоведения», подготовил и опубликовал целый ряд статей, посвящённых истории почвоведения и конкретным учёным-почвоведом [9, 16 и др.]. Именно И.В. Иванов – автор статьи о В.В. Докучаеве в Большой Российской энциклопедии.

Организатор науки и учитель. Ученик М.А. Глазовской, А.И. Перельмана, К.К. Маркова, он доброжелательно делился огромным багажом своих знаний с коллегами, аспирантами и студентами. Игорь Васильевич вёл активную педагогическую работу, будучи профессором в Пушкинском филиале МГУ и Пушкинском государственном университете (ныне ПушГЕНИ), читал курсы «Науки о Земле» и «Биосферология». Под руководством И.В. Иванова защищены четыре кандидатские и две докторские диссертации.

И.В. Иванов – организатор и активный участник множества научных экспедиций (рис. 5). В 1974 г. И.В. Иванов вместе с В.А. Ковдой руководил XI туром экскурсий X Международного почвенного конгресса по маршруту Ростов–Казань (рис. 6); были изданы 3 путеводителя экскурсии. Он активно занимался пропагандой знаний, читая лекции в вузах, проводя мастер-классы, в т. ч. на Международной научной молодёжной школе в Сибири (рис. 7), выступая на многочисленных конференциях самого разного уровня.



Рис. 5. Ландшафт Рын-песков, изучавшихся И.В. Ивановым в 1970–80-х гг.

Fig. 5. Ryn Desert landscape studied by I.V. Ivanov in 1970–1980.

Под руководством и по инициативе И.В. Иванова в Пушкино были проведены несколько конференций по эволюции почв и истории почвоведения и изданы сборники их трудов, в частности [23, 26, 24, 25].

Заключение. Анализируя научное наследие И.В. Иванова необходимо отметить широту проводимых им исследований и разнообразие проблем, которые он рассматривал в своих работах. Энциклопедичность знаний, творческий подход к решению любых вопросов, за которые он брался, а также высокая интуитивность мышления способствовали тому, что он всегда безошибочно выделял те темы, решал те проблемы, которые являлись злободневными на каждый конкретный момент его творческого пути.



Рис. 6. В почвенном разрезе во время X Международного конгресса почвоведов, 1974 г. Слева направо: А.С. Керженцев, проф. И. Сабольч (Венгрия), И.В. Иванов, чл.-корр. АН СССР В.А. Ковда.

Fig. 6. In a soil profile cut at 10th international congress of soil scientists, 1974. From left to right: A.S. Kerzhentsev, professor I. Sabol'ch (Hungary), I.V. Ivanov, corresponding member of the Academy of Sciences of the Soviet Union V.A. Kovda.



Рис. 7. У костра во время Первой Международной научной молодёжной школы в Сибири, август 2010 г. Слева направо: А.О. Макеев, Е.И. Александровская, А.Л. Александровский, М.И. Дергачёва (организатор Школы), И.В. Иванов, С.А. Сычёва, Д. Андреева, А.А. Гольева.

Fig. 7. Around the fire. The 1st International Scientific Youth School in Siberia, August, 2010. From left to right: A.O. Makeev, E.I. Alexandrovskaya, A.L. Alexandrovskiy, M.I. Dergacheva (the school organizer), I.V. Ivanov, S.A. Sycheva, D. Andreeva, A.A. Golyeva.

Его широкий исследовательский кругозор, охватывающий совершенно разные области науки о Земле и Жизни, в сочетании с присущей ему интуицией способство-

вали тому, что Игорь Васильевич, решая любой вопрос, имел оригинальное видение проблемы, находил оригинальные пути решения (пусть и не всегда бесспорные, порой вызывающие дискуссии), заставляющие многих задумываться над поднятой им темой и включаться в её разработку. Таковы его работы о гумусе почв и палеопочв, об археологических объектах, об эволюции почв и природной среды, об истории почвоведения и др.

Знание и интуиция очень ярко проявлялись также в полевых условиях, где он видел не просто (и не только) разрезы, а рассматривал их сразу в контексте специфики природной среды, умел подметить не только все тонкости морфологии и строения вскрытых разрезов почв, но и объяснить причины их проявления.

Игорь Васильевич мог объединить вокруг решения той или иной проблемы широкий круг исследователей, работающих в разных областях науки, что подтверждают его многочисленные статьи и коллективные монографии, в которых он выступает не только как соавтор, но и как ответственный редактор. Он активно занимался пропагандой знаний, читая лекции в вузах, проводя мастер-классы на Международной научной молодёжной школе в Сибири (рис. 7), выступая на многочисленных конференциях самого разного уровня.

Прекрасный полевик, заботливый товарищ, бескорыстный и непритязательный в быту, всю свою жизнь Игорь Васильевич посвятил служению Науке и был полон планов на будущее. Отмечая своё 80-летие, Игорь Васильевич в качестве приоритета (научной программы-минимума) на ближайшие годы отметил завершение второй части книги об истории отечественного почвоведения. Однако пандемия коронавируса не дала возможности завершить это его так нужное для почвоведения «ещё одно, последнее сказанье».

Благодарности. Авторы выражают искреннюю признательность семье Игоря Васильевича, в частности, его дочери Екатерине Игоревне Захаровой, за представленные материалы из семейного архива.

Работа выполнена при финансовой поддержке государственных заданий АААА–А17–117030110139–9 и АААА–А16–116042710030–7, а также проекта РФФИ № 19–29–05012.

ЛИТЕРАТУРА

1. Библиографический справочник. Материалы, опубликованные в журнале Почвоведение за 100 лет. Научный редактор Г.В. Добровольский. Составители: И.В. Иванов, Т.С. Луковская. М.: Наука. 1999. 670 с.
2. Демкин В.А., Иванов И.В. Развитие почв Прикаспийской низменности в голоцене. Пути: НЦБИ АН СССР. 1985. 165 с.
3. Зданович Г.Б., Иванов И.В., Плеханова Л.Н. Музей-заповедник «Аркаим» в стране городов // Природа. 2001. № 9 (1031). С. 50–58.
4. Золотун В.П. Развитие почв юга Украины за последние 45–50 веков: Автореф. дис. д-ра с.-х. наук. Киев, 1974. 74 с.
5. Иванов И.В. Динамика атмосферных увлажнений и эволюция почв аридной области умеренного пояса Севера Евразии в голоцене // Почвенные процессы и пространственно-временная организация почв. М.: Наука, 2006. С. 7–34.
6. Иванов И.В. История отечественного почвоведения: развитие идей, дифференцирования, институционализация в 2 кн. М.: Наука, 2003. Кн. 1: 1870–1947. 397 с.
7. Иванов И.В. Почвоведение и археология // Почвоведение, 1978. № 10. С. 17–28.
8. Иванов И.В. Причины колебаний уровня Каспийского моря в голоцене по данным палеогеографии и палеопочвоведения // Водные ресурсы. 2000. Т. 27. № 3. С. 267–272.

