ISSN 0514-7468
41 (2)
2019

Живые Земли

Музей землеведения МГУ
The Earth Science Museum

Живые Земли
41 (2)
2019

РУССКИЙ СЕВЕР НА РУБЕЖЕ XIX–XX ВЕКОВ ПО МАТЕРИАЛАМ ФОТОАРХИВА МЗ МГУ

(см. с. 171–183)

Архангельск, дом Петра Великого.

Соловецкий монастырь с моря.

ISSN 0514-7468

Жизнь Земли
EARTH LIFE

2019
Т. 41, № 2

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

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

Редакционный совет:
В.А. Садовничий (председатель Совета), Н.А. Абакумова, Ф.Г. Агамалиев (Азербайджан), А.П. Бужилова, С.А. Добролюбов, М.В. Калякин, Н.С. Касимов, М.П. Кирпичников, А.И. Клюкина, Нгуен Чунг Минь (Вьетнам), С.Х. Мирзоев (Таджикистан), А.С. Орлов, Д.Ю. Пущаровский, Н.Г. Рыбальский, С.А. Шоба

Редакционная коллегия:
А.В. Смуров (гл. редактор), В.В. Снакин (зам. гл. редактора), Л.В. Алексеева (отв. секретарь), С.М. Аксёнов (США), М.И. Бурлыкина, И.Л. Ган (Австралия), Е.П. Дубинин, А.В. Иванов, В.В. Козодёров, Н.Н. Колотилова, С.Н. Лукашенко (Казахстан), С.А. Маскевич (Беларусь), Йован Плавша (Сербия), Е.С. Полковникова, Л.В. Попова, А.П. Садчиков, С.А. Слободов, В.Р. Хрисанов, В.С. Цховребов, Э.И. Черняк, П.А. Чехович

ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКОВСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА
2019

Адрес редакции:
119991, Москва, Ленинские Горы, д. 1, МГУ,
Музей землеведения
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/

ISSN 0514-7468

2019
Vol. 41, № 2

Жизнь Земли
EARTH LIFE

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, S.A. Dobrolyubov, M.V. Kalyakin, N.S. Kasimov, M.P. Kirpichnikov, A.I. Klyukina, Nguyen Trung Minh (Vietnam), S.H. Mirzoev (Tajikistan), A.S. Orlov, D.Yu. Pushcharovskiy, N.G. Rybalskiy, S.A. Shoba

Editorial board:
A.V. Smurov (Ch. Editor), V.V. Snakin (deputy Ch. Editor), L.V. Alekseeva (Resp. Secretary), S. Aksenov (USA), M.I. Burlykina, I.L. Gan (Australia), E.P. Dubinin, A.V. Ivanov, V.V. Kozoderov, N.N. Kolotilova, S.N. Lukashenko (Kazakhstan), S.A. Maskevich (Belarus), J. Plavša (Serbia), E.S. Polkovnikova, L.V. Popova, A.P. Sadchikov, S.A. Slobodov, V.R. Khrisanov, V.S. Tskhovrebov, E.I. Chernyak, P.A. Chekhovich

PUBLISHING
Moscow State University
2019

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/

СОДЕРЖАНИЕ

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГЕОСФЕР

Грохольский А.Л., Дубинин Е.П., Щербакова Е.Л. Влияние структурных неоднородностей на геометрию рифтовой трещины при раскрытии Аденского залива (физическое моделирование) 124

Фёдоров В.М. Исторические этапы в изучении многолетних вариаций солнечной активности 138

Снакин В.В. Глобальные изменения климата: прогнозы и реальность 148

ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНАЯ МУЗЕОЛОГИЯ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

Милосердов Д.Ю. Уникальный череп гориллы в остеологической коллекции Государственного Дарвиновского музея 165

Максимов Ю.И., Мамбетова А.Б., Смурова Т.Г. Русский Север на рубеже XIX–XX веков по материалам фотоархива Музея землеведения МГУ 171

ВЕСТИ ИЗ МУЗЕЕВ

Иванов А.В., Снакин В.В., Яшков И.А., Сочивко А.В. Геологический след человека: совместная выставка Музея землеведения МГУ и Музея естествознания СГТУ 184

Колотилова Н.Н. Биосферная роль микробных сообществ гидротерм: выставка к 85-летию со дня рождения академика Г.А. Заварзина 197

ИСТОРИЯ НАУКИ

Поваренных М.Ю., Петров М.А., Матвиенко Е.Н. «Родственники» по арбе, или как проросли научные зёрна, посеянные в Бричмулле 207

Иванов И.В. Размышления над книгой: В.И. Оноприенко «Владимир Амалицкий. Пермские динозавры России» 216

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Бурлыкина М.И. Валентина Витязева – единственная женщина ректор в СССР (к 100-летию со дня рождения) 225

Скрипко К.А. Гигантский взрыв метеора над Беринговым морем 230

ХРОНИКА. СОБЫТИЯ

70 лет Андрею Валерьевичу Смурову – главному редактору журнала «Жизнь Земли» 234

К 120-летию со дня рождения А.Н. Формозова *(Н.Н. Колотилова)* 236

XXV Годичная научная международная конференция Института истории естествознания и техники имени С.И. Вавилова РАН *(К.А. Голиков)* 237

XI Географические чтения имени профессора В.А. Витязевой *(Ю.И. Максимов)* 238

Ломоносовские чтения 2019. Секция музееведения *(Н.И. Крупина)* 240

К 90-летию со дня рождения Б.Г. Розанова *(Е.Ю. Погожев)* 241

Памяти Марата Мутагаровича Умарова (1939–2019) *(Н.Н. Колотилова)* 242

TABLE OF CONTENTS 244

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГЕОСФЕР

УДК 551.24.02:551.242.23(267.32)

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНЫХ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ НА ГЕОМЕТРИЮ РИФТОВОЙ ТРЕЩИНЫ ПРИ РАСКРЫТИИ АДЕНСКОГО ЗАЛИВА (ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ)

А.Л. Грохольский, Е.П. Дубинин, Е.Л. Щербакова[1]

Изменение кинематики плит и ускорение движения Аравийской плиты относительно Африканской, а также деятельность Афарского плюма создали благоприятные условия для рифтогенеза и образования спредингового хребта и бассейна Аденского залива. Существенный вклад в геометрию рифтовой трещины внесло гетерогенное строение континентальной литосферы с мезозойскими грабенами. Эти грабены представляли собой структурные барьеры с более прочной литосферой на пути продвижения развивающейся в постэоценовое время новой рифтовой трещины, приведшей в дальнейшем к образованию современного бассейна Аденского залива. В работе на основании физического моделирования рассмотрено влияние таких унаследованных структур на продвижение и геометрию рифтовой трещины на ранних стадиях её развития при переходе от континентального рифтинга к океаническому спредингу. Эксперименты показали, что в случае «резкой» границы между блоками разной толщины вероятнее всего возникнет сдвиговая зона. Эта ситуация применима, например, к трансформному разлому (ТР) Алула-Фартак. Однако в случае менее «резкой» границы часто формируются структуры перекрытия, представляющие собой микроплиты, или микроблоки, заключённые между двумя рифтовыми трещинами, одна из которых в дальнейшем отмирает, а другая развивается в спрединговый хребет. Аналогом такого микроблока, возможно, является погружённое плато и остров Сокотра.

Ключевые слова: *Аденский залив, рифтогенез, структурные барьеры, физическое моделирование.*

[1] Грохольский Андрей Львович – к.г.н., вед. науч. сотр. Музея землеведения МГУ, *andregro@mail.ru*; Дубинин Евгений Павлович – д.г.-м.н., зав. сектором Музея землеведения МГУ, *edubinin08@rumbler.ru*; Щербакова Екатерина Львовна – *katyfritter@gmail.com*.

INFLUENCE OF STRUCTURAL INHOMOGENEITIES ON THE GEOMETRY OF THE RIFT UNDER THE OPENING OF THE GULF OF ADEN (PHYSICAL MODELLING)

Grokholsky A.L., PhD, Dubinin E.P., Dr. Sci (Geol.), Shcherbakova E.L.
Lomonosov Moscow State University (Earth Science Museum)

According to the article, the change in plate kinematics and the acceleration of the movement of the Arabian plate relative to the African one as well as the activities of the Afar plume created favorable conditions for rifting and the formation of a spreading ridge and the basin of the Gulf of Aden. The heterogeneous structure of the continental lithosphere characterized by Mesozoic grabens made a significant contribution to the geometry of the rift. The grabens were structural barriers with a stronger lithosphere on the way to the advancement of a new rift developing in the post-Eocene time, which later led to the formation of the modern basin of the Gulf of Aden. Using physical modelling, the authors investigated the influence of such inherited structures on the propagation and geometry of the rift at the early stages of its development during the transition from continental rifting to oceanic spreading. The experiments showed that in the case of a sharp boundary between blocks of different thickness a shear zone is likely to occur. Such a case is illustrated, for example, by the Alula-Fartak fracture zone. However, in the case of a less sharp boundary overlapping structures are often formed. Such structures occur as microplates or microblocks enclosed between two rift cracks, one of which subsequently dies off and the other develops into a spreading ridge. An example of such a microblock may probably be the submerged plateau and the island of Sokotra.

Keywords: *Gulf of Aden, rifting, structural barriers, physical modelling.*

Введение. Современный Аденский залив протягивается субширотно от 42°37’ в. д. до 51°16’ в. д. Длина залива 890 км, ширина – до 300 км в восточной части (рис. 1 а). На западе залив ограничен побережьем Африканского континента, куда он вдаётся заливом Таджура. Восточной границей считается крайняя восточная точка Африки – мыс Гвардафуй. Залив имеет все морфологические провинции, присущие океанам: континентальные окраины (пассивные), океанические котловины и срединный хребет с выраженной рифтовой долиной и поперечными смещениями трансформного типа.

Центральную зону бассейна Аденского залива занимает спрединговый хребет, протягивающийся на расстояние ~1500 км с генеральным простиранием С75В (рис. 1 а). Он характеризуется ультрамедленными значениями скоростей спрединга, которые увеличиваются с запада на восток от 1,3 см/год до 1,8 см/год, достигая вблизи ТР Оуэн значений 2,4 см/год [4]. Рифт Аденского залива простирается под острым углом к направлению растяжения (в среднем 40–50°), то есть спрединг в данном регионе косой (рис. 1 в). Благодаря этому рифтовая зона Аденского залива отличается высокой степенью сегментации и большим количеством ТР.

Спрединговый хребет характеризуется сильно расчленённым рельефом. Центральная часть хребта осложнена рифтовой долиной глубиной в 1,5–2 км, заканчивающейся на западе в заливе Таджура, где она смыкается с континентальными рифтами треугольника Афар (рис. 1). На востоке рифтовая зона Аденского залива соединяется с рифтовой зоной спрединговых хребтов Индийского океана посредством спредингового хребта Шеба, ограниченного трансформными разломами Алула-Фартак и Оуэн. Часто следы ТР находят своё продолжение на обоих берегах Аденского залива, и особенно отчётливо выражены на побережье Йемена.

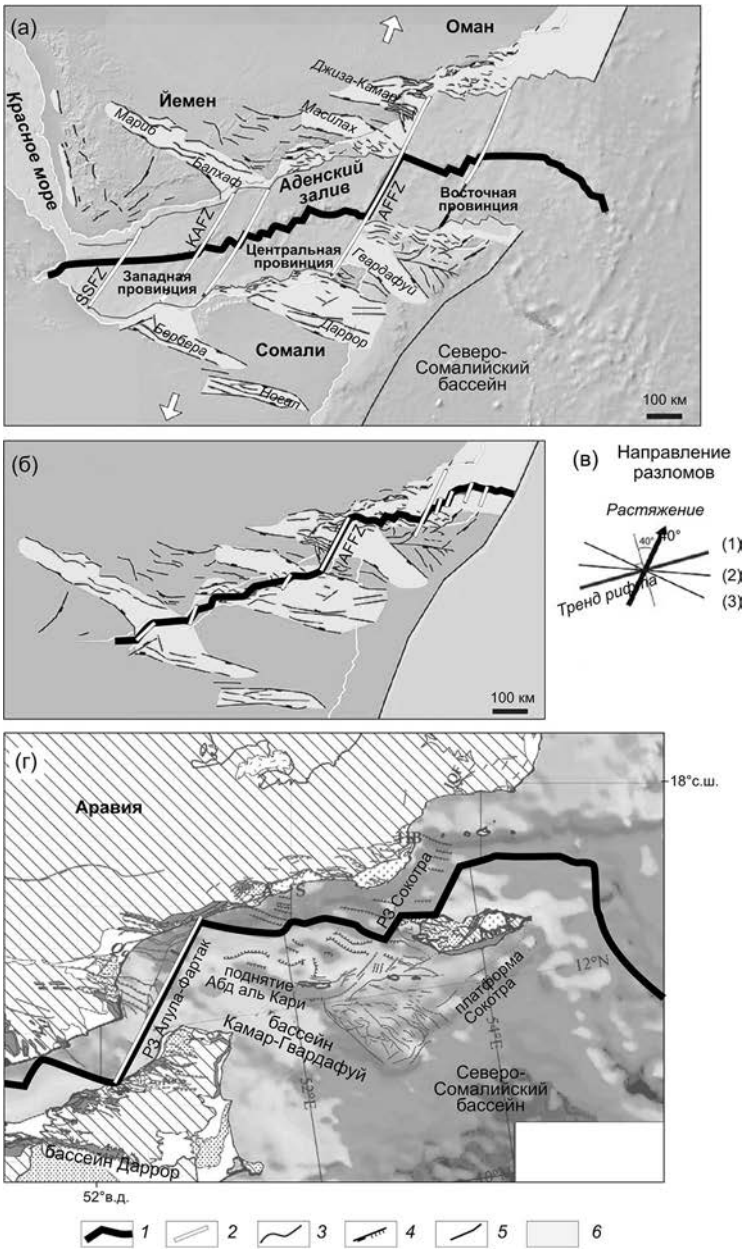


Рис. 1. Структурные схемы Аденского залива [5]: *(а)* – рельеф дна и современная геометрия спредингового хребта Аденского залива (SSFZ – разломная зона Шукра-аль-Шейк, KAFZ –разломная зона Ханшир аль Ирках, AFFZ – разломная зона Алула-Фартак, SFZ – разломная зона Сокотра, OFZ – разломная зона Оуэн); *(б)* – реконструкция на 20 млн лет назад (доспрединговая конфигурация и структурные нарушения дораскольной континентальной коры – мезозойские грабены); *(в)* – направления основных разрывов; *(г)* – реконструкция восточной провинции Аденского залива на время начала раскрытия [17]. ASB – бассейн Ашавк-Салалх, HB – бассейн Хасик. Условные обозначения: 1 – ось спрединга, 2 – трансформные разломы, 3 – граница «континент-океан», 4 – нормальные сбросы, 5 – прочие разломы, 6 – мезозойские грабены, частично реактивизированные в эоцене.

Важным фактором, существенно повлиявшим на геодинамику и тектоническое развитие бассейна Аденского залива, явилась активизация Афарского плюма и связанная с ним магматическая деятельность. Начало деятельности Афарского плюма относят к 45 млн лет назад, хотя временем его активизации считается рубеж около 30 млн лет назад сразу после начала рифтинга в Аденском заливе 34 млн лет назад.

Аденский залив сформировался в результате раскола единого Африкано-Аравийского блока и развития глобальной Восточно-Африканской – Красноморско-Аденской рифтовой системы [3]. На обоих бортах Аденского залива обнажаются метаморфические породы докембрийского фундамента, несогласно перекрытые юрскими, меловыми, палеоценовыми и эоценовыми отложениями. Со стороны континентов к нему также примыкает серия сопряжённых структурных неоднородностей северо-западного простирания, в виде бассейнов и грабенов Джиза-Камар – Гвардафуй, Масила, Даррор, Мариб-Балхав – Бербера-Ногад, Ашавк-Салалах и др., сформированных в результате мезозойского рифтинга и реактивизированных в олигоцене [13] (см. рис. 1). До момента кайнозойского раскола литосферы эти грабены составляли единый рифтогенный бассейн и представляли собой структурные неоднородности с более прочной литосферой на пути развивающегося кайнозойского рифта (см. рис. 1 б) [4, 6].

Эти структурные неоднородности, по всей видимости, оказали существенное влияние на геометрию рифтовой трещины. Грабены представляли собой структурные барьеры с более прочной литосферой на пути продвижения развивающейся в постэоценовое время новой рифтовой трещины, приведшей в дальнейшем к образованию современного бассейна Аденского залива. Целью работы является выявление на основании физического моделирования влияния таких унаследованных структур на продвижение и геометрию рифтовой трещины на ранних стадиях её развития при переходе от континентального рифтинга к океаническому спредингу.

Тектоническое строение бассейна Аденского залива. Анализ рельефа дна и аномальных геофизических полей показывает, что в пределах Аденского залива выделяются три провинции (сегмента) – восточная, центральная и западная, которые имеют различное строение, эволюцию и морфоструктурную сегментацию рифтовой зоны (см. рис. 1 а). Эти провинции разделены крупными ТР Шукра-Аль-Шейх и Алула-Фартак [3, 5, 13]. Рифтовая зона в западной провинции не нарушена ТР. Здесь распространены нетрансформные смещения. Отсутствие трансформной сегментации связывается с влиянием Афарской горячей точки и более пластичной литосферой.

Центральная провинция ограничена ТР Шукра-аль-Шейх на западе и ТР Алула-Фартак на востоке. Следы ТР довольно чётко отражаются в рельефе и в аномальных полях и часто находят своё продолжение на сопряжённых окраинах Аденского залива. Наиболее крупный ТР Алула-Фартак смещает ось спрединга на 180 км. Морфологически он представляет собой V-образную трансформную долину с относительной глубиной до 3000 м и абсолютной – до 5000 м. Видимо, важную роль в образовании ТР играли наследуемые грабены мезозойского возраста на дораскольной континентальной коре [3].

Восточная провинция располагается между ТР Алула-Фартак и восточной оконечностью острова Сокотра. В пределах восточной провинции следует подчеркнуть важную геодинамическую роль хребта Шеба в «соединении» рифтовой зоны Аденского залива с рифтовой зоной спредингового хребта Карлсберг в Индийском океане.

Важным тектоническим элементом восточной провинции также являются погружённое плато и архипелаг Сокотра, которые отделяются от Сомалийской плиты бассейном Гвардафуй (см. рис. 1).

С началом рифтинга были реактивированы образованные ранее мезозойские структуры. Наиболее ярко это проявилось в грабене Гвардафуй, который отсекает цоколь самого западного в архипелаге о-ва Абд-эль-Кури от шельфа современной восточной оконечности Африканского рога (м. Гвардафуй, Сомали) [15]. Ширина грабена составляет около 50 км по днищу и около 80 км по бровкам. Углубление данного щелевидного асимметричного грабена, дно которого наклонено на ССВ, а глубина относительно бровок бортов превышает 1500 м, способствовало окончательной изоляции архипелага Сокотра от Африканского материка [3].

Основные этапы эволюции бассейна Аденского залива. Информация, по которой можно расшифровать эволюцию бассейна Аденского залива, в основном представлена линейными магнитными аномалиями, а также породами, формировавшимися в пределах дораскольной континентальной коры. В истории развития бассейна современного Аденского залива можно выделить пять этапов: 1) дорифтинговое развитие, 2) мезозойский континентальный рифтинг, 3) континентальный рифтинг в олигоцен-миоцене, 4) начало океанического спрединга в миоцене, 5) продвижение рифта в западном направлении в залив Таджура к тройному соединению Афар. Как было отмечено выше, континентальная кора в данном регионе сформировалась в докембрийское время, а в течение всего палеозоя была подвержена выветриванию и эрозии [4]. Первая фаза рифтинга засвидетельствована в мезозое. Сформировались грабены, имеющие в среднем северо-западное простирание. Синрифтовые отложения в этих грабенах имеют возраст от поздней юры до раннего мела. Наиболее полно представлены отложения в бассейне Бербера, который был сопряжён с бассейном Балхаф в доолигоценовой конфигурации плит. Вторая фаза рифтинга, приведшая к образованию бассейна Аденского залива, состоялась в олигоцене-миоцене. Синрифтовые отложения располагаются вдоль континентальных окраин, в бассейнах Балхаф, Камар и других. Рифтовые отложения, найденные в Йемене, имеют возраст 35–28,4 млн лет [4, 6, 7, 13, 14]. В западной провинции Аденского региона не обнаружено отложений, которые свидетельствовали бы о растяжении до 31 млн лет, т. е. до начала плюмового вулканизма в Афаре. Континентальный рифтинг на территории Аденского залива, вероятно, был локализован позицией хребта Карлсберг в Индийском океане.

Граница между синрифтовыми и пострифтовыми отложениями определяется как 21,1–17,4 млн лет назад (см. рис. 1 б). Это время может считаться переходом от континентального рифтинга к спредингу [3]. В это время центр спрединга Аденского залива через хребет Шеба соединился с мировой системой СОХ в Индийском океане. Рифтинг Аденского залива реактивировал многие мезозойские рифтовые грабены, которые могли контролировать геометрию рифтовой трещины и последующих трансформных разломов [4].

Расшифровка линейных магнитных аномалий позволила построить довольно точную карту возраста коры Аденского залива и на её основе модель эволюции океанического бассейна. Так, в Аденском заливе выделяются три основных стадии пропагейтинга спредингового хребта [9, 11] (рис. 2).

Первая стадия (около 20 млн лет назад) выражается в формировании участка хребта длиной 200 км. Этот самый восточный сегмент заложился на древней океанической коре позднеюрского-раннемелового возраста. Вслед за ним, перед аномалией 5D (17,5 млн лет), развился сегмент длиной 500 км. Он протянулся далее на запад вплоть до нынешнего трансформного разлома Алула-Фартак. Продвижение рифта к западу приостановилось приблизительно на 1 млн лет на этом этапе и возобновилось незадолго

до аномалии 5С (16 млн лет назад) (рис. 2 в). Это привело к формированию третьего сегмента хребта в западной части Аденского залива от ТР Алула-Фартак до 45° в. д. (рис. 2 г). На этом участке рифтовая трещина продвигалась очень быстро (>45 см/год), пересекая существующие в дораскольной афро-аравийской литосфере мезозойские горсты и грабены, имеющие ЗСЗ-ВЮВ простирание. Таким образом, пропагейтинг спредингового хребта на расстояние более 1400 км случился за крайне короткий срок, не превышающий 4 млн лет, со средней скоростью 35 см/год [9].

Следует отметить два важных фактора, наложивших свой отпечаток на особенности структурообразования в Аденском заливе. Первый – это влияние Афарского плюма, которое предопределило сильную косость рифта относительно направления растяжения и значительную прогретость литосферы,

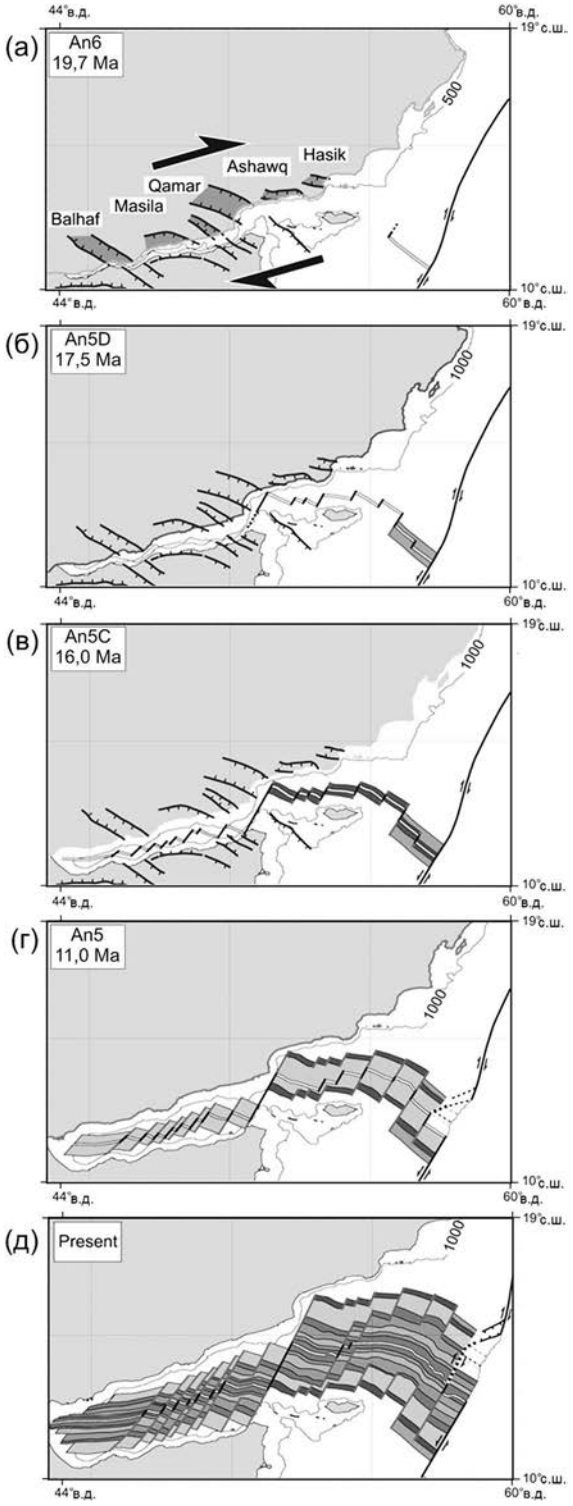


Рис. 2. Реконструкция раскрытия Аденского залива, иллюстрирующая разные стадии эволюции и продвижения рифтовой трещины к западу в сторону Афарского плюма [по 10]: *(а)* – начало спрединга и формирование самой древней океанической коры в Аденском заливе (хрона 6, 19,7 млн лет назад); *(б)* – 17,5 млн лет назад (хрона 5С) развитие спрединга на древней океанической коре между ТР Оуэн и континентальной окраиной Афро-Аравии; *(в)* – распространение спрединга в восточной провинции Аденского залива и временная его остановка у мезозойского грабена Джиза-Кумар – Гвардафуй; *(г)* – быстрое продвижение рифтовой трещины в сторону афарского плюма (хрона 5, 11 млн лет назад) и формирование океанической коры на всём протяжении Аденского залива; *(д)* – современное положение спредингового хребта.

особенно в западной и центральной провинциях залива. В области, расположенной восточнее ТР Алула-Фартак, была обнаружена серия подводных вулканических гор [6, 7].

Второй фактор, представляющий в рамках настоящей статьи наибольший интерес, связан с тем, что рифтовая трещина, продвигающаяся с востока на запад, не смогла сразу преодолеть структурный барьер с более прочной литосферой бассейна Джиза-Кумар и проторазлома Алула-Фартак. Это могло привести к остановке миграции подосевого астеносферного потока и формированию в этой области локальных очагов плавления по механизму «дамбового» эффекта. Анализ аномального гравитационного поля показал наличие отрицательной остаточной аномалии Буге восточнее ТР Алула-Фартак и южнее оси хребта. Эта аномалия интерпретируется как индикатор зоны частичного плавления, которая рассматривается как источник дополнительной магмогенерации для региона вследствие усиления активности Афарского плюма [13]. Кроме того, данные сейсмической томографии позволили установить область пониженных сейсмических волн под бассейнами Джиза-Камар (Йемен) и Ашафк-Салалах (Оман) вблизи аравийской окраины в окрестности разломной зоны Алула-Фартак, свидетельствующей о том, что магматизм здесь мог быть вызван мелкомасштабной конвекцией на контакте блоков литосферы с разной мощностью [12].

Континентальная кора более гетерогенна и анизотропна, чем океаническая, а это значит, что характер пропагейтинга и сегментации рифтовой трещины зависит от её взаимодействия с различными структурно-вещественными неоднородностями, встречающимися на её пути. В этом случае возможно несколько вариантов развития трещины. Если неоднородность менее прочная, чем окружающая кора, то рифтовая трещина, приближающаяся к ней, пройдет её беспрепятственно с небольшими смещениями. Если же неоднородность более прочная, то трещина может обогнуть её или пытаться разрушить. В результате может происходить смещение рифтовой оси по сдвиговым разломам трансформного типа, или перескок рифтовой оси с образованием микроконтинентальных блоков. Однако литосфера структурной неоднородности может оказаться настолько прочной, что продвижение рифтовой трещины может быть значительно замедлено или даже остановлено.

При континентальном рифтогенезе происходит утонение коры и литосферы, приводящее к подъёму кровли астеносферы и разогреву литосферы в зоне шириной десятки – первые сотни километров. Разогрев и разуплотнение вещества делают литосферу, охваченную рифтогенезом, менее прочной. Но если геодинамическая обстановка меняется и растяжение прекращается, то литосфера начинает постепенно остывать. Изотерма, маркирующая подошву литосферы, опускается, а мантийное вещество, заместившее объём утонённой коры, остывает и уплотняется. В результате формируется более прочная литосфера в палеорифтах, чем была до рифтогенеза. В восточной провинции, по мнению многих исследователей [3, 6], благодаря гетерогенности литосферы и, прежде всего, наличию мезозойских грабенов с более прочной литосферой сформировались крупные ТР (например, Алула-Фартак) и, возможно, континентальный блок острова Сокотра с погружённым одноименным плато.

Существенное влияние на эффективную прочность литосферы континентальных окраин будут оказывать геодинамические условия, в которых происходит переход от континентального рифтинга к океаническому спредингу (вулканические, или невулканические условия, влияние горячей точки или гиперрастяжение континентальной коры, сопровождаемое подъёмом серпентинизированной мантии). Если континентальная литосфера очень прочная за счёт мощности подлитосферной мантии, то рас-

колоть её будет трудно. Для региона Аденского залива такими структурными барьерами могли быть переходная зона от континента к Индийскому океану, мезозойские рифты. Мезозойский грабен Джиза-Камар-Гвардафуй, который и стал структурным препятствием на пути рифтовой трещины, скорее всего, имеет прочность выше, чем окружающая литосфера из-за более тонкой рифтогенной континентальной коры. Ряд исследователей [6] считает, что ТР Алула-Фартак образовался в результате обособленного развития двух рифтовых трещин, расположенных западнее и восточнее будущего ТР. Наличие встречной трещины западнее грабена может упростить ситуацию и позволить расколоть прочный блок, формируя сдвиговую структуру. Более того, континентальный блок плато и острова Сокотра, возможно, мог сформироваться как результат перекрытия встречных рифтовых трещин. Северная ветвь в итоге стала приоритетной и дала начало формированию спредингового хребта Шеба, а в южной не произошло перехода от рифтинга к спредингу и она перешла в пассивную стадию авлокагена. В процессе последующего остывания этот регион опустился ниже уровня моря, формируя погружённое плато и о. Сокотра, который оказался отделённым от континента грабеном Гвардафуй.

При рассмотрении влияния гетерогенности континентальной литосферы на структурообразование в Аденском заливе встаёт ряд вопросов: (1) каково влияние унаследованных структур (мезозойских грабенов) на продвижение рифтовой трещины; (2) возможно ли образование сдвиговых границ, секущих более прочные блоки (ТР Алула-Фартак в бассейне Джиза-Камар-Гвардафуй), и (3) возможно ли образование микроблоков (погружённое плато и о. Сокотра), формирование которых может быть связано с прохождением рифтовой трещины через «структурно-реологический барьер».

Частично ответ на эти вопросы можно получить с помощью физического моделирования.

Физическое моделирование взаимодействия рифтовой трещины со структурными неоднородностями в гетерогенной континентальной литосфере.

Методика моделирования. Установка для моделирования представляет собой прямоугольную текстолитовую ванну размером 40×30×8 см, в верхней части которой имеются пазы, по которым движется рамка с поршнем. Движение поршня задаёт растяжение, сдвиг или сжатие, реализуемое в модельном веществе, заполняющем весь объём установки. Электромеханический привод позволяет варьировать скорости деформации модельной плиты. Модельное вещество представляет собой смесь твёрдых (парафиновый ряд) и жидких (минеральные масла) углеводородов, чьи физические характеристики удовлетворяют критерию подобия, лежащему в основе метода [10, 16]. Равномерное и контролируемое температурное поле модельного вещества обеспечивают обогреватели, расположенные внутри установки. При подготовке эксперимента вещество нагревается в установке до определённой температуры (≈43°C), при условии поддержания фиксированного температурного режима в лаборатории (22,5–25,5°C). Затем начинается процесс охлаждения равномерно расплавленного модельного вещества, в результате чего на его поверхности образуется корка (модельная литосфера), которая приваривается к поршню и противоположной стенке ванны. После того как модельная плита достигает необходимой для данного эксперимента толщины (H), начинается её горизонтальное растяжение. При необходимости имитации рифтовой зоны в виде линейного ослабления, или более прочной зоны, часть модельной плиты в нужном месте вырезалась и убиралась. При дальнейшем охлаждении литосфера в этой области модели была утонена или утолщена за

счёт меньшего или большего времени охлаждения, соответственно. Изменение длительности охлаждения при подготовке модельной плиты обеспечивает различное соотношение толщин её хрупкого и пластичного слоёв [10].

В проведённых экспериментах подобие модели и оригинала определялось критерием:

$$\tau_s / \rho g H = \text{const},$$

где τ_s – предел текучести на сдвиг, ρ – плотность слоя, H – толщина слоя, g – ускорение свободного падения [16]. При соблюдении этого условия подобия и учитывая реальные возможности лабораторных экспериментов, требуется применение для моделирования литосферы очень малопрочных материалов, так как уменьшение масштаба процесса в модели приводит к уменьшению прочности используемых материалов [16].

Используемая методика позволяет создавать двухслойную модель литосферы, состоящую из верхнего хрупкого и нижнего пластичного слоев, которые в вещественном составе являются идентичными друг другу. Модельная литосфера в структурном отношении является однородным слоем. Метод позволяет варьировать значения толщины верхнего хрупкого слоя модели и создавать участки, имитирующие утонённую (ослабленную) или утолщённую более прочную литосферу.

Описание экспериментов и результаты моделирования. В настоящей работе экспериментальные исследования были направлены на изучение влияния структурных неоднородностей, представляющих собой мезозойские грабены в дораскольной литосфере на геометрию продвигающейся рифтовой трещины.

Были выполнены серии экспериментов, реконструирующие геотектонические процессы, связанные с взаимодействием развивающихся рифтовых трещин со структурными неоднородностями в пределах гетерогенной дораскольной литосферы. В моделях создавался поверхностный мощный слой толщиной H1, деформируемый при растяжении, который соответствовал в природе протерозойской литосфере Африкано-Аравийского континента. В пределах этого слоя для имитации рифтовой трещины задавался вертикальный разрез или ослабленная зона конечной ширины в виде утонённой модельной литосферы в области рифта. В модели ослабленная зона соотносилась с дораскольной континентальной литосферой, утонённой в процессе стадии рифтогенеза.

Взаимодействие трещины с прочным прямоугольным блоком или серией блоков. В данном районе, особенно в центральной провинции, структурные неоднородности на дораскольной литосфере формируют, главным образом, мезозойские грабены, имеющие северо-западное простирание (см. рис. 1). При моделировании важен выбор геометрии блоков, имитирующих структурные неоднородности и их реологические свойства. В экспериментах неоднородности задавались различными способами: в виде разрезов, ортогональных продвижению рифтовой трещины, и в виде блоков с более прочной (толстой) модельной литосферой. Мезозойские грабены представляют собой области с более тонкой растянутой корой и более прочной, по сравнению с окружающей, литосферой.

При подготовке экспериментов упрочнение блоков достигалось двумя способами: прокапыванием модельной литосферы водой, что приводило к её дополнительному охлаждению и увеличению толщины; созданием более прочных блоков модельной литосферы механическим путём, включающим различное время охлаждения участков модельной плиты. Подобная методика увеличения прочности литосферы описана в работе [8].

Начальные рифтовые трещины имитировались двумя разрезами в верхней и нижней части модельной плиты. Они располагались под углом или нормально относительно направления растяжения в модельной континентальной литосфере.

В эксперименте № 1494 в качестве структурного барьера выступал один прочный блок шириной 10 см и длиной 4 см. Он располагался в центре плиты шириной 22 см. Блок равноудалён от разрезов на расстояние 3 см. Оба разреза нормальны к направлению растяжения и смещены друг относительно друг друга. Верхний разрез был длиной 5 см, а нижний доходил до края плиты (рис. 3 а). При растяжении, в направлении прочного блока, начала продвигаться трещина из нижнего, более длинного разреза. Затем из верхнего, короткого разреза пошла трещина в сторону блока и в противоположную сторону свободной боковой границы модельной плиты. Приблизившись к прочному блоку, трещины остановились. После этого образовалась трещина справа от прочного блока (рис. 3 б). Она распространялась в обе стороны. В это же время нижняя трещина пыталась продвигаться вдоль прочного блока в направлении растяжения к трещине справа от прочного блока (рис. 3 в, г). Но они не соединились, т. к. правая трещина успела пройти плиту насквозь в обе стороны (рис. 3 г).

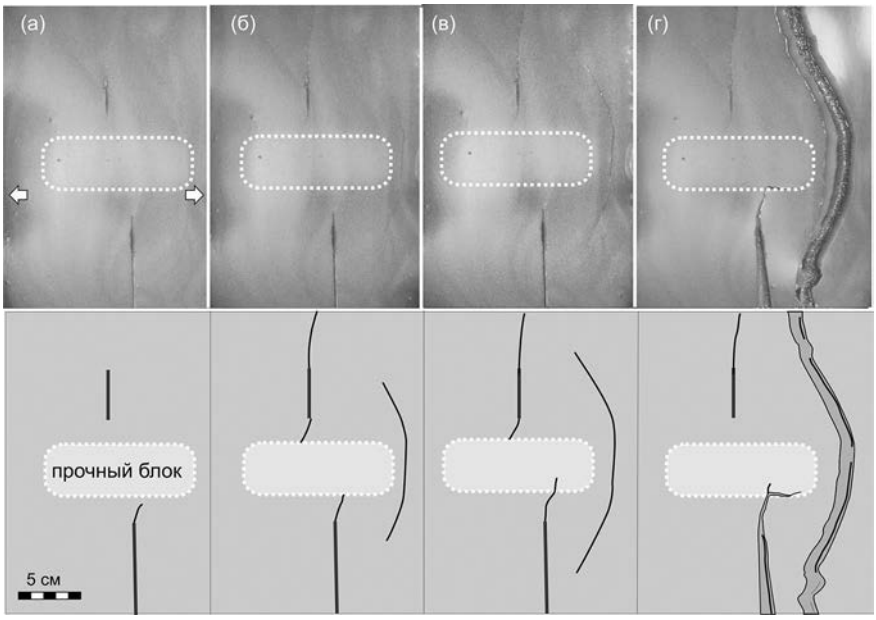


Рис. 3. Эксперимент 1494. Взаимодействие продвигающихся трещин с прочным блоком: *(а) – (г) – стадии* эксперимента, внизу их дешифрирование. Сплошные линии – ось спрединга. Прочный блок на фото оконтурен белыми точками и показан светло-серым цветом, модельная плита серым, вновь образованная модельная литосфера тёмно-серым, соответственно. $H_1 = 4 \cdot 10^{-3}$ м; $V = 1{,}87 \cdot 10^{-5}$ м/с$^{-1}$.