9. Иванов И.В. Размышления над книгой В.И. Оноприенко "Владимир Амалицкий. Пермские динозавры России" // Жизнь Земли. 2019. Т. 41, № 2. С. 216–224.
10. Иванов И.В. Размышления над новой книгой М.А. Глазовской // Почвоведение. 2011. № 7. С. 899–901.
11. Иванов И.В. Эволюция почв степной зоны в голоцене. М.: Наука. 1992. 142 с.
12. Иванов И.В., Александровский А.Л. Методы изучения эволюции почв // Почвоведение. 1987. № 1. С. 112–121.
13. Иванов И.В., Александровский А.Л., Макеев А.О. и др. Эволюция почв и почвенного покрова. Теория, разнообразие природной эволюции и антропогенных трансформаций почв. М.: ГЕОС, 2015. 925 с.
14. Иванов И.В., Васильев И.Б. Человек, природа, почвы Рын-песков Волго-Уральского междуречья в голоцене. М.: Интеллект, 1995. 264 с.
15. Иванов И.В., Глазовский Н.Ф. Геохимический анализ почвенного покрова степей и пустынь. М.: Наука, 1979. 135 с.
16. Иванов И.В., Замотаев И.В. Научные идеи почвоведов и географов Ф.И. Козловского (к 90-летию со дня рождения) // Жизнь Земли. 2018. Т. 40, № 4. С. 459–464.
17. Иванов И.В., Луковская Т.С. Наукометрический анализ публикаций журнала «Почвоведение» за 100 лет (1899–1998) // Почвоведение. 2003. № 1. С. 113–125.
18. Иванов И.В., Луковская Т.С. Роль пространственно-временных изменений экологических условий евразийских степей в развитии древних культурно-исторических общностей // Эпоха бронзы и ранний железный век в истории древних племён южнорусских степей. Саратов, 1997. С. 79–86.
19. Иванов И.В., Табанакова Е.Д. Изменения мощности гумусового горизонта и эволюция чернозёмов Восточной Европы в голоцене (механизмы, причины, закономерности) // Почвоведение. 2003. № 9. С. 1029–1042.
20. Иванов И.В., Хохлова О.С. Археологическое почвоведение: задачи, методы исследования, дискуссионные проблемы // Почвоведение: история, социология, методология. М.: Наука, 2005. С. 330–335.
21. Иванов И.В., Чернянский С.С. Вопросы археологического почвоведения и некоторые результаты палеопочвенных исследований в заповеднике «Аркаим» // Археологический источник и моделирование древних технологий. Челябинск: Аркаим, 2000. С. 3–16.
22. Иванов И.В., Шадриков И.Г., Асаинова Ж.С., Дмитриков Л.М. Пространственно-временные соотношения почвенного и растительного покровов на границе южной тайги и смешанных лесов в условиях антропогенного воздействия // Почвенные процессы и пространственно-временная организация почв / Под ред. В.Н. Кудярова. М.: Наука, 2006. С. 78–91.
23. Материалы III Всероссийской научной конференции с международным участием «Проблемы истории, методологии и социологии почвоведения». Пушкино: Товарищество науч. изд. КМК, 2017. 352 с.
24. Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием «Почва как компонент биосферы: эволюция, функционирование и экологические аспекты» / Под ред. И.В. Иванова и др. М.: Товарищество науч. изд. КМК, 2020. 234 с.
25. Организация почвенных систем. Методология и история почвоведения. Труды 2 Национальной конференции с международным участием «Проблемы истории, методологии и философии почвоведения», 5–9 ноября, 2007 г., г. Пушкино / Под ред. И.В. Иванова и В.Е. Приходько. Пушкино: ИФХиБП РАН, 2007. Т. 1. 236 с.; Т. 2. 449 с.
26. Почвоведение: история, социология, методология / Под ред. В.Н. Кудярова и И.В. Иванова. М.: Наука, 2005. 422 с.
27. Приходько В.Е., Иванов И.В., Манахов Д.В., Манахова Е.В. Почвы и почвенный покров заповедника «Аркаим» (Степное Зауралье) // Почвоведение. 2012. № 8. С. 819–833.
28. Самбикин М.М. Недороды на Украине. Их районы, частота и размеры. Киев: Держгоспиздат, 1931. 150 с.

29. Чендев Ю.Г., Иванов И.В., Песочина Л.С. Тренды естественной эволюции чернозёмов Восточно-Европейской равнины // Почвоведение. 2010. № 7. С. 779–787.

REFERENCES

1. *Bibliographic reference book. Materials published in the journal "Pochvovedenie" [Soil Science] for 100 years.* Ed. by G.V. Dobrovolsky. Comp. by I.V. Ivanov, T.S. Lukovskaya. 670 p. (Moscow: Nauka, 1999) (in Russian).
2. Demkin V.A., Ivanov I.V. *Development of soils of the Caspian lowland in the Holocene.* 165 p. (Pushchino: NCBI Academy of Sciences of the USSR, 1985) (in Russian).
3. Zdanovich G.B., Ivanov I.V., Plekhanova L.N. Museum-reserve "Arkaim" in the land of cities. *Priroda [Nature]*. **9** (1031), 50–58 (2001) (in Russian).
4. Zolotun V.P. *The development of soils in the south of Ukraine for the last 45–50 centuries.* Thesis of Dr. Sci. 74 p. (Kiev, 1974) (in Russian).
5. Ivanov I.V. Dynamics of atmospheric moisture and the evolution of soils in the arid region of the temperate zone of Northern Eurasia in the Holocene. *Soil processes and spatiotemporal organization of soils*. P. 7–34 (Moscow: Nauka, 2006) (in Russian).
6. Ivanov I.V. *History of Russian soil science: development of ideas, differentiation, institutionalization in 2 vols. V. 1: 1870–1947.* 397p. (Moscow: Nauka, 2003) (in Russian).
7. Ivanov I.V. Soil Science and Archeology. *Pochvovedenie [Soil Science]*. **10**, 17–28 (1978) (in Russian).
8. Ivanov I.V. The causes of fluctuations in the level of the Caspian Sea in the Holocene according to paleogeography and paleosol studies. *Vodnye resursy*. **27** (3), 267–272 (2000) (in Russian).
9. Ivanov I.V. Reflections on the book by V.I. Onoprienko "Vladimir Amalitsky. Permian dinosaurs of Russia". *Zhizn' Zemli [The Life of the Earth]*. **41** (2), 216–224 (2019) (in Russian).
10. Ivanov I.V. Reflections on a new book by M.A. Glazovskaya. *Pochvovedenie [Soil Science]*. **7**, 899–901 (2011) (in Russian).
11. Ivanov I.V. *Evolution of steppe zone soils in the Holocene.* 142 p. (Moscow: Nauka, 1992) (in Russian).
12. Ivanov I.V., Aleksandrovsky A.L. Methods for studying the evolution of soils. *Pochvovedenie [Soil Science]*. **1**, 112–121 (1987) (in Russian).
13. Ivanov I.V., Aleksandrovsky A.L., Makeev A.O. et al. *Evolution of soils and soil cover. Theory, diversity of natural evolution and anthropogenic soil transformations.* 925 p. (Moscow: GEOS, 2015) (in Russian).
14. Ivanov I.V., Vasiliev I.B. *Man, nature, soils of the Ryn-sands of the Volga-Ural interfluvium in the Holocene.* 264 p. (Moscow: Intellect, 1995) (in Russian).
15. Ivanov I.V., Glazovsky N.F. *Geochemical analysis of the soil cover of steppes and deserts.* 135 p. (Moscow: Nauka, 1979) (in Russian).
16. Ivanov I.V., Zamotaev I.V. The scientific ideas of the soil scientist and geographer F.I. Kozlovsky (on the occasion of his 90th birthday). *Zhizn' Zemli [The Life of the Earth]*. **40** (4), 459–464 (2018) (in Russian).
17. Ivanov I.V., Lukovskaya T.S. Scientometric analysis of the publications of the journal "Pochvovedenie" for 100 years (1899–1998). *Pochvovedenie [Soil Science]*. **1**, 113–125 (2003) (in Russian).
18. Ivanov I.V., Lukovskaya T.S. The role of spatio-temporal changes in the ecological conditions of the Eurasian steppes in the development of ancient cultural and historical communities. *The Bronze Age and the Early Iron Age in the history of the ancient tribes of the southern Russian steppes*. P. 79–86 (Saratov, 1997) (in Russian).
19. Ivanov I.V., Tabanakova E.D. Changes in the thickness of the humus horizon and the evolution of chernozems in Eastern Europe in the Holocene (mechanisms, causes, patterns). *Pochvovedenie [Soil Science]*. **9**, 1029–1042 (2003) (in Russian).
20. Ivanov I.V., Khokhlova O.S. Archaeological soil science: tasks, research methods, discussion problems. *Soil science: history, sociology, methodology*. P. 330–335 (Moscow: Nauka, 2005) (in Russian).

21. Ivanov I.V., Chernyansky S.S. Questions of archaeological soil science and some results of paleosoil research in the reserve "Arkaim". *Archaeological source and modeling of ancient technologies*. P. 3–16 (Chelyabinsk: Arkaim, 2000) (in Russian).
22. Ivanov I.V., Shadrikov I.G., Asainova J.S., Dmitrakov L.M. Spatial-temporal relationships of soil and vegetation cover on the border of southern taiga and mixed forests under anthropogenic impact. *Soil processes and spatio-temporal organization of soils*. P. 78–91 (Moscow: Nauka, 2006) (in Russian).
23. *Materials of the III All-Russian scientific conference with international participation "Problems of history, methodology and sociology of soil science"*. 352 p. (Pushchino: KMK, 2017) (in Russian).
24. *Materials of the All-Russian scientific conference with international participation "Soil as a component of the biosphere: evolution, functioning and ecological aspects"*. Ed. by I.V. Ivanov et al. 234 p. (Moscow: KMK, 2020) (in Russian).
25. *Organization of soil systems. Methodology and history of soil science*. Proc. of the 2nd National Conference with International Participation "Problems of History, Methodology and Philosophy of Soil Science". Ed. by I.V. Ivanov and V.E. Prikhod'ko. V. 1, 236 p.; V. 2, 449 p. (Pushchino: IPHiBP RAS, 2007) (in Russian).
26. *Soil Science: History, Sociology, Methodology*. Ed. by V.N. Kudeyarov and I.V. Ivanov. 422 p. (Moscow: Nauka, 2005) (in Russian).
27. Prikhod'ko V.E., Ivanov I.V., Manakhov D.V., Manakhova E.V. Soils and soil cover of the reserve "Arkaim" (Steppe Trans-Urals). *Pochvovedenie [Soil Science]*. 8, 819–833 (2012) (in Russian).
28. Sambikin M.M. *Crops in Ukraine. Their regions, frequency and sizes*. 150 p. (Kiev: Derzhsilgospvydav, 1931) (in Russian).
29. Chendev Yu.G., Ivanov I.V., Pesochina L.S. Trends of natural evolution of chernozems of the East European Plain. *Pochvovedenie [Soil Science]*. 7, 779–787 (2010) (in Russian).

ХРОНИКА. СОБЫТИЯ

Вокруг света на Земле и в космосе: от Магеллана до Гагарина.

Выставка с таким названием открылась в «Ротонде» Музея землеведения МГУ к Дню космонавтики и посвящена двум выдающимся вехам в истории человечества: 500-летию первого кругосветного путешествия Ф. Магеллана – Х. Элькано (1519–22) и 60-летию первого орбитального полёта человека – Ю. Гагарина (1961). Два знаковых кругосветных путешествия и великих открытия, прежде всего, в области наук о Земле, не просто явили взору наблюдателя планету «с разных высот» во всех смыслах этого выражения, но и позволили осуществить взгляд на Землю «с разных точек зрения». Это знаковые события на рубежах этапов познания планеты человеком и развития геоэкологического мышления. В один логический ряд мировой истории их объединяет фундаментальный вклад в формирование географической картины мира. Они могут рассматриваться как ключевые стадии миропонимания и, главное, всё большего осознания уникальности и хрупкости нашей планеты, ответственности человечества и каждой личности за её будущее.

Выставка подготовлена Музеем землеведения МГУ и Институтом географии РАН и представляет собой систему последовательно расположенных вертикально ориентированных стендов и соответствующих артефактов на подиумах перед ними.

На первом стенде (рис. 1) схематично представлена система Земля–Луна с выделенными двумя субконцентрическими траекториями кругосветных путешествий и, соответственно, геометрических уровней «взглядов на планету»: по условной границе гидросферы и атмосферы – «орбита» плавания флотилии Ф. Магеллана – Х. Элькано, над верхней границей атмосферы – траектория полёта космического корабля Ю.А. Гагарина. В качестве третьего условного уровня в логическом формате этой схемы возможно позиционировать орбиту Луны, с которой Н. Армстронг и его спутники наблюдали Землю также «с новой точки зрения» более 50 лет назад.

Второй стенд представляет информацию о кругосветной экспедиции Ф. Магеллана – Х. Элькано и личностях этих великих мореплавателей. Собственно, о плавании общеизвестно, прежде всего, по дневникам одного из участников – историографа А. Пигафеты, а также по картинам и гравюрам того времени. Особое внимание привлекают карты той эпохи Великих географических открытий, на которых каждое десятилетие появляются новые сегодня привычные нам очертания континентов и океанов. Экспедицией очерчена завершённая шарообразная модель планетного тела, показано преобладание в современную эпоху океанов над сушей (понятие Мирового океана), совершено множество региональных географических открытий. Осознание и практическое осознание формы и размеров Земли даст идейную базу для зарождения



Рис. 1. Заглавный плакат выставки.

все параметры настройки так называемого «изделия», время старта и полное время орбитального полёта – 1 ч. 06 мин. Именно после этого события получают развитие новые науки о Земле – космическая геология, космическое землеведение и другие. Без связанных с космосом технологий непредставимо развитие современного человечества и повседневная жизнь конкретного человека.



Рис. 2. Юрий Гагарин отвечает на вопросы специалистов из Байконура. Два часа после приземления. На переднем плане О.М. Бахрамов – конструктор скафандра (в дублёнке), 12 апреля 1961 г. Оригиналы фото хранятся в музее естествознания Саратовского ГТУ (передан профессором Факультета экологии СГТУ О.Д. Смилевцом в 2011 г.).

Сквозь всё выставочное пространство трассируется образ глобуса (графические изображения) как олицетворение геонаучной картины мира разных исторических эпох: первый гипотетический вариант домагелланового времени, постмагеллановые модели с основными известными нам контурами целостного мира и, наконец, современные снимки планеты с орбиты эпохи космического земледования.

А.В. Иванов, Т.Г. Смурова, Е.М. Лаптева, В.В. Снакин

Полёт как мечта: от театральной сцены к космическому пространству.

Необычная выставка с этим названием была создана в Государственном театральном музее им. А.А. Бахрушина и приурочена к 60-летию полёта человека в космос. По словам одного из кураторов выставки, Л. Стерликовой, извечная мечта о полёте прошла эволюцию от мифологических и сказочных героев, свободно парящих в небесах, волшебных летательных аппаратов в стиле ковра-самолёта до научно-фантастических межгалактических путешествий и, наконец, полётов человека в космос. На протяжении долгого пути человечество искало способы осуществить эту мечту. Первый способ её осуществления – прыжок, присутствующий во всех танцах мира, во многих классических балетах. Впечатляющую имитацию полёта в феериях можно создать на сцене с помощью специальных технических средств. Огромных успехов в преодолении гравитации достигли цирковые артисты.

Материалы выставки, размещённые в Каретном сарае на территории усадьбы Бахрушиных, включают самые разнообразные и неожиданные экспонаты, так или иначе связанные с театром и полётом. Это фотографии и видеофрагменты балетных постановок («Жизель») и опер («Полёт валькирий» Р. Вагнера), многочисленные афиши представлений («Полёт на аэроплане», «Мэри Поппинс», «Путешествие на Луну»), стилизованные модели аэроплана и галактических станций, наконец, подвешенные к потолку гипсовые метеориты, внутри которых находятся мужчина и женщина. Выставка покоряет разнообразием материала, обилием ассоциаций, необычным видением мира.



Фрагмент обложки буклета выставки.

Н.Н. Колотилова

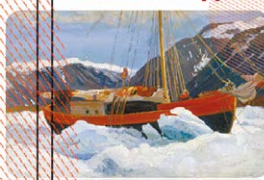
Художник вечных льдов – лекция Любви Шаповаловой об Александре Борисове.

20 мая 2021 г. в московской библиотеке № 76 им. М.Ю. Лермонтова состоялась лекция «Художник вечных льдов», посвящённая Александру Алексеевичу Борисову (1866–1934) – художнику, путешественнику, исследователю Севера, общественному деятелю. К сожалению, на сегодняшний день его имя неизвестно широкому кругу зрителей. А между тем 65 картин и этюдов А.А. Борисова в 1896–98 гг. приобрёл сам П.М. Третьяков для своей галереи. Как известно, знаменитый коллекционер тщательно выбирал произведения для экспозиции, так чем же его привлекли этюды и компози-

Библиотека 76 им. М.Ю. Лермонтова
г. Москва, Сокольники, ул. Барбюль, дом 6
тел.: 499-268-68-16, 499-748-07-09

**ХУДОЖНИК
ВЕЧНЫХ ЛЬДОВ**

20.05.2021
19:00
16+
вход
свободный



www.cbs-vao.ru
vk.com/cbsvao
facebook.com/cbsvao

**ЛЕКЦИЯ
о художнике
Александре Борисове**
кандидата наук,
исследователя северного зодчества
и автора научно-популярных монографий
Любови Шаповаловой
(Архангельск).

Наличие масок и перчаток
ОБЯЗАТЕЛЬНО

Библиотека 76
им. М.Ю. Лермонтова

Афиша лекции об А.А. Борисове.

ции А.А. Борисова? И чем творчество А.А. Борисова и сегодня привлекает многих исследователей и любителей живописи?