Эксперименты показали, что при встрече с более прочным блоком трещина склонна к перескоку и огибанию прочного блока. При этом трещины, столкнувшись с прочным блоком, зачастую стремятся к новообразованной трещине, чтобы, соединившись с ней, образовать сдвиг. В других экспериментах при уменьшении размера прочного блока трещина переставала перескакивать в область его боковой границы, а просто огибала блок.

Взаимодействие трещины с прочными блоками сложной формы. В эксперименте № 1561 первоначальная геометрия была следующей. Прочный блок сложной формы, сходной с формой мезойзойского грабена, располагался по всей ширине модельной плиты (рис. 4) размером 26×15 см. Разрез длиной 9 см от нижнего края плиты располагался нормально к направлению растяжения. После начала растяжения трещина вышла из разреза и, приблизившись к прочному блоку, остановилась (рис. 4 а). Затем она вошла в блок и в это же время образовалась трещина в верхней части модельной плиты. Эта трещина также приблизилась к блоку и внедрилась в него, перекрывшись с нижней трещиной (рис. 4 б). Обе трещины медленно продвигались и, выйдя за пределы блока, сформировали перекрытие сложной формы. Затем они соединились в верхней части перекрытия (рис. 4 в). В это время скорость растяжения модели была немного увеличена. Чуть позже в нижней части перекрытия тоже произошло соединение трещин, однако спрединг развивался по правой ветви перекрытия (рис. 4 г).

В результате встречного пропагейтинга двух трещин в области прочного блока сформировался микроблок. Этот эксперимент допускает возможность формирования блока плато Сокотры по аналогичному механизму.

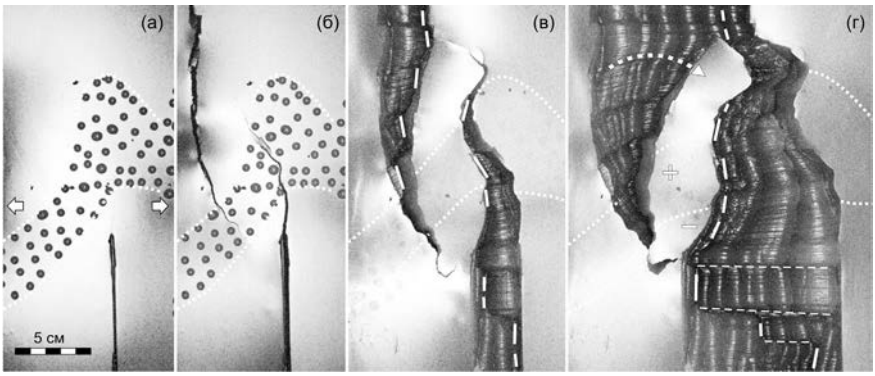


Рис. 4. Эксперимент 1561. Образование микроблока при перескоке трещины, проходящей через прочный блок: *(а) – (г)*– стадии эксперимента. Прочный блок – область, покрытая каплями воды на стадиях *(а), (б)*. Жирный белый пунктир – ось спрединга. Стрелкой показано направление вращения блока. Тонкий пунктир – сдвиговые и нетрансформные смещения. $H_1 = 3 \cdot 10^{-3}$ м; $V = (2{,}5 – 3{,}75) \cdot 10^{-5}$ м/с$^{-1}$.

Взаимодействие продвигающейся трещины с блоком с резкими границами. В эксперименте № 1570 конфигурация блока была схожей с экспериментом №1561. Только границы между плитой толщиной H_1 с более мощным и прочным блоком толщиной H_2 были прямолинейными. А сам блок на стадии подготовки формировался за счёт разного времени охлаждения участков модели, а не охлаждением водой (рис. 5 а). Т. е. сначала в модельной плите вырезался блок необходимой формы, а окружающее его модельное вещество убиралось. Далее продолжалось охлаждение блока, плавающего в расплаве модельного вещества. Таким образом, при повторном охлаждении граница между блоком и остальной частью модельной плиты получалась достаточно резкой. Затем в модельной плите был задан разрез, из которого в начале растяжения стала продвигаться трещина (рис. 5 а). Приблизившись к блоку, трещина остановилась на какое-то время. После этого образовались ещё две трещины. Одна прошла через весь блок от места перегиба его нижней границы, а другая вышла из места перегиба

верхней границы (рис. 5 б). Все три трещины стали осями наращивания новой модельной коры, смещёнными друг относительно друга по прямолинейным границам блока (рис. 5 в, г). При этом в нижнем смещении развивался чистый сдвиг, т. к. здесь граница блока совпадает с направлением растяжения. А в верхнем смещении развивался сдвиго-раздвиг вследствие наклонной границы блока в данном месте (рис. 5 в). Дальнейшая аккреция в модели шла асимметрично влево (рис. 5 г). В проведённом эксперименте вследствие быстроты развития трещин было неясно, продвигается ли трещина из разреза, испытывая перескоки при внедрении в более прочный блок и при выходе из него, или все трещины образовались самостоятельно. В то же время опыт показал, что развитие единой спрединговой оси может осложняться при взаимодействии её со структурными барьерами различной конфигурации с резкими граничными переходами. Это проявляется в образовании и развитии различных типов смещений спрединговой оси, имеющих сдвиговую природу.

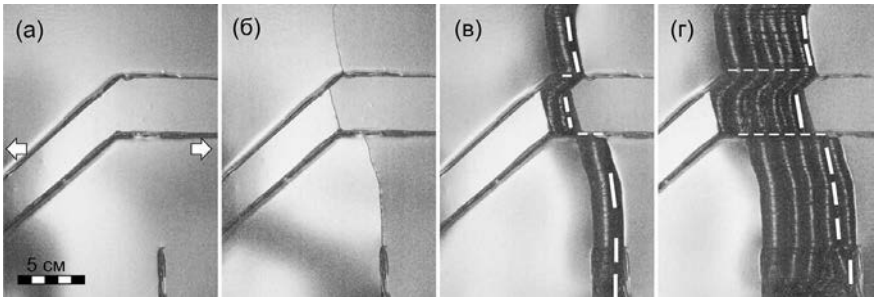


Рис. 5. Эксперимент 1570. Взаимодействие трещины с прочным блоком с резкими границами: *(а) – (г)*– стадии эксперимента. Прочный блок сложной формы во всю ширину модельной плиты. Жирный белый пунктир – ось спрединга. Тонкий пунктир – сдвиговые и нетрансформные смещения. $H_1=3 \cdot 10^{-3}$ м; $H_2= 5 \cdot 10^{-3}$ м; V=2, $5 \cdot 10^{-5}$ м/с$^{-1}$.

Поскольку соотношение прочности мезозойских грабенов и дораскольной литосферы является дискуссионным вопросом, в том смысле, что прочность рифтогенных структур зависит от стадии растяжения континентальной коры и прогретости мантии, нами также были проведены эксперименты по моделированию косого рифтинга, продвигающегося в пределы прочной литосферы, осложнённой структурами с менее прочной литосферой. В модели грабены мезозойского возраста на пути продвижения рифтовой трещины были заданы как ослабленные зоны конечной ширины (или разрезы), совпадающие по простиранию с направлением растяжения. В процессе растяжения в зоне модельного рифта формировались сегменты трещин, разделённые этими структурными барьерами. Некоторые сегменты пересекали структурный барьер, не меняя своей линейности, другие проходили его со смещением. Это не зависело от того, какой была ширина структурного барьера. Смещение являлось следствием ширины рифтовой зоны и её наклона. Особенностью этих экспериментов в отличие от опытов с прочными структурными барьерами было то, что все смещения рифтовой трещины были незначительными, в пределах модельной рифтовой зоны. В реальной ситуации крупные смещения по ТР в районе Аденского залива заложились на дораскольной стадии, и их амплитуда в значительной мере определялась размерами структурного барьера.

Заключение. Развитие постэоценового рифтинга и последующего спрединга, приведшего к образованию бассейна Аденского залива, происходило в аномальных

термических условиях, вызванных деятельностью мантийного плюма Афар, в пределах гетерогенной протерозойской афро-аравийской литосферы, нарушенной мезозойскими грабенами.

Для выявления особенностей структурообразующих деформаций в Аденском заливе было проведено физическое моделирование. Эксперименты показали, что при «встрече» с более прочным блоком рифтовая трещина стремится обойти его. При этом может произойти перескок трещины в область, прилегающую к боковой границе блока, и дальнейшее её продвижение. Либо трещина, не прерываясь, огибает прочный блок и продвигается дальше. Какой сценарий реализуется, зависит от размеров и формы структурного барьера (геометрии прочного блока). Если на пути трещины расположен один или несколько небольших блоков с повышенной прочностью, она, как правило, огибает их. Аналогичные результаты получались в моделях с двумя, следующими один за другим, небольшими прочными блоками. При больших размерах блока трещина перескакивает в одну из его боковых зон и далее также огибает его.

В то же время эксперименты показали, что развитие единой спрединговой оси может осложняться при взаимодействии её со структурными барьерами различной конфигурации с различными граничными переходами. При значительных поперечных размерах структурного барьера с плавным переходом мощности и прочности литосферы от него к прилегающим областям модельной плиты, продвигающаяся рифтовая трещина проходит сквозь него со смещением. При этом смещение трещин может сформировать микроблок. Далее трещины, выйдя из области структурного барьера, соединяются и оконтуривают микроблок, состоящий из разнородной литосферы структурного барьера и окружающей его модельной плиты. При достаточно протяжённом в поперечном направлении структурном барьере с резкой границей перехода его толщины (прочности) к смежной области более тонкой модельной плиты трещина входит в область барьера со смещением и выходит из него со смещением по его границам. В зоне смещения формируются разломы сдвигового и сдвиго-раздвигового типа. Если в теле структурного барьера имеются перегибы в простирании, то они являются концентраторами деформаций. Эксперименты, в которых происходит формирование сдвиговой границы, подтверждают вывод о важности наличия структурных неоднородностей с более прочной литосферой (мезозойские рифты) при образовании и развитии ТР, в частности ТР Алула-Фартак, отмеченного в работах [1, 2, 4, 6, 13]. Такая область стала для рифтовой трещины Аденского залива наиболее труднопреодолимым барьером, который затормозил её пропагейтинг, после чего произошло её смещение.

Авторы благодарят А.Н. Филаретову за помощь в оформлении рукописи. Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 18-05-00378).

REFERENCES

1. Autin J., Bellahsen N., Leroy S. et al. The role of structural inheritance in oblique rifting: insights from analogue models and application to the Gulf of Aden. *Tectonophysics*. **607**, 51–64 (2013).

2. Autin J., Bellahsen N., Husson L., Beslier M.-O., Leroy S., d' Acremont E. Analog models of oblique rifting in a cold lithosphere. *Tectonics*. **29** (6), (2010) (TC6016.http://dx.doi.org/10.1029/2010TC002671).

3. Bellahsen N., Leroy S., Autin J., Razin, E., d'Acremont, H. Sloan, R. Pik, A. Ahmed, K. Khanbari. Pre-existing oblique transfer zones and transfer/transform relationships in continental margins: New insights from the southeastern Gulf of Aden, Socotra Island, Yemen. *Tectonophysics*. **607**, 32–50 (2013).

4. Bosworth W., Huchon P., McClay K. The Red Sea and Gulf of Aden Basins. *Phanerozoic Passive Margins, Cratonic Basins and Global Tectonic Maps*. P. 62–139 (2012).

5. Brune, S., Autin, J. The rift to break-up evolution of the Gulf of Aden: Insights from 3D numerical lithospheric-scale modeling. *Tectonophysics*. **607**, 65–79 (2013).

6. D'Acremont E., Leroy S., Beslier M., Bellahsen N., Fournier M., Robin C., Maia M., Gente P. Structure and evolution of the eastern Gulf of Aden: insights from magnetic and gravity data (Encens-Sheba MD117 cruise). *Geophysical J. International.* **165**, 786–803 (2006).

7. D'Acremont E., Leroy S., Maia M., Gente P., Autin J. Volcanism, jump and propagation on the Sheba ridge, eastern Gulf of Aden: segmentation evolution and implications for oceanic accretion processes. *Geophysical J. International.* **180**, 535–551 (2010).

8. Dubinin E.P., Grokholsky A.L., Makushkina A.I. Physical modeling of the formation conditions of microcontinents and continental marginal plateaus. *Izvestiya, Physics of the Solid Earth*. **54** (1), 66–78 (2018). Doi: 10.1134/S1069351318010056.

9. Fournier M., Chamot-Rooke N., Petit C., Huchon P., Al-Kathiri A., Audin L., Beslier M.-O., d'Acremont E., Fabbri O., Fleury J.-M., Khanbari K., Lepvrier C., Leroy S., Maillot B., Merkouriev S. Arabia-Somalia plate kinematics, evolution of the Aden-Owen-Carlsberg triple junction and opening of the Gulf of Aden. *J. of Geophysical Research: Solid Earth.* **115** (B4) (2010).

10. Grokholskii A.L., Dubinin E.P. Experimental Modeling of Structure-Forming Deformations in Rift Zones of Mid-Ocean Ridges. *Geotectonics*. **40** (1), 64–80 (2006).

11. Huchon, P., Khanbari, K. Rotation of the syn-rift stress field of the northern Gulf of Aden margin, Yemen. *Tectonophysics*. **164**, 147–166 (2003).

12. Korostelev F., Leroy S., Keir D., Weemstra C., Boschi L., Molinari I., Ahmed A., Stuart G., Rolandone F., Khanbari K., Al-Lazki A. Magmatism at continental passive margins inferred from Ambient-Noise Phase-velocity in the Gulf of Aden. *Terra Nova.* **28** (1), 19–26 (2016).

13. Leroy S., d'Acremont E., Tiberi C., Basuyau C., Autin J., Lucazeau F., Sloan H. Recent off-axis volcanism in the eastern Gulf of Aden: Implications for plume–ridge interaction. *Earth and Planetary Science Letters.* **293**, 140–153 (2010).

14. Leroy S., Razin P., Autin J., Bache F., d'Acremont E., Watremez L., Robinet J., Baurion C., Denele Y., Bellahsen N., Lucazeau F., Rolandone F., Rouzo S., Serra Kiel J., Robin, C. From rifting to oceanic spreading in the Gulf of Aden: a synthesis // *Arabian Journal of Geosciences*. **5**, 859–901 (2012) (http://dx.doi.org/10.1007/s12517-011-0475-4).

15. Lukashov A.A. The Morphostructural Evolution of The Gulf of Aden Southern Margin. *Geomorpology*. **1**, 35–43 (2013) (in Russian).

16. Shemenda A.I. Criteria of similarity in physical modelling of geodynamic processes. *Geology and Geophysics.* **10**, 10–19 (1983) (in Russian).

17. Taylor B., Goodliffe A., Martinez F. Initiation of transform faults at rifted continental margins. *C. R. Geoscience*. **341**, 428–438 (2009). Doi:10.1016/j.crte.2008.08.010.

УДК 523.9-7

ИСТОРИЧЕСКИЕ ЭТАПЫ В ИЗУЧЕНИИ МНОГОЛЕТНИХ ВАРИАЦИЙ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

В.М. Фёдоров[1]

Обобщены результаты изучения многолетних вариаций солнечной активности за четыре столетия и выделены два основных направления: история наблюдений солнечной активности (с начала XVII в. до настоящего времени) и история непосредственных измерений (с начала XX в. до настоящего времени). Первый этап связан с наблюдениями за солнечными пятнами, в результате чего был определён 11-летний цикл солнечной активности. Второй этап отражает различные физико-технические уровни исследования с применением аэростатов, самолётов и ракет. С 1978 г. получен непрерывный ряд измерений солнечной постоянной, выполненных специальными космическими аппаратами. Долгосрочное достоверное прогнозирование солнечной активности, имеющей большое значение для жизни и условий жизни на Земле, пока не представляется возможным.

Ключевые слова: *солнечная активность, солнечная постоянная, солнечные пятна, солнечное излучение, цикличность в природе.*

HISTORICAL STAGES IN THE STUDY OF LONG-TERM VARIATIONS OF SOLAR ACTIVITY

V.M. Fedorov, PhD
Lomonosov Moscow State University (Faculty of Geography)

The article summarizes the results of the study of long-term variations of solar activity over four centuries. According to the author, there are two main areas in the history of research. They are the history of observations of solar activity (from the beginning of the 17th century to the present time) and the history of direct measurements (from the beginning of the 20th century to the present time). The basis of the periodization of the history of measurements of perennial variations of solar activity (solar constant) consists of chronological stages, reflecting various physical and technical levels of measurements (from the Earth's surface, from the atmosphere, from space). The first stage in the history of the study of solar activity is associated with the discovery and observation of sunspots. These observations resulted in the definition of an 11-year cycle of solar activity. This cycle manifests itself in a quasi-periodic change in the number of sunspots and forms the basic theories about the Sun and numerous phenomena of solar-terrestrial physics. The second stage in the history of the study of solar activity reflects its direct measurements using balloons, airplanes and rockets and including measurements outside the atmosphere (satellite observations). Since 1978, there have been the continuous series of direct measurements of the solar constant made by several special spacecraft.

Keywords: *history of study, solar activity, solar constant, sunspots, solar radiation, observations, measurements, cyclicity.*

Введение. От Солнца поступает солнечная радиация, которая обеспечивает Землю теплом и светом. Солнечная энергия является основной для развития гидрометеорологических и многих других процессов, происходящих в атмосфере, гидросфере и на земной поверхности, для развития жизни на Земле. Поэтому изучение изменений активности источника энергии происходящих в географической оболочке Земли про-

[1] Фёдоров Валерий Михайлович – к.г.н., в.н.с. географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, *fedorov.msu@mail.ru.*

цессов и обеспечивающего существование жизни на планете имеет важное значение в естественнонаучных исследованиях.

Солнце непрерывно излучает в мировое пространство энергию, мощность потока которой приблизительно составляет $3{,}94\times10^{26}$ Вт. На диск Земли приходится часть этой энергии, равная произведению солнечной постоянной на площадь большого круга Земли. При среднем радиусе Земли 6371 км площадь большого круга составляет $1{,}275\times10^{14}$ м^2, а приходящая на неё лучистая энергия равна $1{,}743\times10^{17}$ Вт. Годовой приход солнечной радиации на верхнюю границу атмосферы Земли составляет $5{,}49\times10^{24}$ Дж. [10]. Этот приход не является постоянным, он подвержен многолетним вариациям, которые происходят на фоне вековых тенденций.

Многолетние вариации поступающей к Земле солнечной радиации в основном определяются двумя причинами, имеющими различную физическую природу. Одна из них – изменение активности в излучении Солнца, другая – небесно-механические процессы, вызывающие изменения элементов земной орбиты [10]. В статье излагается история изучения многолетних вариаций, связанных с изменением излучающей активности Солнца.

История изучения солнечных пятен. В истории исследований излучательной способности Солнца (солнечной активности) можно выделить два основных этапа. Первый (с начала XVII века до настоящего времени) отражает научные наблюдения за состоянием солнечной активности, второй (с начала XX века до настоящего времени) включает ещё и непосредственные измерения солнечной радиации. Эти основные этапы подразделяются на отдельные исторические фрагменты, маркируемые во времени характерными физико-техническими реперами.

Относительно регулярные наблюдения Солнца ведутся на протяжении почти четырёх столетий. В результате этих наблюдений был определён 11-летний цикл солнечной активности, проявляющийся в квазипериодическом изменении числа солнечных пятен и составляющий основу представлений о Солнце и многих явлениях солнечно-земной физики (рис. 1). Эта цикличность в образовании пятен на Солнце является наиболее известным эффектом; она достаточно хорошо документирована и в астрономии представляет собой широко наблюдаемое явление. Однако следует отметить, что непрерывные и достаточно точные ряды наблюдений солнечных пятен имеются только для периода немногим более ста лет. Данные для эпохи ранее 1850 года оказываются в значительной степени неопределёнными. Для более отдалённых эпох имеется мало или вообще нет доказательств того, что современный 11-летний цикл – постоянное солнечное явление [8, 9]. Тем не менее, солнечные пятна – это наиболее легко наблюдаемый индикатор уровня солнечной активности и источник наиболее длительно регистрируемых непосредственных данных об истории Солнца [1, 3, 9].

Достоверно известно, что телескоп был изобретён в Голландии в 1608 г. Исследование небесных объектов с помощью телескопа начали почти одновременно английский математик Томас Гарриот, немецкий учёный Симон Мариус и Галилей. Свои первые телескопические наблюдения Галилей обнародовал в начале 1610 г. в книге Sidereus Nuntius (Звёздный вестник). Это были результаты наблюдений Луны, Венеры и Сатурна, открытие четырёх спутников Юпитера, а также тёмных пятен на Солнце. По собственному утверждению Галилея, он впервые заметил их в конце 1610 г. [2], но не обратил на них особенного внимания (в письме от 4 мая 1612 г. он пишет, что наблюдал их восемнадцатью месяцами ранее, а в «разговоре о двух системах» отмечает, что видел их ещё в то время, когда читал лекции в Падуе, т. е. не позже сентября 1610 г.). Однако формально об открытии пятен на Солнце Галилей объявил в мае

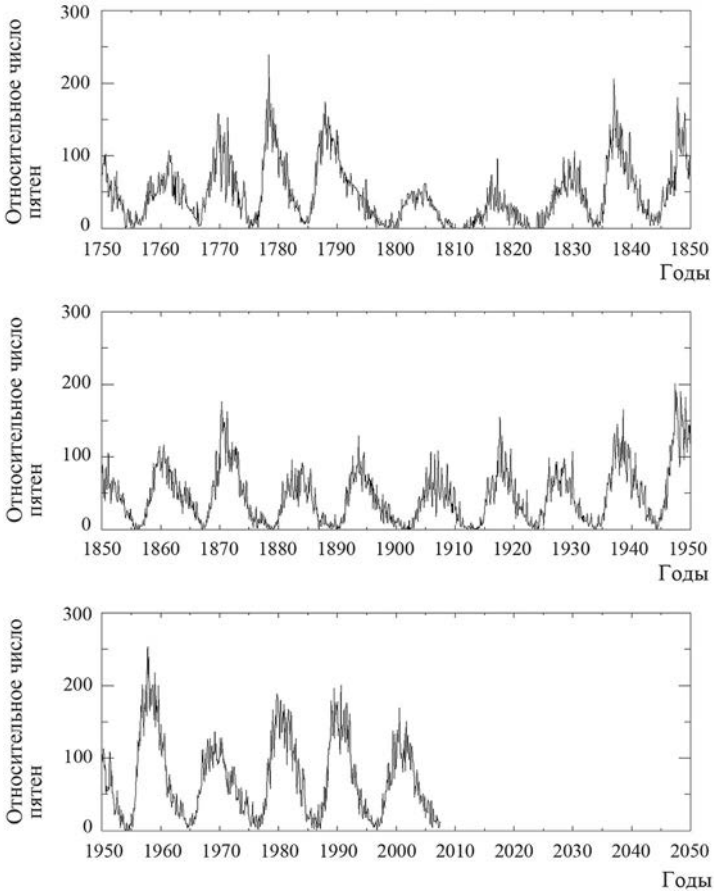


Рис. 1. 11-летняя цикличность солнечных пятен [16].

1612 г., когда такое открытие было сделано независимо от него Томасом Гарриотом в Англии, Иоаном Фабрицием в Голландии (обнародовано в июле 1611 г.) и иезуитом Христофором Шейнером в Германии. Именно Шейнеру принадлежит честь открытия факелов, кроме того он произвёл ряд наблюдений над движениями и появлением пятен [2]. Солнечные пятна наблюдались и ранее невооружённым глазом, но их происхождение объясняли прохождением Меркурия по диску Солнца.

О цикличности появления солнечных пятен не было известно до 1843 г., когда немецкий астроном-любитель Генрих Швабе указал на явную 10-летнюю периодичность, выявленную на основании его 17-летних наблюдений. Это открытие, тем не менее, оставалось незамеченным до тех пор, пока известный немецкий географ Александр Гумбольдт не опубликовал выводы Швабе (по 25-летним наблюдениям) в своём многотомном труде «Космос», изданном в 1851 г. [2, 4].

С учётом полученных Швабе результатов была разработана международная программа наблюдений Солнца (продолжающаяся в настоящее время). Основной целью этой программы стали исследования для подтверждения того, что найденная Швабе цикличность является реальным и непрерывным эффектом. Инициатором и организатором этих наблюдений был Рудольф Вольф из цюрихской обсерватории (его

показатель чисел солнечных пятен – индекс или числа Вольфа – используется и в настоящее время). Вольф провёл обширные исследования исторических данных о регистрации солнечных пятен для определения существования цикла в прошлом. После длительных и целенаправленных исследований им были собраны исторические доказательства, относящиеся к промежутку времени между наблюдениями Швабе и открытием пятен при помощи телескопа (в начале XVII в.). Вольф пришёл к заключению, что 11-летний цикл действительно существовал, начиная с 1700 г., а возможно и раньше. Восстановленные им числа солнечных пятен за этот ранний период признаны реальными во всех последующих работах, посвящённых истории Солнца. Более половины данных, приведённых на рис. 1, являются результатом этих исследований.

Относительное число солнечных пятен (индекс Вольфа – W) вычисляется, как сумма числа пятен (a) и удесятерённого числа всех групп пятен (b), т. е. $W = a+10b$ [3]. Или $W = k(f + 10g)$, где f – число отдельных пятен, которые объединяются в g групп, k – эмпирический коэффициент [5, 9]. Важность этого индекса определяется, во-первых, его простотой, во-вторых, тем, что его значения, благодаря работам Вольфа, известны с 1700 г. – годичные данные, и с 1749 г. – месячные данные.

Около 160 лет назад было установлено, что 11-летний цикл солнечной активности проявляется не только в изменении числа солнечных пятен (факельных площадок и солнечных вспышек), но и в изменении во времени широты групп пятен (рис. 2). В 1852 г. три исследователя – Эдуард Сабин в Англии, Рудольф Вольф и Альфред Готье из Швейцарии – независимо друг от друга обратили внимание на определённое соответствие между периодическими изменениями солнечных пятен и земными магнитными явлениями. Кроме того, что их периоды одинаковы, неизменно случается так, что в эпохи с большим количеством солнечных пятен на Земле отмечаются сильнейшие магнитные бури. Также совпадают и периоды ослабления этих явлений [3, 9, 16].

Это распределение было изучено английским исследователем Солнца Ричардом Кэррингтоном (результаты опубликованы в 1863 г. в монографии «Наблюдение пятен

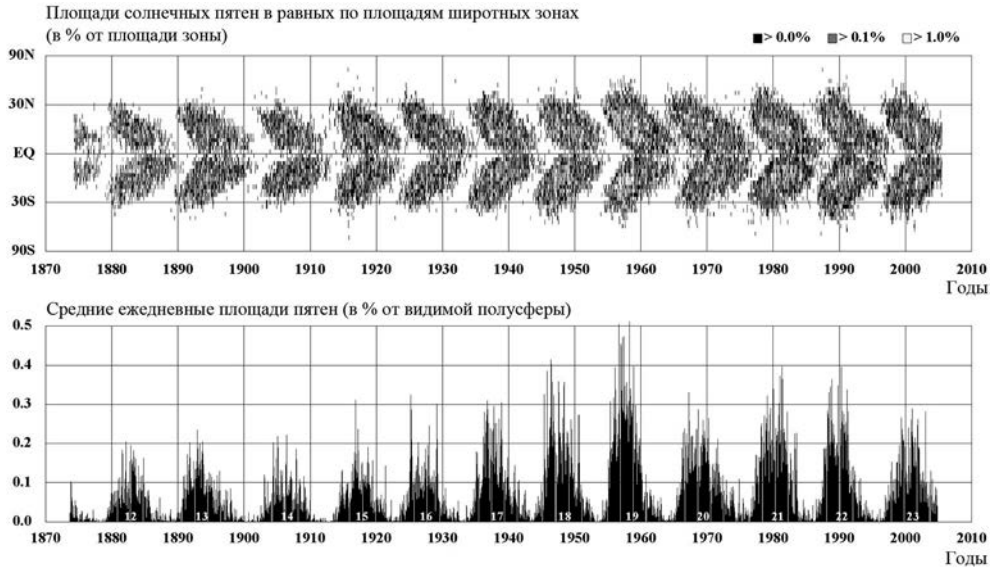


Рис. 2. Характер изменения широты групп пятен в ходе 11-летнего цикла числа пятен [16].

на Солнце») из Королевской обсерватории Гринвича (Royal Greenwich Observatory). Он обнаружил, что в начале 11-летнего цикла пятна обычно появляются в высоких широтах (в среднем на расстоянии ± 25–30° от солнечного экватора), тогда как в конце цикла они концентрируются вблизи экватора (в среднем на широтах ±5–10°). Позже (1880 г.) этот эффект был детальнее исследован немецким учёным Густавом Шпёрером. Оказалось, что среднюю продолжительность 11-летнего цикла гораздо точнее можно определить по изменению широты групп солнечных пятен, чем по вариациям чисел Вольфа. Исследования Кэррингтона и Шперера, показывающие характер изменения широты групп пятен в ходе 11-летнего цикла числа пятен, наряду с открытием Швабе–Вольфа 11-летнего цикла образования пятен представляют основные, достоверно известные закономерности в многолетней изменчивости солнечной активности [2, 3, 11, 12].

В конце XIX в. Густав Шпёрер и Эдвард Маундер при изучении архивов наблюдения Солнца обратили внимание на приблизительно 70-летний период (с середины XVII в.), когда сообщений о солнечных пятнах практически не было. В опубликованных позже статьях Маундер сделал вывод о том, что в течение этого времени, примерно с 1645 по 1715 гг., нормальный солнечный пятнообразовательный цикл был полностью или почти полностью подавлен. Он указал, что это явление, если оно реально, заставляет сомневаться в отношении постоянного характера 11-летнего цикла солнечной активности.

Более поздние исследования этого вопроса подтвердили справедливость вывода Маундера и выявили некоторые дополнительные факты, неизвестные в то время (например, по изучению частоты полярных сияний, для которой характерна высокая корреляционная связь с уровнем солнечной активности, изотопного состава льда и т. д.). В течение всего периода (с 1645 по 1715 гг.) солнечная активность характеризовалась уровнями более низкими, чем минимумы современных циклов. Поскольку относительные значения чисел пятен в этот период изменялись в пределах от 0 до 5, не представляется возможным выделить их максимальное значение, и вопрос о существовании 11-летнего цикла для этого периода, таким образом, остаётся открытым.

Регулярные наблюдения магнитных полей солнечных пятен, отрытых в начале прошлого столетия (1913 г.) американским астрономом Дж. Хейлом, привели к признанию реальности 22-летнего цикла солнечной активности. Для 14-го (по цюрихской нумерации) цикла Хейл определил, что полярность магнитных полей ведущих (хвостовых) пятен северного (южного) полушария Солнца изменяется на противоположную при переходе от одного 11-летнего цикла к другому [3, 9]. Первоначальная полярность восстанавливается, следовательно, через 22 года. В дальнейшем такие изменения наблюдались в течение всех последующих 11-летних циклов. В соответствии с цюрихской нумерацией, в нечётных циклах полярность магнитного поля ведущих пятен групп северного полушария положительная (северная), а в чётных циклах – отрицательная (южная). В южном полушарии отмечается противоположная картина [16].

Таким образом, 11-летний и 22-летний циклы солнечной активности считаются надёжно установленными (для настоящего времени). Существование более длинных циклов солнечной активности является пока предположением. Например, рядом исследователей выделяется вековой (80–90-летний) цикл солнечных пятен – цикл Глейсберга [1, 3, 13]. Наиболее чётко 80–90-летняя вариация выделяется по сумме среднегодовых чисел Вольфа в 11-летнем цикле или по максимальным их значениям. С 1749 г. по среднегодовым относительным числам пятен было выделено два минимума и три максимума вековых циклов. Согласно цюрихской нумерации 11-летних циклов, минимумы были в 6-м и 14-м циклах, а максимумы в 3-м, 9-м и, вероятно, в 19-м циклах.

При разложении чисел Вольфа на их основные составляющие – число групп пятен и среднюю продолжительность их существования – оказывается, что первая в основном показывает изменения со средним периодом 11 лет, а вторая – со средним периодом 80–90 лет. Из этого следует, что 11-летний цикл характерен для частоты явлений солнечной активности, а вековой – для их мощности (амплитуды). Однако окончательно вопрос о существовании вековой вариации солнечной активности (и солнечной постоянной) не решён. Отдельными исследователями отмечается существование вариаций солнечной активности и с более длительными периодами, например, 200-летний цикл Зюсса [1, 3, 11]. В настоящее время ряд организаций проводит сбор данных и регулярные наблюдения солнечного цикла, а также подсчёт числа пятен на Солнце. Например, Solar Influences Data Analysis Center (SIDC) в Бельгии [15]; в этом отделе физики Королевской обсерватории определяется так называемое международное число солнечных пятен – International Sunspot Number. Кроме того, подсчёт числа пятен ведётся в National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) в США (http://www.noaa.gov). Число пятен, определяемых в Национальном управлении океанических и атмосферных исследований, имеет название NOAA sunspot number.

Измерения солнечной постоянной. История измерений солнечной постоянной включает измерения с земной поверхности, из атмосферы (с самолётов и аэростатов) и внеатмосферные измерения (со спутников и ракет) [6, 8, 9]. В метеорологии радиометрические измерения начались в конце XIX столетия. Для решения проблемы точности и обеспечения возможности сравнения результатов измерений на различных приборах и станциях были введены специальные радиометрические шкалы. В течение многих лет эти стандарты или шкалы подвергались ряду ревизий, отражающих усовершенствования в радиометрии. До середины прошлого столетия обычно использовались две шкалы: Онгстрёма (1905 г.) и Смитсонианская (1913 г.). Накануне Международного геофизического года была введена новая Международная пиргелиометрическая шкала (МПШ, 1956), основанная на них [5–7].

В начале прошлого столетия в Смитсонианской астрофизической обсерватории начали проводить серию высокогорных измерений солнечной постоянной. Согласно полученным (более чем за полвека) данным вариации солнечной постоянной составили от 0,1 до 1 %. Проведёнными измерениями также обнаружено долговременное увеличение среднего значения солнечной постоянной примерно на 0,25 % за 50 лет. Анализ полученных результатов за четыре солнечных цикла (с 1908 по 1952 гг.) показал, что пределы возможных вариаций солнечной постоянной находятся в диапазоне ±1 % (от средней величины солнечной постоянной). Это было подтверждено и повторным анализом полученных в Смитсонианской обсерватории результатов, согласно которым средняя многолетняя величина солнечной постоянной составила 1,94 кал/см^2×мин. или 1352 Вт/м^2 [6, 7].

Исторически первые прямые измерения солнечной постоянной вне тропосферы были выполнены в Ленинградском университете в 1961 г. группой под руководством К.Я. Кондратьева. Комплекс приборов поднимался аэростатом на высоту до 32 км. Всего до 1967 г. было проведено 28 подъёмов аэростата. В результате этих измерений была обнаружена весьма заметная вариация солнечной постоянной (2,5 %). Значение солнечной постоянной по результатам всего комплекса измерений составило 1356 ± 14 Вт/м^2 [7, 8].

В 1966 г. Лабораторией реактивного движения (Калифорнийский технологический институт) и лабораторией Эппли была предложена программа измерений солнечной постоянной, в рамках выполнения которой Драммондом (Drammond) было получено среднее значение солнечной постоянной по результатам шести полётов на реактивном

исследовательском самолёте NASA, равное 1359 ± 13 Вт/м^2. В 1968 г. Кендалл (Kendall) провёл измерения с радиометром PACRAD с борта самолёта NASA. Окончательное значение, полученное в результате этих измерений, оказалось равным 1373 ± 14 Вт/м^2. Среднее значение по всем измерениям с самолётов составило 1378 ± 26 Вт/м^2.

В период 1968–69 гг. Р. Уилсоном (Willson) также были проведены аэростатные измерения солнечной постоянной. Среднее значение солнечной постоянной (по трём аэростатным измерениям) составило 1373 ± 14 Вт/м^2. В 1969 г. им же было выполнено определение солнечной постоянной вблизи максимума цикла № 20 и получено значение, равное 1369 Вт/м^2. Точность аэростатных измерений оценивается величиной 0,2–0,5 % [7, 8, 14].

Измерения вариаций солнечной постоянной с использованием космических аппаратов обладают большей достоверностью, прежде всего в связи с тем, что они проводятся за пределами земной атмосферы. Эти измерения, во-первых, исключают атмосферную экстинкцию (поглощение и рассеяние) и, во-вторых, осуществляются в течение многих суток. Первое длительное измерение солнечной постоянной за пределами земной атмосферы выполнено в эксперименте, поставленном Лабораторией реактивного движения на искусственных спутниках Земли «Маринер-6» и «Маринер-7» в 1969 г. Измерения показали, что величина солнечной постоянной не изменялась больше, чем в пределах точности измерений (около ± 0,25%) вблизи максимума солнечного цикла, причём в течение этого времени суточное число солнечных пятен принимало как экстремально большие, так и экстремально малые значения [7, 8, 18].

В соответствии с реализацией программы эксперимента «Радиационный баланс Земли» (ERB), проведённого с борта космического аппарата «Нимбус-6», запущенного в 1975 г., были получены значения солнечной постоянной в диапазоне от 1388 до 1392 Вт/м^2. В 1976 г. проводились одновременные измерения солнечной постоянной с зондирующей ракеты (высота около 100 км) и космического аппарата «Нимбус-6». Среднее значение по ракетным данным составило 1376 ± 7 Вт/м^2, по данным космического аппарата – 1376 ± 14 Вт/м^2. С учётом поправок, абсолютное значение определяется в 1367 Вт/м^2. Эта величина сравнима со значением 1369 Вт/м^2, полученным Уилсоном в 1969 г. Поскольку эти два измерения, совершённые в минимуме и максимуме солнечной активности, согласуются в пределах ошибок абсолютного радиометра, очевидно, что солнечная постоянная оставалась неизменной в пределах 0,75 % в течение второй половины цикла № 20 [8, 14, 18]. Среднее значение скорректированных величин солнечной постоянной, полученных при измерениях с помощью самолётов, ИСЗ «Маринер-6», «Маринер-7», «Нимбус-6» и ракет («Аэроби»), составило для периода 1962–80 гг. 1369 ± 6 Вт/м^2. Данные ракетных наблюдений солнечной постоянной, проведённых в 1976 г. с помощью четырёх абсолютных радиометров различной конструкции, приводятся в работе Кондратьева и Никольского [5]. Значение, осреднённое по записям трёх согласованных радиометров, оказалось равным 1367 ± 6 Вт/м^2 [5, 7, 8].