Ответы на эти и многие другие вопросы можно было услышать на двухчасовой лекции, которую прочитала инженер-строитель из Архангельска, кандидат технических наук, исследователь северного зодчества и автор девяти научно-популярных монографий Любовь Геннадьевна Шаповалова. Свой рассказ она сопровождала показом репродукций А.А. Борисова и уникальных фотографий конца XIX – первой трети XX вв., а также карт с маршрутами экспедиций художника. Жаль, что в зале присутствовало лишь несколько человек.

Жизнь художника А.А. Борисова похожа на захватывающий роман: выходец из обычной крестьянской семьи деревни Глубокий Ручей Сольвычегодского уезда Вологодской губернии, всю жизнь тянулся к знаниям. Проявил талант и трудолюбие в иконописной мастерской Соловецко-

го монастыря (1884–86), откуда был направлен на учёбу в Санкт-Петербург: сначала в Рисовальную школу Императорского Общества поощрения художеств (1886–88), а потом в Императорскую Академию художеств (1888–97), был учеником И.И. Шишкина и А.И. Куинджи. В 1894–1903 гг. А.А. Борисов побывал в семи полярных экспедициях (к Мурманскому побережью, Новой Земле, Большеземельской тундре), четыре из которых возглавлял, и посвятил свою последующую жизнь служению интересам Крайнего Севера, решению его многочисленных социально-экономических проблем. Александр Алексеевич видел, как много теряет Россия от неразумного отношения к богатствам своих земель, как страдает от этого население, боролся с хищническим разорением природных ресурсов Крайнего Севера. С 1910-х гг. и до конца 1931 г. А.А. Борисов занимался проектированием Великого Северного железнодорожного пути, после окончания гражданской войны – строительством курорта «Солониha» на базе природных минеральных источников, расположенных поблизости от его дома-усады под Красноборском. Вёл активную переписку с государственными организациями, писал воспоминания, статьи и очерки.

Главная тема творчества художника – величественная, таинственная природа Заполярья, традиции, быт местных народов. Выполняя этюды на сорокаградусном морозе, Борисов открывал свои авторские приёмы изображения, вырабатывал свой стиль – ёмкий, лаконичный и в то же время наполненный нежной лирикой и трепетным любованием сказочной красотой бесконечных снегов, острых скал и ледяного моря.

С кратким сообщением и представлением статей о художнике А.А. Борисове в журнале «Жизнь Земли»¹ выступил с.н.с. Музея землеведения МГУ, к.э.н. Ю.И. Мак-

¹ Максимов Ю.И., Кривичев А.И. Художник А.А. Борисов и его вклад в экономическое освоение северных территорий России // Жизнь Земли. 2017. № 39 (1). С. 79–89. Максимов Ю.И., Кривичев А.И. Решение социально-экономических проблем Крайнего Севера – научный вектор в творчестве художника А.А. Борисова // Жизнь Земли. 2018. № 40 (4). С. 390–402. Максимов Ю.И., Мамбетова А.Б., Кривичев А.И. Арктические пейзажи А.А. Борисова: изучение, хранение, реставрация, экспонирование // Жизнь Земли. 2019. № 41 (1). С. 27–41.

символ. Он рассказал об истории своего знакомства с творчеством А.А. Борисова и последующих исследованиях, посетовал на то, что уже несколько поколений посетителей Третьяковской галереи не видят работ художника. Работы А.А. Борисова были удалены из постоянной экспозиции Третьяковской галереи в ходе её реорганизации И.Э. Грабарём, возглавлявшим галерею в 1913–25 гг., затем убраны в запасники (сейчас там 25 картин А.А. Борисова) или распределены по музеям других городов. Чтобы увидеть картины художника, москвичам нужно будет или ехать в другие города, или следить за появлением афиш временных выставок. Так, с 6 сентября по 6 декабря 2018 г. в Москве, в Выставочном зале Медиацентра парка «Зарядье», действовала временная выставка «Изображая Россию. Пейзажная живопись из собрания Государственной Третьяковской галереи», где было представлено 13 работ А.А. Борисова, а главное – восстановленная реставраторами Третьяковской галереи его картина «В области вечного льда. Лето» (1897). Хочется всё же верить, что работы Александра Алексеевича Борисова заслуженно займут место в основной экспозиции Третьяковской галереи.

Ю.И. Максимов, А.Б. Мамбетова, А.И. Кривичев

Выставка «Мир под ногами. Эстетика невидимого».

Так названа выставка фотографий, монолитов и арт-объектов из почвы, которая работала с 1 апреля до 31 мая 2021 г. в холле библиотеки Факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова. Выставку подготовила группа сотрудников, аспирантов и студентов Факультета почвоведения (SoilART). С первого взгляда экспозиция покорила красотой удивительных почвенных пейзажей, разнообразием форм и сочетаний цветов. Неслучайно её разделы носят названия «Магия цвета», «Магия формы», «Магия огня» и т. д.

«С детства нас учат, что почва необходима для жизни», – отмечают авторы выставки, – и у большинства людей ассоциируется с прикладными аспектами: едой, огородом, газоном... Меньше мы задумываемся о других её функциях в биосфере. И, как правило, мы упускаем ещё одну функцию – эстетическую. Почва красива и необычна, надо только уметь это увидеть.

Авторы постарались продемонстрировать красоту почвы, а также взаимосвязь почвоведения и искусства. «Откройте для себя мир под ногами!», – призывают они. Подход «Почва – красота – наука» всё более актуален и широко используется как учёными, так и деятелями искусств. Убедительно звучит заключительный лозунг: «Почва – Природный Арт-объект – метод обучения – способ познания» (https://www.instagram.com/soilart_msu/?hl=en).

Н.Н. Колотилова



Афиша выставки «Мир под ногами».

Временная выставка художественных работ в Музее земледоведения «Сизифа следует представлять себе счастливым».



Рис. 1. На открытии выставки «Сизифа следует представлять себе счастливым».

19 мая 2021 г. в Музее земледоведения МГУ состоялось открытие временной выставки художественных работ «Сизифа следует представлять себе счастливым». Эта небольшая экспозиция – результат сотрудничества Музея земледоведения и Факультета коммуникаций, медиа и дизайна Высшей школы экономики (ВШЭ). Автор и организатор учебного выставочного проекта – студентка третьего курса образовательной программы «Современное искусство» ВШЭ Лиза Воронина, кураторами выставки со стороны Музея земледоведения выступили с.н.с. Н.И. Крупина и м.н.с. О.В. Мякокина.

Выставка развёрнута в двух залах 24 этажа Музея и представлена работами семи авторов – студентов ВШЭ и художественных вузов: Алины Рыбальченко, Максима Суботы (рис. 2), Анастасии Дунаевой, Алины Глазун, Анны Таганцевой-Кобзевой, Николая Дыхне, Майи-Софьи Жуматиной. Работы авторов представлены в виде четы-



Рис. 2. Фрагмент серии инсталляций из глины и объектов. Автор Максим Субота.

рѣх скульптурных серий, двух инсталляций и цифрового трёхмерного изображения, демонстрируемого на экране дисплея. На открытии присутствовали руководители и сотрудники Музея землеведения, организаторы и участники выставки.

Художественные полотна, скульптурные и графические работы занимают важное место в основной экспозиции Музея землеведения, сопровождая натурные коллекции, демонстрируя синтез науки и искусства в музейном пространстве. В этом контексте неслучайно стремление автора проекта воплотить его в залах Музея землеведения МГУ, воспринимая последний как символ, объединяющий наследие природы и человека.

В ходе открытия выставки Л.С. Воронина представила художников и их работы, обосновала суть объединения таких различных по стилистике и содержанию произведений в общий проект. Каждая из работ несёт в себе философское содержание и отражает художественное переосмысление автором образа нашей планеты как источника постоянного конфликта между началом и концом, цикличности природных процессов, вечного движения и возрождения жизни. Это возрождение осмысляется и воплощается в художественных работах, выполненных из природных материалов: глины, известняка, мрамора, гранита.

Обращаясь к историческому и философскому наследию, к работам таких корифеев, как Аристотель, А. Камю, М. Хайдеггер, Ю. Лотман, молодые художники стараются не просто декларировать свою мысль в общем виде, но и предлагают её в неожиданных преломлениях и проявлениях. В работах прослеживается попытка выстроить диалог между научными исследованиями, устремлениями в постижение самого объекта и художественным познанием, наоборот, ставящим своей целью истолковать мир и личное с помощью материала, обращаясь к нему как держателю незыблемой истины. Образ из написанной в 1942 г. работы А. Камю «Миф о Сизифе» и дал название выставке.

Выступивший на открытии выставки директор Музея землеведения профессор А.В. Смулов отметил важность принципа сочетания рациональной и эмоциональной составляющей в процессе познания для естественнонаучного музея. Музей землеведения поддерживает и развивает этот принцип, предоставляя возможность новому поколению художников продемонстрировать своё восприятие образа планеты, её созидательного исследования, соотнести свои работы с объектами основной экспозиции. Организатор выставки и авторы работ дали пояснения и ответили на вопросы, возникшие по ходу знакомства с содержанием выставки.

Выставка «Сизифа следует представлять себе счастливым» – интересный проект, созданный с использованием не самых привычных для Музея землеведения экспозиционных форм, привлекает заслуженное внимание посетителей: студентов и сотрудников МГУ.

Н.И. Крупина, О.В. Мякокина

8-я научно-практическая конференция «Медицинские музеи: современное состояние и перспективы развития».

8–9 апреля 2021 г. под эгидой Российского общества историков медицины (РОИМ) была проведена 8-я научно-практическая конференция «Медицинские музеи: современное состояние и перспективы развития». Она проходила в очном и онлайн режимах на базе Московского государственного медико-стоматологического университета (МГМСУ) им. А.И. Евдокимова и Национального научно-исследовательского института общественного здоровья имени Н.А. Семашко.

Президент РОИМ, профессор К.А. Пашков информировал слушателей о подготовке выставочной экспозиции «Медицина в годы Великой Отечественной войны» в Государственной Думе РФ, а также рассказал об успехах в работе МГМСУ им. А.И. Евдокимова и о работе Центра развития историко-медицинских музеев России в период пандемии COVID-19. Профессор Рижского университета Юрис Салакс (Рига, Латвия) рассказал об экспозиции Музея анатомии Рижского университета Страдыня. Заместитель генерального директора Третьяковской галереи по развитию новых музейных пространств Т.В. Гафар осветила методологические аспекты создания мемориальных комплексов. Теме «Медицинские сюжеты в панорамном искусстве России» был посвящён доклад заведующей Российским медицинским музеем Н.В. Чиж. Работа первого дня конференции завершилась экскурсией в обновлённый Музей истории медицины МГМСУ им. А.И. Евдокимова и посещением музеев научно-исследовательского центра «Курчатовский институт».

Во второй день работы конференции были заслушаны сообщения о работе ряда музеев: Музея истории общин сестёр милосердия, Музея Ставропольского государственного медицинского университета, уникального Музея истории хирургии, созданного профессором В.Л. Околовым в Пятигорске; состоялась презентация книги о выдающихся деятелях отечественной медицины академике Г.П. Рудневе и профессоре Р.Ф. Акуловой.

Н.Н. Колотилова

VI международная научная конференция «Арктика: история и современность».

Шестая международная научная конференция «Арктика: история и современность» в этом году прошла на двух площадках: Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (14–15 апреля 2021 г.) и Мурманского государственного технического университета (21–22 апреля 2021 г.). Конференция была очно-заочной, но некоторые секции были только очными.

Для участия в первой (Санкт-Петербургской) части конференции было подано 211 заявок на доклады. Они распределились на пленарные доклады (9); секция 1 «Проблемы и перспективы экономического развития АЗРФ» (27 докладов); секция 2 «Робототехника в Арктике. Технологии Industry 4.0 в Арктике» (17); секция 3 «Международное сотрудничество в Арктике. Судостроение и арктическое мореплавание» (17), секция 4 «Нефтегазовые проекты в Арктике. Проблемы экологической и техногенной безопасности» (25); секция 5 «Биоресурсы экосистем Арктики. Минеральные ресурсы Арктики. Развитие человеческого капитала в Арктике. Материалы для Арктики» (31); секция 6 «История исследования и освоения Арктики. Туризм и перспективы его развития в Арктическом регионе» (15); секция 7 «Логистика в Арктике» (10); секция 8 «Историко-культурное наследие Арктики. Арктика и массовая культура» (25); секция 9 «Военная безопасность и стратегическая стабильность в Арктике» (21); секция 10 «Проблема энергоснабжения Арктики» (14 докладов).

Открывая пленарное заседание, заместитель Председателя Оргкомитета А.А. Булатова зачитала приветственный адрес от Г.Г. Широкова, Председателя Комитета Санкт-Петербурга по делам Арктики: «Учитывая, что по указу Президента Российской Федерации 2021 год объявлен годом науки и технологий и именно в этом году начинается период председательства Российской Федерации в Арктическом совете, проведение конферен-

ции обретает особую актуальность. Организация столь масштабного мероприятия в очередной раз подтверждает статус Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого как одного из лидирующих центров развития арктической науки. Конференция позволяет создать сильную международную междисциплинарную площадку для обсуждения и решения широкого круга вопросов, связанных с освоением и развитием арктических регионов, и формирования объективных представлений о векторах арктической политики Российской Федерации. Необходимо особо отметить актуальность и значимость разноплановой тематики, затрагиваемой в рамках этой конференции».

Сотрудники МГУ им. М.В. Ломоносова приняли участие в работе нескольких секций. Так, на пленарном заседании д.э.н., профессор экономического факультета МГУ, директор Центра исследований экономических проблем развития Арктики, эксперт ПОРА по устойчивому развитию С.М. Никоноров выступил с докладом «О концептуальных подходах к разработке Полярного индекса, Баренц-индекса и Индекса устойчивого развития стран Арктического Совета».

На секции 7 с.н.с. Музея землеведения МГУ, к.э.н. Ю.И. Максимов представил доклад на тему «Оценка социально-экономической ситуации в моногородах Республики Коми» (соавторы: к.э.н. А.И. Кривичев и проф. С.М. Никоноров).

По итогам работы Конференции материалы докладов её участников будут опубликованы в изданиях, индексируемых в базе *Scopus*.

Ю.И. Максимов, А.И. Кривичев

Ежегодная научная конференция «Ломоносовские чтения. Секция музееведения».

В рамках ежегодной общеуниверситетской конференции «Ломоносовские чтения» 27 апреля в Музее землеведения состоялось заседание Секции музееведения в



Доклад в.н.с. Музея землеведения Л.В. Поповой на секции музееведения.

смешанном очно-заочном формате. На заседании были заслушаны 10 научных докладов сотрудников Музея землеведения, Биологического и Геологического факультетов МГУ. В докладе ведущих научных сотрудников Л.В. Поповой и М.М. Пикуленко «Образовательная деятельность в университетских музеях в период пандемии (2020–2021 гг.)» был дан анализ новых форм и методов представления информации с использованием *on-line* формата, получившего в период 2020–21 гг. большое развитие в деятельности многих, в т. ч. университетских музеев.

В докладе н. с. Н.И. Белой «Когнитивное музейное образование. Формы и методы» были показаны новые приёмы подачи музейной информации для разных категорий посетителей. Зав. сектором геодинамики Е.П. Дубинин (соавторы в.н.с. Ю.И. Галушкин, н.с. К.А. Скрипко, инженеры Л.Д. Семёнова и А.Н. Филаретова) рассказал о новой выставке «Вулканы горячих точек» на 28 этаже Музея. На выставке представлены вулканы, которые характеризуются извержениями огромного количества материала (Гавайи, Йеллоустон), нередко формирующего крупные магматические провинции (Восточная Сибирь, Кергелен, Декан, Исландия). Иллюстративный материал сопровождается уникальными геологическими образцами из фондов Музея, характеризующими вулканы из разных районов мира.

В докладе с.н.с. С.В. Молошникова «К истории изучения панцирных бесчелюстных и рыб: первые шаги – первые ошибки. Исследования Степана Куторги (1805–1861)» была отражена история представлений о систематической принадлежности рыбообразных и панцирных рыб в работах первых исследователей этих групп древнейших позвоночных. Доклад с.н.с. Е.М. Кирилишиной (соавторы с.н.с. В.М. Назарова, с.н.с. Л.И. Кононова) «Что мы знаем о строении тела конодонтов? К 165-летию открытия группы» был посвящён развитию представлений об этой древнейшей группе организмов, систематическая принадлежность которой до сих пор воспринимается неоднозначно разными палеонтологами. Доклад аспиранта биологического факультета И.Д. Алазтели (соавторы в.н.с. В.М. Макеева и директор МЗ МГУ А.В. Смуров) был посвящён мониторингу состояния генофонда популяций как необходимой составляющей мероприятий по сохранению биоразнообразия в антропогенных ландшафтах.