По оценкам Фрёлиха (Fröhlich), основанным на обзоре всех измерений, выполненных с помощью самолётов, аэростатов и космических аппаратов, наиболее вероятное значение солнечной постоянной равно 1373 ± 20 Вт/м^2 [8]. Это среднее сравнимо со средневзвешенным значением 1370 ± 1 Вт/м^2, которое было получено по всем измерениям, включая данные ракетного эксперимента в 1976 г. и исправленные данные эксперимента ERB («Нимбус-6»). При учёте всех данных за 1976 г. величина солнечной постоянной была заключена в диапазоне 1368–1379 Вт/м^2. При этом отмечается, что данные измерений с аэростата и самолёта заметно отличаются от данных космических измерений (табл. 1).

Таблица 1. Сравнение результатов определения солнечной постоянной, полученных различными экспериментальными методами [8]

Метод наблюдений	Солнечная постоянная, Вт/м^2
Аэростат	1379 (± 3)
Самолёт	1379 (± 3)
Космический аппарат	1368 (± 2)
Средневзвешенное значение	1370 (± 1)

Числа в скобках соответствуют стандартным отклонениям от средневзвешенных значений. Измерения при помощи самолёта производятся на высотах 10–12 км, на аэростатах – 20–36 км.

Начиная с запуска американских спутников «Нимбус-7» (1978 г.), а затем и SMM (1980 г.), оснащённых полостными радиометрами (радиометр H–F из серии ERB и активный полостной радиометр АКРИМ соответственно), начался новый этап в измерении солнечной постоянной (рис. 3).

Впервые за всю историю определения солнечной постоянной её измерения достигли точности в сотые доли процента. Совершенствование измерений солнечной постоянной в это время определяется в основном тремя факторами: усовершенствованием измерительных приборов (пиргелиометрами) и увеличением точности каждого измерения; выносом приборов за пределы атмосферы (чем полностью устранён важнейший источник ошибок наземных наблюдений – атмосферная экстинкция); автоматизацией наблюдений и широким применением компьютерной техники. В результате достигнута высокая внутренняя точность наблюдений на одном и том же спутниковом приборе в ± 0,3–0,7 Вт/м^2, что составляет 0,02–0,05% значения солнечной постоянной [7]. Необходимость такой точности определяется полученными результатами, подтверждающими весьма малые изменения потока солнечного излучения.

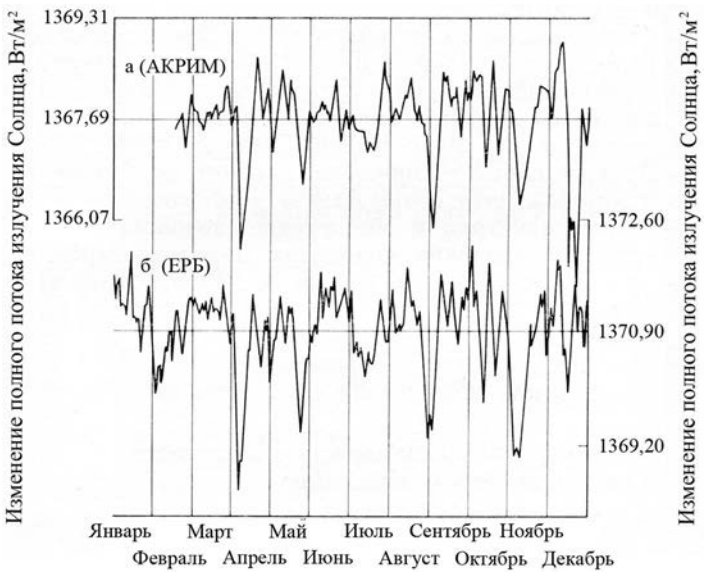


Рис. 3. Сопоставление полных потоков солнечного излучения, измеренных в 1980 г. на спутниках SMM (а) и «Нимбус-7» (б) [7].

При достигнутой внутренней точности и обязательном применении контроля чувствительности оказалось возможным определить точное значение солнечной постоянной и наблюдать её вариации – суточные, недельные и более долговременные (например, спутниковые наблюдения в экспериментах по измерению солнечной постоянной для программы NASA по исследованию активного Солнца и для космической программы «Шатл») [14]. При этом наиболее информативный материал был получен с «Нимбуса-7» (запущен в ноябре 1978 г.) и SMM – Solar Maximum Mission (запущен в феврале 1980 г.). Абсолютное значение солнечной постоянной в рассматриваемый период было заключено в пределах 1367–1373 Вт/м^2, а среднее значение – 1370,59 Вт/м^2 (табл. 2) – в шкале прибора ЕРБ на «Нимбусе-7» и 1370,62 Вт/м^2 – на SMM. Определено уменьшение солнечной постоянной от максимума 21-го цикла (1980 г.) к его минимуму (1986 г.) примерно на 0,15 %, или 2 Вт/м^2. Годовой ход в среднем составил 0,02 % [7].

К настоящему времени получен непрерывный ряд непосредственных измерений солнечной постоянной, выполненных несколькими специальными космическими аппаратами с 1978 г. [14]. Эти измерения выполнены для трёх полных циклов солнечной активности (21–23) и продолжаются в текущем 24 цикле (рис. 4).

Амплитуда 11-летних сглаженных циклических вариаций солнечной постоянной по данным этих измерений составляет около 1,0 Вт/м^2, или приблизительно 0,07 % среднего значения солнечной постоянной (рис. 4). Среднее для минимумов (21–23 циклы) значение составляет 1365,458 ± 0,016 Вт/м^2, среднее значение солнечной постоянной для 22-го цикла равно 1365,99 Вт/м^2, для 23-го цикла – 1365,82 Вт/м^2.

Заключение. История изучения многолетних вариаций солнечной активности насчитывает четыре столетия. Эта история включает две составляющие в исследовании вариаций: наблюдения (с начала XVII в. до настоящего времени) и измерения (с начала XX в. до настоящего времени). При этом история измерений многолетних вариаций солнечной активности (солнечной постоянной) подразделяется хронологически на этапы, отражающие различные физико-технические уровни измерений (с земной поверхности, из атмосферы, из космоса). В результате более 400 лет изучения в проявлении солнечной активности достоверно определены три цикла: числа пятен, изменения широты групп пятен и изменение магнитных полюсов пятен. Получены периодические и амплитудные характеристики (наиболее точные в период спутниковых наблюдений) циклов солнеч-

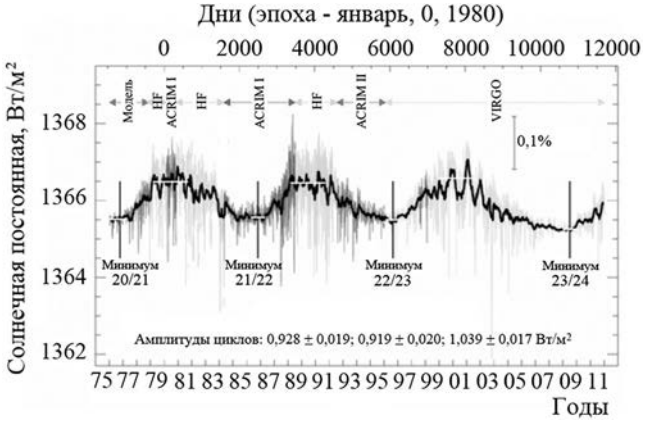


Рис. 4. Результаты спутниковых измерений солнечной постоянной. Данные сайта мирового радиационного центра World Radiation Center – Швейцария [17].

ной активности, но только для периода наблюдений. Однако долгосрочное достоверное прогнозирование солнечной активности, имеющей большое значение для жизни и условий жизни на Земле, пока не представляется возможным.

Работа выполнена в соответствии с госбюджетной темой «Геоэкологический анализ и прогноз динамики криолитозоны Российской Арктики» (№ АААА-А16-116032810055-0).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Абдусаматов Х.И.* Солнце диктует климат Земли. СПб.: Логос, 2009. 197 с.
2. *Берри А.* Краткая история астрономии. М.: Типография И.Д. Сытина, 1904. 606 с.
3. *Витинский Ю.И.* Солнечная активность. М.: Наука, 1983. 192 с.
4. *Гумбольдт А.* Космос (опыт физического мироописания). М.: Братья Салаевы, 1866. 408 с.
5. *Кондратьев К.Я.* Лучистая энергия Солнца. Л.: Гидрометеоиздат, 1954. 600 с.
6. *Кондратьев К.Я.* Актинометрия. Л.: Гидрометеоиздат, 1965. 692 с.
7. *Макарова Е.А., Харитонов А.В., Казачевская Т.В.* Поток солнечного излучения. М.: Наука, 1991. 400 с.
8. Поток энергии Солнца и его изменения / Под ред. О.Р. Уайта. М.: Мир, 1980. 560 с.
9. *Силкин Б.И.* Земля и Солнце. М.: Просвещение, 1967. 102 с.
10. *Фёдоров В.М.* Солнечная радиация и климат Земли. М.: Физматлит, 2018. 232 с.
11. *Эйгенсон М.С.* Солнце, погода и климат. Л.: Гидрометеоиздат, 1963. 276 с.
12. *Эйгенсон М.С., Гневышев М.Н., Оль А.И., Рубашев Б.М.* Солнечная активность и её земные проявления. М.-Л.: Гостехиздат, 1948. 286 с.
13. *Gleissberg W.* The eighty-year sunspot cycle // J. Brit. Astron. Assoc. 1958. V. 68. P. 148–152.
14. http://science.nasa.gov.
15. http://www.sidc.be.
16. http://www.tesis.lebedev.ru.
17. http://www.pmodwrc.ch.
18. *Willson R.C., Gulkis S., Janssen M., Hudson H.S., Chapman G.A.* Observations of solar irradiance variability // Science. 1981. V. 211. P. 700.

REFERENCES

1. Abdusamatov Kh.I. *Sun dictates Earth's climate.* 197 p. (SPb: Logos, 2009) (in Russian).
2. Berri A. *A brief history of astronomy*. 606 p. (Moscow: Tipografiya I.D. Sytina, 1904) (in Russian).
3. Vitinskiy Yu.I. *Solar Activity*. 192 p. (Moscow: Nauka, 1983) (in Russian).
4. Gumboldt A. *Cosmos (the experience of the physical worldview).* 408 p. (Moscow: Bratia Salayevy, 1866) (in Russian).
5. Kondratyev K.Ya. *Radiant Sun Energy*. 600 p. (Leningrad: Gidrometeoizdat, 1954) (in Russian).
6. Kondratyev K.Ya. *Actinometry*. 692 p. (Leningrad: Gidrometeoizdat, 1965) (in Russian).
7. Makarova E.A., Kharitonov A.V., Kazachevskaya T.V. *Solar flux*. 400 p. (Moscow: Nauka, 1991) (in Russian).
8. Uayt O.P. (ed.). *The energy flow of the sun and its changes*. 560 p. (Moscow: Mir, 1980) (in Russian).
9. Silkin B.I. *Earth and the Sun*. 102 p. (Moscow: Prosveshcheniye, 1967) (in Russian).
10. Fedorov V.M. *Solar radiation and Earth's climate.* 232 p. (Moscow: Fizmatlit, 2018) (in Russian).
11. Eygenson M.S. *Sun, weather and climate.* 276 p. (Leningrad: Gidrometeoizdat, 1963) (in Russian).
12. Eygenson M.S., Gnevyshev M.N., Ol A.I., Rubashev B.M. *Solar activity and its terrestrial manifestations.* 286 p. (Moscow– Leningrad: Gostekhizdat, 1948) (in Russian).
13. Gleissberg W. The eighty-year sunspot cycle. *J. Brit. Astron. Assoc.* **68**, 148–152 (1958).
14. http://science.nasa.gov.
15. http://www.sidc.be.
16. http://www.tesis.lebedev.ru.
17. http://www.pmodwrc.ch.
18. Willson R.C., Gulkis S., Janssen M., Hudson H.S., Chapman G.A. Observations of solar irradiance variability // *Science*. **211**, 700 (1981).

УДК 551.583+613.1:610.2

ГЛОБАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА: ПРОГНОЗЫ И РЕАЛЬНОСТЬ

В.В. Снакин[1]

Обзор посвящён глобальным изменениям климатической системы. Рассмотрены имеющиеся прогнозы и взаимосвязи динамики приповерхностной температуры Земли, уровня Мирового океана, таяния ледников, вечной мерзлоты, содержания углекислого газа в атмосфере, инсоляции Земли. Показана противоречивость и субъективный характер прогнозов глобальных изменений температуры, отсутствие достоверных данных об обусловленности глобального потепления парниковым эффектом. Отмечено несоответствие прогнозируемого роста уровня океана, таяния ледников с фактом роста площади суши за последние 30 лет. Основная часть приводимых взаимосвязей свидетельствует в пользу естественных причин изменений климатической системы, преимущественно обусловленных изменениями солнечной инсоляции. Обсуждаются проблемы эффективности Киотского протокола и пришедшего ему на смену Парижского соглашения в деле предотвращения негативных последствий глобального изменения климата.

Ключевые слова: *глобальные изменения климата, солнечная активность, приповерхностная температура воздуха, парниковый эффект, углекислый газ в атмосфере, уровень моря, геоинжиниринг, таяние ледников, вечная мерзлота, Парижское соглашение.*

GLOBAL CLIMATE CHANGE: FORECASTS AND REALITY

V.V. Snakin, Prof., Dr.Sci (Biol.)
Lomonosov Moscow State University (Earth Science Museum),
Institute of Basic Biological Problems of Russian Academy of Sciences

The article deals with the global change in the climate system. The author considers existing forecasts and how dynamics of near-surface air temperature, sea level, glacial melting, permafrost, carbon dioxide in the atmosphere, and solar activity, are interconnected. According to the author, the existing forecasts of global warming are highly controversial and subjective. He also highlights that there is no accurate data on the fact that global warming is caused by greenhouse effect. Further on the author claims that the anticipated rise in sea level and glacial melting are not compatible with the growth of land area over the past 30 years. The major part of the interconnections listed below can serve as a proof of the fact that global climate change is due to natural reasons with changes in solar irradiance being the main one. The article also discusses effectiveness of the Kyoto Protocol and the Paris Agreement in prevention of negative effects of global climate change.

Keywords: *global climate change, solar activity, near-surface air temperature, greenhouse effect, carbon dioxide in the atmosphere, sea level, geoengineering, glacial melting, permafrost, Paris Agreement.*

Введение. Под глобальными изменениями климата понимают часть всеобщих изменений природной среды на Земле, обусловленную изменениями теплового баланса ат-

[1] Снакин Валерий Викторович – д.б.н., профессор, гл.н.с. Института фундаментальных проблем биологии РАН – обособленное подразделение ФИЦ «Пущинский научный центр биологических исследований РАН»; зав. сектором Музея землеведения МГУ имени М.В. Ломоносова; начальник отдела энергосбережения и экологии ООО «Энергодиагностика», член Президиума Российской экологической академии, *snakin@mail.ru.*

мосферы, циркуляции вод океана и круговорота воды, флуктуациями солнечной активности, космическими и антропогенными факторами. Расширение и углубление наших знаний об этих процессах сопровождается в обществе острыми дискуссиями о дальнейших направлениях развития и о судьбе нашей цивилизации и всего человечества.

Глобальные изменения природной среды, которые преимущественно воспринимаются в негативном аспекте. Многие из имеющихся прогнозов неутешительны: бурный рост численности народонаселения на планете, глобальное загрязнение природы, сокращение биоразнообразия, исчерпание природных ресурсов, тенденции потепления и неустойчивости климата, таяние ледников могут привести в недалёком будущем к катастрофическим последствиям.

Острая дискуссия разгорелась вокруг проблемы глобального потепления. Действительно ли отмечаемый в последние десятилетия рост температуры поверхности планеты представляет собой глобальный необратимый процесс, вызванный деятельностью человека? Или это обусловленный флуктуацией солнечной инсоляции всплеск тепла на фоне глобального похолодания?

Уязвимость социально-экономических систем к изменениям климата и выработка мер по их адаптации к условиям меняющегося климата представляют серьёзную проблему, поэтому изучение глобальных изменений климата стало приоритетом в деятельности многих стран: бюджет Европейской комиссии на эти исследования в 2003–06 гг. – 700 млн евро; в 1999 г. Конгрессом США ратифицирована Программа глобальных изменений в качестве Закона об исследовании глобальных изменений с последующим выделением на эти цели 2 млрд долл.

В докладе Межправительственной группы экспертов по изменению климата (IPCC, или МГЭИК[2]) говорится о неизбежности климатической катастрофы [37]: проблему глобальных изменений климата, обусловленных активным развитием промышленности во второй половине XIX века, больше нельзя откладывать на потом, иначе непоправимый ущерб для экосистем планеты может быть нанесён уже к 2030-му году. Однако насколько оправданы такие прогнозы?

Действительно, результаты, фиксируемые возросшей сетью научных наблюдений, дают повод говорить об имеющих место необратимых изменениях биосферы, исчезновении видов и даже возможной гибели цивилизации. Однако насколько достоверны выводы на основании этих ничтожных по длительности в сравнении с историей Земли и биосферы наблюдений?

Важно понять, в какой степени современные изменения климата и чрезвычайные природные катаклизмы обусловлены деятельностью человека, а в какой части вызваны естественными земными и космическими процессами? Что можно сделать для предотвращения негативных изменений природы и для адаптации человека к этим изменениям?

Все эти остающиеся пока без удовлетворительного ответа вопросы стали объектом пристального изучения и анализа учёных всего Мира. Многие научные мероприятия и политические саммиты, посвящённые этим проблемам, и их решения стали основой заключения международных соглашений и конвенций в области охраны окружающей среды. Но проблемы по-прежнему остаются дискуссионными.

Целью настоящей статьи стало обобщение имеющихся часто противоречивых материалов, касающихся изменения климата и сопряжённых с этим явлений, с позиции

[2] Межправительственная группа экспертов по изменению климата, МГЭИК (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) – организация, основанная в 1988 г. Всемирной метеорологической организацией (ВМО) и Программой ООН по окружающей среде (ЮНЕП) для оценки риска глобального изменения климата, вызванного техногенными факторами (действиями человека).

анализа причин и возможных последствий для эволюции биосферы и жизнеобеспеченности человечества.

Цикличность изменения природной среды. Результаты инструментальных наблюдений, палеогеографические данные показывают, что климат изменялся всегда. Практически все природные процессы подвержены цикличности: суточной, сезонной, многолетней. Цикличны количество штормов на Байкале, колебания уровней Каспийского и Аральского морей (как и Ладоги на севере России, оз. Виктория в экваториальной Африке), оледенение и таяние ледников. Гренландия в эпоху открывших её викингов была намного более тёплой, чем сейчас, отчего получила название «зелёной страны». Цикличны изменение концентрации углекислого газа в атмосфере Земли и температура воздуха (рис. 1).

Цикличности подвержены и развитие мировой экономики (напр., циклы Кондратьева), и всплески заболеваемости населения, и всплески плодовитости насекомых. Во многих случаях такая цикличность обусловлена синхронизацией с солнечной активностью, в других – космическими процессами более высокого порядка или процессами чисто земного происхождения. Понять природу цикличности того или иного процесса – значит открыть возможность управления им или повышения эффективности адаптации к негативным последствиям такой цикличности.

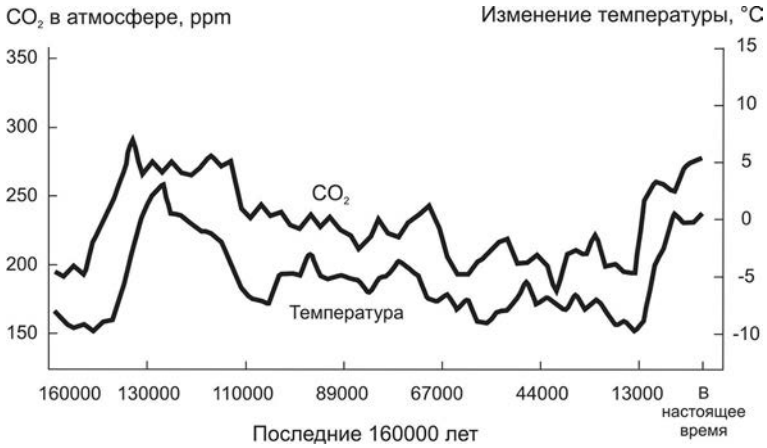


Рис. 1. Динамика за последние 160 тыс. лет концентрации углекислого газа (CO_2) в атмосфере и температуры, обнаруженная при химическом анализе «ископаемого воздуха» [2].

Известно, что климатическая система подвержена циклическим колебаниям, из которых наиболее известны периоды Миланковича длительностью 26, 41 и 93 тыс. лет, обусловленные вариациями параметров прецессии орбиты Земли. Имеются также мульти-декадные периодичности, существование которых связано с периодичностью солнечной активности и феноменом Эль-Ниньо.

Конец XX – начало XXI вв. – время, когда совпали максимальные положительные аномалии температуры воздуха и других элементов климатической системы, связанные с 60-летним и 200-летним циклами. В этот период потепление достигло максимальных значений. Помимо указанных циклов в изменениях температуры воздуха и других показателей погоды и климата отмечаются более высокочастотные колебания с характерными периодами около 20, 10 и менее лет. На пространственные особенности

климатических изменений оказывают влияние географическая широта, подстилающая поверхность (океан, материк), морские течения и т. п. Максимальные изменения климата отмечаются в высоких и умеренных широтах, минимальные – в низких широтах. Циклы продолжительностью менее 10 лет обычно относят к «погодному шуму» [4, 24].

Палеопочвенные исследования показывают, что природная обстановка, наиболее близкая современной, имела место в конце IV – первой половине III тыс. до н. э. Около 5000 лет назад имела место постепенная аридизация климата, продолжавшаяся на протяжении тысячелетия и достигшая максимума на рубеже III–II тыс. до н. э. [5].

Динамика глобальной температуры поверхности Земли. Средняя температура всей земной поверхности ~15°C со средними колебаниями ок. 2°C в течение года. При этом средняя температура поверхностных вод Мирового океана[3] – 17,4°C, в то время как средняя температура воздуха[4] на суше – 14,0°C (т. е. в зимний период океан обогревает территорию суши).

Согласно оценкам МГЭИК, полученным на основе анализа данных наблюдений за последние 100 лет (1907–2006), увеличение среднегодовой температуры для земного шара составило 0,75°C [37]. По данным Росгидромета, за последнее столетие потепление для территории России в целом составило ок. 1°C; после 1970 г. тренд потепления составил ~0,4°C за десятилетие (рис. 2). Потепление климата более заметно зимой и весной и почти не наблюдается осенью; при этом в последнее 30-летие произошло некоторое похолодание в западных регионах.

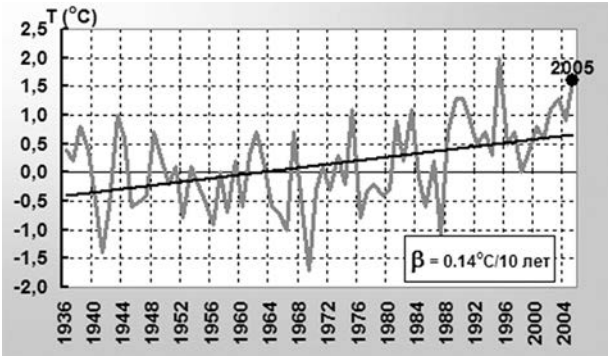


Рис. 2. Аномалии осреднённой по территории России среднегодовой температуры воздуха за период 1936–2005 гг., по данным ИГКЭ РАН и Росгидромета.

Однако «глобальным» наблюдаемое потепление можно назвать лишь условно, поскольку в это время на значительных пространствах арктических морей (море Баффина и от Баренцева до Восточно-Сибирского), а также в Северной Атлантике в зимнее полугодие температура воздуха была заметно ниже, чем в середине XX века. Повышенная ледовитость антарктических морей в начале XXI века свидетельствует о преобладании отрицательных аномалий поверхностной температуры воздуха и в этом регионе [4].

Отмечается, что потепление происходило более интенсивно к востоку от Урала (рис. 3). Рисунок 3 также показывает, что анализ дальнейшей динамики температуры (прогноз) очень сильно зависит от длительности периода наблюдений, взятого для прогнозирования. Так, согласно приведённым на рисунке данным, при использова-

[3] Среднемассовая температура на глубине нескольких метров.
[4] Поверхностная температура воздуха на суше на высоте 1,5 м над уровнем грунта.

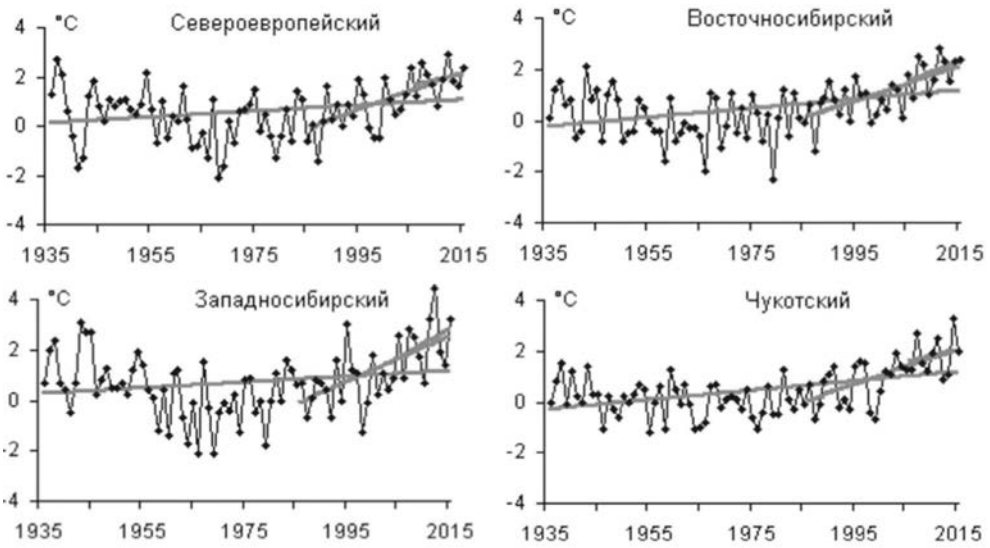


Рис. 3. Временные ряды аномалий среднегодовой температуры воздуха для отдельных районов широтной зоны 60–85° с. ш. и районов арктических морей (70–85° с. ш.) [13], показывающие территориальные различия процесса потепления, его цикличность и зависимость оценок тренда потепления от длительности рядов наблюдения.

нии 80-летнего тренда (1935–2015 гг.) возможное потепление для территории России за 100 лет к 2030 г. составит ~0,5 градуса за 100 лет, а при использовании 30-летнего тренда (1985–2015) – более чем на 4 градуса за 30 лет! Таким образом, разные периоды рассмотрения показывают принципиально разный прогноз предстоящих изменений.

Это действительно важная особенность прогнозирования и интерпретации его результатов. Если взять любой из небольших наблюдавшихся в период рассмотрения пиков (либо роста, либо убыли показателя), а затем продолжить эту тенденцию, то катастрофу можно было предсказывать не однажды за историю человечества. Однако всякий раз динамика изменяла своё направление на противоположное, общеисторическая стабильность климата сохранялась, а эволюция биосферы и населяющих её видов продолжалась.

Особенно очевидна разница в прогнозах, демонстрируемая на рис. 4 (кривые 1 и 3). На этом же рисунке показан прогноз (кривая 2), основанный не на линейном тренде в соответствии с 60-летним циклом, а на основании 200-летнего цикла, составленный сотрудниками НИИ Арктики и Антарктики. Результат оказывается прямо противоположным!

В исследовании вариации климата, основанном на анализе временных рядов инструментальных измерений глобальной температурной аномалии за период 1861–1999 гг. и временных рядов реконструкции средних зимних температур в Гренландии за период 553–1973 гг. обнаружен доминирующий период 64 года для ряда инструментальных температурных аномалий; по данным спектрально-временного анализа состава гренландских ледовых кернов показано, что 60–70-летняя периодичность существует уже как минимум 1000 лет. Эти исследования легли в основу прогноза, представленного на рис. 5; рис. 5а представляет прогноз 2003 г. [32]; рис. 5б – аналогично построенный прогноз до 2030 г. по данным 1850–2010 гг. [11]. Видно, что оба прогноза совпадают с хорошей точностью.

Потепление климата и парниковые газы. Большая часть специалистов в области климатологии нашли причину такого потепления, названного «глобальным», в

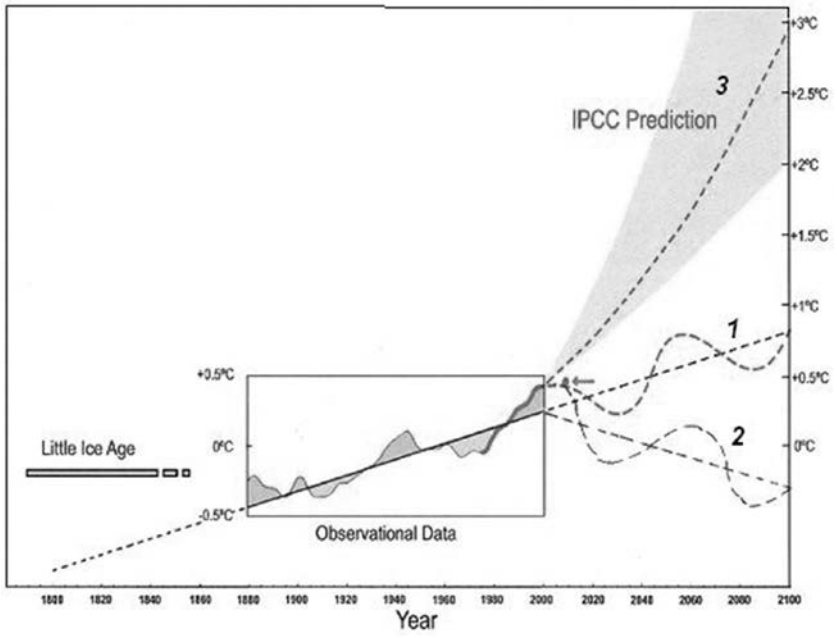


Рис. 4. Наблюдаемые и прогнозируемые изменения глобальной температуры: 1 – по данным [26]; 2 – по материалам Института Арктики и Антарктики; 3 – по прогнозу на основании климатической модели (парниковая теория) Межправительственной группы экспертов по изменению климата [4].

парниковом свойстве углекислого газа (и некоторых других газов, входящих в состав атмосферы). Поскольку одним из источников CO_2 является хозяйственная деятельность людей, включающая сжигание углеводородного топлива, виновником глобального потепления был признан антропогенный фактор благодаря парниковому эффекту[5]. Отмечается, что естественное содержание углекислого газа и других парниковых газов в атмосфере Земли в сумме составляет менее 1 %, но на протяжении новейшей истории отмечается неуклонный рост их концентрации (рис. 6), особенно метана.

При этом особенно впечатляющей является наблюдаемая корреляция между изменениями температуры поверхности Земли и содержанием диоксида углерода (углекислого газа) в атмосфере (см. рис. 1). Однако такая синхронность не отвечает на вопрос, что является первопричиной. Углекислый газ атмосферы способствует повышению температуры или повышение температуры вызывает рост концентрации углекислого газа в атмосфере за счёт эмиссии в атмосферу растворённой углекислоты Мирового океана[6]? При этом важно учесть, что в поверхностном слое вод Мирового океана регистрируются ещё более значительные повышения температуры, чем в атмосфере [19].

[5] Парниковый эффект, тепличный эффект [англ. Greenhouse Effect] – гипотеза, основанная на свойстве атмосферы пропускать солнечную радиацию, но задерживать земное излучение, с целью объяснить возможность аккумуляции тепла планетой. Предполагается увеличение парникового эффекта и соответственно потепление климата на Земле за счёт постепенного роста содержания в атмосфере парниковых газов технического происхождения (сжигание топлива, промышленные выбросы и т. д.), которые задерживают длинноволновое тепловое излучение поверхности Земли.

[6] Очевидно, что растворимость углекислого газа в воде снижается с ростом температуры. При нагревании также происходит выделение углекислого газа (CO_2) в атмосферу за счёт сдвига карбонатного равновесия в океане согласно уравнению: $Ca(HCO_3)_2 \leftrightarrow CaCO_3 \downarrow + H_2O + CO_2 \uparrow$.

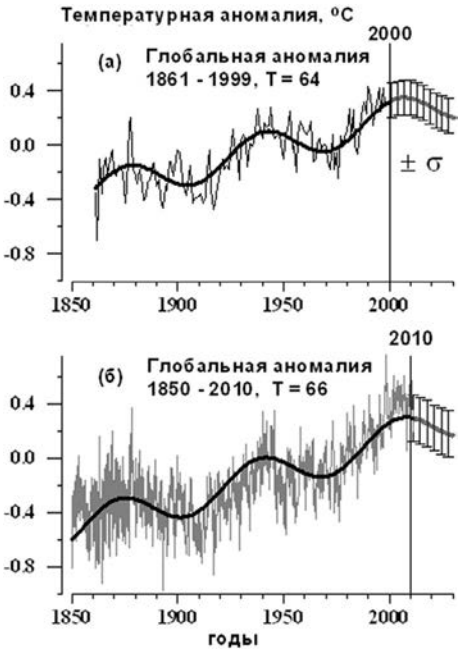


Рис. 5. Прогнозы динамики температур [11].

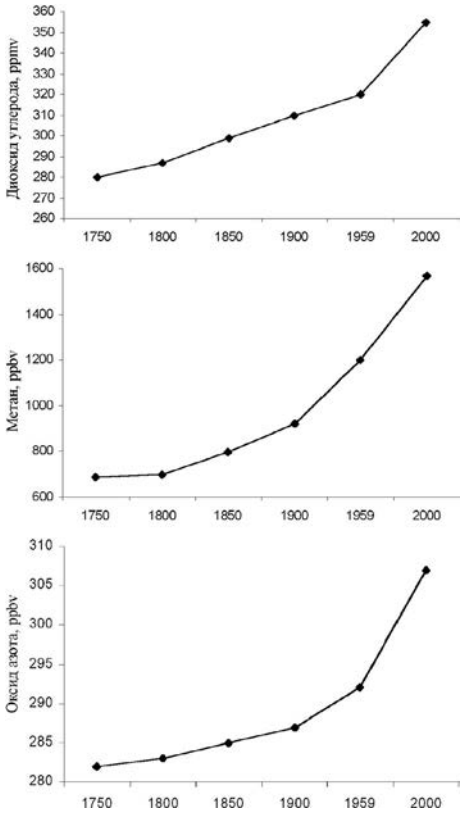


Рис. 6. Изменения концентрации парниковых газов в атмосфере Земли с 1750 (ppbv и ppmv – объёмные концентрации в частях на млрд и млн, соответственно) [17].

Известно, что концентрация CO_2 в атмосфере весьма мала (0,03–0,04 %), а его парниковые свойства сильно уступают, например, такому распространённому газу, как водяной пар. Основное количество углекислого газа, в 60 раз превышающее его содержание в атмосфере, находится в растворённом состоянии в Мировом океане. Согласно отчёту МГЭИК (2001), за последние 200 лет концентрация углекислого газа в атмосфере повысилась с 280 до 368 частей на млн [37]. Однако такой рост, возможно, обусловлен как сведением лесов на планете (поглощающих CO_2), так и выделением CO_2 из Мирового океана в результате роста температуры воды (о выделении CO_2 и метана из океана свидетельствуют, напр., данные исследований [36]).

Показано, что многолетняя изменчивость содержания углекислого газа в атмосфере – в основном результат многолетней изменчивости температуры поверхности океана, которая, в свою очередь, является следствием увеличения инсоляционной контрастности, предопределённого уменьшением угла наклона оси вращения Земли [23].

Следует заметить, что рост концентрации углекислого газа сопровождается ростом интенсивности фотосинтеза и соответствующим увеличением биопродуктивности и фитомассы на планете. Процессам потепления противостоит также уменьшение поступления на земную поверхность солнечного излучения за счёт роста загрязнения атмосферы, в частности за счёт образования аэрозолей антропогенного происхождения. Имеются также данные [12], что парниковый эффект на 78 % вызван парами воды (и это не зависит от деятельности человека) и лишь на 22 % – углекислым газом атмосферы. При этом гипотеза парникового эффекта некоторыми учёными опровергается

в принципе, как «не соответствующая ни математическим, ни законам теоретической физики» и не имеющая никакого отношения к изменениям климата планеты [33].

Динамика солнечной активности и потепление климата. Солнечная активность[7] оказывает важнейшее влияние на процессы в биосфере, определяя цикличность многих природных процессов и динамику инсоляции (потока солнечной радиации на поверхность Земли). Именно вариации солнечной активности являются причиной изменений климата, как это показано на примере резких климатических изменений ок. 4000 и 2700–2200 лет назад [18], а также при изучении современного потепления климата и изменения концентрации углекислого газа в атмосфере [23].

Активность Солнца, достигшая в конце XX в. своего максимума, в начале XXI в. стала снижаться. Некоторые модели указывают на возможное снижение солнечной активности к середине текущего века до уровня эпохи Маундера (XVII в.), когда отмечался экстремум Малой ледниковой эпохи. В это время поверхностная температура воздуха на территории Евразии и Северной Америки была значительно ниже современной. Всё это указывает на большую вероятность коренного перелома в ходе климатических изменений в начале XXI века, обнаруживаемых разными исследователями [4].

Из анализа пространственно-временных связей приповерхностной температуры воздуха и инсоляции Земли [21] также следует, что изменчивость годовой приповерхностной температуры Земли в основном определяется многолетней изменчивостью инсоляционной контрастности Земли, связанной с изменением наклона оси её вращения[8]. Поэтому гипотезы о решающей роли антропогенного фактора в глобальных изменениях климата не представляются убедительными.

Потепление климата, таяние ледников, изменение уровня Мирового океана и площади суши. Глобальное потепление климата приводит к деградации ледников[9]: так, за 1970–2000 гг. отмечено сокращение площади ледников Кавказа на 12,6 %, а объёма льда – на 14,9 % [12]. Сокращается площадь покрытой ледниками поверхности Гренландии.