С.н.с. Ю.И. Максимов (соавтор – сотрудник Центра дополнительного образования в с. Доброе Липецкой обл. А.Б. Мамбетова) посвятил доклад раскрытию темы Арктики в творчестве художника Василия Крайнёва, одного из первых, отразивших этот суровый край в своих произведениях. В докладе в.н.с. Н.Н. Колотиловой, посвящённом 250-летию со дня рождения Григория Ивановича Фишера, была раскрыта огромная роль этого выдающегося учёного-естествоиспытателя в развитии естествознания и музееведения в Московском университете. Доклад заведующего сектором В.В. Снакина «Глобальные природные процессы и эволюция биосферы» был посвящён дискуссионным вопросам экологического образования, где слишком большую роль стал играть экологический алармизм в ущерб достоверным результатам научных исследований. Н.с. Е.Ю. Погожев на примере почв Кольского полуострова и Полярного Урала представил характеристики минералогического состава маломощных щебнистых почв, сформированных в холодных биоклиматических условиях на плотных породах.

Н.И. Крупина

XXVII международная годичная научная конференция Института истории естествознания и техники имени С.И. Вавилова РАН.

17–21 мая 2021 г. состоялась XXVII международная годичная научная конференция Института истории естествознания и техники имени С.И. Вавилова РАН, посвящённая 130-летию со дня рождения Сергея Ивановича Вавилова.

Работа конференции после пленарного заседания проходила по 13 секциям: история математики и механики (в Главном здании МГУ им. М.В. Ломоносова), историография и источниковедение истории науки и техники, история техники и технических наук, история космонавтики и ракетной техники, история биологии, история наук о Земле, история физики и астрономии, история химии, история организации науки и науковедения, методологические проблемы развития науки и техники, а также «Русское научное зарубежье», экологическая и междисциплинарная секции. Всего было заявлено более 200 докладов².

Сотрудники Музея земледелия МГУ приняли участие в работе секции истории биологии: д.б.н. доцент Биологического факультета, в.н.с. Музея земледелия Н.Н. Колотилова представила доклад «К 150-летию со дня рождения академика Б.Л. Исаченко (1871–1948): из переписки с С.Н. Виноградским», а к.б.н. с.н.с. К.А. Голиков – «История селекции *Iris hybrida* в Ботаническом саду Московского университета».

Кроме того, состоялась научная сессия Годичной конференции ИИЕТ РАН в Санкт-Петербурге.

К.А. Голиков, Н.Н. Колотилова

К 80-летию д.б.н. Владимира Михайловича Горленко.

Поздравляем выдающегося микробиолога-естествоиспытателя Владимира Михайловича Горленко со славным юбилеем! Владимир Михайлович родился 6 мая 1941 г. в Москве в семье известного биолога и фитопатолога Михаила Владимировича Горленко. Окончив Московский университет по кафедре микробиологии (1963), Владимир Михайлович через некоторое время поступил в аспирантуру Института микробиологии АН СССР в отдел Геологической деятельности микроорганизмов. Большое влияние на формирование молодого учёного оказал его учитель и наставник, замечательный учёный и человек Сергей Иванович Кузнецов. Кандидатская диссертация (1969) М.В. Горленко посвящена роли физико-химических факторов в распространении фотосинтезирующих бактерий, докторская (1982) – роли пурпурных и зелёных бактерий в круговороте углерода и серы. С 1968 г. и по сегодняшний день Владимир Михайлович работает в Институте микробиологии РАН, пройдя путь от младшего научного сотрудника до заведующего лабораторией геологической деятельности микроорганизмов (позднее – экологии и геохимии микроорганизмов), которую возглавлял более 26 лет.



Профессор
В.М. Горленко.

² <http://ihst.ru/2021/05/13/годичная-научная-конференция-иет-ра-2/>

Основное направление научной деятельности В.М. Горленко, посвящённое экологии водных, главным образом, фототрофных микроорганизмов, связано с широкой экспедиционной деятельностью. Маршруты его экспедиций охватывают всю карту нашей страны и многих сопредельных государств. Им исследованы многочисленные озёра Подмосковья, Карелии, Заполярья, Сибири, Забайкалья, Крыма, Бурятии, Монголии, горячие и серные источники от Кавказа до Камчатки, северные и южные моря – от Белого до Чёрного. Неутомимый путешественник, Владимир Михайлович и сегодня участвует в научных поездках.

Владимир Михайлович – талантливый и очень успешный «охотник за микробами». Результатом каждой его экспедиции является выделение новых фототрофных пурпурных и зелёных бактерий, эритро- и гелиобактерий, нередко представляющих новые систематические группы. И весь этот разноцветный микромир подчиняется и охотно открывает ему свои тайны.

Владимир Михайлович пользуется огромным авторитетом и в научном макромире: в течение полувека он входит в состав Международного подкомитета по фототрофным бактериям при Международном комитете по систематике бактерий, много лет является членом редколлегии международного научного журнала «*Geomicrobiology Journal*», он часто выступает на международных научных конгрессах, руководит работой диссертантов. В.М. Горленко – Заслуженный деятель науки РСФСР, лауреат Государственной премии СССР (1988), лауреат премии имени С.Н. Виноградского (2000), профессор (1996), академик РАН (2000). При всей серьёзности занятий и занимаемых постов Владимир Михайлович – весёлый и остроумный рассказчик, жизнерадостный и добрый человек, заражающий окружающих своим оптимизмом и добродушием.

Дорогой Владимир Михайлович! Желаем всегда сохранять молодость души, оптимизм, интерес и любовь к жизни! От всей души желаем здоровья, благополучия и, конечно, новых успехов Коллектив Музея землеведения МГУ!

Ко дню рождения Владимира Ивановича Вернадского.

Стало ежегодной доброй традицией, поддерживаемой Неправительственным экологическим фондом имени В.И. Вернадского, в день рождения великого русского учёного Владимира Ивановича Вернадского возлагать цветы на его могилу на Новодевичьем кладбище.

12 марта с. г., в день 158-летия со дня рождения В.И. Вернадского, к памятнику возложили цветы генеральный директор Фонда Ольга Плямина и сотрудники Фонда, сотрудник аппарата Президиума Российской академии наук Нина Зайцева, биограф и популяризатор личности В.И. Вернадского Геннадий Аксёнов, директор университетской гимназии МГУ Александр Леонтович, заведующая и хранитель кабинета-музея В.И. Вернадского Ирина Ивановская, заведующий сектором Музея землеведения МГУ Валерий Снакин, потомок Дмитрия Шаховского, студенческого друга В.И. Вернадского Елена Старостенкова, сотрудники ГЕОХИ РАН, студенты московских вузов и другие.

Участники встречи почтили память великого учёного, обсудили подготовку к масштабному празднованию 160-летия Владимира Ивановича Вернадского (которое пройдёт при поддержке РАН, учредителей и партнёров Фонда Вернадского), обменялись мнениями о значении идей учёного и философа в наши дни.



У памятника В.И. Вернадскому, 12 марта 2021 г.

Д.г.н. Н.А. Зайцева отметила универсальность личности академика В.И. Вернадского: «В исследованиях, организации науки, общественной деятельности – во всех областях проявился масштаб мысли Владимира Ивановича, а многие его идеи оказались пророческими. Его научное наследие стало фундаментом для тех идей и концепций, в соответствии с которыми сейчас живёт человечество, того бережного отношения к миру и природе, которого мы сейчас стараемся придерживаться».

Генеральный директор Фонда О.В. Плямина подчеркнула важность информирования молодёжи о достижениях В.И. Вернадского, актуальности его идей: «Одна из основных задач Фонда – популяризация и развитие научного наследия В.И. Вернадского. Мы проводим мероприятия, направленные на осмысление исторического значения его трудов, места и роли наследия учёного в отечественной и зарубежной мысли, на анализ широкого спектра актуальных проблем современности».