Причину ускорения *таяния ледников* многие исследователи также видят в увеличении концентрации углекислого газа в атмосфере за счёт деятельности человека. Однако многие факты не согласуются с такой точкой зрения (рис. 7). Основной источник таяния льда, зависящего, прежде всего, от температуры и осадков – солнечное излучение. Сопоставление с динамикой использования углеводородов не показывает взаимосвязь этих процессов: тренд таяния льда начался задолго до активной эксплуатации углеводородов, перелом в этой эксплуатации в 1950-х не отразился на динамике таяния [34].

Уровень океана постоянно меняется под воздействием ветрового волнения, приливов, нагревания и охлаждения поверхностного слоя моря, колебаний атмосферного давления, осадков и испарения. По имеющимся оценкам, в XX в. таяние континентальных ледниковых масс привело к повышению уровня моря на 10–20 см, при средней

[7] Солнечная активность – совокупность явлений, наблюдаемых на Солнце и связанных с образованием солнечных пятен, факелов, флоккулов, волокон, протуберанцев, возникновением солнечных вспышек, возмущений в солнечной короне, увеличением интенсивности ультрафиолетового, рентгеновского и корпускулярного излучений и др. Поток солнечной радиации на поверхность Земли (инсоляция) определяется также вращениями Земли вокруг Солнца и собственной оси, наклонённой под углом 23,5° к эклиптике.

[8] Неслучайно ещё в древности Гиппархом (древнегреческий астроном, географ и математик II-го века до н. э.) было дано объяснение годовой смене климатических сезонов. Эта смена объяснялась изменением угла падения солнечных лучей, связанным с орбитальным движением Земли и наклоном оси её вращения («климат» в переводе с греческого языка означает «наклон»).

[9] В ледниках планеты заключено в 32 раза больше воды, чем во всех реках и озёрах суши; если равномерно распределить всю их массу по поверхности Земли, она будет покрыта ледяным слоем толщиной ок. 50 м. 90 % имеющегося в мире льда приходится на Антарктиду, покрытую им на 95 % территории.

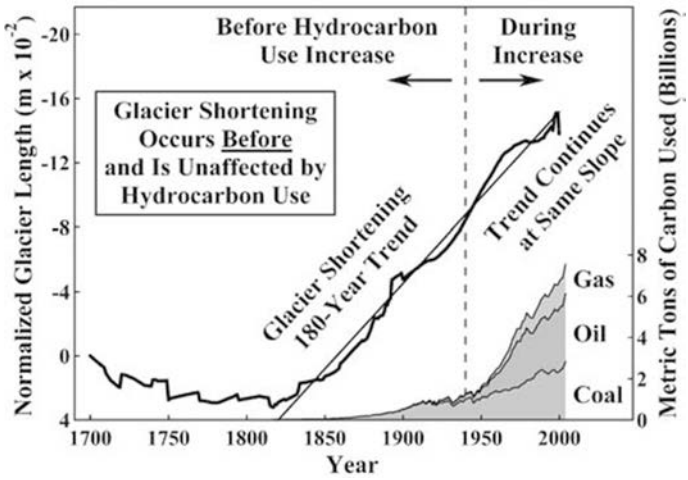


Рис. 7. Динамика длины 169 ледников с 1700 по 2000 гг. [34].

скорости роста 1–2 мм в год (рис. 8). Сообщается также, что после 2004 г. рост уровня прекратился, а по более поздним данным учёных США, только за один год (2010/2011) уровень океана понизился на 5 мм [27].

Проведённый в работе [22] прогноз изменения уровня Мирового океана на основе расчётов инсоляции Земли показал, что изменения уровня моря более чем на 95 % определяются динамикой инсоляции. При этом усиление межширотного теплообмена приводит к повышению температуры в областях стока тепла, повышению содержания водяного пара в атмосфере в областях стока тепла и, в связи с этим, к усилению парни-

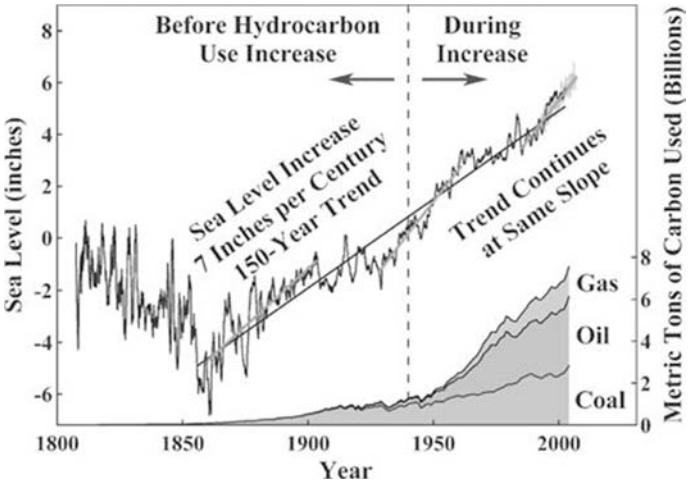


Рис. 8. Согласующаяся динамика глобального уровня моря, измеренная с помощью футштоков (1807–2002) и искусственных спутников (1993–2006), показывающая средний рост уровня моря примерно на 7 дюймов за столетие при наличии трендов в 9, 0, 12, 0 и 12 дюймов за столетие соответственно. Этот тренд отстаёт от роста температуры и был значительно больше до активного использования углеводородного сырья, что свидетельствует об отсутствии взаимосвязи между анализируемыми процессами [34].

кового эффекта. В практическом отношении отмечаемое в связи с потеплением климата увеличение уровня моря может представлять определённую угрозу подтопления территорий, расположенных в пределах отмечаемых высотных уровней, размыву их берегов и отступанию береговой линии.

По прогнозам некоторых исследователей, в результате потепления климата и вызванного им термического расширения вод и частичного таяния ледников к 2100 г. уровень Мирового океана[10] может подняться более чем на 5 м, и под водой окажутся значительные части таких городов, как С.-Петербург, Амстердам, Шанхай, Нью-Орлеан; исчезнут не только мн. островные государства, но и бóльшая часть Бангладеш, Сенегал и др.; по др. оценкам [7], повышение уровня океана составит 9–88 см.

Прогнозируемый этими исследователями рост уровня Мирового океана с неизбежностью должен вызывать сокращение *площади суши*[11]. Тем не менее, имеющиеся данные свидетельствуют, что за последние 30 лет в условиях потепления климата площадь суши увеличилась на ~58 тыс. км² [30]. Таким образом, несмотря на постоянно меняющуюся конфигурацию суши вследствие самых различных причин (эндогенная активность Земли, движение материков, вынос твёрдых материалов реками, таяние ледников, деятельность человека по наращиванию суши и др.), наблюдаемое потепление климата не привело к сокращению площади суши, и уж во всяком случае речь никак не может идти о новом «всемирном потопе».

Ещё одной особенностью климатической системы является то обстоятельство, что изменения площади свободной ото льда поверхности арктических морей практически синхронны и повторяют динамику арктической температуры, но «запаздывают» относительно её хода приблизительно на 8 лет, что обусловлено тепловой инерционностью водных масс [10]. Это означает, что при условии завершения периода потепления климата ледовитость северных морей продолжит уменьшаться ещё некоторое время.

Потепление климата и динамика многолетнемёрзлых пород. Существенную важность для нашей страны представляет динамика площади так называемой «вечной мерзлоты»[12], занимающей 63 % территории России. Зона вечной мерзлоты активно осваивается преимущественно благодаря запасам полезных ископаемых (60 % российского природного газа, 30 % нефти, огромные залежи каменного угля и торфа). Возможная деградация вечной мерзлоты представляет серьёзную проблему для промышленной и социальной инфраструктуры Севера вследствие разрушения зданий, построенных по принципу её постоянства.

Современные изменения характера вечной мерзлоты обусловлены короткопериодными колебаниями климата, проникающими в горные породы лишь на первые десятки метров. В случае антропогенной природы потепления опасна возможность длительного тренда, нарушающего циклический климатический ход. Однако подробное исследование [25] склоняется всё-таки к ведущей роли естественных колебательных процессов.

[10] Уровень моря, уровень Мирового океана – положение свободной поверхности Мирового океана, определяемое относительно некоторого условно принятого за нуль горизонта. В России абсолютные высоты точек земной поверхности отсчитывают от среднемноголетнего уровня Балтийского моря, определённого от нуля футштока в Кронштадте.

[11] Суша – в широком смысле часть земной поверхности, не покрытая океанами и морями (материки и острова). В настоящее время общая площадь суши Земли составляет 148,9 млн км², или 29,2 %, постоянно изменяясь за счёт колебаний уровня моря, таяния ледников, речных наносов, тектонических процессов, деятельности человека и др. причин.

[12] Вечная мерзлота [англ. Permafrost] – термин, используемый в разных значениях: 1) явления длительного охлаждения горных пород верхней части земной коры до нулевой температуры; 2) слой или область распространения долгое время не оттаивающих горных пород; 3) горные породы, сцементированные замёрзшей в них влагой – многолетние мёрзлые породы.

Моделирование изменения температуры грунта на примере Новой Земли показало, что для установления новой стационарной температуры и изменения мощности от начальной до конечной, соответствующих изменившемуся климату, требуется не менее 20 тыс. лет. Из этого следует, что даже антропогенное потепление климата для криолитозоны, скорее всего, не будет иметь серьезных последствий. Если воспользоваться прогнозным геотемпературным районированием Западной Сибири, то можно предположить, что в районах с температурой пород ниже -3÷-4°С заметной реакции мерзлоты на потепление в обозримое время не будет. Южнее, при температурах мёрзлых пород от 0 до –3°С длительное потепление может привести у южной границы криолитозоны к частичному протаиванию грунтов сверху. В то же время, из наблюдений и расчётов следует, что при более высокой температуре мёрзлые породы меньше реагируют на потепление климата. Это значит, что сокращение площади криолитозоны при антропогенном потеплении, особенно если учесть, что современный климат находится на нисходящей ветви длиннопериодного цикла, может произойти только в самых южных её районах [25].

Таким образом, вечная мерзлота, в силу наличия в ней льда и связанных с ним фазовых процессов, как природная система в целом инертна к перестройке в естественных условиях и, тем самым, достаточно устойчива к изменениям климата. Для существенной перестройки криолитозоны требуются направленные изменения климата в течение тысяч лет.

Что делать? Решение проблемы отрицательного воздействия глобальных изменений климата для человечества во многом зависит от природы этих изменений.

Если в основе наблюдающегося потепления климата лежит антропогенный фактор, влияние растущих промышленных выбросов так называемых парниковых газов, то вполне естественным представляется путь совершенствования технологий, сокращающих выбросы, сбросы, отходы. И это в любом случае неизбежный путь уменьшения антропогенного пресса, улучшения экологической ситуации в целях выживания человечества.

Однако насколько эффективен этот путь в смысле предотвращения или хотя бы сокращения потепления? Насколько эффективной оказалась деятельность в рамках Киотского протокола и последовавшего за ним Парижского соглашения по климату к Рамочной конвенции ООН об изменении климата?

В геополитическом аспекте много проблем: отсутствие единства стран-участниц, противоречия между развитыми и развивающимися странами, необходимость преодоления бедности и пр. В 2017 г. США объявили о выходе из Парижского соглашения по экономическим соображениям. Россия пока не ратифицировала Парижское соглашение в силу значительной неопределённости в оценках изменения климата, особенно в отношении тенденций его изменения и прогнозов будущего состояния климатической системы, в связи с отсутствием единого мнения в мировом и российском научном сообществах о причинах глобального потепления и способах борьбы с ним, а также по ряду других соображений (отсутствие правил реализации Соглашения, неготовность к быстрому переходу к модели «низкоуглеродного развития» и др.) [15].

В своё время Президент РАН Ю.С. Осипов, излагая позицию Российской академии наук, писал [16]: «Киотский протокол не имеет научного обоснования. Киотский протокол неэффективен для достижения окончательной цели Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК), как она изложена в ст. 2 (Основная цель – «стабилизация концентраций парниковых газов в атмосфере на таком уровне, который не допускал бы опасного антропогенного воздействия на климатическую систему»)».

Тем не менее, после анализа всех факторов, в т. ч. с учётом значения Протокола для развития международного сотрудничества, Киотский протокол был ратифицирован Россией 4 ноября 2004 г.

Однако, если потепление климата – результат действия естественных причин, то на этом пути вовсе не стоит ожидать значительных успехов. В таком случае гораздо эффективнее могут оказаться методы смягчения климата и сдерживания его потепления, адаптации к отрицательным изменениям климата, а, следовательно, стабилизации современного климата, в том числе с помощью геоинжиниринга[13].

За последние годы появились различные предложения по снижению эффекта потепления климата [9, 29, 35 и др.]. При этом в целях смягчения изменений климата рассматриваются следующие пути [8]:

- отражение прямого солнечного излучения: отражение в космос части прямого солнечного излучения, падающего на атмосферу, с помощью высокодисперсных аэрозолей (в т. ч. расположенных в нижней части стратосферы) или космическими методами (создание в космосе устройств, отражающих излучение);

- увеличение отражённого инфракрасного солнечного излучения: удаление парниковых газов из атмосферы путём разведения лесов и иной растительности, путём закачивания газов (CO_2) в недра, путём стимуляции поглощения газов (CO_2) в океане, изменения альбедо земной поверхности, рассеяния путём преобразования облачности;

- использование в экономике методов получения энергии или иного полезного продукта без выделения парниковых газов, например с использованием атомной энергетики.

Заключение. Хронология палеоклимата показывает большую изменчивость климатической системы вне влияния человека, причём размах естественных колебаний превосходил возможное изменение климата под влиянием парникового эффекта газов, поступивших в атмосферу за последние два столетия в результате деятельности человека [6]. По всей видимости, колебательный характер является естественным свойством развития климата, и он сохранится в будущем, как сохранится и всё разнообразие климатических циклов.

Тем не менее, изменения в климатической системе очень часто априорно связывают с деятельностью человека. Так, одна из последних публикаций журнала «Nature» [31] начинается с утверждения «В настоящее время общеизвестно, что деятельность человека оказывает глубокое влияние на климат Земли» со ссылкой на заключение IPCC [28]. Далее проблема рассматривается авторами только с этой позиции, расширяя решающее влияние человека на изменение климата, начиная с 1865 г., по изменениям сезонной температуры (т. е. разности температур лето – зима) [31].

Имеющиеся прогнозы дальнейшего «катастрофического» потепления климата чаще всего основаны на «механическом» продлении наблюдаемых в последние десятилетия тенденций повышения климата с опорой на гипотезу парникового эффекта, в свою очередь, опирающуюся на недоказанную взаимосвязь роста температуры с ростом концентрации ряда парниковых газов, особенно углекислого газа.

В то же время целый ряд подробных исследований механизмов и взаимосвязей в климатической системе свидетельствует, что:

[13] Геоинжиниринг, геоинженерия – комплекс инженерных решений, направленных на управление климатической системой Земли с целью предотвращения глобальных изменений климата и создания наиболее комфортных условий проживания и экономической деятельности человечества. Главные возражения против методов геоинжиниринга: возможно низкая эффективность, непредсказуемость и неоднозначность последствий реализации, включая возможность ухудшения экологической обстановки.

- прогнозы дальнейших изменений температуры показывают противоречивую картину: как возможного дальнейшего роста приповерхностной температуры воздуха, так и её уменьшения в зависимости от времени апроксимации кривых рядов наблюдений и взятой за основу прогноза длительности обнаруженных ранее циклов изменения климата;

- ряд результатов исследований доказывает, что рост концентрации углекислого газа в атмосфере в основном обусловлен ростом температуры Мирового океана;

- сопряжённый анализ динамики солнечной активности и приповерхностной температуры воздуха свидетельствует, что потепление преимущественно обусловлено динамикой инсоляции Земли;

- динамика уровня Мирового океана не согласуется с динамикой роста температуры и динамикой использования углеводородного сырья и на 95 % определяется динамикой инсоляции Земли;

- наблюдающееся в последние годы интенсивное таяние ледников не показывает взаимосвязи этого процесса с динамикой использования углеводородов за последние 200 лет и также обусловлено динамикой солнечной инсоляции;

- имеющиеся прогнозы роста уровня Мирового океана принципиально различаются в оценках, а угроза нового Всемирного потопа явно преувеличена при фиксируемом росте площади поверхности суши на планете;

- изучение характера вечной мерзлоты указывает на её значительную инерционность в отношении климата и обусловленность изменений преимущественно в результате естественных колебательных процессов; опасности, связанные с разрушением криосферы, по всей вероятности, преувеличены, поскольку для существенной перестройки криолитозоны требуются направленные изменения климата в течение тысяч лет;

- в условиях меняющегося климата для его оптимизации человечеству полезно развивать методы смягчения климата: отражение прямого солнечного излучения (геоинжиниринг); использование в экономике экологически дружественных методов получения энергии и иных полезных продуктов и т. п.;

- в целом существенные изменения климата происходят медленно, их последствия различны в разных регионах Земли и «в настоящее время нет оснований говорить о катастрофическом влиянии глобальных изменений климата на биосферу и общество в целом» [3].

Следует также отметить, что общая тенденция изменения температуры на Земле направлена в сторону похолодания, и в перспективе человечество может встать перед проблемой глобального снижения температуры [1]. Экстраполируя в будущее климатические циклы последних 10 000 лет можно ожидать похолодание в рамках длиннопериодных циклов, которое через 15–20 тыс. лет приведёт к эпохе оледенения, сравнимой с эпохами ~70 и 18–20 тыс. лет назад.

По России прогнозировался долговременный рост средней температуры приземного воздуха [14], однако в начале XXI в. появились свидетельства об окончании периода потепления климата и возможного перехода к его похолоданию [4].

Дискуссии по прогнозам изменения климата продолжаются. Однако пока учёные продолжают вести споры о его причинах и способах противодействия ему, политики, не дожидаясь завершения научных споров (ссылаясь на принцип презумпции экологической опасности), перевели дело в практическую плоскость: разработаны и заключены международные соглашения о мерах противодействия глобальному потеплению и его негативным последствиям, в том числе Киотский протокол и пришедшее ему на смену Парижское соглашение [20]. При этом сторонники немедленной борьбы против потепления климата вместо научных доводов используют даже протесты и забастовки

несведущих школьников[14]. Такая ситуация ведёт к снижению роли науки и росту экологического нигилизма.

Человечество подстерегают многие опасные природные явления и катастрофы. Постоянно изменяется климат, появляются и исчезают «озоновые дыры»; ещё опаснее извержения вулканов (особенно супервулканов), землетрясения, цунами, космические катастрофы (метеориты, астероиды).

Многие негативные явления в окружающей среде реально вызваны деятельностью человека, приобретающей всё более мощные масштабы. Загрязнение атмосферы, замусоривание суши и океана, деградация почв, сведение лесов – действительно опасные, прежде всего для самого человека, процессы, которые необходимо сводить до минимума, развивая новые щадящие природу технологии.

Но в ряду негативных для человека явлений в климатической системе важно выделить не зависящие от него процессы, чтобы не уподобиться борьбе с «ветряными мельницами» и более эффективно управлять тем, что мы можем изменить с пользой для себя и биосферы в целом!

Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке государственных заданий АААА–А17–117030110139–9 и АААА-А16-116042710030-7.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Будыко М.И.* Изменение климата. Л.: Гидрометеоиздат, 1974. 280 с.

2. *Вайцзеккер Э., Ловинс Э., Ловинс Л.* Фактор четыре (затрат половина, отдача двойная). М.: Academia, 2000. 400 с.

3. *Глазовский Н.Ф.* Современные подходы к оценке устойчивости биосферы и развитие человечества // Почвы, биогеохимические циклы и биосфера. М.: Т-во научных изданий КМК, 2004. С. 20–49.

4. *Гудкович З.М., Карклин В.П., Смоляницкий В.М., Фролов И.Е.* Переход от потепления к похолоданию климата Земли как результат действия естественных причин // Глобальные экологические процессы: Мат. Межд. научн. конф. / Под ред. В.В. Снакина. М.: Academia, 2012. С. 23–31.

5. *Дёмкин В.А., Борисов А.В., Дёмкина Т.С., Хомутова Т.Э., Ельцов М.В., Каширская Н.Н., Удальцов С.Н.* Палеоэкологический кризис в степях Восточной Европы в эпоху бронзы (2-я пол. III тыс. до н. э.): Причины, масштабы, природные и социальные последствия // Глобальные экологические процессы: Мат. Межд. научн. конф. / Под ред. В.В. Снакина. М.: Academia, 2012. С. 31–39.

6. *Заварзин Г.А., Котляков В.М.* Стратегия изучения Земли в свете глобальных изменений // Вестник РАН. 1998. Т. 68 (1). С. 23–29.

7. Изменение климата: Комплект информационных карточек по изменению климата. ЮНЕП, РКИКООН, 2003. 60 с.

8. *Израэль Ю.А.* Обеспечение экологически устойчивого развития в условиях сохранения современного климата // Глобальные экологические процессы: Мат. Межд. научн. конф. / Под ред. В.В. Снакина. М.: Academia, 2012. С. 7–15.

9. *Израэль Ю.А., Захаров В.М., Петров Н.Н., Иванов В.Н., Андреев Ю.В., Гулевский В.А., Данилян Б.Г., Ераньков В.Г., Русаков Ю.С., Савченко А.В., Свиркунов П.Н., Северов Д.А, Куляпин В.П., Кадыгров Е.Н.* Натурный эксперимент по моделированию влияния аэрозольных слоёв на изменчивость солнечной инсоляции и метеорологических характеристик приземного слоя // Метеорология и гидрология. 2011. № 11. С. 5–14.

10. *Кляшторин Л.Б.* Сравнительная динамика глобального и арктического климата. Возможность прогнозирования // Глобальные экологические процессы: Мат. Межд. научн. конф. / Под ред. В.В. Снакина. М.: Academia, 2012. С. 46–52.

[14] Имеются в виду поддерживаемые определёнными политическими и экономическими кругами протесты с участием шведской школьницы Греты Тунберг (р. 2003), призывающей к школьным забастовкам, идея которых состоит в том, что по пятницам, вместо уроков, школьники выходят на улицы, стремясь привлечь внимание политиков к проблеме изменения климата. После выступления на Всемирном экономическом форуме в Давосе (2019) норвежскими депутатами парламента Г. Тунберг была номинирована на Нобелевскую премию мира.

11. *Любушин А.А.* Циклические вариации климата: анализ данных, сценарии, прогноз // Глобальные экологические процессы: Мат. Межд. научн. конф. / Под ред. В.В. Снакина. М.: Academia, 2012. С. 66–71.

12. Научный анализ результатов «Всемирной конференции по изменению климата» / Под ред. Ю.А. Израэля и др. М.: ИГКЭ РАН, 2004. 264 с.

13. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2015 год / Под ред. Г.М. Черногаевой. М.: Росгидромет, 2016. 224 с.

14. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. М.: Росгидромет, 2008. 28 с.

15. Письмо и.о. Президента РАН В.Г. Бондура руководителю Росгидромета М.Е. Яковенко от 23.03.2018 № 2-10001-2114.1/393.

16. Письмо Президента РАН академика Ю.С. Осипова Президенту Российской Федерации В.В. Путину «Суждение Совета-семинара РАН о возможности антропогенного изменения климата и проблеме Киотского протокола» // Возможности предотвращения изменения климата и его негативных последствий. Проблемы Киотского протокола. М.: Наука, 2006. С. 258–259.

17. Природные ресурсы Российской Федерации: Аналитический обзор / Под ред. В.П. Орлова, Н.Г. Рыбальского. М.: НИА-Природа, 1998. 317 с.

18. *Распопов О.М., Янковска В., Дергачёв В.А., Колстрём Т.* Резкие климатические изменения около 4000 и 2500 лет назад на Северо-Западе Европы по палинологическим и дендро данным // Динамика современных экосистем в голоцене. Мат. Третьей Всерос. научн. конф. Казань: Изд-во «Отечество», 2013. С. 42–47.

19. Российская наука: день нынешний и день грядущий / Под ред. В.П. Скулачева. М.: Academia, 1999. 416 с.

20. *Семёнов С.М.* Как человек влияет на глобальный климат Земли? // Век географии / Под ред. В.А. Колосова, В.М. Котлякова, О.Н. Соломиной, А.А. Тишкова. М.: Росучебник, 2018. С. 53–75.

21. *Фёдоров В.М.* Анализ пространственных откликов приповерхностной температуры воздуха на многолетнюю изменчивость инсоляции Земли // Жизнь Земли. 2017. Т. 39, № 3. С. 245–262.

22. *Фёдоров В.М.* Прогноз изменения уровня Мирового океана на основе расчётов инсоляции Земли // Жизнь Земли. 2018. Т. 40, № 2. С. 143–151.

23. *Фёдоров В.М., Голубев В.Н., Фролов Д.Н.* Многолетняя изменчивость инсоляции Земли и содержания двуокиси углерода в атмосфере // Жизнь Земли. 2018. Т. 40 (1). С. 12–21.

24. *Фролов И.Е., Гудкович З.М., Карклин В.П., Ковалёв Е.Г., Смоляницкий В.М.* Климатические изменения ледяного покрова морей Евразийского шельфа. СПб: «Наука», 2007. 136 с.

25. *Шполянская Н.А.* Вечная мерзлота и глобальные изменения климата. М.-Ижевск: Ин-т компьютерных исследований, 2010. 195 с.

26. *Akasofu, S.-I.* Natural Components of the Recent Climate Change // International Arctic Research Center, University of Alaska, Fairbanks, 2009 (http://www.webcommentary.com/docs/2natural.pdf).

27. *Boening C., Landerer F.W., Nerem S.R., Willis J.K., Fasullo J.* The 2010 decline in global mean sea level and its relation to ENSO, American Geophysical Union, Fall Meeting, San Francisco, Dec. 5–9, 2011.

28. Climate Change 2013: The Physical Science Basis / Ed. by Stocker T.F. et al. Cambridge Univ. Press, 2013. 1535 p.

29. *Crutzen P.J.* Albedo enhancement by stratospheric sulfur injection: A contribution to resolve a policy dilemma? // Climatic Change. 2006. V. 77. P. 211–219.

30. *Donchyts G., Baart F., Winsemius H., Gorelick N., Kwadijk J., Giesen N.* Earth's surface water change over the past 30 years // Nature Climate Change. 2016. V. 6. P. 810–813.

31. *Duan J., Ma Z., Wu P., Xoplaki E., Hegerl G., Li L., Schurer A., Guan D., Chen L., Duan Ya., Luterbacher J.* Detection of human influences on temperature seasonality from the nineteenth century // Nature Sustainability (2019). Pub. 22 April 2019 (https://www.nature.com/articles/s41893-019-0276-4#article-info).

32. *Klyashtorin L.B. and Lyubushin A.A.* On the coherence between dynamics of the world fuel consumption and global temperature anomaly // Energy & Environment. 2003. V. 14, № 6. P. 773–782.

33. *Miatello A.* Refutation of the «greenhouse effect» theory on a thermodynamic and hydrostatic basis // Principia Scientific International. 2012. №6. 40 p.

34. *Robinson A.B., Robinson N.E., Soon W.* Environmental Effects of Increased Atmospheric Carbon Dioxide // J. of American Physicians and Surgeons. 2007. V. 12 (3). P. 79–90.

35. *Robock A., Oman L. and Stenchikov G.L.* Regional climate responses to geoengineering with tropical and Arctic SO_2 injections // J. Geophys. Res. 2008. Vol. 113. 16 p. Doi:10.1029/2008JD010050.

36. *Shakhova N., Semiletov I.* Methane release and coastal environment in the East Siberian Arctic shelf // J. of Marine Systems. 2007. V. 66 (1–4). P. 227–243.

37. The Intergovernmental Panel on Climate Change (http://www.ipcc.ch/).

REFERENCES

1. Budyko M.I. *Changing of the climate.* 280 p. (Leningrad: Gidrometeoizdat, 1974) (in Russian).

2. Weizsäcker E., Lovins E., Lovins L. *Factor four (cost half, return double)*. 400 p. (Moscow: Academia, 2000) (in Russian).

3. Glazovsky N.F. Modern approaches to assessing the sustainability of the biosphere and the development of mankind. *Soils, biogeochemical cycles and the biosphere*. P. 20–49 (M0scow: KMK, 2004) (in Russian).

4. Gudkovich Z.M., Karklin V.P., Smolyanitsky V.M., Frolov I.E. Transition from warming to cooling of the Earth's climate as a result of natural causes. *Global environmental processes.* Mat. of Int. scientific conf. Ed. by V.V. Snakin. P. 23–31 (Moscow: Academia, 2012) (in Russian).

5. Dyomkin V.A., Borisov A.V., Dyomkina T.S., Khomutova T.E., Eltsov M.V., Kashirskaya N.N., Udaltsov S.N. Paleoecological crisis in the steppes of Eastern Europe in the Bronze Age (2nd half of III millennium BC): reasons, scale, environmental and social consequences. *Global environmental processes.* Mat. of Int. scientific conf. Ed. by V.V. Snakin. P. 31–39 (Moscow: Academia, 2012) (in Russian).

6. Zavarzin G.A., Kotlyakov V.M. The strategy of studying the Earth in the light of global change. *Vestnik RAN*. **68** (1), 23–29 (19980 (in Russian).

7. *Climate Change: A set of information cards on climate change*. 60 p. (UNEP, UNFCCC, 2003) (in Russian).

8. Izrael Yu.A. Ensuring environmentally sustainable development in the conditions of preserving the current climate. *Global environmental processes.* Mat. of Int. scientific conf. Ed. by V.V. Snakin. P. 7–15 (Moscow: Academia, 2012) (in Russian).

9. Izrael Yu.A., Zakharov V.M., Petrov N.N., Ivanov V.N., Andreev Yu.V., Gulevsky V.A., Danilyan B.G., Erankov V.G., Rusakov Yu.S., Savchenko A.V., Svirkunov P.N., Severov D.A., Kulyapin V.P., Kadygrov E.N. Field experiment on modeling the influence of aerosol layers on the variability of solar insolation and meteorological characteristics of the surface layer. *Meteorology and Hydrology*. **11**, 5–14 (2011) (in Russian).

10. Klyashtorin LB Comparative dynamics of global and arctic climate. Possibility of forecasting. *Global environmental processes*. Mat. of Int. scientific conf. Ed. by V.V. Snakin. P. 46–52 (Moscow: Academia, 2012) (in Russian).

11. Lyubushin A.A. Cyclic climate variations: data analysis, scenarios, forecast. *Global environmental processes*. Mat. of Int. scientific conf. Ed. by V.V. Snakin. P. 66–71 (Moscow: Academia, 2012) (in Russian).

12. *Scientific analysis of the results of the World Climate Change Conference*. Ed. by Yu.A. Israel et al. 264 p. (Moscow: IGKE RAS, 2004) (in Russian).

13. *Review of the state and environmental pollution in the Russian Federation for 2015*. Ed. by G.M. Chernogayeva. 224 p. (Moscow: Roshydromet, 2016) (in Russian).

14. *Assessment report on climate change and its effects on the territory of the Russian Federation. General summary*. 28 p. (Moscow: Roshydromet, 2008) (in Russian).

15. *Letter of Acting President of the Russian Academy of Sciences V.G. Bondura to the head of Rosgidromet ME Yakovenko dated 03.03.2018, No. 2-10001-2114.1/393* (in Russian).

16. Letter from the President of the RAS Academician Yu.S. Osipov President to the Russian Federation President V.V. Putin "Judgment of the RAS Council-Seminar on the possibility of anthropogenic climate change and the problem of the Kyoto Protocol". *Possibilities of preventing climate change and its negative consequences. Problems of the Kyoto Protocol.* P. 258–259 (Moscow: Nauka, 2006) (in Russian).

17. *Natural resources of the Russian Federation: Analytical review*. Ed. by V.P. Orlov, N.G. Rybalsky. 317 p. (Moscow: NIA-Priroda, 1998) (in Russian).

18. Raspopov O.M., Yankovska V., Dergachev V.A., Kolstroem T. *Sharp Climatic Changes About 4000 and 2500 Years Ago in North-West Europe According to Palynological and Dendrographic Data, Dynamics of Modern Ecosystems in the Holocene*. Mat. of Third All-Russian sci. conf. P. 42–47 (Kazan: Otechestvo, 2013) (in Russian).

19. *Russian science: the present day and the future day*. Ed. by V.P. Skulachev. 416 p. (Moscow: Academia, 1999) (in Russian).

20. Semenov S.M. How does a person affect the global climate of the Earth? *Century of Geography*. Ed. by V.A. Kolosov, V.M. Kotlyakov, O.N. Solomina, A.A. Tishkov. P. 53–75 (Moscow: Rosuchebnik, 2018) (in Russian).

21. Fedorov V.M. Analysis of the spatial responses of the near-surface air temperature to the long-term variability of Earth insolation. *Zhizn' Zemli* [Life of the Earth]. **39** (3), 245–262 (2017) (in Russian).

22. Fedorov V.M. Forecast of changes in the level of the World Ocean based on calculations of insolation of the Earth. *Zhizn' Zemli* [Life of the Earth]. **40** (2), 143–151 (2018) (in Russian).

23. Fedorov V.M., Golubev V.N., Frolov D.N. Perennial variability of Earth insolation and carbon dioxide content in the atmosphere. *Zhizn' Zemli* [Life of the Earth]. **40** (1), 12–21 (2018) (in Russian).

24. Frolov I.E., Gudkovich Z.M., Karklin V.P., Kovalev E.G., Smolyanitsky V.M. *Climatic changes in the ice cover of the seas of the Eurasian Shelf*. 136 p. (St. Petersburg: Nauka, 2007) (in Russian).

25. Shpolyanskaya N.A. *Permafrost and global climate change*. 195 p. (Moscow–Izhevsk: Institute for Computer Studies, 2010) (in Russian).

26. Akasofu S.-I. Natural Components of the Recent Climate Change. *Int. Arctic Research Center, University of Alaska, Fairbanks*, 2009 (http://www.webcommentary.com/docs/2natural.pdf).

27. Boening C., Landerer F.W., Nerem S.R., Willis J.K., Fasullo J. *The 2010 decline in global mean sea level and its relation to ENSO*, American Geophysical Union, Fall Meeting, San Francisco, Dec. 5–9, 2011.

28. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Ed. by Stocker T.F. et al. 1535 p. (Cambridge Univ. Press, 2013).

29. Crutzen P.J. Albedo enhancement by stratospheric sulfur injection: A contribution to resolve a policy dilemma? *Climatic Change*. **77**, 211–219 (2006).

30. Donchyts G., Baart F., Winsemius H., Gorelick N., Kwadijk J., Giesen N. Earth's surface water change over the past 30 years. *Nature Climate Change*. **6**, 810–813 (2016).

31. Duan J., Ma Z., Wu P., Xoplaki E., Hegerl G., Li L., Schurer A., Guan D., Chen L., Duan Ya., Luterbacher J. Detection of human influences on temperature seasonality from the nineteenth century. *Nature Sustainability*. Pub. 22 April 2019 (https://www.nature.com/articles/s41893-019-0276-4#article-info).

32. Klyashtorin L.B. and Lyubushin A.A. On the coherence between dynamics of the world fuel consumption and global temperature anomaly. *Energy of Environment.* **14** (6), 773–782 (2003).

33. Miatello A. Refutation of the «greenhouse effect» theory on a thermodynamic and hydrostatic basis. *Principia Scientific International*. 40 p. №6 (2012).

34. Robinson A.B., Robinson N.E., Soon W. Environmental Effects of Increased Atmospheric Carbon Dioxide. *J. of American Physicians and Surgeons*. **12** (3), 79–90 (2007).

35. Robock A., Oman L. and Stenchikov G.L. Regional climate responses to geoengineering with tropical and Arctic SO_2 injections. *J. Geophys. Res.* **113**. 16 p. (2008) Doi:10.1029/2008JD010050.

36. Shakhova N., Semiletov I. Methane release and coastal environment in the East Siberian Arctic shelf. *J. of Marine Systems*. **66** (1–4), 227–243 (2007).

37. *The Intergovernmental Panel on Climate Change* (http://www.ipcc.ch/).

ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНАЯ МУЗЕОЛОГИЯ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

УДК 908

УНИКАЛЬНЫЙ ЧЕРЕП ГОРИЛЛЫ В ОСТЕОЛОГИЧЕСКОЙ КОЛЛЕКЦИИ ГОСУДАРСТВЕННОГО ДАРВИНОВСКОГО МУЗЕЯ

Д.Ю. Милосердов[1]

Статья рассказывает об аномальном черепе гориллы, хранящемся в коллекции ГБУК ГДМ, истории его поступления и изучении возможных причин прижизненной деформации черепа.

Ключевые слова: *Государственный Дарвиновский музей, горилла, аномальный череп.*

A UNIQUE SKULL OF A GORILLA IN THE OSTEOLOGICAL COLLECTION OF THE STATE DARWIN MUSEUM

D.Yu. Miloserdov
The State Darwin Museum

The article gives the reader some information on an abnormal skull of a gorilla in the osteological collection of the State Darwin Museum. The author explains how the skull became a part of the collection and reveals the results of the studies conducted in order to understand possible causes of its intravital deformation.

Keywords: *State Darwin Museum, gorilla, abnormal skull.*

Введение. Остеологическая коллекция ГДМ включает в себя ряд не просто интересных, а порой и уникальных экспонатов. Но в этой статье мы подробней остановимся лишь на одном из них – черепе западной гориллы *Gorilla gorilla (Savage et Wyman, 1847)*.

Гориллы (лат. *Gorilla*) – род обезьян, включающий самых крупных современных представителей отряда приматов. Впервые описан на примере западной гориллы в 1847 г. американским миссионером Томасом Сэвиджем (*Thomas S. Savage*) [1].

На сегодняшний день Международный союз охраны природы относит западных горилл к категории CR (находящиеся в критическом состоянии). Геморрагическая ли-

[1] Милосердов Дмитрий Юрьевич – ст.н.с. отдела фондов Государственного Дарвиновского Музея, *dimmil@darwin.museum.ru.*

хорадка Эбола снизила их численность на одну треть в период с 1992 по 2007 гг. Охота, заготовка ценных пород дерева и гражданские войны в странах, в которых обитают гориллы, также ставят существование этого вида под угрозу [6, 7].

Обитают гориллы в экваториальных лесах западной и центральной Африки, горные гориллы живут в лесах по склонам вулканических гор Вирунга. Держатся небольшими группами, состоящими из самца-вожака, нескольких самок и их детёнышей. Питаются растительной пищей, хотя при случае не брезгуют и животной (в основном насекомыми). Их массивные челюсти и мощная жевательная мускулатура позволяют справиться с любым видом растительного корма: корой, древесиной, стеблями, корнями, а также листьями и плодами. Вопреки распространённому мнению, гориллы – спокойные и миролюбивые животные (что отчасти объясняется вегетарианским образом жизни и почти постоянным поиском и употреблением пищи). При встрече самца-вожака и самца-одиночки, который претендует на его место, дело чаще всего ограничивается демонстрацией силы и до драки доходит редко. На других животных никогда не нападают, хотя при необходимости могут защищаться [4].

Взрослый самец гориллы вырастает до двух метров. Единичные случаи встреч особей более высокого роста, вероятно, следует считать исключением. Ширина плеч у самца гориллы около метра. Масса самцов в среднем 150–250 кг. Но в конце XIX – начале XX вв. охотники добывали горилл весом более 300 кг. Самки весят примерно в два раза меньше. Шерсть у них тёмная, у взрослых самцов на спине появляется серебристая полоса. Длина передних конечностей несколько превышает длину задних. Гориллы могут вставать и ходить на задних ногах, но обычно передвигаются на четвереньках. При этом они, как шимпанзе, при ходьбе опираются не на ладони и подушечки пальцев передних конечностей, как это делают другие животные, а на тыльную сторону согнутых пальцев (кулака). Такой способ ходьбы позволяет сохранить на внутренней стороне кисти достаточно тонкую чувствительную кожу.

Гориллы обладают массивным сложением, у них прекрасно развита мускулатура. Надо также отметить, что именно у гориллы скелет и мускулатура головы достигают наиболее мощного развития среди всех человекообразных обезьян, а череп имеет наибольшую вместимость. Голова крупная, с низким лбом, массивной выступающей вперёд челюстью и мощным надглазничным валиком. Объём мозга примерно 600 см^3. Как и у всех человекообразных обезьян, на черепе горилл развиты затылочный и сагиттальный гребни. Затылочный гребень выражен у горилл обоих полов, но у самца развит сильнее. Сагиттальный же гребень сильно развит именно у самцов [5].

Исследование и результаты. Горилла является крайне редким животным, поэтому немногие музеи обладает скелетом представителя этого вида. Дарвиновский Государственный музей можно считать счастливым исключением, потому что в нашей коллекции хранятся скелеты и черепа двенадцати особей горилл разного пола и возраста. Все они по-своему интересны, но в этой статье мы остановимся на рассмотрении лишь одного экспоната – это череп № КП ОФ-1658/1 от скелета самца гориллы (рис. 1, 2).

В 1913 г. Александр Фёдорович Котс[2] приобрёл в Германии у фирмы Умлауфа (Umlauff J.F.G.) среди прочих экспонатов скелет гориллы. Благодаря сохранившимся счетам, которые с немецкой педантичностью в Дарвиновский музей отправлял г-н Йоханн Умлауф – владелец одноимённой фирмы, мы можем утверждать, что речь идёт

[2] Советский учёный, доктор биологических наук, профессор, музеевед, основатель и первый директор Дарвиновского музея.

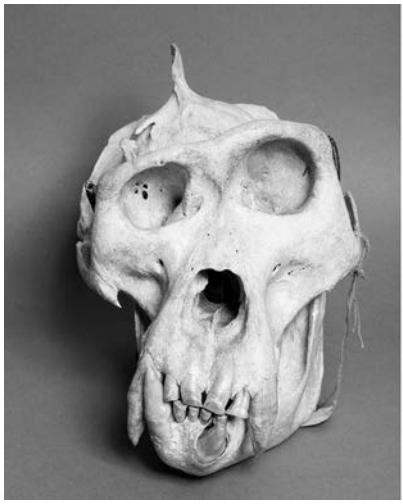
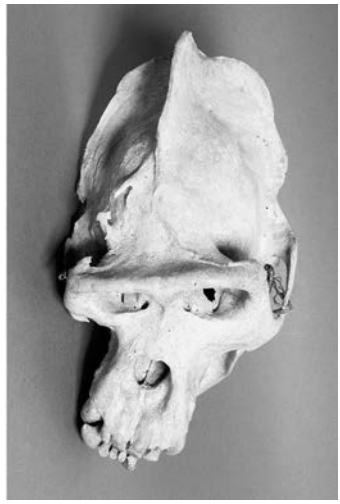



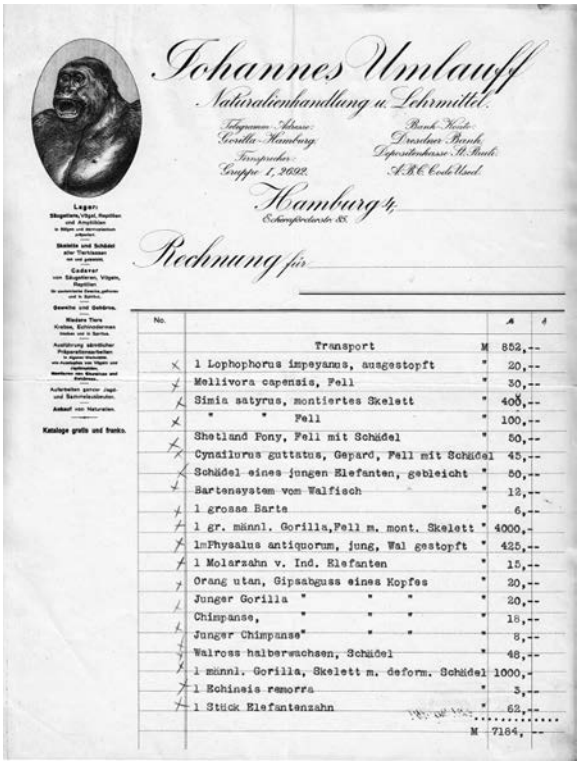
Рис. 1, 2. Аномальный череп № КП ОФ-1658/1 от скелета самца гориллы.

именно об этом скелете. Подтверждается это счётом от 4 сентября 1913 г., где упоминается данный экспонат (Архив Государственного Дарвиновского музея. Фонд А.Ф. Котса (ф.1); оп. 1, ед. хр. 532). На пожелтевшем от времени бланке в третьей строчке снизу на немецком языке можно прочитать: «скелет гориллы взрослого самца, с деформированным черепом – 1000 рублей» (рис. 3). Стоит обратить внимание на поистине фантастическую для того времени стоимость скелета гориллы. Вопрос идентификации экспоната перед нами не стоял – в связи с тем, что в музее есть только один деформированный череп гориллы. Поэтому ясно, что речь идёт именно об экспонате № КП ОФ-1658/1.

Чем же так интересен этот череп? Той самой «деформацией», которая упоминается в счёте, присланном Умлауфом. Даже при беглом взгляде на экспонат видно, как сильно изуродован лицевой отдел черепа – словно кто-то смял его, свернув в сторону так, как если бы кости были слеплены из пластилина. Главной загадкой являются два вопроса: 1) как произошла такая деформация, 2) как животное смогло дожить до взрослого возраста при наличии подобной аномалии.

На фотографиях, приводимых в статье, легко увидеть, как сильна деформация костей. Возникнуть она могла в связи с травмой или из-за какой-то болезни. Для сравнения мы приводим рядом с аномальным черепом череп обычной гориллы (рис. 4).

В первую очередь рассмотрим версию травмы. Поверхностный осмотр экспоната не выявляет ни трещин, ни костных мозолей, которые неминуемо появились бы, если животное получило подобную травму во взрослом возрасте. При этом даже внимательное изучение черепа кроме самой деформации не обнаруживает ни нарушений самих костей (утончение, появление свищей), ни повреждения зубов. Отсюда мы делаем вывод, что животное могло получить травму, будучи детёнышем, когда все кости ещё не настолько прочные, как у взрослых особей, и при деформации не произошло их разрушения. Однако возникает вопрос: как детёныш получил такую травму и выжил после этого? Если предположить, что скелет, приобретённый А.Ф. Котсом, принадлежал особи гориллы, родившейся в неволе, то напрашивается простое объяснение. Детёныш мог получить травму, находясь в клетке с бетонным полом и железными прутья-



Johannes Umlauff

Naturalienhandlung u. Lehrmittel

Telegramm-Adresse: Gorilla Hamburg
Fernsprecher: Gruppe I, 2692
Bank-Konto: Dresdner Bank, Depositenkasse St. Pauli
A.B.C. Code Used

Hamburg 4,

Rechnung für

No.			M	₰
		Transport	M	852,--
	1	Lophophorus impeyanus, ausgestopft	"	20,--
	1	Mellivora capensis, Fell	"	30,--
	1	Simia satyrus, montiertes Skelett	"	405,--
	1	" " Fell	"	100,--
	1	Shetland Pony, Fell mit Schädel	"	50,--
	1	Cynailurus guttatus, Gepard, Fell mit Schädel	"	45,--
	1	Schädel eines jungen Elefanten, gebleicht	"	50,--
	1	Bartensystem vom Walfisch	"	12,--
	1	grosse Barte	"	6,--
	1	gr. männl. Gorilla, Fell m. mont. Skelett	"	4000,-
	1	mPhysalus antiquorum, jung, Wal gestopft	"	425,--
	1	Molarzahn v. Ind. Elefanten	"	15,--
	1	Orang utan, Gipsabguss eines Kopfes	"	20,--
	1	Junger Gorilla " " "	"	20,--
	1	Chimpanse, " " "	"	18,--
	1	Junger Chimpanse" " "	"	8,--
	1	Walross halberwachsen, Schädel	"	46,--
	1	männl. Gorilla, Skelett m. deform. Schädel	"	1000,-
	1	Echineis remorra	"	3,--
	1	Stück Elefantenzahn	"	62,--
			M	7164,--

Рис. 3. Счёт от фирмы Йоханна Умляуфа.

Рис. 4. Аномальный череп гориллы № КП ОФ-1658/1 рядом с черепом обычной гориллы.

ми, при конфликте взрослых особей, подвернувшись «под горячую руку» (а точнее, «лапу»). Это бы объяснило то, как при наличии такой травмы детёныш дожил до половозрелого возраста (в связи с отсутствием необходимости добывать пищу), а также

отсутствие других нарушений скелета, которые могли бы появиться в связи со сложностью питания в детском возрасте. Тем не менее, эта простая версия нам не подходила, потому что к черепу есть этикетка от фирмы Умлауфа, на которой написано: «J. Umlauff Gorilla gorilla «самец» (значком) «ad». Kamerun, Esumba-Mbeke» (рис. 5, 6). Данная информация говорит о том, что обезьяна была изъята из природы в Африке, а именно в Камеруне. То есть произошедшая деформация черепа и, как минимум, часть жизни гориллы с этой деформацией прошли в естественных условиях.

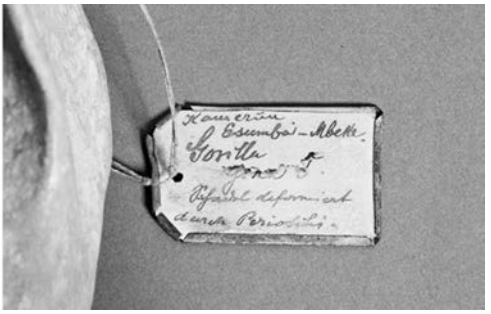


Рис. 5, 6. Этикетка от фирмы Йоханна Умлауфа к аномальному черепу гориллы № КП ОФ-1658/1.

Вторая версия кажется нам более вероятной. Это версия заболевания, перенесённого гориллой в детском возрасте (кстати, как это ни странно, версия болезни не полностью исключает первую версию).

Существует высокая вероятность, что горилла, о черепе которой мы говорим, в детском возрасте перенесла артрит височно-нижнечелюстного сустава – воспалительное заболевание сустава, соединяющего нижнюю челюсть с височной костью черепа. Артрит может быть односторонним или двухсторонним. Существуют две основные причины для возникновения этого заболевания: инфекция и механическая травма (травматический артрит). Острый травматический артрит височно-нижнечелюстного сустава возникает в результате удара, ушиба, резкого чрезмерного открывания рта и т. д., особенно после травм, приведших к попаданию крови в сустав. Острый инфекционный артрит височно-нижнечелюстного сустава может стать следствием острого тонзиллита или гриппа, либо развиться при распространении инфекции через кровь при таких заболеваниях, как отит, остеомиелит челюсти, гнойный паротит.

Как удалось выяснить из медицинской литературы [2, 3], следствием артрита височно-нижнечелюстного сустава часто является деформация лицевого отдела черепа (особенно нижней челюсти). Именно это мы наблюдаем на черепе № КП ОФ-1658/1 от скелета самца гориллы. Таким образом, с высокой долей вероятности можно говорить о том, что горилла, череп которой представлен в нашей коллекции, в детстве перенесла заболевание, приведшее к артриту височно-нижнечелюстного сустава, что в дальнейшем вызвало деформацию черепа.

Остаётся открытым вопрос, как животное с такой аномалией выжило в дикой природе и достигло взрослого состояния, в котором этот экземпляр и был добыт в Африке? Но, к сожалению, это так и останется для нас загадкой, потому что, обладая лишь остеологическим материалом от данного экземпляра, мы не можем строить серьёзные гипотезы, а лишь вступаем на зыбкую почву необоснованных догадок и предположений.

В ***заключение*** ещё раз подчеркнём, что из-за своей аномальности череп гориллы, хранящийся в коллекции нашего музея, является уникальным экспонатом, который в 2017 г. был включён в монографию английского профессора, посвящённую патологиям горилл [8].

Автор выражает благодарность к.б.н. Станиславу Дробышевскому, доценту кафедры антропологии биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, любезно давшему свои комментарии по предмету настоящего исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Вебер М.* Приматы. М.: Биомедгиз, 1936. 227 с.
2. *Каспарова Н.Н., Колесов А.А., Воробьёв Ю.И.* Заболевание височно-нижнечелюстного сустава у детей и подростков. М.: Медицина, 1981. 14 с.
3. *Маргунская В.А.* Болезни височно-нижнечелюстного сустава. Минск: МГМИ, 2000. 34 с.
4. *Наумов С.П.* Жизнь животных. Млекопитающие или звери. Т. 6. М.: Просвещение, 1971. С. 599–600.
5. *Фридман Э.П.* Приматы. М.: Наука, 1979. С. 191–192.
6. *Фридман Э.П.* Моя энциклопедия приматов. М.: Бослен, 2009. С. 277–278.
7. Сайт: CBS Evening News. Planet Of No Apes? Experts Warn It's Close (https://www.cbsnews.com/news/planet-of-no-apes-experts-warn-its-close/).
8. *Cooper J.E., Hull G.* Gorilla Pathology and Health: With a Catalogue of Preserved Materials. San Diego: Elsevier Science Publishing Co Inc, 2017. P. 465–466.

REFERENCES

1. Weber M. *Primates*. P. 227 (Moscow: Biomedgiz, 1936) (in Russian).
2. Kasparova N.N., Kolesov A.A., Vorobyov Yu.I. *Disease of the temporomandibular joint in children and adolescents*. P. 14 (Moscow: Medicine, 1981) (in Russian).
3. Margunskaya V.A. *Diseases of the temporomandibular joint*. P. 34 (Minsk: MGMI, 2000) (in Russian).
4. Naumov S.P. Life of animals. *Mammals or beasts*. **6**, 599–600 (Moscow: Proswescenie, 1971) (in Russian).
5. Friedman E.P. *Primates*. P. 191–192 (Moscow: Nauka, 1979) (in Russian).
6. Friedman, E.P. *My primate encyclopedia.* P. 277–278 (Moscow: Boslen, 2009) (in Russian).
7. *CBS Evening News.* Planet Of No Apes? Experts Warn It's Close (https://www.cbsnews.com/news/planet-of-no-apes-experts-warn-its-close/).
8. Cooper J.E., Hull G. *Gorilla Pathology and Health: With a Catalogue of Preserved Materials*. P. 465–466 (San Diego: Elsevier Science Publishing Co Inc., 2017).

УДК 908

РУССКИЙ СЕВЕР НА РУБЕЖЕ XIX–XX ВЕКОВ ПО МАТЕРИАЛАМ ФОТОАРХИВА МУЗЕЯ ЗЕМЛЕВЕДЕНИЯ МГУ

Ю.И. Максимов, А.Б. Мамбетова, Т.Г. Смурова[1]

Статья продолжает серию публикаций, рассказывающих о результатах изучения фотоколлекции, собранной Д.Н. Анучиным в конце XIX – начале XX вв. и хранящейся в настоящее время в Музее землеведения МГУ. На этот раз объектом изучения стал Русский Север. Рассматриваются фотографии из различных уголков Архангельской губернии: Архангельска, Соловецких островов, Новой Земли, Кольского полуострова. У большинства этих снимков известен автор – фотограф, путешественник, общественный деятель, городской глава Архангельска Яков Лейцингер (1855–1914). Его работы имеют высокую художественную и историческую ценность и в наши дни. По старым фотографиям можно установить важные исторические факты, сравнить прошлое и современность, проследить, как менялась жизнь северных земель, природа и архитектура, как развивалась экономика Архангельской губернии, быт коренных народов Севера и приезжающих сюда людей.

Ключевые слова: *фотоархив, история России, экспедиции, Русский Север, Архангельская губерния, Д.Н. Анучин, Я.И. Лейцингер, А.П. Энгельгардт, А.А. Борисов.*

THE RUSSIAN NORTH AT THE TURN OF 20TH CENTURY IN THE PICTURES OF THE PHOTOARCHIVE OF THE EARTH SCIENCES MUSEUM

Yu.I. Maksimov[1], PhD, A.B. Mambetova[2], T.G. Smurova[1]
[1] Lomonosov Moscow State University (Earth Science Museum),
[2] Adult Education Center, Dobroye, Lipetsk Oblast

The article continues the series of publications investigating the photography collection made up by D.N. Anuchin at the turn of 20th century. Nowadays the collection is stored in the MSU Earth Sciences Museum. The present article deals with the Russian North. The authors studied photographs from different parts of the Arkhangelsk Governorate such as Arkhangelsk, the Solovetsky Islands, Novaya Zemlya, the Kola Peninsula. The most part of the photographs were taken by Yakov Leizinger (1855–1914), photographer, traveler, social activist and then head of Arkhangelsk. The photographs by Leizinger were widely republished both in Russia and abroad. Nowadays Leizinger's works are of great artistic and historical value as they are highly detailed even in comparison with modern high-resolution digital images. The photographs by Leizinger enable us to establish important historical facts, compare the past and the present. With the help of the photographs it is also possible to trace the changes in the lives of people of the Russian North (both native tribes and newcomers) and the development of the economics of the Arkhangelsk Governorate, and understand how local architecture and nature used to look like.

Keywords: *photoarchives, Russian History, expeditions, Russian North, Arkhangelsk Governorate, D.N. Anuchin, Ya. I. Leizinger, A.P. Engelhardt, A.A. Borisov.*

[1] Максимов Юрий Игоревич – к.э.н., с.н.с. Музея землеведения МГУ, *deforestation75@mail.ru*; Мамбетова Альфия Бекбулатовна – художник-педагог Центра дополнительного образования, с. Доброе, Липецкая область, *agulata@mail.ru*; Смурова Татьяна Геннадиевна – ведущий инженер Музея землеведения МГУ, *smurova.46@mail.ru*.

Введение. Открытие северных земель России – это тяжёлый путь преодоления и освоения новых территорий, путь испытания холодом, голодом, расстояниями. Освоение Русского Севера сыграло огромную роль в экономическом и стратегическом развитии России. Благодаря неустанному труду путешественников, учёных, исследователей наше государство получило доступ к освоению новых земель, богатым природным ресурсам, существенно расширило границы. История помнит имена замечательных людей, посвятивших себя Русскому Северу; это и люди науки – антропологи, биологи, географы, геологи, зоологи, экономисты, этнографы, и отважные путешественники – мореплаватели, искатели приключений, и меценаты, которые занимались организацией, оснащением и финансированием арктических экспедиций.

Исследователи Русской Арктики запечатлели свои открытия не только в записях и документах, но и в различных изображениях новых земель – это эскизы, зарисовки, этюды художников, различные карты. Особую роль сыграла фотография, которая в XIX веке получила бурное развитие не только как технология, но и как новое искусство, быстро набирающее популярность.

Художники, фотографы, картографы были не только верными помощниками первопроходцев, но и сами смогли совершить удивительные открытия, показав миру огромные просторы, несметные богатства и необыкновенную красоту северных широт. Их деятельность всегда была сопряжена с опасностью и лишениями, но никто из них не терял веры в успех дела и неистощимый интерес к нему. Кроме нечеловеческой физической нагрузки, художники и фотографы испытывали на себе и другие трудности: как люди искусства, они должны были заботиться о сохранности и исправности сложного и хрупкого инвентаря. Например, аппаратура того времени не могла выдерживать большие минусовые температурные аномалии, да и заниматься живописью в условиях лютых морозов – тяжёлое испытание для художника. Фотография в России XIX века быстро набирала популярность, развивалась стремительными темпами, одна за другой открывались фотомастерские. Фотографии приобретали и для себя, в личный и семейный архив, и в научных целях, и для официальной хроники. Профессия фотографа стала востребованной, интересной. Однако не так много было смельчаков, которые могли бы производить натурную съёмку в трудных погодных условиях – на пронизывающем ветру, в стужу, на берегу замёрзшего океана, среди дикого безлюдного края.

В архиве Музея землеведения МГУ имеется коллекция фотоматериалов, собранных Д.Н. Анучиным в конце XIX – начале XX вв., насчитывающая более 3500 снимков. Снимки не только иллюстрируют исследования, но и представляют большой интерес с экономической, этнографической, географической точек зрения. Дмитрий Николаевич Анучин (1843–1923), выпускник физико-математического факультета Московского университета (1867) – известный русский антрополог, этнограф, археолог, географ, музеевед.

В Московском университете с приходом Анучина в 1885 г. было возобновлено, после 38-летнего перерыва, преподавание географии. Его по праву называют создателем русской университетской географической школы. Анучин Д.Н. воспитал целую плеяду учеников, основал и был редактором журнала «Землеведение» – периодического печатного издания Географического отделения Императорского общества любителей естествознания, антропологии и этнографии.

Фотоколлекция Анучина впервые была представлена в 1892 г. в Москве, в Историческом музее, в рамках географической выставки во время проведения XI Международного конгресса по доисторической археологии и антропологии. По окончании

выставки её материалы пополнили ранее созданный по инициативе Д.Н. Анучина Кабинет физической географии, а также послужили основой для создания Географического музея Московского университета. Анучин не просто собирал коллекцию фотографий, он активно пользовался ею как учёный и как преподаватель Московского университета, в котором в 1891 г. получил звание ординарного профессора кафедры географии и этнографии. Его коллекция «представляет собой собрание отдельных подборок и разрозненных фотоснимков, фоторепродукций и рисунков конца XIX – начала XX вв. географического и историко-этнографического содержания» [11, с. 94].

Судьба фотоархива МГУ имени М.В. Ломоносова драматична: часть архива была утрачена во время Великой Отечественной войны, когда бомба попала в здание Московского университета. Остатки коллекции передали Музею землеведения МГУ при его формировании в начале 1950-х гг. В то время Главное Здание МГУ на Ленинских (Воробьёвых) горах, на верхних этажах которого планировалась разместить музей, только строилось.

В настоящее время сотрудники Музея землеведения ведут работу над систематизацией собрания фотографий. В 2000-е гг. усилиями сотрудников Музея Л.Д. Семёновой, Т.Г. Смуровой, Т.Ф. Джобадзе была начата работа по спасению, реставрации и инвентаризации этого фотонаследия Д.Н. Анучина. «Были составлены краткие описи фотографий с привязками к географическим регионам и авторам (где это было возможно)» [9, с. 188]. Снимки упаковывались в специальные конверты. К сожалению, на многих снимках не указано ни местности, которую запечатлели фотографы, ни имён самих фотографов, ни дат снимков. В то же время на большинстве фото сохранились инвентарные номера Кабинета физической географии и Географического музея МГУ. В фотоколлекции имеются уникальные кадры, сделанные в разных местах, на разных широтах: пейзажи, портреты, архитектурные памятники, некоторые из которых сохранились только на фотографиях. Ранее в этом журнале публиковались статьи, посвящённые исследованию различных частей фотоколлекции Д.Н. Анучина [1, 6, 11].

Яков Иванович Лейцингер и его фотографии Архангельска. Часть коллекции занимают фотографии известного в XIX–XX вв. фотографа Я.И. Лейцингера. Эти фотографии славились не только хорошим качеством, но и художественной ценностью. Яков Иванович Лейцингер (1855–1914) – фотограф, путешественник, общественный деятель, родился в Вологодской губернии. Полный тёзка своего деда – Лейцингера Якоба Иоганна, швейцарского сыровара, приехавшего в Россию по приглашению для организации производства сыра, Яков Лейцингер с детских лет проявил себя как любознательный и деятельный человек. Ещё будучи гимназистом, юный Яков так увлёкся фотографией, что даже оставил учёбу, а после армейской службы открыл собственное фотодело в Вологде. Затем мастер переезжает в Архангельск, где также открывает собственный павильон, пристроив его к своему дому, а в 1884 г. получает исключительные права на фотосъёмки в городе и по всей губернии – в те времена на это надо было получить специальное разрешение. На фото Якова Лейцингера (рис. 1) изображена набережная Архангельска, дом Петра Великого.

Дом Петра Великого на набережной – это бревенчатый сруб, к которому был выстроен футляр. Со временем строение обветшало без должного внимания местных властей, и в 1934 г. его перенесли в музей-заповедник «Коломенское», который в 1960 г. вошёл в черту Москвы. Конечно же, в большей части от исторического внешнего вида практически ничего не осталось, и в настоящее время в Коломенском можно увидеть реконструированную копию здания.

Рис 1. Архангельск, дом Петра Великого на набережной.

Тонкий силуэт храма с острым шпилем наверху на набережной – это церковь Успения Пресвятой Богородицы. У этого строения не менее драматичная судьба. Храм был основан ещё в 1625 г., его стены помнят посещение самого Петра I. В 1920 г. церковь Успения Пресвятой Богородицы была упразднена, а в 1930-е гг. снесена. Но в 1990-е гг. храм отстроили заново, на месте старого фундамента: г. Архангельск, ул. Логинова, дом 1 [12].

На следующем архангельском фото Якова Лейцингера мы видим памятник Михаилу Васильевичу Ломоносову, сооружённый скульптором Иваном Петровичем Мартосом в 1826–29 гг. (рис. 2). Этот памятник оказался первым памятником великому русскому учёному-энциклопедисту, уроженцу земли Архангельской (деревня Денисовка, ныне деревня Ломоносово в составе сельского поселения Холмогорское), на его родине, в Архангельской губернии. Деньги на постройку памятника были собраны путём всероссийской подписки и составили 46 000 рублей [7] – средства предоставили люди разных сословий и обществ: учёные, военные, дворянство, а также внучка М.В. Ломоносова Софья Раевская; самый значительный вклад внёс Николай I. Отливка скульптуры была закончена в 1829 г., а в 1832 г. памятник установлен в Архангельске на месте, которое тогда называлось Ломоносовский луг. Торжественное открытие памятника состоялось 25 июня 1832 г. (по старому стилю), в день рождения Николая I. Преимущественно ему, а не М.В. Ломоносову, было посвящено большинство торжественных речей при открытии памятника. Среди документов, на основе которых Н.Е. Ермиловым был в 1889 г. подготовлен очерк «Памятник Ломоносову» [7], сохранилась лишь одна короткая речь епископа Георгия – образец провинциального красноречия тех времён. В его выступлении имена Петра I и Николая I были упомянуты по 4 раза, а имя М.В. Ломоносова – лишь 2 раза.

Время подтвердило, что Ломоновский луг представлял собой «крайне неудобное для памятника место: не говоря про то, что последний был удалён на 60 саженей в сторону от проспекта, к нему нельзя было подойти вследствие топкости почвы, на которой, по её низкому уровню, постоянно скоплялась вода, образуя непролазную грязь» [7, с. 189]. Поэтому в 1867 г. памятник перенесли на 150 саженей к северу, на площадь перед губернскими присутственными местами. В 1930 г. монумент был перенесён ещё раз и установлен на новом постаменте перед зданием Архангельско-

Рис. 2. Архангельск. Памятник М.В. Ломоносову.

го лесотехнического института (ныне Архангельский государственный технический университет).

Памятник выполнен в стиле позднего классицизма и является наиболее ранним из произведений монументальной скульптуры в Архангельске. Он представляет собой бронзовую скульптуру, поставленную на цилиндрический постамент из розового полированного гранита с вкраплениями серого цвета. Постамент, имеющий высокий цоколь и профилированный карниз, покоится на двухступенчатом пьедестале, сложенном из серых гранитных блоков. На постаменте с лицевой стороны помещена надпись: «Ломоносов 1829 год», с тыльной – «Перенесён в 1867 году и 1930 году».

Скульптура, венчающая памятник, изображает Ломоносова, одетого в античную тогу, в полный рост стоящего на полусфере. Учёный представлен без парика, с короткой стрижкой, что подчёркивает античный облик модели. Правая рука поднята, в левой он держит лиру, на которой изображён вензель императрицы Елизаветы. Лиру подносит Ломоносову гений, коленопреклонённый обнажённый юноша с крыльями. Об идее античного образа вспоминал сам скульптор И.П. Мартос: «Идею для составления моего монумента подала мне мысль, почитаемая лучшим творением Ломоносова, ода одиннадцатая “Вечернее размышление о Божием величестве при случае великого северного сияния”. Ломоносов представлен мною на северном полушарии для означения того, что он есть северный поэт. На полушарии награвировано имя Холмогор, место его рождения. Положение фигуры выражает изумление, которым поражён он, взирая на великое северное сияние. В восторге духа своего поэт желает воспеть величие Божие и принимает лиру, подносимую гением поэзии… Вензелевое на лире имя государыни императрицы Елисаветы Петровны означает, что Ломоносов был певец счастливого её царствования. Вышина стоящей фигуры Ломоносова 3 аршина 2 вершка; фигура гения в натуральную величину, а пьедестал в пропорцию против группы» [7, с. 176].

Следующий снимок показывает жизнь Архангельска как портового города. На фотографии «Архангельск. Перегрузка трески на Северной Двине: посолка и укладка» (рис. 3) ярко представлена жизнь северных промышленников. «Промышленниками» называли охотников, рыбаков – тех, кто «промышлял», то есть занимался добычей природных богатств щедрой северной земли. Только что с судна выгрузили прямо на дощатый настил у пристани богатый улов – треску. Рыбу обрабатывают тут же – две

женщины, подвязавшись фартуками, её разделывают, мужчины укладывают в большие деревянные бочки. Моряки, собравшиеся на борту прибывшего судна, и те, кто принимают улов на берегу, смотрят в объектив фотоаппарата, и только укладчик и женщины продолжают своё дело, лишь одна из них подняла на фотографа уставшее лицо.

Вся фотография словно пропитана морем: на заднем плане мы видим мачты прибывшего судна, реи с поднятыми парусами, ванты, устремлённые ввысь, и парусник, идущий вдалеке. Но это не романтическая картинка, это тяжёлые будни северодвинских промышленников.

«Значение Севера для России было оценено ещё Петром Великим. Он три раза посетил Архангельск, и принятые им меры имели последствием быстрое развитие торговли, промыслов и судоходства» [13, с. 3] – писал губернатор Архангельской области Александр Платонович Энгельгардт (1845–1903), который в 1885 г. пригласил Якова Лейцингера в экспедицию по отдалённым уездам Архангельской губернии. Впоследствии фотографии, сделанные при посещении Кольского полуострова, Печоры, Мезени, Пинеги, Новой Земли, стали иллюстрациями книги Энгельгардта «Русский Север. Путевые записки». В ней можно увидеть удивительную природу северных земель, побережья Печенги, Кандалакши, Умбы, Колы, Княжьей Губы, а также быт, промыслы коренных народов – поморов, ненцев, саамов. И в других поездках, уже с другим архангельским губернатором, И.В. Сосновским, Я.И. Лейцингер выполнил фотографии Карелии, Печорского края, Ухты. И там его интересовал быт местных жителей – русских, ненцев, лопарей, коми.

Архангельская губерния была самой крупной в Европейской части Российской империи. Вот что пишет П.П. Семёнов-Тян-Шанский в «Географо-статистическом словаре»: «Архангельская губерния занимала северную часть Европейской России и почти всё европейское прибрежье Северного Ледовитого океана, от границ шведской Лапландии до пределов Сибири, и заключала в своих пределах Белое море, а также острова Вайгач и Новая Земля (площадь территории – 80 771 960 десятин)» [5, с. 136].

Фотографии Соловецких островов. Соловецкий монастырь был не только крупным религиозным центром, но и местом культурной жизни, где широко развивались искусства – живопись, иконопись. В Соловецком монастыре были даже свои фотографы, например, послушник Василий Сорокин, а также художник и фотограф Александр

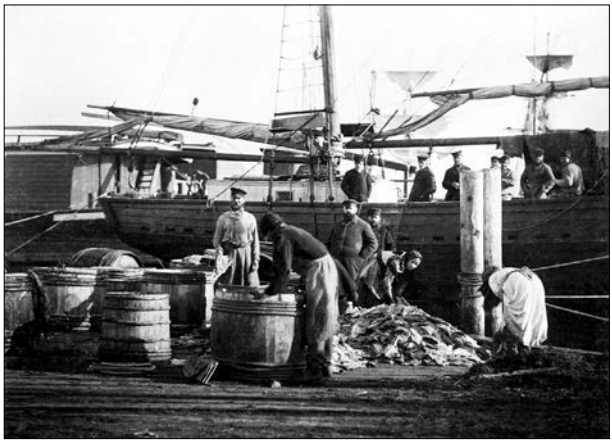


Рис. 3. Архангельск. Перегрузка трески на Северной Двине: посолка и укладка.

Вьюшин, которых упоминает Е.П. Бронникова в статье «Фотография в северных монастырях» [4]. Но фотографии Якова Лейцингера, сделанные на Соловецких островах, представляют собой особую ценность. Это не только внешний вид Соловецкого монастыря, быт его обитателей, местность, но и интерьеры святыни – библиотека, ризница, которые, к сожалению, в наши дни безвозвратно утрачены и их можно увидеть только на фотографиях мастера. Соловецкий цикл попал даже в коллекцию дома Романовых. Именно его снимки – качественные, высокохудожественные – являются достоверным историческим документом.

Художники Соловков были законодателями стиля, канонов. В эти места приезжали не только в поисках духовных истин, но и учиться высокому искусству. Здесь начинал свой творческий путь Александр Алексеевич Борисов (1866–1934), который впоследствии стал художником, воспевающим красоту и величие Арктики. Его картины и этюды вызывали большой интерес в мире искусства. Коллекцию его живописных произведений приобрёл для своей знаменитой галереи П.М. Третьяков. Но А.А. Борисов не ограничился изображением красот арктической природы, он стал экономистом, занимающимся решением проблем социально-экономического развития и транспортного освоения Крайнего Севера. «Север привлекал Борисова не только как художника и любознательного путешественника, но и как гражданина» [10, с. 28] – эти слова искусствоведа И.В. Назимовой справедливы будут и в адрес Я.И. Лейцингера.

Вот что пишет А.П. Энгельгардт: «12 июня 1895 года, на пароходе «Чижов» я отбыл из Архангельска, в сопровождении инспектора телеграфов, действительного статского советника Кормилева, телеграфных инженеров Новицкого и Менделеева, чиновника особых поручений Янушковского и фотографа Лейцингера. После 16-ти часов довольно бурного плавания мы подошли к Соловецким островам и остановились у пристани Соловецкого монастыря, где нас ожидал радушный приём, которым всегда отличалась эта гостеприимная обитель» [13, с. 3]

На следующем фото Я.И. Лейцингера мы видим не только великолепный ансамбль храмов и строений, но и отражение его в спокойной глади воды (рис. 4). А.А. Борисов так вспоминал свои годы учёбы на Соловецких островах: «После природы родных лесов Вологодской губернии, наибольшее впечатление произвели на

Рис. 4. Соловецкий монастырь с моря.

Рис. 5. Соловецкий монастырь. Секирная гора.

меня льды и белые ночи Соловецкие и, может быть, по этой причине меня всегда тянуло на север, хотя и до того рассказы и описания полярных путешествий не давали душе моей покоя» [3, с. 4]

На другом фото Я.И. Лейцингера мы видим Секирную гору (рис. 5) – холм высотой более 70 метров, находящийся на северо-западе Соловецкого острова, между озёрами Подсекирное с западной стороны и Долгое – с восточной. На горе расположен Вознесенский скит Соловецкого монастыря, главным храмом которого является трёхъярусная одноглавая церковь-маяк на Секирной горе – Церковь Вознесения Господня. К скиту ведёт лестница от дороги, а с вершины горы открывается замечательный вид на северную часть Соловецкого острова.

Секирная гора получила своё название согласно легенде – рыбаки со своими жёнами, поселившиеся у подножья горы, пытались изгнать братию из этих мест, оскорбляя и высмеивая послушников. Тогда явившиеся ангелы высекли жену рыбака, после чего никто, кроме иноков, не осмеливался заводить поселения.

Коренные народы Севера на фотографиях Лейцингера. На фотографиях Я.И. Лейцингера часто можно видеть самоедов – коренных жителей Крайнего Севера. Кто они, самоеды? Вот что пишет Энгельгардт: «Название «самоедов», или «самояди», ещё в XI веке было известно русским. Существует несколько толкований слова «самоед»; некоторые производят его от «сам един» – дословный перевод самоедского «хасово», то есть человек, живущий уединённо; другие видят корень этого слова в лапландском «сааме». Лапландцы называют себя «Саме» или «Самбе», а землю свою «Самеядна» [13, с. 232–233].

На фото (рис. 6), подписанном «Восточное побережье Архангельской губернии. Чумы мезенских самоедов запечатлён повседневный быт самоедов: большой семьёй расположились они у своих чумов, сложенных из жердей и покрытых оленьими шкурами. Мужчины, женщины с маленькими детьми на руках одеты в тёплые национальные костюмы – меховые шапки-самоедки, шубы – малицы и совики, сшитые из оленьих шкур сапоги. Рядом стоят большие сани – нарты, и тут же мы видим невысокого северного оленя – главное богатство самоедов. Оленей запрягали в сани, оленину употребляли в пищу, шкуры животных использовали для строительства чумов и шили одежду и обувь. Слева стоят несколько мужчин – это не самоеды, вероятно – русские или зыряне. Охотники, рыбаки, путешественники и учёные, приезжая в эти места, облачались в тёплую национальную одежду.