С.н.с. Института истории естествознания и техники РАН Г.П. Аксёнов сказал о том, что, несмотря на масштабную известность личности Владимира Вернадского, учёный не стал «славным прошлым», он принадлежит будущему: «Нам предстоит понять, что жизнь – не случайна, она синхронна космосу, проще говоря, была всегда, потому что планеты строятся биосферами, потому что Земле миллиарды лет. Так что надо пересматривать всё, как во времена Галилея и возвращаться к цельности и непротиворечивости мира, переосмысливать роль жизни и разума во Вселенной. Нам предстоит новый геоцентризм».

Уникальность учения Вернадского заключена в синтезе научной и философской мысли; в его концепцию ноосферы заключены как естественнонаучные, так и социальные идеи. Именно поэтому в основе современных концепций и проектов по охране окружающей среды лежит ноосферное мировоззрение. Будучи известным учёным, В.И. Вернадский много делал для просвещения и популяризации науки. Теперь в наших силах не только делиться знаниями о роли личности Владимира Вернадского, но жить в согласии с теми масштабными идеями, которые он оставил в подарок человечеству.

*По материалам Неправительственного экологического фонда
им. В.И. Вернадского.*

КНИЖНОЕ ОБОЗРЕНИЕ



Здоровье населения и здоровье среды: *pro et contra*.
[Коллектив авторов] / Под ред. чл.-корр. РАН Г.С. Розенберга, к.б.н. Р.С. Кузнецовой, д.б.н. Н.В. Костиной, д.м.н. Н.В. Лазаревой. Тольятти: Анна, 2021. 374 с.

Здоровье и качество жизни человека не может рассматриваться в отрыве от состояния природной среды, в которой он живёт, работает и отдыхает. В коллективной монографии предпринята попытка показать тесное взаимодействие, по-видимому, главных наук XXI века – экологии и медицины, и их влияние на благополучие человека.

Полный текст книги доступен на сайте Института экологии Волжского бассейна РАН: http://www.ievbras.ru/download/2021_zdorovie_naseleniya.pdf.

Заявленная тема ранее рассматривалась также на серии семинаров Музея землеведения «Здоровье среды», материалы которых были опубликованы в журнале «Жизнь Земли» (т. 40, № 2, 3, 4 за 2018 г.) и нашли отражение в опубликованной монографии.

Бурлыкина М.И. Колыбельная Прометею, или Ньювчимские Чисталёвы. Сыктывкар, 2021. 216 с. ISBN 978-5-7934-0904-9

К 100-летию Республики Коми, которое отмечается в 2021 г., приурочено издание монографии доктора культуры, профессора Майи Бурлыкиной «Колыбельная Прометею, или Ньювчимские Чисталёвы».

Книга посвящена известным деятелям науки, культуры, образования Чисталёвым, жизнь которых связана с небольшим рабочим посёлком чугунолитейщиков на Севере Руси – Ньювчимом. Каждый из них внёс заметный вклад в историю страны. Главным героем повествования стал композитор и учёный Прометей Ионович Чисталёв



(1921–88) – ровесник Республики Коми, заслуженный деятель искусств России, первый председатель Союза композиторов Коми АССР, фольклорист, собиратель и пропагандист народных музыкальных инструментов. Его судьба проходит сквозной линией через биографии других героев книги: родных, друзей, соратников. Книга написана на основе архивных и музейных материалов, значительный объём которых содержит Музей истории просвещения Коми края (Сыктывкарский государственный университет), где сформирован личный фонд Чисталёвых. При подготовке рукописи использованы также фонды Национального музея Республики Коми и Национального архива Республики Коми, региональные периодические издания 1920–30-х гг., другие исторические источники. Многие из них впервые введены в научный оборот в данной книге, изданной на средства гранта Министерства национальной политики Республики Коми.

Издание рассчитано на широкий круг читателей: учёных, педагогов, деятелей культуры, краеведов, студентов, школьников.

На обложке репродукции живописных портретов Прометея Чисталёва. Авторы – народные художники России Энгельс Козлов, Станислав Торлопов.

Власов С.В., Колотилова Н.Н., Чудовская И.В., Власова И.В., Коновалова О.В., Снакин В.В. Метан в атмосфере, метанотрофы и развитие нефтегазовой промышленности. М.: МАКС Пресс, 2021. 140 с.

Methane in the atmosphere, methanotrophs and development of oil and gas industry: collective monograph / S.V. Vlasov et al. Moscow: MAKS Press, 2021. 140 p.: il.

ISBN 978-5-317-06580-5

<https://doi.org/10.29003/m1986.978-5-317-06580-5>

Проанализирована динамика содержания метана в атмосфере Земли в условиях глобализации, количественно оценены источники его эмиссии. Показано, что важнейшим источником антропогенного поступления метана в атмосферу с тенденцией к росту является нефтегазовая промышленность. Рассмотрены природные механизмы регулирования концентрации метана в биосфере. Особое внимание обращено на процесс поглощения метана метанотрофными микроорганизмами и особенности их функционирования в экстремальных условиях. Предложена методология снижения техногенного поступления метана в атмосферу с использованием метанотрофов.

Книга опубликована на русском и английском языках.

Для работников нефтегазовой промышленности и всех заинтересованных проблемой поведения метана в атмосфере, особенно в связи с её загрязнением и механизмами природной деградации загрязняющих веществ.



TABLE OF CONTENTS

INTERACTION OF GEOSPHERES

REFERENCE POINT OF GEOLOGICAL TIME. *G.P. Aksenov* (pp. 172–184)

LANDSCAPE AND ECOLOGICALLY DIFFERENTIATED RATIONAL USE OF NATURAL RESOURCES IN AGRICULTURE OF THE ANGARA-LENA MOUNTAIN PROVINCE OF EASTERN SIBERIA. *I.A. Trofimov, L.S. Trofimova, N.G. Rybalsky, V.V. Snakin, A.A. Shpedt, Yu.M. Semenov* (pp. 185–194)

TERMINOLOGY OF PALEOZOIC PLACODERM FISHES (ANTIARCHI) EXOSKELETAL ELEMENTS. *S.V. Moloshnikov* (pp. 195–201)

NATURAL SCIENCE MUSEOLOGY: THEORY AND PRACTICE.

THE CALIFORNIA ACADEMY OF SCIENCES AS A PRIME EXAMPLE OF THE AMERICAN MUSEUM. *T.Yu. Liverovskaya, M.M. Pikulenko* (pp. 202–216)

FORMS OF NATURAL SCIENCE MUSEUMS AND SCIENTIFIC INSTITUTES COLLABORATION (BY THE CASE OF THE EXHIBITION “TRAUMAS OF THE PAST”). *E.V. Sudarikova* (pp. 217–223)

MUSEUM EDUCATION

ECOLOGICAL EDUCATION IN “FLOATING UNIVERSITIES” EXPEDITION IN VOLGA REGION (FIELD SEASON 2020). *A.V. Ivanov, I.A. Yashkov, I.P. Taranets* (pp. 224–233)

MUSEUM NEWS

HOT SPOT VOLCANOES (NEW EXHIBITION AT THE EARTH SCIENCE MUSEUM AT MOSCOW STATE UNIVERSITY). *E.P. Dubinin, Yu.I. Galushkin, K.A. Skripko, L.D. Semenova, A.N. Filaretova* (pp. 234–247)

NATURAL FEATURES AND ANTHROPOGENIC FACTORS OF THE CURONIAN SPIT ECOSYSTEM FORMATION. *L.V. Romina, O.V. Myakokina* (pp. 248–257)

HISTORY OF SCIENCE

LIVING MATTER AND BIOSPHEROLOGY CONCEPTS OF V.I. VERNADSKY. *Guenzel Guegamian* (pp. 258–269)

IGOR VASILIEVICH IVANOV NATURAL SCIENTIST AND PEDOLOGY CHRONICLER. *V.V. Snakin, M.I. Dergacheva, Yu.G. Chendev, S.V. Gubin, J.S. Asainova, N.G. Rybalsky* (pp. 270–280)

CHRONICLE. EVENTS

EXHIBITIONS «AROUND THE WORLD ON THE EARTH AND IN SPACE: FROM MAGELLAN TO GAGARIN»; A FLIGHT AS A DREAM: FROM A THEATRE STAGE