В книге исследователя Арктики, художника А.А. Борисова «В стране холода и смерти» мы находим следующее наблюдение: «Самоеды вообще чрезвычайно гостеприимны. Когда попадает путешественник к ним, то они тащат на стол всё, что у них есть самое лучшее – белый хлеб, коровье масло, которое они считают лучшим лаком-

Рис. 6. Восточное побережье Архангельской губернии. Чумы мезенских самоедов.

ством в мире, водку и проч. Если это случается в тундре, далеко от берега моря и нет дров для того, чтобы вскипятить чайник и сварить "котёл", как говорят самоеды, то они выбирают сани, которые похуже, и рубят их на дрова» [2, с. 62].

На фото (рис. 7) мы видим самоеда в традиционной одежде жителя Заполярья – малице, сидящего на нартах, с длинным шестом в руках, чтобы управлять собаками. Ездовые собаки – верные спутники самоедов, спокойно и невозмутимо ждут поездки по бескрайней ледяной пустыне.

Посреди новоземельского белого безмолвия, рядом с чумом, на санях, подвернув под себя ногу, восседает мужчина в малице с откинутым капюшоном. В руках он держит длинный шест. Взгляд – спокойный, направлен прямо в объектив. Внимание привлекают здесь именно собаки в центре композиции – пушистые, большие, они запряжены в сани. Собака на переднем плане смотрит прямо на нас – вместе со своим хозяином она смотрит почти таким же пристальным взглядом на фотографа. Рядом две собаки, сблизив морды, будто ведут между собой разговор. Четвёртая собака смотрит вдаль, словно ожидая продолжения путешествия. Всё в этой фотографии говорит о настоящей повседневной жизни, об удивительном спокойствии неторопливого ритма одного дня из жизни самоеда.

Рис. 7. Новоземельский самоед.

Свои впечатления о езде на собаках оставили А.П. Энгельгардт и А.А. Борисов. А.П. Энгельгардт вспоминает: «Самоеды на Новой Земле не держат ручных оленей, так как с ними пришлось бы всё время перекочёвывать с места на место для пастьбы, а потому, для переезда по острову им служат исключительно одни собаки, которые впрягаются или, лучше сказать, привязываются верёвками к обыкновенным самоедским саням, какие употребляют самоеды для переездов на оленях по тундрам Мезенского и Печорского уездов; в сани впрягается обыкновенно 10–12 собак. Пока усаживаешься в эти крайне неудобные санки, собаки стоят смирно, но, как только возница возьмёт в руки свою длинную палку, которою он указывает им направление и в то же время немилосердно бьёт тех, которые в чём-нибудь провинятся, все сразу вскакивают, и стремглав, кусая друг друга и повиливая хвостами, с лаем бросаются в указанном направлении и несутся вперёд, не смотря ни на камни, ни на рытвины, или пригорки; версты две-три, затем лай постепенно смолкает, хвосты перестают вилять и опускаются – и дальнейший путь уже продолжается уверенною рысцою» [13, с. 177–179]. А вот что не без иронии замечает А.А. Борисов в книге «В стране холода и смерти»: «Езда на собаках вообще чрезвычайно трудна и неприятна. Во время езды под гору они несутся словно ошалевшие и всегда норовят наскочить на какой-нибудь камень или выступ скалы, чтобы сломать сани. Воз опрокинется и сани – вдребезги. Тогда собаки останавливаются и стоят, облизываясь, и морды у них в это время такие лукавые, точно они смеются над хозяином» [2, с. 66].

Фотографии порта Александровский. На рис. 8 запечатлён исторический момент: 24 июня 1899 г., как гласит надпись на паспарту – день основания города Александровска Архангельской губернии (ныне город Полярный Мурманской области): открытие порта в Екатерининской гавани. Снимок сделан с высоты, и зрителю открывается потрясающий вид на саму гавань, прибрежные горы, уходящие в туманную дымку вдали, и прибывающие суда.

На праздник открытия в присутствии Великого князя Владимира Александровича и многочисленных гостей прибыли: крейсер «Светлана», военный гидрографический пароход «Пахтусов», крупнейшие пароходы Товарищества Архангельско-Мурманского срочного пароходства, норвежский броненосец «Торденшельд», пароход научно-промысловой экспедиции «Андрей Первозванный» и другие суда. На панорамном

Рис. 8. Порт Александровск (24 июня 1899 г.).

фото видно, что строительство не завершено: на всём пути к гавани можно увидеть огромное количество доставленных для строительства длинных брёвен в таком количестве, что складывается впечатление, будто это большая дорога, вымощенная ровными полосками древесины.

Можно сказать, что увиденное на фотографии – результат пятилетней работы: в 1894 г. была организована экспедиция министра финансов Сергея Юльевича Витте (1849–1915) для исследования Мурманского побережья и поиска там подходящей гавани для основания в ней центральной военно-морской базы. В этой экспедиции участвовал в качестве художника и фотографа А.А. Борисов. Совместными усилиями участников экспедиции была выбрана Екатерининская гавань, где по распоряжению Николая II в 1896 г. началось строительство порта Александровский и города Александровск.

Фотографии порта Александровский в Екатерининской гавани уже рассматривались в статье «История России по материалам фотоархива Музея землеведения МГУ: Порт Александровский» [11], но объём журнала не позволил поместить тогда все фотографии. Поэтому мы рассматриваем здесь те снимки, которые не были включены в статью.

На рис. 9 запечатлён тот же порт Александровск перед знаменательным днём открытия, здесь мы уже видим постройки нового поселения: амбар, гостиница, храм. По воде прибывают к пристани лодки и большие суда.

Это уникальное строительство было полностью профинансировано государством и успешно завершилось благодаря энергии и усилиям министра финансов С.Ю. Витте и губернатора А.П. Энгельгардта. Строительство порта, как и в целом освоение Кольского полуострова, было важной стратегической задачей по установлению и защите границ России, укреплению государственности.

Заключение. Кроме уникальных фотографий, Яков Иванович Лейцингер оставил после себя добрую память и как общественный деятель. В Архангельске он был начальником вольного пожарного общества и за значительные заслуги на этом поприще награждён орденом святой Анны и почётной пожарной каской. На службе в Архангельской городской думе принимал участие в улучшении городского хозяйства, заботился о сохранении и приумножении государственной казны, опекал Архангельский публичный музей. В 1903 г. Я.И. Лейцингер был избран городским головой. Остава-

Рис. 9. Порт Александровский перед открытием 24 июня 1899 г. Вид сверху.

ясь в этой должности до самой смерти в 1914 г., он стал образцом подвижничества, истинного служения народу: с неутомимой энергией строил школы, амбулатории с приёмным покоем, водопровод, проводил работы по благоустройству города, начал строительство городской электростанции и трамвайных путей. Трамвайное движение в Архангельске открылось в 1916 г. и существовало до 2004 г. А в 2008 г. Архангельск окончательно лишился городского электротранспорта: вслед за трамвайным движением было закрыто и троллейбусное.

Фотографии Лейцингера неоднократно переиздавались не только в Архангельске [8], но и в Москве, и за рубежом. Его работы имеют высокую художественную и историческую ценность и в наши дни. Во многих музеях страны и мира бережно хранятся эти уникальные документы того времени, которые рассказывают нам об интересных открытиях, исторических фактах, могут разрешить многие научные споры. Мы можем увидеть, как жили люди той эпохи, их быт, занятия, костюмы, традиции. «Условия жизни, близость моря, постоянные опасности при производстве морских промыслов выработали из наших поморов отважных моряков и смелых промышленников. Они не останавливаются перед далёкими, нередко опасными плаваниями по океану на своих судах, построенных домашними средствами, – то за морским промыслом на Мурман, к Новой Земле и даже к Шпицбергену, то с торговыми целями в Норвегию, Англию и С.-Петербург» [13, с. 42].

Фотоархив Музея Землеведения МГУ – это уникальная коллекция ценных исторических документов, свидетельствующих в том числе и о великих открытиях Русского Севера. Много из того, что мы видим на фотоснимках, уже не сохранилось в наши дни. Здесь можно увидеть дикую природу Арктики, людей, населяющих эти земли, их занятия, условия жизни, проследить историю освоения и развития региона. Фотографии, сделанные Я.И. Лейцингером более ста лет тому назад, и сейчас, во времена цифровых технологий, отличаются высокой степенью детализации, имеют большое научное и художественное значение и позволяют увидеть важные подробности, эмоции, состояние запечатлённого момента, с их помощью можно восстановить, реконструировать потерянное и забытое спустя годы.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Алексеева Л.В., Джобадзе Т.Ф.* История России по материалам фотоархива Музея землеведения МГУ: Шпицберген // Жизнь Земли. 2017. 39 (3). С. 296–310.

2. *Борисов А.А.* В стране холода и смерти. СПб, 1909. 68 с.

3. *Борисов А.А.* У самоедов. От Пинеги до Карского моря. СПб, 1907. VI. 104 с.

4. *Бронникова Е.П.* Фотография в северных монастырях // История Отечества. Святые и святыни Русского Севера: Сборник статей / Отв. ред. архим. Трифон (Плотников). Архангельск: Поморский ун-т, 2006. С. 73–76.

5. Географо-статистический словарь Российской империи / Составитель П.П. Семёнов. Том 1. Тип. Безобразова и комп. СПб, 1863. VIII. 716 с.

6. *Джобадзе Т.Ф., Максимов Ю.И.* Экспедиции Д.Н. Анучина к истокам Волги и Западной Двины в 1894–95 гг. (по материалам фотоархива Музея землеведения МГУ) // Жизнь Земли. 2017. 39 (4). С. 444–457.

7. *Ермилов Н.Е.* История сооружения памятника Ломоносову в Архангельске // Исторический вестник. 1889. 36 (4). С. 174–189.

8. *Лейцингер Я.И.* Соловки. 1888 г.: фотоальбом / Сост. Е.П. Бронникова. Архангельск: Правда Севера, 2005. 136 с.

9. *Ливанцова С.Ю., Джобадзе Т.Ф., Максимов Ю.И.* Исследование и каталогизация фотоколлекции Дмитрия Николаевича Анучина в Музее землеведения МГУ имени М.В. Ломоносова // Музей в научно-образовательном процессе: сборник статей / Отв. ред. М.И. Бурлыкина. Сыктывкар: Изд-во СыктГУ, 2015. С. 187–193.

10. *Назимова И.В.* Александр Алексеевич Борисов. Жизнь и творчество. Архангельск: Архангельское книжное издательство, 1959. 60 с.

11. *Смурова Т.Г., Джобадзе Т.Ф., Снакин В.В.* История России по материалам фотоархива Музея землеведения МГУ: Порт Александровский // Жизнь Земли. 2016. 38 (1). С. 92–102.

12. Успенский храм. Архангельск (http://www.uspensky29.ru/).

13. *Энгельгардт А.П.* Русский Север: Путевые записки. СПб: Издание А.С. Суворина, 1897. 258 с.

REFERENCES

1. Alekseeva L.V., Dzhobadze T.F. History of Russia through photoarchive materials of the Earth Sciences Museum of MSU: Spitsbergen. *Zhizn' Zemli*. **39** (3), 296–310 (2017) (in Russian).

2. Borisov A.A. *In the Land of Cold and Death*. 68 p. (St.-Petersburg, 1909) (in Russian).

3. Borisov A.A. *The Samoyeds. From Pinega to the Kara sea*. 104 p. (St.-Petersburg, 1907) (in Russian).

4. Bronnikova E.P. Photo in the northern monasteries. *The history of Homeland. Saints and Shrines of the Russian North:* the collection of articles . Ed. by archimandrite Trifon (Plotnikov). 73–76. (Arkhangelsk: Pomorskiy universitet, 2006) (in Russian).

5. *Geographical and statistical dictionary of the Russian Empire*. Comp. by P.P. Semyonov. V. 1. 716 p. (St.-Petersburg, 1863) (in Russian).

6. Dzhobadze T.F., Maksimov Yu.I. Expeditions of D.N. Anuchin to the sources of the Volga and Zapadnaya Dvina in 1894– 95 (through Photoarchive materials of the Earth Sciences Museum of MSU). *Zhizn' Zemli*. **39** (4), 444–457 (2017) (in Russian).

7. Ermilov N.E. The History of the construction of the monument to Lomonosov in Arkhangelsk. *Historical Herald*. **36** (4), 174–189 (1889) (in Russian).

8. Leizinger Ya.I. Solovki. 1888: photo album. Comp. by E.P. Bronnikova. 136 p. (Arkhangelsk: Pravda Severa, 2005) (in Russian).

9. Livantsova S.Yu., Dzhobadze T.F., Maksimov Yu.I. The study and cataloging of the photographic collection of Dmitry Anuchin at the Earth Sceience Museum. *Museum in the scientific and educational process.* Ed. by M.I. Burlykina. P. 187–193 (Syktyvkar: Izdatel'stvo SyktGU, 2015) (in Russian).

10. Nazimova I.V. *Alexander Alekseevich Borisov. Life and art.* 60 p. (Arkhangelsk: Arkangel'skoye knizhnoe izdatel'stvo, 1959) (in Russian).

11. Smurova T.G., Dzhobadze T.F., Snakin V.V. History of Russia based on the materials of the photo archive of the Earth Science Museum: Port Aleksandrovsky. *Zhizn' Zemli*. **38** (1), 92–102 (2016) (in Russian).

12. *Uspenskiy Church. Arkhangelsk* (http://www.uspensky29.ru/) (in Russian).

13. Engelhardt A.P. *Russian North: Travel Notes.* 258 p. (St.-Petersburg: Izdanie A.S. Suvorina, 1897) (in Russian).

ВЕСТИ ИЗ МУЗЕЕВ

УДК 069 (051)

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ СЛЕД ЧЕЛОВЕКА: СОВМЕСТНАЯ ВЫСТАВКА МУЗЕЯ ЗЕМЛЕВЕДЕНИЯ МГУ И МУЗЕЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ СГТУ

А.В. Иванов, В.В. Снакин, И.А. Яшков, А.В. Сочивко[1]

В Музее землеведения МГУ открылась выставка «Геологический след человека» по результатам научно-просветительских экспедиций «Флотилия плавучих университетов». Итоги экспедиций позволяют говорить об их эффективности как механизме развития системы вузовских музеев, пополнения учебных и научных коллекций, создания на основе собранных материалов новых экспозиций по междисциплинарным проблемам. Очередная совместная выставка Музея землеведения МГУ имени М.В. Ломоносова и Музея естествознания Саратовского государственного технического университета им. Ю.А. Гагарина посвящена геоэкологической истории урбосистем и сетей поселений Поволжья в контексте землеведения. Доставленные из экспедиции экспонаты позволили сформировать четыре основных раздела: «Начальная структурно-функциональная степень преобразования вещества литосферы человеком», «Получение новых строительных материалов посредством глубокой переработки георесурсов», «Формирование урбосферы как предельной стадии воздействия человека на геологический субстрат» и «Переработка вещества литосферы в промышленных зонах».

Ключевые слова: *музейная деятельность, экспедиция «Флотилия плавучих университетов», землеведение, геология, геоэкология, урбанистика.*

GEOLOGICAL TRACES OF HUMANS – A JOINT EXHIBITION ON THE RESULTS OF THE EXPEDITION “FLOATING UNIVERSITIES FLEET”

A.V. Ivanov[1], PhD, V.V. Snakin[2,3], Dr. Sci (Biol.), I.A. Yashkov[1], PhD , A.V. Sotchivko[2]

[1] Yuri Gagarin State Technical University of Saratov

[2] Lomonosov Moscow State University (Earth Science Museum),

[3] Institute of Basic Biological Problems of Russian Academy of Sciences

[1] Иванов Алексей Викторович – к.г.-м.н., заведующий кафедрой геоэкологии и инженерной геологии, научный руководитель Музея естествознания Саратовского государственного технического университета имени Ю.А. Гагарина, *yashkovia@mail.ru*; Валерий Викторович Снакин – д.б.н., профессор, зав. сектором Музея землеведения МГУ; зав. лабораторией ландшафтной экологии Института фундаментальных проблем биологии РАН, *snakin@mail.ru*; Яшков Иван Александрович – к.г.н., доцент кафедры геоэкологии и инженерной геологии Саратовского государственного технического университета имени Ю.А. Гагарина, *yashkovia@mail.ru*; Сочивко Андрей Владимирович – художник Музея землеведения МГУ, *sotchivko@gmail.com*.

The results of the scientific and educational expeditions titled Floating Universities Fleet allow us to say that they proved to be effective in the development of the system of university museums. The joint work of the staff of the Earth Science Museum (Lomonosov Moscow State University) and of the Natural History Museum (Yuri Gagarin State Technical University of Saratov) in the field resulted in the expansion of the educational and scientific collections and in the creation of new exhibitions based on the collected materials. One of the most profound forms of cooperation between the two museums, resulting from the joint expedition activities, is the development of original inter-museum exhibitions on interdisciplinary problems. Another, developed as a result of the joint expedition, is a joint exhibition entitled Geological Traces of Humans. Geoecological History of Urban Systems and Settlement Networks of the Volga Region. The exhibition is devoted to the problems of the evolution of the urban sphere (urban systems and settlement networks) in the context of land studies. The exhibits collected on the expedition made it possible to form four main sections: The Initial Structural and Functional Degree of Transformation of the Lithosphere Substance by Humans, Obtaining New Construction Materials through Deep Processing of Geological Resources, Formation of the Urban Sphere As the Ultimate Stage of Human Impact on the Geological Substrate, and Processing of the Lithosphere Substance in Industrial Zones.

Keywords: *museum activity, expedition Floating Universities Fleet, natural history, geology, geoecology, urbanistics.*

Проект «Флотилия плавучих университетов». Опыт проведения экспедиций «плавучих университетов» в акваториях с главным принципом «обучение через исследования», как известно, насчитывает более четверти века (основоположником такой формы в России является МГУ имени М.В. Ломоносова) [11, 13]. «Научно-просветительская» форма «плавучего университета» предложена Саратовским государственным техническим университетом им. Ю.А. Гагарина (СГТУ). Основной особенностью такой экспедиции является гармоничное сочетание научных исследований, процесса обучения и просветительской работы с населением по пути следования [7]. Экспедиционный процесс совмещается с научно-образовательными и научно-просветительскими мероприятиями: непосредственно на борту научно-исследовательских судов, в полевых маршрутах и лагерях, в неформальной обстановке проходит постоянное общение и сотворчество известных российских учёных, студентов вузов, молодых учёных – победителей экологических конкурсов, школьников – юных экологов, а также жителей сёл и городов. По мере продвижения экспедиции участниками совместно осуществляются разнообразные формы исследовательской и просветительской работы: лектории, мастер-классы, мини-конференции и круглые столы, полевые экскурсии, полевые лабораторные практикумы, геодезические измерения, эколого-хозяйственные обследования и т. д.

Привлекательным элементом данного проекта является сочетание в полевых условиях самых разнообразных форм общения учёных, студентов, школьников и различных групп местного населения; приглашение всех желающих к участию в плановых полевых исследованиях учёных, учебных и производственных практиках студентов, стажировка молодых учёных. Объединяющей основой стала землеведческая и экологическая тематическая направленность проекта в целом и маршрутная система, выстроенная по принципу максимального охвата уникальных экосистем, особо охраняемых природных территорий, объектов геонаследия, геоэкологических точек наблюдения, историко-экологических объектов и т. д. Организаторы и участники экспедиции изначально позиционируют систему совместных действий не просто как серию экспедиционных маршрутов, а как маленький этап жизни частицы своих «настоящих

университетов» с их высокой миссией интеллектуального посыла в общество, особым отношением к академическим свободам и традициям, популяризацией науки.

В последние годы СГТУ совместно с Музеем землеведения МГУ и другими научно-образовательными центрами страны организована серия научно-просветительских экспедиций по Среднему и Нижнему Поволжью, а также Прикаспию и Дону, причём в 2017 г. впервые применён формат «Флотилии плавучих университетов» [5]. Волго-Каспийская «Флотилия», работая на базе ряда научно-исследовательских судов и полевых маршрутных автомобилей, включила в себя «Гагаринский плавучий университет» (Саратов), «Волжский плавучий университет» (Волгоград), «Каспийский плавучий университет» (Астрахань), «Плавучую кафедру эволюционной урбанистики ЮНЕСКО» (совместный проект СГТУ и кафедры ЮНЕСКО МГУ), а также «Плавучую научно-художественную школу» и «Плавучую университетскую библиотеку». В 2018 г. «Флотилия плавучих университетов» пополнилась «Плавучим геоэколого-социологическим центром» (проект ВШЭ и СГТУ, Москва–Саратов), «Плавучим научным кафе», «Плавучей телевизионной школой» и даже «Плавучим научно-историческим театром» (проект театральной мастерской «Грани» с целью постановок о деятельности Больших Академических экспедиций). Апробирован также оригинальный проект «Объединённый плавучий университет В.И. Вернадского», организованный Ассоциацией «Объединённый университет имени В.И. Вернадского», включающей Тамбовский ГТУ, Крымский ФУ, Липецкий ГТУ и др. – всего 15 организаций из 13 субъектов РФ.

Экспедиции изначально проводятся при поддержке Неправительственного экологического фонда имени В.И. Вернадского, Русского географического общества, сетевой кафедры ЮНЕСКО по изучению возникающих глобальных и этических вызовов для больших городов и их населения факультета глобальных процессов МГУ имени М.В. Ломоносова, Ассоциации «Объединённый университет им. В.И. Вернадского» и являются мероприятием «Всероссийского фестиваля науки». Экспедиции дали значительные разносторонние результаты: собран разнообразный фактический материал по всем запланированным направлениям научных исследований, итоги доложены на многочисленных конференциях, студентами получены оригинальные навыки, защищены отчёты по учебным и производственным практикам, выполнены курсовые и выпускные квалификационные работы. После завершения активной полевой фазы экспедиций проводится активная обработка собранного фактического материала. Научные наработки внедряются в аудиторный учебный процесс.

Особое внимание при организации и проведении экспедиций изначально уделялось музейной деятельности благодаря тесному сотрудничеству Музея естествознания СГТУ и Музея землеведения МГУ, а также эффективным контактам с представителями музейного сообщества регионов, через которые следовали экспедиционные маршруты. В организационном плане были применены следующие новшества: а) организация совместных сборов сотрудниками Музея землеведения МГУ и Музея естествознания СГТУ непосредственно в полевых маршрутах по заранее согласованной программе (геолого-минералогические, палеонтологические, энтомологические, историко-урбанистические артефакты для учебных и экспозиционных коллекций, а также обменного фонда); б) привлечение к кратковременному участию в экспедиционных маршрутах сотрудников иных музеев для совместных работ на конкретных известных объектах и местонахождениях; особенно продуктивно такое сотрудничество состоялось с Вольским музеем краеведения, Музеем села Белогорское, Музеем СамГТУ, Самарским областным историко-краеведческим музеем, Музеем Богдинско-Баскунчакского заповедника и др.; в) изучение в процессе

экспедиций землеведческих экспозиционных и фондовых коллекций вузовских, а также районных и областных краеведческих музеев; г) сотрудничество с краеведами, коллекционерами-любителями и объединениями юных геологов и экологов [4].

Результаты экспедиций в части развития вузовских музеев оказались весьма разнообразными. Многие собранные артефакты заняли достойное место в учебных и экспозиционных коллекциях вузовских музеев, были пополнены объекты «лаборатории юного натуралиста» в Музее естествознания СГТУ, созданные для активной деятельности посетителей («палеонтологическая песочница», «глобальная осыпь» и др.). Артефакты крупных размеров и значительной массы расположены в системе микропарков Музея естествознания СГТУ. Процесс совместного поиска, отбора и погрузки материалов для музеев привлекал внимание журналистов и украсил ряд телевизионных репортажей, газетных и интернет-статей, а также научно-популярные фильмы об экспедициях из серии «Путешествие по волжским берегам». Специально разработаны и оформлены на экспедиционных материалах ряд тематических коллекций по энтомологической, неотектонической, палеоэкологической и другим тематикам. Художественные и фотохудожественные произведения, созданные участниками «Плавучей научно-художественной школы», проиллюстрировали соответствующие экспозиции и украсили залы музеев. Более того, в разных городах, в различных научно-образовательных и интеллектуальных центрах по мере следования экспедиции постоянно организовывались временные выставки только что созданных картин и фотоэтюдов. По окончании экспедиций практика выставок продолжена: при Музее естествознания СГТУ открыта выставка работ фотохудожника А.М. Паничева (приглашённого профессора Волго-Каспийской Флотилии плавучих университетов, представляющего Тихоокеанский институт географии ДВО РАН и ДФУ, Владивосток); в Тамбове работает выставка картин художника Музея землеведения МГУ И.А. Исаева. Широкой общественности весь комплекс новаций концентрированно демонстрируется на специально разработанном мероприятии под названием «Дни флотилии плавучих университетов», которое состоялось дважды – в Саратове (2018) и Тамбове (2019).

Опыт создания совместных межмузейных экспозиций. Изначально в качестве одной из задач экспедиций объявлено индуцирование междисциплинарного взгляда представителей разных научных направлений на природные объекты и артефакты. Показательным примером междисциплинарного осмысления собранного материала научных фондовых коллекций может служить исследование полученного при изучении обширного костного материала из раскопанного в спелестологическом объекте захоронения млекопитающих, выполненное совместно палеонтологами и урбанологами [2]. Другим примером является изучение обширных сборов жерновов и молотильных камней (изготовленных, в частности, путём тёса «ракушняков» палеогенового возраста), выполненное совместно историками, географами и палеонтологами [10]. Такой подход дал свои плоды и применительно к музейной деятельности.

В музеях, участвовавших в различной мере в экспедиционных работах, создаются и проектируются экспозиции (выставки, отдельные витрины), отражающие оригинальную междисциплинарную проблематику и содержащие в своей основе экспонаты, собранные отрядами «Флотилии плавучих университетов». Так, в Музее землеведения МГУ модернизирована экспозиция «Среднее и Нижнее Поволжье» (ГЗ МГУ, 24 этаж). В Музее естествознания СГТУ подготовлены новые экспозиции: «Эволюция экосистем – палеоэкологический дайвинг», «Эволюционная урбанистика – от городищ до

урбосферы» (корпус 25, Центральный зал музея), «Синергетика геоэкосистем» (5 корпус), «Микропарк палеогенового периода» (дворовая территория 5 корпуса).

Также появляются *совместные экспозиции музеев*, среди которых можно назвать как действующие (совместные экспозиции Музея землеведения МГУ и Музея естествознания СГТУ, которые мы подробно рассмотрим ниже), так и находящиеся в пилотной стадии проектирования и проработки концепции (совместная экспозиция Музея Тамбовского ГТУ и Музея естествознания СГТУ «Эпизоды коэволюции биосферы и литосферы» – пилотный проект на пути к созданию «Научно-просветительского музея В.И. Вернадского» в Тамбове и совместная экспозиция Музея Мирового океана и Музея естествознания Саратовского ГТУ с рабочим названием «Древние «курильщики» океана Тетис» в Калининграде).

Наиболее глубоким и разносторонним на сегодняшний день представляется опыт совместной деятельности Музея землеведения МГУ и Музея естествознания СГТУ. Благодаря экспедициям 2015–18 гг. сотрудничество вышло на новый уровень, в т. ч. в деле создания межмузейных выставок и экспозиций. В последние годы развивается оригинальная совместная междисциплинарная экспозиция «Эволюция геоэкосистем Поволжья и Прикаспия: исследования региона в рамках проекта “Флотилия плавучих университетов”». Торжественное открытие выставки состоялось весной 2017 г. в Музее землеведения на 24 этаже Главного здания МГУ. Помимо информационных стендов об истории изучения Поволжья и Прикаспия (с особым вниманием к 250-летию Больших Академических экспедиций), научно-образовательной деятельности экспедиций и экологическом образовании студентов и школьников, в зале экспонируются ряд витрин с артефактами, собранными учёными и студентами университетов из более 20 городов России – участников экспедиций. В витринах и на подиумах представлены образцы, отражающие разнообразие геосистем, эволюцию экосистем, палеоэкологические особенности сообществ, опасные геопроцессы, а также аспекты экологической истории сети поселений. Данная совместная экспозиция презентована на Всероссийском фестивале науки на площадках МГУ и СГТУ. Она пользовалась большой популярностью у посетителей музея. Логичным итогом стало издание путеводителя и каталога экспозиции [8], презентованного на двух Всероссийских научных конференциях: «Наука в музее» (12–14 сентября 2018 г., Музей естествознания СГТУ) и «Наука в вузовском музее» (14–16 ноября 2018 г., Музей землеведения МГУ).

Перспективы сотрудничества музеев в формате экспедиции «Флотилия плавучих университетов» и постоянное появление новых оригинальных экспонатов позволили планировать дальнейшее развитие совместной экспозиции и её модернизацию, а также проектировать новые. В связи с этим был предложен ряд преобразований в музейном пространстве [3]. Коллекция «Палеоэкология и проявление глобальных биогеоценотических кризисов на территории современного Среднего и Нижнего Поволжья» и коллекция «Георазнообразие и геонаследие» из состава совместной экспозиции включены в основную экспозицию Музея землеведения МГУ, посвящённую Поволжью и Прикаспию (24 этаж ГЗ МГУ).

Коллекции «Опасные геопроцессы и неотектоника в развитии сетей поселений» и «Геоэкологическая история урбосистем и сетей поселений» существенно модернизированы и дополнены новыми экспонатами, доставленными последней экспедицией «Флотилия плавучих университетов. Дорога энциклопедистов» (2018), посвящённой 250-летию начала Больших Академических экспедиций. Эти материалы стали основой новой совместной выставки Музея землеведения МГУ и Музея естествознания СГТУ,

научная логика которой раскрывает обширную тематику исследования урбосферы в предметном поле землеведения, исторической геоэкологии сетей поселений и эволюционной урбанистики.

Концепция выставки. Обращение к урбанистической тематике не случайно. Её актуальность очевидна, и одним из традиционных направлений работы «Флотилии плавучих университетов» является именно эволюционная урбанистика [6]. Спектр изучаемых вопросов широк – от выражения истории поселений в геологической летописи и урботафономии до социальных трансформаций в сетях поселений. В этом направлении в составе экспедиции постоянно работает междисциплинарная научная группа, объединяющая разнообразных специалистов (от геологов до социологов) и позиционируемая как «Плавучая кафедра эволюционной урбанистики ЮНЕСКО» (совместный проект кафедры ЮНЕСКО по изучению глобальных проблем городов Факультета глобальных процессов МГУ и сетевой кафедры эволюционной урбанистики ЮНЕСКО СГТУ), «Плавучий геоэколого-социологический центр» (совместный проект СГТУ и Высшей школы экономики). Одной из задач научной группы является постоянный целенаправленный систематический сбор артефактов для вузовских музеев – учебных, научных, экспозиционных и фондовых коллекций, отражающих некоторую стадийность коэволюции урбосферы и литосферы.

Эти закономерности могут выглядеть следующим образом.

Стадия 1. Извлечённое литосферное вещество, фрагмент геологического тела (геообъекта) с последующей его механической обработкой. Вариантов использования всего два – создание «недвижимости» (кладка обработанных в различной степени глыб) или орудия труда (рабочие части примитивных механизмов). Самый древний в истории человечества вариант использования каменного материала, широко практикуемый и сегодня.

Стадия 2. Вещество литосферы извлекается и перерабатывается, будучи вовлечённым человеком в спланированные им физико-химические процессы. Появляются геоматериалы, неизвестные в природе с заданными свойствами (антропогенные минералы и горные породы). Расширяется спектр использования и технологические возможности. Накапливаются отходы, формирующие антропогенные геологические тела.

Стадия 3. Развитие поселения – урбосистемы. Новые материалы возвращаются в литосферное пространство в качестве элементов спелестологических объектов, антропогенные геологические тела достигают фациального и генетического разнообразия, превышающего таковое в природе до человека. Появляются антропогенные почво-грунты. Технологии взаимодействия техносферы с литосферой бурно развиваются – появляются обширные новые отрасли (например, геоинженерия), принципиально новые материалы и варианты их применения в геосреде (геоткани и др.). Эти тенденции ускоряются при эволюционной последовательности от городищ до мегаполисов и глобальной системы – урбосферы.

Концепция новой выставки предполагает учитывать следующие основные тематические аспекты [3].

«*Урбосфера как комплексная оболочка планеты*», эффектно отражающая глобальные проблемы взаимодействия геосфер. При кажущейся искусственности она обладает всеми особенностями и атрибутами «настоящей» планетарной оболочки: фрактальными границами, сетевой внутренней структурой, способностью реализации механизмов взаимодействия с другими оболочками (от «физических» до антропогенных: ноосфера, техносфера, семиосфера и др.) [1]. На наш взгляд, значительная часть урбанистической проблематики логически перекрывается с предметным полем такого междисциплинарного направления, как землеведение. Более того, землеведение, благодаря взаимодействию с урбанистикой, всё шире открывает области совместных интересов

с социологическим и культурологическим циклами наук. Урбосфера является ключевой гео-био-социосистемой, междисциплинарное изучение которой обеспечит основу для моделирования сценариев дальнейшего глобального развития человечества, его взаимодействия с природой. Представить обозначенные положения в музейном пространстве возможно не только посредством плакатной графики, но и комплексом артефактов (например, урботафономические ряды из геологических разрезов, отражающие связь развития урбосистем с природной цикличностью разного ранга – трансгрессивно-регрессивной, гляциально-интергляциальной, плювиально-аридной и др.).

«Геоэкологическая история поселений и взаимодействие геосфер». Определяющей проблематикой здесь, видимо, может быть роль геоса и биоса (биогеосистем и биогеоценозов) как первоначальной естественной матрицы на всех этапах развития урбосферы, изучение которой необходимо для решения практических задач современной урбанистики. При анализе значения геолого-геоморфологического субстрата (важнейшая роль которого в развитии городов убедительно показана начиная с классических работ Р. Леггета [15] полувековой давности), на первый взгляд, наблюдается снижение этой роли в эволюционной последовательности – от «пещерных» городов до проектируемых «летающих», однако оно кажущееся, поскольку механизмы взаимодействия геосфер в планетарном формате сложны, нелинейны и весьма слабо изучены. Важность изначальной природной основы для урбосферы можно показать в музейном пространстве, например, посредством раскрытия экологических функций литосферы [14]. Наиболее ярко комплексом артефактов можно выразить ресурсную экологическую функцию литосферы в геоэкологической истории сети поселений (разнообразные строительные материалы, дробящие и перетирающие технические устройства, образцы из разрезов различных урбофаций антропогенных отложений разных исторических эпох и т. п.).

«Опасные геопроцессы в развитии сетей поселений». Опасные процессы проявляются, как известно, комплексно во всех оболочках планеты посредством механизмов взаимодействия геосфер (например, известная нелинейная модель «разлом-ионосфера») [9]. Последствия проявления системы геоэкологических опасностей особо болезненны для человечества именно на урбанизируемых территориях. Иллюстрацией может являться раскрытие геодинамической экологической функции литосферы для сетей поселений и обострение связанных с этим проблем функционирования урбосистем. Опасные геопроцессы на урбанизированных территориях (оползневые, эрозионные, абразионные, карстово-суффозионные, сейсмогенные, формирование антропогенных геологических тел и др.) в музейном пространстве могут отображаться как каменным коллекционным материалом, так и фотографическими иллюстрациями чрезвычайных ситуаций.

Особым элементом выставки, развитие которого в перспективе возможно до самостоятельной экспозиции, может стать комплекс артефактов, отражающих тематику разнообразия антропогенных отложений и почвогрунтов-урбанозёмов как продуктов развития урбосферы и взаимодействия геосфер в её формате. В музейном пространстве это возможно представить через метафору *«человечество – соавтор каменной летописи урбосферы»*. Здесь возможно отражение таких интереснейших феноменов, как «память» почв и геосистем [12], а также геоэкософских вопросов – восприятие человеком природы как «храма или мастерской» и мн. др. Предлагается в перспективе оформить эволюционные ряды почвогрунтов, представив последовательно материалы из антропогенных отложений (и изменённых почв) поселений разных исторических эпох, а также «сукцессии» – последовательность материалов из разных зон развития урбосистемы (монолиты почвогрунтов с территорий поселений доставлены экспедицией).

Следует отметить потенциальную неисчерпаемость такой синтетической «урбанистическо-землеведческой» тематики и, следовательно, широкие логические и методические перспективы развития выставки.

Структура и содержание выставки. Согласно принятому плану работ Музея землеведения МГУ и Музея естествознания СГТУ в начале 2019 г. осуществлена разработка экспозиции «Геологический след человека. Геоэкологическая история урбосистем и сетей поселений Поволжья», подготовленной по итогам экспедиций «Флотилия плавучих университетов» в Поволжье и Прикаспии. Общеизвестно, что в этом обширном географическом регионе наиболее проявлены следы нескольких этапов активного развития сети поселений, которые условно можно представить как «ордынский», «немецкий» и «советский». Именно к ним приурочены экспонаты выставки.

Выставка встречает посетителя нестандартно. При входе в лифтовом холле 28 этажа ГЗ МГУ экспонируется на отдельном подиуме доставленный экспедицией «Флотилия плавучих университетов» молотильный камень (дробильный камень, зубчатка, гарман) производства немецких колонистов (~ середина 19 в.), выполненный из местного песчаника, насыщенного раковинной макрофауной (ныне заброшенное село Песчаное Саратовской области; ранее немецкая колония Marienberg, основанная в 1855 г.). Экспонат (рис. 1) рассказывает о технологически примитивном с позиции сегодняшнего дня использовании объекта литосферы для целей сельскохозяйственного производства. Как известно, до второй половины XIX в. зерно обмолачивалось вручную цепами, но позднее, в 40-х гг. изобрели зубчатый молотильный вал, приводимый в движение лошадью (оглобли крепились к оси, на которую нанизывалась зубчатка). В центре площадки ставился столб, вокруг которого укладывались снопы. Лошадь медленно ходила по кругу, зубчатка оббивала зерно, которое сгребали к центру площадки. Основной промысел по изготовлению зубчаток из палеогенового ракушечника находился в немецкой колонии Нижняя Добринка (бывш. Moninger, основанная в 1764 г.) на Волге; в окрестностях Уракова бугра сохранились каменоломни, исследованные экспедицией. Позднее, в конце XIX в. в Волгоградской области научились формовать зубчатки из бетона [10]. Таким образом, экспонат анонсирует выставку, основная часть которой размещена тремя этажами выше – в Ротонде (31 этаж ГЗ МГУ).

Рис. 1. Молотильный камень, выставленный в холле 28 этажа МЗ МГУ.

Архитектура и интерьер Ротонды позволили распределить экспозицию согласно кольцевой системе в виде последовательной серии расположенных в промежутках между колоннами, логически связанных основных подиумов с покатой на посетителя верхней плоскостью (и сопровождающих их горизонтальных боковых мини-подиумов). При таком расположении каждый тематический раздел (коллекция) занима-

ет свой сектор кольца. Общая логика движения посетителя в музейном пространстве предполагает его знакомство с последовательными стадиями возрастающей в процессе развития человечества трансформации им литосферного вещества.

Экскурсия по выставке начинается с рассмотрения раздела «*Начальная структурно-функциональная степень преобразования вещества литосферы человеком*». В нём представлены экспонаты: остатки подземного сооружения (коммуникации) из культурного слоя средневекового города Бельджамена – глыбы глауконитового плотного песчаника (коренное местонахождение местное, предполагаемый возраст палеогеновый) со следами тёса (севернее города Дубовка, Волгоградская область); глыба известняка-ракушняка из культурного слоя Самосдельского городища со следами обработки (коренное месторождение каменного материала расположено на п-ве Мангышлак в Казахстане) и окатанности, связанной с переотложением каспийской трансгрессией (Самосдельское городище, Астраханская область; сборы совместно с Д.О. Соловьевым, Астраханское региональное отделение РГО); глыба алевролита палеогенового возраста с явными следами тёса и тщательной обработки – элемент кладки спелестологического сооружения погребного типа, выполненного немцами-колонистами (18–19 век, село Галка, Волгоградская область); глыба туфа, обработанная посредством распиловки и обкалывания – привозной строительный материал, использовавшийся в городе Саратове в середине 20 века (северная окраина Саратова).

Следующий раздел «*Получение новых строительных материалов посредством глубокой переработки георесурсов*» предлагает посетителю выставки ознакомление с различными экспонатами: кирпич местного производства из кладки крупнейшего костёла времен немецких колонистов на Волге (постройка 1907 г.) (село Каменка Саратовской области; бывшая колония Bähr, основанная в 1765 г.); фрагмент цементной плиты, захороненной под почвенными новообразованиями – напольное покрытие наземной постройки времён немцев-колонистов на Волге (предположительно 18 век – времена Больших Академических экспедиций, севернее села Галка Волгоградской области, ныне мёртвая зона немецкой колонии Galka или Meierhöfer, подробно описанной П.С. Палласом в 1773 г.); фрагменты кирпича из кладки строений средневекового города (Самосдельское городище, Астраханская область; сборы совместно с Д.О. Соловьёвым, Астраханское региональное отделение РГО); фрагмент стеновой постройки – строительный материал поселения 19 века из разноразмерных (от дресвы до небольших глыб) обломков местных горных пород (верхнемеловых-палеогеновых песчаников, силицитов, алевролитов) – внешне воспринимается как «искусственная брекчия» (село Щербаковка, Волгоградская область).

Выставку логически продолжает раздел «*Формирование урбосферы как предельная стадия воздействия человека на геологический субстрат*», посвящённый собственно урбосистемам и сетям поселений, их эколого-землеведческим особенностям. Ряд экспонатов унаследован с развернутой ранее в этом зале выставки «Эволюция геоэкосистем Поволжья и Прикаспия». Таковым является «урбооориктокомплекс» верхней части разреза Самосдельского городища (Астраханская область) – извлечённый экспедицией совместно с археологом Д.О. Соловьевым материал аллохтонного захоронения фрагментов строений, костного материала, керамики, орудий труда. Заметны следы окатанности артефактов и наличие раковин волго-каспийских моллюсков, что свидетельствует о переотложении материала в период очередного подъёма уровня Каспия [8]. Витрину органично дополняют артефакты из культурного слоя средневекового города Бельджамен – разнообразная керамика, изготовленная горожанами из местных глин четвертичного возраста (север-

нее города Дубовка, Волгоградская область). Более позднюю эпоху представляют остатки советских поселений Поволжья – галька кирпича (с. Федоровка, Саратовская область) и многочисленные железные предметы (с. Верхняя Банновка, Саратовская область).

Отдельно позиционируется небольшой, но логически важный раздел «*Переработка вещества литосферы в промышленных зонах*», в котором сосредоточены соответствующие артефакты. Наиболее показателен из них образец шлака – продукт процесса выплавки железа из местной руды (ожелезнённые песчаники, нижний мел, неоком), точная датировка возраста затруднительна (предположительно XVIII–XIX в.) (поселок Поливановка, западная окраина Саратова). Из фондов Музея землеведения МГУ в экспозицию внесён образец болотной руды (как сравнительный для демонстрации природного связанного железа) и железные археологические артефакты из окрестностей г. Пущино Московской области.

Информационное пространство зала структурировано системой логически взаимосвязанных вертикально ориентированных в межвитринных промежутках, а также надстроенных над подиумами стендов двух размерностей.

Заглавный крупный стенд (рис. 2) раскрывает посетителю выставки её основную идейную сущность – сообщает о том, что геологический след человека особенно заметен на фоне глобализационного процесса урбанизации. Формирование урбосферы на наших глазах и при нашем непосредственном участии протекает в тесном взаимодействии её с литосферой. Для развития городов и сёл человеком извлекаются георесурсы, осваивается геопространство, формируются новые антропогенные геологические тела, корректируются геопроцессы. Для обеспечения функционирования сети поселений создаются транспортные коммуникации, водохранилища, многочисленные техногенные объекты – эти факторы в комплексе создают часто запредельную нагрузку на все оболочки планеты, резко изменяя выработанные природой до человека принципы и механизмы коэволюции геосфер. «Каменная оболочка» планеты отвечает на вызовы человечества активизацией опасных геопроцессов (появление техногенных землетрясений, усиление оползневой деятельности и т. д.), наращиванием комплекса геоэкологических проблем в крупных городах (загрязнённость природных сред, снижение экологической комфортности проживания населения). Именно города и сети поселений наиболее уязвимы для опасных геопроцессов, а последствия геоэкологических кризисных событий и чрезвычайных ситуаций в городской среде воспринимаются особенно болезненно. Известно, что появление городов насчитывает около 6 тысяч лет, история человеческих поселений в целом охватывает гораздо более солидный этап, заметный даже в геологических масштабах времени. Всё это время сети поселений человека развиваются на геолого-геоморфологическом субстрате в неразрывном с ним единстве. Для познания фундаментальных закономерностей эволюционной урбанистики взгляд на урбосферу с позиций наук о Земле имеет особое значение и перспективу. Решение задач прогнозирования и планирования развития урбосистем, управления сетями поселений невозможно без изучения геоэкологической истории поселений, их взаимосвязи с геоморфоструктурными особенностями местности на разных этапах развития, анализа активности опасных геопроцессов. Поволжье и Прикаспий являются показательным научно-образовательным полигоном для изучения эволюционно-урбанистической проблематики и предлагают нам множество объектов «ордынского», «немецкого», «советского» и «постсоветского» этапов развития сети поселений.

Следующие крупные стенды рассказывают с помощью схем и фотоматериалов об истории экспедиционных исследований в Поволжье и Прикаспии, принципах работы

Рис. 2. Заглавный плакат выставки «Геологический след человека».

«Флотилии плавучих университетов», научной деятельности и обучении через исследования в экспедиции, экологическом образовании и просвещении как важнейшей миссии ФПУ, музейном сотрудничестве по итогам проекта. Стенды подчинённой размерности содержат иллюстративный фотоматериал с соответствующими комментариями к размещённым на подиумах экспонатам.

В настоящее время выставка «Геологический след человека» открыта для посетителей в экспериментальном режиме, её авторами проводится подготовка путеводителя и каталога. Опыт всестороннего сотрудничества Музея землеведения МГУ и Музея естествознания СГТУ посредством развития проекта «Флотилия плавучих университетов» показал, что возможно не только систематическое пополнение музейных коллекций собранными материалами, но и планирование целенаправленных совместных тематических сборов экспонатов экспедиционными отрядами, модернизация существующих и зарождение принципиально новых межмузейных тематических выставок и экспозиций.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Минобрнауки России (инициативный проект 5.5177.2017/8.9), в рамках комплексной научно-инновационной программы СГТУ имени Гагарина Ю.А. на 2019–2021 гг. и программы развития опорных университетов на 2017–2021 гг.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Алешковский И.А., Иванов А.В., Ильин И.В., Короновский А.А., Страхова Л.М., Трубецков А.Д., Трубецков Д.И., Храмов А.Е., Яшков И.А.* Нелинейная динамика глобальных процессов в природе и обществе / Под ред. И.В. Ильина, Д.И Трубецкова, А.В. Иванова. М.: Изд-во МГУ, 2014. 456 с.

2. *Иванов А.В., Романова Е.Г., Яшков И.А.* Опыт комплексного изучения тафономических особенностей массового естественного захоронения млекопитающих в заброшенном антропогенном подземном сооружении // Проблемы палеоэкологии и исторической геоэкологии. Всерос. науч. конф. Москва – Саратов: ПИН РАН им. А.А. Борисяка – СГТУ им. Ю.А. Гагарина – ООО «Кузница рекламы», 2018. С. 25–27.

3. *Иванов А.В., Снакин В.В., Смуров А.В., Яшков И.А.* Историческая геоэкология сетей поселений и эволюционная урбанистика: концепция совместной выставки МГУ и СГТУ по итогам экспедиции «Флотилия плавучих университетов» // Наука в вузовском музее. Мат. Всерос. науч. конф. М.: МАКС Пресс, 2018. С. 43–46.

4. *Иванов А.В., Сочивко А.В., Яшков И.А., Епифанов В.А., Коковкин А.А.* «Флотилия плавучих университетов» и развитие системы вузовских музеев // Мат. Всерос. науч. конф. «Наука в вузовском музее». М.: Музей землеведения МГУ, 2017. Ч. 1. С. 17–20.

5. *Иванов А.В., Яшков И.А.* «Флотилия плавучих университетов» в Среднем и Нижнем Поволжье. Саратов: Изд-во Сарат. гос. техн. ун-та, 2017. 28 с.

6. *Иванов А.В., Яшков И.А., Ковалев М.В.* Экологическая история и эволюционная урбанистика: опыт теоретического синтеза и практического взаимодействия (на примере Казахстана) // Вестник Сургутского государственного педагогического университета. 2018. № 6 (57). С. 98–105.

7. *Иванов А.В., Яшков И.А., Коковкин А.А., Исаченко А.П.* Научно-просветительская экспедиция по Саратовско-Волгоградскому Правобережью «Гагаринский плавучий университет». Путевые фотоочерки. М.: Изд-во «Университетская книга», 2015. 200 с.

8. *Иванов А.В., Яшков И.А., Плеве И.Р., Смуров А.В., Сочивко А.В., Снакин В.В.* Эволюция геоэкосистем Поволжья и Прикаспия: исследования региона в рамках проекта «Флотилия плавучих университетов». Путеводитель и каталог экспозиции. М.: Изд-во МГУ, 2018. 72 с.

9. *Летников Ф.А.* Синергетика геологических систем. Новосибирск: Наука, 1992. 230 с.

10. *Плеве И.Р., Яшков И.А., Иванов А.В.* Молотильные камни и жернова из палеогенового «ракушняка» (производство немцев Поволжья, XIX–XX вв.) в Музее естествознания СГТУ им. Ю.А. Гагарина // Золотой век российской малакологии. Сб. тр. Всерос. науч. конф. Москва – Саратов: ПИН РАН им. А.А. Борисяка – СГТУ им. Ю.А. Гагарина – ООО Кузница рекламы, 2016. С. 317–336.

11. *Сузюмов А.Е., Козлова Е.В., Ахманов Г.Г.* 25 лет под парусами науки: плавучий университет (обучение через исследования) // Георесурсы. 2015. № 2(61). С. 106–110.

12. *Таргульян В.О., Бронникова М.А., Грачева Р.Г., Александровский А.Л., Гольева А.А., Конопляникова Ю.В., Сычева С.А., Карпова Ю.О., Горячкин С.В.* Память почв и геосистем // Век географии. М.: Дрофа, 2018. С. 184–206.

13. *Трофимов В.Т., Глумов И.Ф., Иванов М.К., Сузюмов А.Е., Карлин Л.Н., Ахманов Г.Г., Козлова Е.В., Плинк Н.Л., Еремина Т.Р., Гогоберидзе Г.Г., Беляева В.Н.* Плавучий университет: обучение через исследования // Вестник МГУ. Сер. 4. Геол. 2003. № 3. С. 48–52.

14. *Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г.* Формирование экологических функций литосферы. СПб: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2005. 190 с.

15. *Legget Robert F.* Cities and Geology. New York: McGraw-Hill Book Company, 1973. 624 p.

REFERENCES

1. Aleshkovsky I.A., Ivanov A.V., Ilyin I.V., Koronovsky A.A., Strakhova L.M., Trubetskov A.D., Trubetskov D.I., Hramov A.E., Yashkov I.A. *Nonlinear dynamics of global processes in nature and society*. 456 p. (Moscow: Moscow University Press, 2014) (in Russian).

2. Ivanov A.V., Romanova E.G., Yashkov I.A. The experience of a comprehensive study of the tafonomic features of mass natural burial of mammals in an abandoned anthropogenic underground structure. *Problems of Paleoecology and Historical Geoecology*. Compilation of materials of the All-Russian scientific conference. P. 25–27 (Moscow–Saratov, 2018) (in Russian).

3. Ivanov A.V., Snakin V.V., Smurov A.V., Yashkov I.A. Historical geoecology of settlement networks and evolutionary urbanistics: the concept of a joint exhibition of MSU and SSTU following the results of the expedition «Fleet of Floating University». *Science in the University Museum*. Materials of the All-Russian Sci. conf. P. 43–46 (Moscow, 2018) (in Russian).

4. Ivanov A.V., Sochivko A.V., Yashkov I.A., Epifanov V.A., Kokovkin A.A. «Fleet of Floating University» and development of the system of University museums. *Science in the University Museum*. Materials of the Annual All-Russian Scientific Conference. P. 17–20 (Moscow, 2017) (in Russian).

5. Ivanov A.V., Yashkov I.A. *«Fleet of Floating University» in the Middle and Lower Volga region.* 28 p. (Saratov: SGTU, 2017) (in Russian).

6. Ivanov A.V., Yashkov I.A., Kovalev M.V. Environmental History and Evolutionary Urbanism: the Experience of Theoretical Synthesis and Practical Cooperation (on the Example of Kazakhstan). *Surgut State Pedagogical University Bulletin*. **6**, 98–105 (2018) (in Russian).

7. Ivanov A.V., Yashkov I.A., Kokovkin A.A., Isachenko A.P. *Scientific and educational expedition along the right bank of the Volga river (Saratov-Volgograd regions) «Gagarin Floating University». Travel photo essay*. 200 p. (Moscow: «Universitetskaya kniga», 2015) (in Russian).

8. Ivanov A.V., Yashkov I.A., Pleve I.R., Smurov A.V., Sochivko A.V., Snakin V.V. *Evolution of geoecosystems of Volga and Pre-Caspian regions: the research with in «Floating Universities Fleet» Project. Guide and catalogue to collaborative exibition.* 72 p. (Moscow: Moscow University Press, 2018) (in Russian).

9. Letnikov F.A. *Synergy of geological systems*. 230 p. (Novosibirsk, 1992) (in Russian).

10. Pleve I.R., Yashkov I.A., Ivanov A.V. Threshing stones and millstones made of paleogene coquina sandstone produced by Volga germans in the 19th–20th centuries, and housed in the Natural history museum of SGTU. *Golden Age of Russian Malacology. Collective volume of the All-Russia research conf.* P. 317–336 (Moscow–Saratov, 2016) (in Russian).

11. Suzyumov A.E., Kozlova E.V., Akhmanov G.G. 25 years under Sails of Science: Floating University (Training-through-Research). *Georesursy*. **2** (61), 106–110 (2015) (in Russian).

12. Targulian V.O., Bronnikova M.A., Gracheva R.G., Alexandrovskiy A.L., Golyeva A.A., Konoplianikova Yu.V., Sycheva S.A., Karpova Yu.O., Goryachkin S.V. Memory of the soil and of geosystems. *The Age of Geography*. P. 184–206 (2018) (in Russian).

13. Trofimov V.T., Glumov I.F., Ivanov M.K., Suzyumov A.E., Karlin L.N., Akhmanov G.G., Kozlova E.V., Plink N.L., Eremina T.R., Gogoberidze G.G., Belyaeva V.N. Floating university: Training-through-Research. *Moscow University Geology Bulletin*. **3**, 48–52 (2003) (in Russian).

14. Trofimov V.T., Ziling D.G. *The formation of the ecological functions of the lithosphere*. 190 p. (St. Petersburg, Saint Petersburg State University Press, 2005) (in Russian).

15. Legget Robert F. *Cities and Geology*. 624 p. (N.-Y.: McGraw-Hill Book Company, 1973).

УДК 579

БИОСФЕРНАЯ РОЛЬ МИКРОБНЫХ СООБЩЕСТВ ГИДРОТЕРМ: ВЫСТАВКА К 85-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ АКАДЕМИКА Г.А. ЗАВАРЗИНА

Н.Н. Колотилова[1]

Экспозиция, посвящённая 85-летию со дня рождения выдающегося естествоиспытателя и микробиолога, академика Г.А. Заварзина (1933–2011), рассказывает о его исследованиях на Камчатке (кальдера Узон) и Курильских островах. В результате работ, проведённых под его руководством, были описаны новые микроорганизмы, выявлены микробные процессы, идущие в гидротермах, найдены основные звенья трофической цепи микробного сообщества, установлено непосредственное участие микроорганизмов в геологических процессах, в частности, в формировании состава атмосферы. Обсуждается история исследований гидротерм Камчатки и связанных с ними термофильных микроорганизмов.

Ключевые слова: *геологическая деятельность микроорганизмов, экология микроорганизмов (природоведческая микробиология), кальдера Узон, Камчатка.*

THE BIOSPHERIC ROLE OF THE MICROBIAL COMMUNITIES OF THE HYDROTHERMS: THE EXHIBITION DEDICATED TO THE 85TH ANNIVERSARY OF THE BIRTH OF THE ACADEMICIAN G.A. ZAVARZIN

N.N. Kolotilova, Dr. Sci (Biol.)
Lomonosov Moscow State University (Department of Microbiology, Earth Science Museum)

To celebrate the 85th anniversary of the birth of the academician G.A. Zavarzin (1933–2011), prominent natural scientist and microbiologist, the MSU Earth Sciences Museum organized the exhibition titled The Biospheric Role of the Microbial Communities of the Hydrotherms. The exhibition is dedicated to Zavarzin's research work in Kamchatka (Uzon Caldera) and on the Kuril islands. His work resulted in description of new microorganisms, identification of microbial processes in hydrotherms, finding of the main links of the trophic chains of microbial communities. Zavarzin's research activity also established direct participation of microorganisms in geological processes, in particular, in formation of the atmosphere. Also the exhibition contains information on the history of the investigation of Kamchatka hydrotherms and thermophilic microorganisms related to them. The exhibition was prepared by N.N. Kolotilova, V.V. Snakin, (the MSU Earth Sciences Museum), V.V. Poshibaev and A.R. Poshibaeva (Gubkin Russian State University of Oil and Gas).

Keywords: *geological activity of microorganisms, microbial ecology, Uzon Caldera, Kamchatka.*

«Что же касается вулканов и горячих ключей,
то вряд ли можно найти другое такое место,
где бы их было такое множество на столь
незначительном пространстве, как на Камчатке».
С.П. Крашенинников [13, с.26]

[1] Колотилова Наталья Николаевна – д.б.н., доц. кафедры микробиологии МГУ имени М.В. Ломоносова, в.н.с. Музея землеведения МГУ; *kolotilovan@mail.ru.*

В вулканических образованиях – кальдерах –
развивается своеобразная микрофлора.
Трансформируя вещества глубинного и
поверхностного происхождения, она обеспечивает
взаимосвязь геологических и биологических процессов.
Г.А. Заварзин [9]

Введение. 20 ноября 2018 г. в Музее землеведения МГУ была открыта экспозиция «Биосферная роль микробных сообществ гидротерм» (к 85-летию со дня рождения академика Г.А. Заварзина). Авторы экспозиции: Н.Н. Колотилова и В.В. Снакин (МЗ МГУ), В.В. Пошибаев и А.Р. Пошибаева (РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина).

Основной стенд экспозиции (рис. 1) рассказывает об исследованиях выдающегося микробиолога-естествоиспытателя Георгия Александровича Заварзина (1933–2011) и его коллег на Камчатке и Курильских островах. В Приложении представлены некоторые биографические материалы Г.А. Заварзина, его труды, посвящённые изучению микробных сообществ гидротерм, статьи, рассказывающие об истории исследования горячих ключей Камчатки, а также фотографии источников вблизи кальдеры вулкана Узон, сделанные А.Р. Пошибаевой во время экспедиции 2018 г.

К научной биографии Г.А. Заварзина. Георгий Александрович Заварзин родился 28 января 1933 г. в Ленинграде в семье с глубокими научными и культурными традициями. Определяющее влияние на формирование взглядов и научных интересов Г.А. Заварзина оказал его дед, академик Борис Лаврентьевич Исаченко (1871–1948), вошедший в историю отечественной науки как основоположник морской и геологической микробиологии, один из пионеров в изучении микробиологии озёр, полярный исследователь, талантливый педагог и организатор науки. Основатель кафедры микробиологии в Санкт-Петербургском (Петроградском) университете (1918), он также много лет был директором Главного Ботанического сада, руководил Отделом общей микробиологии в Институте экспериментальной медицины, а после переезда в Москву возглавил Институт микробиологии АН СССР (1939). Обладая энциклопедическими знаниями, Исаченко курировал многие направления экологии микроорганизмов в нашей стране. Он горячо способствовал развитию традиций С.Н. Виноградского в отечественной микробиологии. Эти традиции получили продолжение и в деятельности Г.А. Заварзина.

Интерес Георгия Александровича к научным исследованиям пробудился рано. В 1955 г. он окончил МГУ имени М.В. Ломоносова и поступил в аспирантуру Института микробиологии АН СССР, избрав специальностью микробиологию как дань традициям деда. Наиболее сильное влияние на круг интересов Георгия Александровича, по его словам, оказал профессор, позднее член-корреспондент АН СССР Сергей Иванович Кузнецов (1900–1987), у которого в 1952 г. он начал «сознательно заниматься микробиологией». Тематика первых работ Г.А. Заварзина – нитрифицирующие бактерии и микроорганизмы поверхностной плёнки воды – уже характеризовала сферу его будущих главных научных интересов: хемосинтез и микробная экология.

Исследования хемосинтезирующих бактерий стали основой кандидатской (1958) и докторской (1965) диссертаций Г.А. Заварзина, его блестящей монографии «Литотрофные микроорганизмы» (1972) и других трудов. О научном признании свидетельствовало раннее избрание его членом-корреспондентом АН СССР (1976) и затем академиком РАН (1997).

С момента окончания университета и до последних дней жизни научная деятельность Георгия Александровича была связана с Институтом микробиологии АН СССР (позднее, Институт микробиологии им. С.Н. Виноградского РАН). С 1960 г. он воз-

Рис. 1. Основной стенд экспозиции «Биосферная роль микробных сообществ гидротерм» (к 85-летию со дня рождения академика Г.А. Заварзина).

главлял отдел физиологии хемосинтезирующих организмов (переименованный впоследствии в лабораторию литотрофных микроорганизмов), затем отдел микробных сообществ (1991), а с 1996 г. – отдел реликтовых микробных сообществ. Большое влияние на развитие междисциплинарных направлений оказало его тесное сотрудничество с Палеонтологическим институтом РАН и Институтом физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН в Пущино.

Тематика научных интересов Г.А. Заварзина чрезвычайно разнообразна. Уже по его публикациям можно проследить их постепенный переход от вопросов физиологии и систематики микроорганизмов ко всё более обобщающим проблемам экологии микроорганизмов, истории биосферы и глобальной микробиологии. На протяжении многих лет в центре внимания учёного были исследования микробных сообществ с точки зрения взаимодействия в них разных функциональных групп бактерий.

Большое место в научной жизни Георгия Александровича занимали экспедиции в природные местообитания изучаемых групп микроорганизмов. Он был прирождённым натуралистом, тонко чувствовал ландшафт, умел видеть и понимать процессы, осуществляемые микроорганизмами в природных условиях. Не случайно название нового научного направления, созданного Георгием Александровичем, – природоведческая микробиология, т. е. микробиология естественных сред обитания, ассоциируется с непосредственным познанием природы. Именно в экспедициях им формулировались задачи последующих работ. В разные годы им исследовались термофильные (о. Кунашир, кальдера Узон, Камчатка), галофильные (гиперсолёные лагуны озера Сиваш), алкалофильные (содовые озера Африки и центральной Азии – Бурятии, Тувы, Алтайского края), психрофильные (зона вечной мерзлоты на севере России) микробные сообщества, а также сообщества ультрапресных вод.

В работах, проведённых под руководством Г.А. Заварзина, были впервые охарактеризованы многие физиологически и функционально значимые группы микроорганизмов (например, нитрификаторы, водородные бактерии, карбоксидобактерии, метаногены, ацетогены, галоанаэробы). На основе системного подхода им были проанализированы взаимосвязи микроорганизмов между собой и со средой обитания, что привело к созданию концепции микробного сообщества – центрального объекта природоведческой микробиологии, выяснению его трофической и топической организации.

Обсуждая роль микроорганизмов в биосфере, Георгий Александрович сформулировал представление о «биогеохимической машине планеты» как системе взаимосвязанных циклов элементов (углерода, азота, фосфора, серы, железа, кальция, кремния), которые контролируются преимущественно микробами. Изучение бактерий, участвующих в круговороте газов, позволило осветить их роль в формировании состава атмосферы как планетарной функции микроорганизмов. Особое значение в этом плане имело исследование циано-бактериальных сообществ – создателей кислородной атмосферы Земли. Под руководством Г.А. Заварзина были впервые проведены крупномасштабные исследования круговорота углерода на территории России и роли в нём микробных процессов.

Г.А. Заварзин является одним из основоположников актуалистической палеонтологии. По его инициативе и под его руководством были выполнены приоритетные работы по моделированию образования строматолитов, фоссилизации и литификации микроорганизмов, фосфатизации и окремнения цианобактерий, позволившие понять роль микроорганизмов в геологических процессах прошлого.

Работы Георгия Александровича стимулировали развитие ряда новых направлений экобиотехнологии, связанных с биологической очисткой воды, с использованием

водородных бактерий для решения проблем энергетики и жизнеобеспечения человека в замкнутых системах космических кораблей.

Г.А. Заварзин возглавлял ряд международных программ, отвечающих за решение важнейших задач глобальной экологии. Он был вице-президентом Научного Комитета по проблемам окружающей среды, SCOPE (1978–1984); вице-президентом Подготовительного комитета Конвенции по биоразнообразию, ЮНЕП (1990–1992); членом Международного Совета Геосферно-Биосферной Программы, IGBP (1993–1999); членом Юридической комиссии Союза микробиологических обществ, IUMS (1979–2001); членом управляющего совета Международного Института прикладного системного анализа, IIASA (1996–2003). Он вёл ответственную организационную работу в должности заместителя Председателя Госкомприроды СССР и заместителя Министра природопользования и охраны окружающей среды (1990–1991). Георгий Александрович руководил рядом научных программ, в частности, биосферного направления ФЦНТП «Глобальные изменения природной среды и климата», с начала создания и до конца жизни был одним из руководителей Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Происхождение и эволюция биосферы».

Научные взгляды Г.А. Заварзина стали основой «микробоцентрического» мировоззрения, необходимого сегодня не только микробиологам, но и представителям самых разных направлений в науке и даже в государственной деятельности.

Из истории исследований гидротерм Камчатки. История изучения Камчатки полна ярких, увлекательных и драматических страниц. Первые сведения о полуострове относятся к середине XVII в. Начало освоения и изучения Камчатки связано с именем казака Владимира Атласова, оставившего в своих отчётах (скасках) описания и чертежи Камчатки, важные сведения о природе и населении полуострова. Ему принадлежат и первые упоминания о вулканах и горячих источниках. Интерес к этим сведениям проявил Петр I, который всегда интересовался Сибирью и Дальним Востоком.

В 1724 г. Петром I был отдан указ о подготовке экспедиции, которую возглавил капитан-командор В. Беринг. Первая Камчатская экспедиция (1725–1728) обогатила науку ценными сведениями о восточном побережье Сибири, были созданы новые карты, определены координаты берегов и пролива, названного позднее Беринговым.

В 1730 г. было принято решение об организации Второй Камчатской экспедиции, в которой участвовали В. Беринг и А.И. Чириков. Её задачей было изучение побережий севера и северо-востока Азии, отыскание возможности судоходства по Северному Ледовитому океану, всесторонние исследования недр и природы Сибири. Грандиозная по масштабам, она получила название Великой Северной экспедиции (1733–1743).

Неоценимый вклад в изучение природы Камчатки внёс участник этой экспедиции, выдающийся русский естествоиспытатель Степан Петрович Крашенинников (1711–1755). Уроженец Москвы, сын солдата лейб-гвардейского Преображенского полка, Степан Крашенинников получил образование в Славяно-греко-латинской академии при Московской духовной академии и в 1732 г. в числе лучших её учеников был прикомандирован к Академии наук (Академическому университету) в Петербурге для обучения физике, географии и естественной истории. В 1733 г. он был отправлен в Великую Северную экспедицию одним из помощников в составе академического отряда, которым руководили известные учёные: астроном Л. де ля Кроер, естествоиспытатель И.-Г. Гмелин и историк Г.-Ф. Миллер. Вынужденный путешествовать по Камчатке в одиночку, Крашенинников фактически заменил целый отряд исследователей.

Во время путешествия 1737 г. Крашенинников подробно описал 6 групп горячих ключей Камчатки, сопроводив описание планом их расположения: Паужетские (в авторской транскрипции, Пауджинские), Озерновские, Банные, Начикинские и две группы Семячинских (в авторской транскрипции Шемечинских) [15]. Их характеристика (например, в приведённом ниже фрагменте описания Пауджинских источников), впечатляет научной и художественной точностью:

«На сухих местах и островках находятся многочисленные отверстия, одни как булавкой проткнутые. Другие большие, почти до полуаршина. Из широких вода не бьёт, а из маленьких стремительно вырывается пар и вода. Вокруг находится глина различных цветов, вымытая из них водою. Встречается и горючая сера, особенно по краям тех отверстий, из которых идёт пар. <…> На вкус глина кислая и вязкая. В разломе в ней и выветрелом камне виден белый налёт, напоминающий мох. Глина пёстро окрашена подобно мрамору в синий, белый, жёлтый и чёрный цвета, особенно яркие, когда она кислая» [13, с. 93–94].

Описывая Шемечинские источники, Крашенинников отмечает: «Особо интересны два больших источника. <…> Вода кипит в них белым ключом, как в огромных котлах, и с таким шумом, что не слышно не только разговора, но и крика. Из источников идёт такой густой пар, что в семи саженях не видно человека. <…> Эти ключи отличаются от других тем, что на их поверхности плавает чёрное вещество, похожее на китайскую тушь; оно с трудом отмывается от рук. Встречается также свойственная всем горячим ключам разноцветная глина, известь, белый налёт и горючая сера. Во всех горячих ключах вода мутная и пахнет тухлыми яйцами» [13, с. 96].

После почти 4-летнего пребывания на полуострове, собрав огромный материал по его географии, истории и этнографии, Крашенинников в 1741 г. покинул Камчатку и в 1743 г. вернулся в Санкт-Петербург. Итогом его жизни стала знаменитая книга «Описание земли Камчатки», над изданием которой он работал, несмотря на многие неурядицы и чрезвычайную рабочую нагрузку: он был назначен адъюнктом (1745), затем профессором (1750) натуральной истории и ботаники Петербургской Академии наук, ректором Университета Академии наук и инспектором Академической гимназии (1750). Как отметил историк Н.М. Карамзин [11, с. 109], Крашенинников умер «в самый тот день, как отпечатался последний лист описания Камчатки». Его книга, вышедшая в 1756 г. уже после смерти автора, стала классическим образцом географического, этнографического и исторического исследования.

Примечательно, что 20 января 1837 г., за 7 дней до дуэли с Дантесом, великий русский поэт А.С. Пушкин составил конспект книги С.П. Крашенинникова и начал писать план статьи, посвящённой истории Камчатки, и, видимо, предназначавшейся для журнала «Современник». «Ключи и огнедышащие горы встречаются на каждом шагу», – отметил он в конспекте [16, с. 469]. Сделанные Пушкиным выписки и заметки являются последним незаконченным его трудом; по-видимому, на этих материалах прервалась литературная деятельность поэта [16].

В конце XVII – начале XVIII вв. отдельные описания горячих источников Камчатки были оставлены участниками экспедиций Лаперуза (1779), Кука (1779), Крузенштерна (1812) и др. В 1851–1855 гг. многие источники были описаны К. Дитмаром, состоявшим чиновником особых поручений по горной части при генерал-губернаторе Камчатки. В конце XIX века изучением горячих ручьёв Камчатки занимались врач Б. Дыбовский, геолог К.И. Богданович, д-р В.Н. Тюшов и др. [15].

Огромный вклад в исследование природы Камчатки, в том числе её горячих источников, внесла экспедиция 1908–1910 гг., получившая название Камчатской экс-

педиции Ф.П. Рябушинского. Она была организована по инициативе и на средства Фёдора Павловича Рябушинского (1886–1910), представителя семьи предпринимателей Рябушинских, увлечённого наукой молодого московского мецената. Решившись на организацию и субсидирование столь грандиозного мероприятия, Федор Павлович нашёл поддержку у П.П. Семёнова-Тян-Шанского, возглавлявшего Русское географическое общество, при содействии которого она и была реализована. Сам Рябушинский, мечтавший поехать в экспедицию в качестве охотника, не смог принять в ней участие: из-за скоротечной чахотки ему не довелось дожить до её окончания. Однако по его просьбе все экспедиционные расходы и публикации трудов экспедиции были оплачены.

В экспедиции участвовали географы (Е.В. Круг, С.К. Конради, Н.Г. Келль), метеоролог (В.А. Власов), гидролог (В.Н. Лебедев), зоолог (П.Ю. Шмидт), ботаники (Л.Г. Раменский, Э.К. Безайс, В.П. Савич); общее научное руководство было поручено В.Л. Комарову, возглавлявшему ботанический отдел экспедиции [15]. Экспедиция дала много материалов по горячим ключам: были описаны Щапинские, Узонские. Пущинские, Малкинские, Начикинские, Паужетские, Явинские, Курильские, Бекешские источники, для некоторых из них проведены химические анализы [15]. В своём отчёте В.Л. Комаров неоднократно упоминает разрастания на дне источников термофильных водорослей [12].

В августе 2018 г. в Камчатской краевой библиотеке им. С.П. Крашенинникова состоялась выставка «Камчатская экспедиция Императорского русского географического общества, снаряжённая на средства Ф.П. Рябушинского (1908–1910)», посвящённая 110-й годовщине этого события. Кстати, в 2018 г. исполнилось также 285 лет со времени организации и 275 лет со дня окончания Великой Северной экспедиции (1733–1743).

Дальнейшие исследования гидротерм Камчатки проводились уже в советское время. Среди них нужно напомнить статьи камчатского краеведа, ботаника П.Т. Новограбленова, труды экспедиции А.Н. Заварицкого, многочисленные работы Б.И. Пийпа (1931 и др.), который впоследствии составил подробную сводку данных по всем камчатским источникам [15].

С 1934 г. интерес к горячим источникам возрос со стороны медиков в связи с вопросами санаторно-курортного строительства, поскольку многие ключи давно были известны своими целебными свойствами. Это привело к расширению как спектра источников, так и спектра их изучаемых свойств. Нужно добавить, что во многих исследованиях, связанных с развитием курортологии, изучением процессов формирования минеральных вод и образования лечебных грязей, участвовали микробиологи.

В начале 1950-х гг. гидрохимическое обследование большого числа источников Камчатки было проведено экспедицией Центрального института курортологии и Каптажминвода Министерства здравоохранения. Классификация минеральных вод Камчатки по химическому составу была разработана гидрогеологом В.В. Ивановым [10]. Первые микробиологические исследования термальных источников Камчатки были проведены участником этой экспедиции, профессором С.И. Кузнецовым, сотрудником кафедры микробиологии Московского университета и Института микробиологии АН СССР, одним из основателей водной и геологической микробиологии. Им было обследовано значительное число источников, причём с акцентом на геологическую деятельность микроорганизмов (в первую очередь, бактерий круговорота серы), на роль тионовых (серных) бактерий в окислении сероводорода до серы и серной кислоты [14]. С.И. Кузнецов использовал метод стёкол обрастания и высева на элективные сре-

ды. В результате были выделены представители сульфатредуцирующих бактерий, что позволило сделать вывод об участии этой группы в образовании сероводорода из сульфатов. На выходе сероводородных термальных вод были обнаружены бактерии, образующие слизистые скопления (зооглеи) и откладывающие в слизи серу, идентифицированные по определителям того времени как *Thiospirillum pistiense*. В местах выхода кислых вод было выявлено присутствие тионовых бактерий *Thiobacillus thiooxidans* и *T. termitanus*, что указывало на биогенное образование серной кислоты за счёт окисления серы. Напротив, изучение процессов окисления железа и образования карбонатов кальция не позволило сделать вывод об их биогенном характере. В целом, исследования С.И. Кузнецова не только способствовали решению поставленных медицинских задач, но и проложили путь к широким экологическим исследованиям и обобщениям.

Среди других микробиологических исследований источников Камчатки необходимо напомнить работы, выполненные под руководством известного ленинградского микробиолога, профессора Бориса Васильевича Громова (1933–2001). Им была создана крупнейшая в нашей стране коллекция культур цианобактерий (синезелёных водорослей), значительная часть которых была выделена из горячих ручьёв Камчатки.

Первая работа Г.А. Заварзина по микробиологии гидротерм относится к началу 1960-х гг. и связана с поездкой на о. Кунашир (Курильские острова) в составе экспедиции по изучению деятельности микроорганизмов в серных месторождениях [4]. Местом работы были выбраны вулканы Головнина и Менделеева, озёра Кипящее и Горячее, близлежащие болота и протоки. В озере Горячем около выхода струй газа было отмечено отложение серы и массовое развитие тионовых бактерий [5]. Одновременно внимание Георгия Александровича привлекли микроорганизмы, окисляющие соединения железа (*Leptothrix, Gallionella*, термофильная бактерия, близкая к *Thiobacillus ferrooxidans*). Полученные материалы позволили утверждать, что в зоне активного вулканизма деятельность микроорганизмов имеет существенное значение для круговорота железа [4].