TO SPACE; THE PERMAFROST ARTIST – LUBOV SHAPOVALOVA'S LECTURE ABOUT ALEKSANDR BORISOV; EXHIBITION «THE WHOLE WORLD UNDER FOOT. AESTHETICS OF INVISIBLE»; ART WORKS TEMPORARY EXHIBITION IN THE EARTH SCIENCE MUSEUM AT MOSCOW STATE UNIVERSITY «SISYPHUS MUST BE IMAGINED HAPPY»; VIII SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE «MEDICAL MUSEUMS: CURRENT STATE AND DEVELOPMENT PROSPECTS»; VI INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE «THE ARCTIC: HISTORY AND MODERNITY»; ANNUAL SCIENTIFIC CONFERENCE «LOMONOSOV READINGS. MUSEOLOGY BRUNCH»; XXVII ANNUAL INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE OF THE S.I. VAVILOV INSTITUTE FOR THE HISTORY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES; 80th ANNIVERSARY OF PROFESSOR GORLENKO VLADIMIR MIHAJLOVICH; TO VLADIMIR IVANOVICH VERNADSKY BIRTHDAY (pp. 281–293)

BOOK REVIEW

PEOPLE AND ENVIRONMENT HEALTH: PRO ET CONTRA; LULLABY FOR PROMETHEUS OR NUVCHIMSKII CHISTALEV'S; METHANE IN THE ATMOSPHERE, METHANOTROPHS AND DEVELOPMENT OF OIL AND GAS INDUSTRY: COLLECTIVE MONOGRAPH (pp. 294–295)

TABLE OF CONTENTS (pp. 296–297)

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Журнал «Жизнь Земли» публикует результаты научно-исследовательской и музейно-методической работы сотрудников МГУ имени М.В. Ломоносова, музеев высших учебных заведений и других ведомств по взаимодействию геосфер, естественнонаучной музеологии, музейной педагогики и истории науки.

Направляемые в журнал статьи и материалы следует оформлять в соответствии с правилами, принятыми в журнале.

Объём рукописи статьи не должен превышать 1 а. л. вместе со сносками, аннотациями и списком литературы, для раздела «Краткие сообщения» – не более 0,25 а. л.

Языки: русский, английский.

Материалы, набранные через 1,5 интервала 14 кеглем, следует передавать в редакцию в электронном виде по адресу: zhizn_zemli@mail.ru.

При наборе текста просьба различать буквы «е» и «ё»!

Схемы, графики, рисунки, фото и др. иллюстрационные материалы должны быть даны как в тексте, так и отдельно в графическом формате.

Ссылки на литературу даются в квадратных скобках номерами в соответствии с алфавитным списком литературы. При цитировании следует указать при этом конкретную страницу первоисточника.

К рукописи прилагаются:

- название статьи и место работы авторов на английском языке, а также транслитерация фамилий авторов;

- аннотация статьи и ключевые слова к ней на русском и английском языках (желательно англоязычный вариант резюме делать более подробным);

- список литературы на английском языке (references);

- англоязычные варианты подписей рисунков и таблиц;

- при публикации статьи на английском языке предоставляются: расширенная аннотация на русском языке, перевод названий рисунков и таблиц на русском языке, англоязычный список литературы (references);

- авторская справка и данные для связи с автором(ами): ФИО, должность, звание, адрес, телефон, электронный адрес.

Подробно правила для оформления статей опубликованы на сайте журнала <http://zhiznzemli.ru>, где также можно ознакомиться с архивом журнала и сборника научных работ «Жизнь Земли» с 1961 года.

Рукописи рецензируются.

Редакция журнала оставляет за собой право отклонять статьи, оформленные не по правилам, а также не прошедшие рецензирование.

Публикуемые материалы могут не отражать точку зрения редколлегии.

**Журнал зарегистрирован Роскомнадзором в качестве
периодического печатного средства массовой информации
(ПИ № ФС77-74444 от 30 ноября 2018 г.)**

**Учредитель: ФГБОУ ВО «Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова»**



**Журнал издаётся Музеем землеведения МГУ
при содействии Неправительственного
экологического фонда имени В.И. Вернадского**



Подписка на журнал «Жизнь Земли»

Подписной индекс: Э39904

ОАО «Агентство по распространению зарубежных изданий» (АРЗИ) представляет интернет-магазин периодических изданий «Пресса по подписке».

На этом сайте Вы легко сможете оформить онлайн-подписку на журнал «Жизнь Земли» на 2021 год. Теперь не обязательно посещать отделение Почты России – Вы можете оформить подписку через Интернет по адресу: https://www.akc.ru/itm/z_hizn-zemli/

Легко выбрать, удобно оплатить. Подпишись и читай, не выходя из дома!

Вы можете купить подписку на печатную версию журнала «Жизнь Земли» на 2021 год (период: от 3 месяцев). Стоимость подписки — от 873 руб. Доставка изданий производится почтовыми бандеролями по России. Для юридических лиц доступна курьерская доставка по Москве.

**Журнал «Жизнь Земли» включён в систему цитирования РИНЦ
(договор 75-02/2017 от 15.02.2017)**

Журнал включён в систему КиберЛенинки – российской научной электронной библиотеки, построенной на концепции открытой науки

Журнал включён в «Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёной степени доктора наук» (Перечень ВАК).

Жизнь Земли: Междисциплинарный научно-практический журнал.
Ж71 Т. 43, № 2. — М.: Издательство Московского университета; МАКС Пресс,
2021. — 132 с.

ISSN 0514-7468

ISBN 978-5-317-06638-3

ББК 26.3

DOI 10.29003/m28.0514-7468

DOI 10.29003/m2022.0514-7468.2020_43_2

ЖИЗНЬ ЗЕМЛИ

Междисциплинарный научно-практический журнал

Том 43, № 2

2021 г.

Издание Музея землеведения МГУ
Адрес: Москва, Ленинские горы, дом 1
zhizn_zemli@mail.ru
<http://zhiznzemli.ru>
<http://msupress.com/catalogue/magazines/geografiya/>

Редакторы: В.В. Снакин, Л.В. Алексеева
Вёрстка: В.Р. Хрисанов

Отпечатано с готового оригинал-макета

Подписано в печать 08.06.2021 г.
Формат 70×100 1/16. Усл.печ.л. 13,65. Тираж 100 экз. Заказ № 099
Издательство ООО «МАКС Пресс»
Лицензия ИД N 00510 от 01.12.99 г.
119992, ГСП-2, Москва, Ленинские горы, МГУ им. М.В. Ломоносова,
2-й учебный корпус, 527 к.
Тел. 8(495)939-3890/91. Тел./Факс 8(495)939-3891.

Отпечатано в типографии
ООО «Фотоэксперт», 115201, Москва, ул. Котляковская, д. 3, стр. 13

АМЕРИКАНСКИЙ ОПЫТ МУЗЕЙНОГО ДЕЛА (СМ. С. 202-216)



Здание музея Калифорнийской академии наук в парке «Золотые ворота», г. Сан-Франциско, США



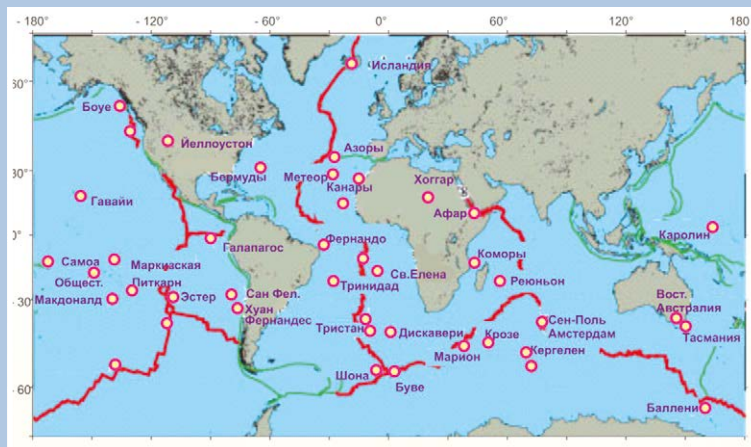
Галапагосские черепахи в зале «Эволюция» музея Калифорнийской академии наук.

ФЛОТИЛИЯ ПЛАВУЧИХ УНИВЕРСИТЕТОВ
(СМ. С. 224-233)



Полевое практическое занятие по биоэкологии
с участниками экспедиции.

ВУЛКАНЫ ГОРЯЧИХ ТОЧЕК
(СМ. С. 234-247)



Распределение «горячих точек» планеты.