В 1980-х годах состоялось несколько экспедиций Г.А. Заварзина на Камчатку, причём основным объектом стала кальдера вулкана Узон. Результаты работ отражены в ряде монографий [6, 9] и многих статьях. В исследованиях, проведённых под руководством Г.А. Заварзина, были выявлены новые микроорганизмы и процессы. Подводя итоги своей научной деятельности, Георгий Александрович отмечал, что в этой экосистеме были найдены термофильные представители основных функциональных групп микроорганизмов: первичные продуценты и эдификаторы микробного сообщества, цианобактерии (*Mastigocladus*); бактерии-деструкторы, участвующие в разложении органического вещества, например, целлюлозолитики (*Anaerocellum*); экстремально термофильные водородные бактерии (*Calderobacterium*); термофильные ацетокластические метаногены (*Methanothrix thermophilus*) [7]. Изучение процессов поглощения и выделения цианобактериальным матом газов позволило показать роль цианобактериального мата как газового фильтра и модификатора газов и доказать его значение для формирования атмосферы Земли [2, 3]. Изучение деятельности тионовых бактерий позволило установить роль мезофильного окисления серы как главного фактора создания резко кислой реакции на сольфатарных площадках [5]. Большую научную ценность представляло выделение агента термофильного восстановления серы (*Desulfurella*) [18]. Сенсацией стало открытие *Carboxydothermus hydrogenoformans* и нового метаболического процесса, а именно анаэробного разложения CO с выделением из воды H_2 [20]. Огромное научное значение имело обнаружение термофильной бактериальной железоредукции и образования магнетита [17]. «Но что, пожалуй, са-

мое главное, – отмечал Г.А. Заварзин, – удалось показать роль микроорганизмов как мощного фактора геохимических преобразований в поверхностной зоне термальных полей. Эти исследования позволили дать общую картину происходящего на сольфатарных площадках» [7, с. 53].

Исследования микробных сообществ гидротерм Камчатки составили эпоху в развитии представлений о термофильных микроорганизмах, их геологической деятельности [8], о структуре термофильных микробных сообществ, которые нередко рассматриваются как первичные обитатели Земли.

Изучение биоразнообразия микроорганизмов гидротерм продолжается и сегодня. В Институте микробиологии им. С.Н. Виноградского (ФИЦ биотехнологии РАН) их возглавляет ученица Г.А. Заварзина, член корреспондент РАН Е.А. Бонч-Осмоловская [1, 19].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бонч-Осмоловская Е.А.* Новые термофильные прокариоты // Природа. 2013. № 9. С. 34–41.

2. *Герасименко Л.М., Заварзин Г.А.* Обмен водорода, углекислоты, кислорода и метана в циано-бактериальных сообществах // Микробиология. 1982. Т. 51, № 5. С. 718–722.

3. *Герасименко Л.М., Карпов Г.А., Орлеанский В.К., Заварзин Г.А.* Роль циано-бактериального фильтра в трансформации газовых компонентов гидротерм на примере кальдеры Узон на Камчатке // Журн. общ. биол. 1983. Т. 44. № 6. С. 842–851.

4. *Заварзин Г.А.* Железобактерии на вулканах острова Кунашир // Труды МОИП. 1966. Т. 24. С. 217–220.

5. *Заварзин Г.А.* Бактерии на вулканах // Природа. 1973. №7. С. 66–71.

6. *Заварзин Г.А.* Бактерии и состав атмосферы М.: Наука, 1984. 198 с.

7. *Заварзин Г.А.* Эволюция прокариотной биосферы: «Микробы в круговороте жизни». 120 лет спустя: Чтения им. С.Н. Виноградского. М.: МАКС Пресс, 2011. 144 с.

8. *Заварзин Г.А., Карпов Г.А.* Роль бактериальных факторов в современном гидротермальном минералообразовании кальдеры Узон // Доклады АН СССР. 1982. Т. 264. № 1. С. 244–247.

9. *Заварзин Г.А., Карпов Г.А., Горленко М.В., Головачева Р.С., Герасименко Л.М., Бонч-Осмоловская Е.А., Орлеанский В.К.* Кальдерные микроорганизмы / Отв. ред. Г.А. Заварзин. М.: Наука, 1989. 120 с.

10. *Иванов В.В.* Гидротермы Камчатско-Курильской зоны // Бюлл. МОИП. Т. XXIX, в. 5. 1954. С. 90–91.

11. *Карамзин Н.М.* Пантеон русских авторов // Сочинения в двух томах. Т. 2. Л.: Художественная литература, 1984. 456 с.

12. *Комаров В.Л.* Путешествие по Камчатке в 1908–1909 гг. // Избранные сочинения. Т. VI. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1950. 526 с.

13. *Крашенинников С.П.* Описание земли Камчатки / Под ред. Н.В. Думитрашко и Л.Г. Каманина. М: ОГИЗ, 1947. 292 с.

14. *Кузнецов С.И.* Микроорганизмы горячих ключей Камчатки // Тр. Ин-та микробиологии. Вып. VI. М.: Изд-во АН СССР, 1955. С. 130–154.

15. *Пийп Б.И.* Термальные ключи Камчатки. М.-Л.: Изд-во АН ССР, 1937. 268 с.

16. *Пушкин А.С.* Заметки при чтении «Описания земли Камчатки» С.П. Крашенинникова // Пушкин А.С. Полн. собр. соч.: в 10 тт. М.: Academia, 1949. Т. 9. С. 465–506.

17. *Слободкин А.И., Ерощев-Шак В.А., Кострикина Н.А., Лаврушин В.Ю., Дайняк Л.Г., Заварзин Г.А.* Образование магнетита термофильными анаэробными микроорганизмами // ДАН. 1995. Т. 345, № 5. С. 694–697.

18. *Bonch-Osmolovskaya E.A., Sokolova T.G., Kostrikina N.A. Zavarzin G.A.* Desulfurella acetivorans gen. nov. and sp. nov. – a new thermophilic sulfur-reducing eubacterium // Arch. Microbiol. 1989. V. 153. P. 151–155.

19. *Merkel A.Yu., Dubin A.V., Pimenov N.V., Rusanov I.I., Slobodkin A.I., Slobodkina G.B, Tarnovetskii I.Yu., Frolov E.N., Perevalova A.A., Bonch-Osmolovskaya E.A.* Lithoautotrophic microbial communities in Kamchatka hot springs // Extremophiles. 2017. V. 21. P. 307–317.

20. *Svetlichny V.A., Sokolova T.G., Gerhardt M., Ringpfeil M., Kostrikina N.A., Zavarzin G.A.* Carboxydothermus hydrogenoformans gen. nov., sp. nov., a new CO-utilizing thermophilic anaerobic bacterium from hydrothermal environments of Kunashir Island // Syst. Appl. Microbiol. 1991. V. 14. P. 254–260.

REFERENCES

1. Bonch-Osmolovskaya E.A. New thermophilic prokaryotes. *Priroda*. **9**, 34–41 (2013) (in Russian).

2. Gerasimenko L.M., Zavarzin G.A. The exchange of hydrogen, carbon dioxide, oxygen and methane in cyano-bacterial communities. *Microbiologia*. **51** (5), 718–722 (1982) (in Russian).

3. Gerasimenko L.M., Karpov G.A., Orleanskyi V.K., Zavatzin G.A. The role of cyano-bacterial filter in the transformation of gaseous components of hedrotherms at the example of the caldera Uzon (Kamtchatka). *Zhurnal obschey biologii*. **44** (6), 842–851 (1983) (in Russian).

4. Zavarzin G.A. Ferrobacteria at the volcanoes of the isle Kunashir. *Trudy MOIP*. **24**, 217–220 (1966) (in Russian).

5. Zavarzin G.A. Bacteria at the volcanoes. *Priroda*. **7**, 66–71 (1973) (in Russian).

6. Zavarzin G.A. *Bacteria and the composition of the atmosphere.* 198 p. (Moscow: Nauka, 1984) (in Russian).

7. Zavarzin G.A. *The evolution of prokaryotic biosphere: «Microbes in the cycle of the life». 120 years after. The Winogradsky lecture.* 144 p. (Moscow, MAKS Press, 2011) (in Russian)

8. Zavarzin G.A., Karpov G.A. The role of bacterial factors in modern hydrothermal mineralization process in the caldera Uzon. *Doklady AN SSSR*, **264** (1), 244–247 (1982) (in Russian).

9. Zavarzin G.A., Karpov G.A., Gorlenko M.V., Golovatcheva R.S., Bonch-Osmolovskaya E.A., Orleanskyi V.K. *Microorganisms of the caldera*. Ed. by G.A. Zavarzin. 120 p. (Moscow: Nauka, 1989) (in Russian).

10. Ivanov V.V. The hydrotherms of the Kamtchatka-Kuril zone. *Bulleten' MOIP*. **29** (5), 90–91 (1954) (in Russian).

11. Karamzin N.M. The Pantheon of Russian authors. *Compositions*. **2**. 456 p. (Moscow: Hudozhestvennaya literature, 1984) (in Russian).

12. Komarov V.L. Travel through Kamtchatka in 1908–1909. *Selected works*. **6**. 526 p. (Moscow-Leningrad: Izdatel'stvo AN SSSR, 1950) (in Russian).

13. Krasheninnikov S.P. *The description of the Earth of Kamtchatka*. Ed. by N.V. Dumitrashko and L.G. Kamanin. 292 p. (Moscow: OGIZ, 1947) (in Russian).

14. Kuznetsov S.I. Microorganisms of the hot springs of Kamtchatka. *Trudi Instituta microbiologii*. **6**, 130–154 (Moscow: Izdatel'stvo AN SSSR, 1955) (in Russian).

15. Pipe B.I. *Thermal springs of Kamtchatka*. 268 p. (Moscow-Leningrad: AN SSSR, 1937) (in Russian).

16. Pushkin A.S. Note by reading «The description of the earth of Kamtchatka». *Complete collection of works in 10 vol*. **9**, 465–505 (Moscow: Academia, 1949) (in Russian).

17. Slobodkin A.I., Eroschev-Shak V.A., Kostrikina N.A., Lavrushin V.Yu., Dainyak L.G., Zavarzin G.A. Formation of magnetite by thermophilic anaerobic microorganisms. *Doklady AN SSSR.* **345** (5), 694–697 (1995) (in Russian).

18. Bonch-Osmolovskaya E.A., Sokolova T.G., Kostrikina N.A. Zavarzin G.A. *Desulfurella acetivorans* gen. nov. and sp. nov. – a new thermophilic sulfur-reducing eubacterium. *Archives of Microbioogy*. **153**, 151–155 (1989).

19. Merkel A.Yu., Dubin A.V., Pimenov N.V., Rusanov I.I., Slobodkin A.I., Slobodkina G.B, Tarnovetskii I.Yu., Frolov E.N., Perevalova A.A., Bonch-Osmolovskaya E.A. Lithoautotrophic microbial communities in Kamchatka hot springs. *Extremophiles*. **21**, 307–317 (2017).

20. Svetlichny V.A., Sokolova T.G., Gerhardt M., Ringpfeil M., Kostrikina N.A., Zavarzin G.A. Carboxydothermus hydrogenoformans gen. nov., sp. nov., a new CO-utilizing thermophilic anaerobic bacterium from hydrothermal environments of Kunashir Island. *Systematic and Applied Microbiology*. **14**, 254–260 (1991).

ИСТОРИЯ НАУКИ

УДК 930

«РОДСТВЕННИКИ» ПО АРБЕ, ИЛИ КАК ПРОРОСЛИ НАУЧНЫЕ ЗЁРНА, ПОСЕЯННЫЕ В БРИЧМУЛЛЕ

М.Ю. Поваренных, М.А. Петров, Е.Н. Матвиенко[1]

В статье кратко описывается история людей, отображённых на одной старой фотографии 1926 года и связанных между собой проживанием в Ташкенте (Узбекистан), их потомков, возникновения и развития научных идей в области географии, биологии, петрографии и минералогии.

Ключевые слова: *Бричмулла, арба, Ташкент, Чимганские горы, Павловы, Пославские, Поваренных, Волковы.*

BRICHMULLA AS THE CRADLE OF MODERN NATURAL SCIENCES

M.Yu. Povarennykh, PhD, M.A. Petrov, PhD, E.N. Matvienko, PhD

The article briefly describes the life of people depicted in one old photograph taken in Tashkent, Uzbekistan, in 1926. The authors give some information on their descendants, somehow connected with scientific discoveries in the spheres of geography, biology, petrology, and mineralogy.

Keywords: *Brichmulla, araba, Tashkent, Chimgan Mountains, the Pavlovs, the Poslavskiys, the Povarennykhs, the Volkovs.*

…Я с арбы разглядел сквозь туман и дожди,
Как Чимганские горы царят впереди,
И зовут, и сверкают чеканно.
Д.А. Сухарев «Бричмулла[2]».

Введение. В августе 2018 г. одному из авторов (М.Ю.П.) после выступления с докладом «Toward the Ontogenical Paradigm of Mineralogy from the Modern Crystal-Chemical Paradigm» на международной конференции в Ташкенте удалось побывать в Бричмулле

[1] Михаил Юрьевич Поваренных – к.г.-м.н., докторант Института истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН, *mpovarennykh@mail.ru*; Максим Анатольевич Петров – заведующий лабораторией гляциологии Института геологии и геофизики Госкомгеологии РУз, к.г.-м.н., *maxpetr1962@gmail.com*; Елена Николаевна Матвиенко – учёный секретарь Минералогического музея им. А.Е. Ферсмана РАН, с.н.с., к.г.-м.н., *ematvienko@mail.ru.*

[2] Бурчмулло [искажённое русифицированное – Бричмулла, или Брич-Мулла] – в переводе с таджикского означает «зелёный мыс, полого спускающийся в долину отрог горного хребта».

и на Чимгане, где и произошла встреча двух из трёх «родственников по арбе»: Максима Петрова (из рода Пославских) и Михаила Поваренных (из рода Поваренных). Третий «родственник» – Дмитрий Антонович Сахаров (из рода Павловых) – переживал эту встречу в Москве (ему по электронной почте было послано видео). Но что за странное «родство» по арбе? По какой такой арбе – это по повозке, запряжённой ишаком, что ли? Как такое может быть? Представьте, может. Вот что об этом рассказывает Д.А. Сахаров (литературный псевдоним Дмитрий Сухарев) в одном из интервью [1]:

– Так вы так ни разу и не побывали в Бричмулле?

– Был! Правда, лишь однажды. Еще не было Чарвакского водохранилища (заполнено водой в 1970 г. – М.Ю.П.), я пешком шёл из Юсупханы в Бричмуллу...

– По дну Чарвака, выходит?

– Выходит, так… Но чаще я до Бричмуллы не добирался самую малость. Например, однажды мы с женой и шестилетним сыном провели отпуск совсем рядом – в Чимгане. Это было году в 1963-м, то есть за 17 лет до написания песни («Бричмулла», музыка Сергея Никитина, впервые исполнена им со своей женой Татьяной – М.Ю.П.)... А вот мама моя ездила в Бричмуллу каждое лето. В 20-е годы прошлого века. На три семьи брали одну арбу. Три семьи – три «П»: Павловы (фамилия моего деда), Пославские, Поваренных».

О жизни трёх «П» в Узбекистане. Вот что ещё Д.А. Сахаров повествует в своей только что опубликованной *родословной* книге [6, с. 101–102]: «…В той части воспоминаний, где Ольга Юрьевна Пославская (бабушка Максима Петрова – М.Ю.П.) касается своего детства, неоднократно возникает оборот «мы, три семьи». Поясняю: речь идёт о летней кооперации трёх мам, которые совместно спасали от жары своё потомство (рис. 1–4). В период школьных каникул постоянными компаньонами Аришки и Лёньки были сёстры Лялька (Ольга Юрьевна – М.Ю.П.) и Муська (Мария Юрьевна – М.Ю.П.) Пославские, а также братья-близнецы Юрка (Юрий Сергеевич – М.Ю.П.) и Лёвка (Лев Сергеевич – М.Ю.П.) Поваренных, иногда присоединялся их старший брат Шурка (Александр Сергеевич – М.Ю.П.). Мамы между собой дружили, отцы – не знаю… Мать близнецов Надежда Николаевна Поваренных (моя бабушка по отцовской линии – М.Ю.П.) была по рождению Волкова. Ташкентские (а по происхождению ферганские) Волковы, в особенности дядька близнецов художник Александр Николаевич Волков, замечательно обогащали среду, в которой росла Ариша (Павлова, мать Д.А. Сахарова – М.Ю.П.). У меня тоже есть основание быть благодарным этой семье: любовь к музыке развил во мне шурин художника Волкова Андрей Семёнович Мельников, тоже туркестанец по происхождению (Мельниковы, как и Волковы, из Ферганы). Виолончельный класс Андрея Семёновича в годы войны стал для меня второй семьёй. Так бы и сидел там круглые сутки, внимая Андрею…».

«…После взятия (в ходе покорения Бухарского ханства Российской империей в середине XIX века – М.Ю.П.) одного из селений солдаты нашли маленькую девочку, которая не знала своих родителей. Не знали их и в селении. Молодой военный врач взял её на воспитание, а когда ей исполнилось лет шестнадцать, женился на ней. Никто не знал, какой она национальности. Предполагали, что цыганка (значит, и я имею в своих жилах какую-то толику цыганской крови? – М.Ю.П.). Эту историю я знаю со слов Надежды Николаевны (Поваренных, моей бабушки по отцовской линии – М.Ю.П.). Я видел мать её и Александра Николаевича, когда та была уже старухой – маленькой, худой, темнолицей, с огромными горящими глазами. Двое из трёх детей военного врача Н.И. Волкова, Александр и Надежда, были необыкновенно талантливы…

Рис. 1. У канала Калькауз в старом Ташкенте. 1926 г. На фотографии изображена семёрка детей с их мамами. В верхнем ряду слева направо: Надежда Николаевна Поваренных (моя бабушка – М.Ю.П.), Любовь Сауловна Павлова, Валентина Васильевна Пославская (мать сестёр Пославских), один из близнецов Поваренных (Лёва). В нижнем ряду (слева направо): Ариша Павлова (мать Дмитрия Сухарева – М.Ю.П.), второй из близнецов (Юра, мой отец – М.Ю.П.), Муся и Ляля (сёстры Пославские), Шурка Поваренных (мой старший брат, будущий академик-минералог А.С. Поваренных – М.Ю.П.), Лёня Розенблат (сводный брат Ариши Павловой).

Слава Александра Николаевича Волкова, к сожалению, посмертная, перешла рубежи нашей страны, некоторые его картины экспонируются в Третьяковской галерее, а большинство находятся в зарубежных коллекциях, как картины Филонова и Айва-

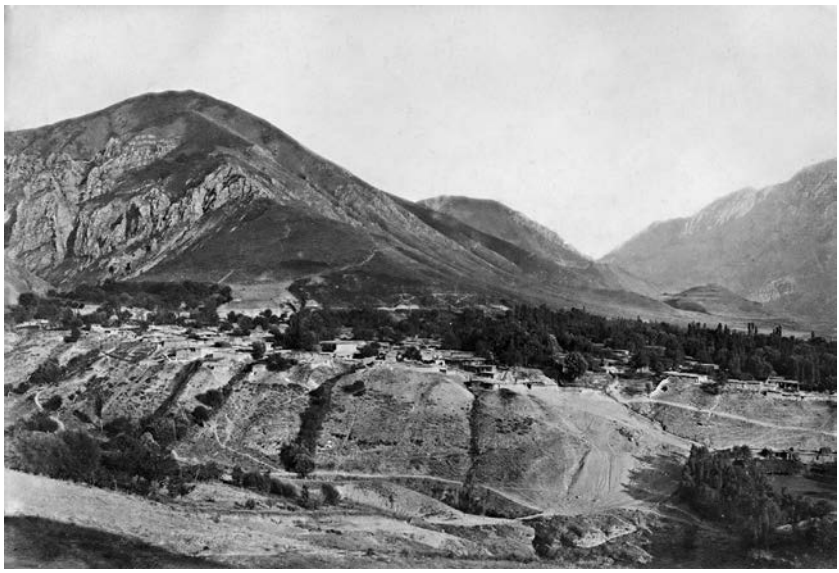


Рис. 2. Бричмулла. 1926 г.

Рис. 3. Река Кок-Су (Бричмулла). Сестры Пославские и братья Поваренных.

Рис. 4. Та самая арба?

зовского…» [6, с. 102] (рис. 5–8). Сыновья А.Н. Волкова – Волик и Саша (Валериан Александрович и Александр Александрович – М.Ю.П.) – продолжили традиции отца и стали известными художниками. В Музее Народов Востока на Никитском бульваре регулярно устраиваются их выставки.

«Об А.Н. Волкове... Уж очень это была колоритная фигура! На всю жизнь запомнился облик Волкова более позднего времени: среднего роста, крепкий, с выпуклой грудью и широкими плечами, мускулистыми руками и ногами, с маленькими кистями и ступнями. На оливковом лице – удлинённые тёмно-карие глаза, тонкий нос, узкие губы. Мы всегда смеялись, что страсть художника к причудливой одежде – от матери-цыганки. А одевался он всю жизнь, как средневековый художник: берет, чёрный плащ, короткие штанишки, длинные чулки-трико. На руке у Волкова был браслет, сделанный из ишачьей подковы… Александр Николаевич был замечательным рассказчиком. Мы, дети, особенно любили «страшные» истории. Хорошо помню, как Александр Николаевич рассказывал их ночью в Бричмулле, где три семьи, Поваренных, Павловы и Пославские, снимали глиняные мазанки на три летних месяца. Ночевали обычно в саду на больших деревянных топчанах. Чтобы попасть туда, надо было заранее позаботиться о каком-нибудь транспортном сред-

Рис. 5. А.Н. Волков. Арба. Государственная Третьяковская галерея. 1925 г. Холст, масло.

Рис. 6. А.Н. Волков. «Горная река Кок-Су». (Серия «Вода и камни»). Холст, масло. 1914 г. Частная коллекция.

Рис. 7. Автопортрет «Мне 60 лет». А.Н. Волков. Фанера, масло. 1946 г.

Рис. 8. А.Н. Волков. «Гранатовая чайхана». Государственная Третьяковская галерея. Холст, масло. 1924 г. (см. цв. рис. на 3 с. обложки).

стве. Обычно это была арба[3]. В середине дня арба подъезжала к дому. На неё грузились посуда, кастрюли, вёдра, продукты из тех, что трудно было добыть в Бричмулле (например, рис, макароны), и постели. Одеяла раскидывались на помосте арбы толстым слоем, на него пассажиры усаживались, а то и ложились. Возница-арбакеш сидел на лошади, поставив ноги на длинные оглобли. Ехали до темноты, останавливаясь на ночлег в одном из селений. При более резвой лошади успевали доехать до Искандера – вблизи того места, где сейчас плотина и мост через Чирчик. Помню ночёвки под открытым небом, огромные звёзды, утренний холод и убаюкивающий сочно-хрустящий звук сена, пережёвываемого

[3] Вспоминается знаменитая на весь Союз песня Сергея Никитина на стихи Д.А. Сухарева «Бричмулла»:
«…Мы купили арбу,
Запрягли ишака со звездою во лбу
И вручили свою отпускную судьбу
Ишаку – знатоку Туркестана…».

лошадьми. Из Искандера выезжали рано утром. Прежде всего, переезжали на пароме через Чирчик, а затем уже ехали по левому берегу через Ходжикент и Юсупхану в Бричмуллу. Перед самой Бричмуллой надо было перебраться на другую сторону Чаткала, тёкшего в глубоком ущелье (сейчас всё это глубоко под водой Чарвакского водохранилища). Мост был старый, покорёжился, сгорбился, изобиловал дырами, и переезжать по нему не рисковали: весь скарб перегружали на ишаков и далее три-четыре километра шли пешком, рядом с ишаками...

Добавлю, что с Бричмуллой Александра Волкова связывала большая беда: там скончалась его первая жена Маруся – художница Мария Ильинична Таратутина (1998–1925)» [6, с. 103].

История людей, связанных между собой проживанием в Узбекистане. Что же ещё роднит нас – представителей трёх разных поколений, кроме того, что наших предков, когда они были детьми, летом в 1925–30 гг. возили на арбе из Ташкента на дачу в Бричмуллу? Дело также и в том, что большинство из них (а впоследствии и мы – их потомки) стали естествоиспытателями, занимающимися изысканиями в области наук о Земле: географами (эконом-географ О.Ю. Пославская[4], её внук М.А. Петров[5] – гляциолог и климатолог, к.г.-м.н.), геологами-минералогами и кристаллохимиками (академик АН УССР А.С. Поваренных[6] и его племянник к.г.-м.н. М.Ю. Поваренных[7]), биологами (Дмитрий Антонович Сахаров[8] – нейробиолог, д.б.н.).

«…Профессор Юрий Ильич Пославский, крупный экономист, вдобавок один из первых русских поэтов Узбекистана. Страстно влюблённый в Среднюю Азию, он стихи свои писал под псевдонимом “Джура”. В 1938 г. был расстрелян. Ему не повезло, он оказался сыном царского генерала. Правда, генерал был не полевой – он командовал строительством, а для души занимался археологией Узбекистана. Тем не менее, Юрию Ильичу это припомнили. В 1932-м его посадили в первый раз. Тогда-то его ученики стали уезжать из Ташкента, мой отец (отец Д.А. Сухарева – М.Ю.П.) в том числе. И весь этот круг оказался в Москве. Так они и дружили до конца жизни. И ташкентский дух сохранили... Ольга Юрьевна Пославская (1914–1996) была во многом похожа на своего загубленного отца, только его *экономгеографии* предпочла *географию физическую*. От отца же унаследовала неистовую любовь к родному краю, который был ею исхожен вдоль и поперёк и воспет в нескольких научно-популярных книгах. Подобно отцу, писала стихи… В 1932-м Пославские всей семьёй перебрались в Москву. Перед этим глава семьи отсидел восемь месяцев в тюрьме, Москва мерещилась гарантией от гонений, которые казались тогда присущими именно Узбеки-

[4] Автор книги «По ущельям и вершинам Западного Тянь-Шаня. Путеводитель» (Ташкент: Госиздат УзССР, 1964. 137 с.).

[5] Соавтор статей «Glacier recession in Uzbekistan and its consequences» (Proceedings of HKH and Andes Knowledge Exchange & Collaboration Workshop at ICIMOD, 23–25 September 2011, Katmandu. P. 67–71); «Glacial lake inventory and lake outburst potential in Uzbekistan» (Science of The Total Environment. 592 March 2017, Elsevier BV, V. 592. P. 228–242).

[6] Автор книг «Твёрдость минералов» (Киев: АНУССР, 1963. 307 с.), «Кристаллохимическая классификация минеральных видов» (Киев: Наук. Думка,1966. 547 с.), «Crystal-Chemical Classification of Minerals» (Vol. 1–2. New York: Plenum Press. 1972. 458 p. Vol. 2.762 p.).

[7] Автор и соавтор книг и статей «Развитие теории минералогии и петрографии. Теоретико-системное обоснование построения естественной классификации горных пород и Периодической Системы Минералов» (LAP Lambert. Gamburg. 2015. 117 p.), «Новое макроскопическое свойство горных пород – фрустумация – как проявление квантования-кусковатости горнопородного уровня пространственно-временного континуума» (Пространство и Время. 1–2 . 2015. С. 321–335), «Первая находка углеродных нанотрубок в Природе» (Природа. № 5. 2018. С. 12–21).

[8] Автор книги «Генеалогия нейронов» (М.: Наука, 1974), статьи «Биологический субстрат генерации поведенческих актов» (Ж. общ. биол. 2012. Т. 73. № 5. С. 324–348).

стану. Одновременный переезд в Москву учеников профессора Пославского, включая нашу семью, был мотивирован тем же. Ольга Юрьевна горше других прощалась с возлюбленной родиной, ностальгировала в стихах. Пережив в 37-м расправу над отцом, в 1938-м окончила геофак МГУ и вернулась в Ташкент. Казалось, навсегда. Вскоре после возвращения в Ташкент родила и похоронила ребёнка... Уже на пороге собственной смерти, в 75-летнем возрасте, вспоминала, как молила Бога в 37-м году за неимением других способов помочь папе… Землетрясение 1966 года тяжело сказалось на здоровье Ольги Юрьевны и её матери; Пославские переехали в Ульяновск. Но жить без Ташкента не смогли и снова вернулись. У старших Пославских кроме Ляли была младшая дочь Муся, Мария Юрьевна. Став в замужестве Барышниковой, она родила Алёну, которую вырастила почему-то Ольга Юрьевна. У Алёны, по мужу Петровой, уже в зрелом возрасте проявилась тяжелая душевная болезнь, но до того она успела подарить своей приёмной матери внука Максима, который стал для бездетной Ольги Юрьевны полнейшим утешением...» [6, с. 95–97].

М.А. Петров (родился в 1962 г.) продолжил семейную традицию, окончил географический факультет Ташкентского университета и заведует лабораторией гляциологии в Институте геологии и геофизики Госкомгеологии РУз[9]. В 2001 г. успешно защитил кандидатскую диссертацию по теме «Формирование постгляциального рельефа в зоне деградирующего оледенения». Его научное направление связано с изучением горных ледников Средней Азии, изменением климата и оледенения, формированием моренных отложений, исследованием баланса массы горных ледников с целью выявления их динамики, проявления опасных природных явлений в гляциальной зоне. Принимал участие в многолетних совместных исследованиях Аральского моря ИГГ АН РУз и ИО РАН. В 2011 г. участвовал в исследованиях ледников и гляциальных озёр в составе международной экспедиции в Гималаях. В период 2013–2018 гг. принимал участие в проекте Debris flow and outburst flood hazard in Tien Shan under impact of changing climate («Оценка опасности прорывных паводков и селевых процессов на Тянь-Шане в контексте изменения климата») совместно с командами из Швейцарии, России и Кыргызстана. Под его руководством был установлен автоматический наблюдательный комплекс по балансу массы на леднике Баркрак Средний (Западный Тянь-Шань), проект CATCOS 2 (рис. 9). Результаты научных исследований опубликованы в более чем 60 работах [2, 7].

М.Ю. Поваренных (родился в 1956 г.) продолжает и творчески развивает кристаллохимическую парадигму современной минералогии, у основ которой наряду с академиком Николаем Васильевичем Беловым, Лайнусом Полингом и Виктором Морицем Гольдшмидтом стоял академик АН УССР Александр Сергеевич Поваренных (1915–1986). М.Ю. Поваренных ретроспективно рассматривает и анализирует содержания минералогических парадигм, по которым развивалась минералогия как наука за последние 350 лет. В природных парагенезисах им обнаружены предсказанные ранее как протоминералы углеродные фуллерены и нанотрубки (а также их неуглеродные аналоги кремнекислородного состава), которые войдут первыми представителями в классификацию новых минеральных видов подцарства наноминералов [3–5].

Заключение. Все люди, отображённые на старой фотографии 1926 г. (см. рис. 1), а также упомянутые в статье их родные, знакомые и их потомки, связанные проживанием в Узбекистане, Ташкенте, являются в той или иной степени близкими «родствен-

[9] РУз – Республика Узбекистан.

Рис. 9. Результаты катастрофического схода льдов с ледника Баркрак. Август 2018 г. Фото М.А. Петрова.

никами по бричмуллинской арбе». И в своём творчестве (научном, научно-просветительском, художественном или поэтическом) они уже почти сотню лет описывают, документируют, восхищаются и воспевают природу и людей древнего Узбекистана – своей второй родины.

Авторы статьи приносят свою признательность патриархам – «родственникам по арбе»: Дмитрию Антоновичу Сухареву (Павлову, по матери, литературный псевдоним Дмитрия Сахарова) и Татьяне Юрьевне Барашковой (Поваренных, по отцу, родившейся в Ташкенте в 1947 г.) за их цепкую память и предпринятые усилия по поиску свидетельств тех далёких событий, оформленных в виде «Родословной саги» (Д.А. Сухарев, 2018) и изустно в многочисленных воспоминаниях и рассказах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дмитрий Сухарев: «Бричмулла теперь знаменитее, чем Ташкент» [Вопросы задавал С. Янышев] // Портал Фергана. 22 августа 2016 (http:/www.fergananews.com/articles/9061).

2. *Завьялов П.О., Арашкевич Е.Г., Бастида И., Ни А.А., Петров М.А. и др.* Большое Аральское море в начале 21 века: Гидрофизика, Гидробиология, Гидрохимия. М.: Наука, 2012. 232 с.

3. *Поваренных М.Ю., Матвиенко Е.Н.* Развитие теории минералогии и петрографии. Теоретико-системное обоснование построения естественной классификации горных пород и Периодической Системы Минералов. LAP Lambert. Gamburg. 2015. 117 p.

4. *Поваренных М.Ю., Матвиенко Е.Н., Павликов А.Б., Шаталова Т.Б.* Первая находка углеродных нанотрубок в Природе // Природа. № 5. 2018. С. 12–21.

5. *Поваренных М.Ю., Матвиенко Е.Н., Кнотько А.В., Шаталова Т.Б.* К характеристике природных углеродных наноминералов и их агрегатов урочища Джаракудук (Узбекистан) // Минералогия. 4 (1). 2018. С. 85–97.

6. *Сухарев Д.А.* Не сразу всё устроилось. Правда факта. М.: Изд-во «Русистика». 2018. 384 с.

7. *Petrov M.A., Sabitov T.Y., Tomashevskaya I.G., Glazirin G.E., Chernomorets S.S., Savernyuk E.A., Tutubalina O.V., Petrakov D.A., Sokolov L.S., Dokukin M.D., Mountrakis G., Ruiz-Villanueva V., Stoffel M.* Glacial lake inventory and lake outburst potential in Uzbekistan // Sci. of the Total Environment. 592 March 2017. V. 592. P. 228–242.

REFERENCES

1. Dmitry Sukharev: «Brichmulla is now more famous than Tashkent » [Questions were asked by S. Yanyshev]. *Portal Fergana.* August 22-th, 2016 (http:/www.fergananews.com/articles/9061) (in Russian).

2. Zavyalov P.O., Arashkevich E.G., Bastida I., Ni A.A., Petrov M.A. et al. *Great Aral Sea at the beginning*

of XXI century: Hydrophysics, Hydrobioligy, Hydrochemistry. 232 p. (Moscow: Nauka, 2012) (in Russian).

3. Povarennykh M.Yu., Matvienko E.N. *Development of the theory of mineralogy and petrography: Theory-system approvement of the natural classification of minerals and rocks, and creation of the Periodic System of Minerals.* 117 p. (Gamburg: LAP Lambert, 2015).

4. Povarennykh M.Yu., Matvienko E.N., Pavlikov A.V., Shatalova T.B. First discovery of carbon nanotubes in Nature. *Priroda*. **5**, 12–21 (2018) (in Russian).

5. Povarennykh M.Yu., Matvienko E.N., Knot`ko A.V., Shatalova T.B. Characteristics of Natural Carbon Nanominerals and their Aggregates from the Dzarakuduk Area (Uzbekistan). *Mineralogiya*. **4** (1), 85–97 (2018) (in Russian).

6. *Sukharev D. Not immediately it was all set. The truth of the fact.* 384 p. (Moscow: «Rusistika», 2018) (in Russian).

7. Hoelzle M., Azisov E., Barandun M., Huss M., Farinotti D., Gafurov A., Hagg W., Kenzhebaev R., Kronenberg M., Machguth H., Merkushkin A., Moldobekov B., Petrov M., Saks T., Salzmann N., Schöne T., Tarasov Y., Usubaliev R., Vorogushyn S., Yakovlev A., Zemp M. Re-establishing glacier monitoring in Kyrgyzstan and Uzbekistan, Central Asia. *Geoscientific Instrumentation, Methods and Data Systems*. **6** (2), 397–418 (2017).

8. Petrov M., Tikhanovskaya A., Tomashevskaya I. Glacier recession in Uzbekistan and it's consequences. *Proc. of HKH and Andes Knowledge Exchange & Collaboration Workshop at ICIMOD*, 23–25 September 2011. P. 67–71. (Katmandu, 2011).

9. Petrov M.A., Sabitov T.Y., Tomashevskaya I.G., Glazirin G.E., Chernomorets S.S., Savernyuk E.A., Tutubalina O.V., Petrakov D.A., Sokolov L.S., Dokukin M.D., Mountrakis G., Ruiz-Villanueva V., Stoffel M. Glacial lake inventory and lake outburst potential in Uzbekistan". S*ci. of the Total Environment*. **592**, 228–242 (2017).

УДК 930

РАЗМЫШЛЕНИЯ НАД КНИГОЙ В.И. ОНОПРИЕНКО «ВЛАДИМИР АМАЛИЦКИЙ. ПЕРМСКИЕ ДИНОЗАВРЫ РОССИИ»

И.В. Иванов[1]

Автору рассматриваемой книги – историку науки, философу и геологу В.И. Оноприенко из Украины – исполнилось 80. Статья содержит размышления по поводу его интересной книги о жизни «охотника за динозаврами» В.П. Амалицкого – ученика знаменитых учёных А.А. Иностранцева и В.В. Докучаева. Рассказано об истории коллекции ископаемых ящеров Амалицкого, о том влиянии, которое оказала она и труды учёного на деятельность знаменитого российского и советского геолога и писателя-фантаста И.А. Ефремова, о преемственности идей в науке.

Ключевые слова: *историк геологии В.И. Оноприенко, палеонтолог В.П. Амалицкий, Северодвинская коллекция ископаемых позвоночных, идеи В.П. Амалицкого, палеонтолог И.А. Ефремов.*

REFLECTION ON THE BOOK «VLADIMIR AMALITSKII. PERMIAN DINOSAURS IN RUSSIA» BY V.I. ONOPRIENKO

I.V. Ivanov, Dr. Sci (Geography)
Institute of Physicochemical and Biological Problems in Soil Science of RAS

This year celebrates the 80th birthday of the author of the book in question V.I. Onoprienko, historian of science, philosopher and geologist from Ukraine. The article contains some reflections on his interesting book about the life of V.P. Amalitskii, the 'dinosaur hunter'. V.P. Amalitskii was a student of A.A. Inostrantsev and V.V. Dokuchaev, famous scientists. The author tells the reader about the history of Amalitskii's collection of the famous Late Permian fossil vertebrate fauna. Further on the author explains how the collection and Amalitskii's scientific works influenced the activities of I.A. Yefremov, famous Soviet and Russian geologist and science fiction writer, that can be regarded as the continuity of ideas in science.

Keywords: *historian of geology V.I. Onoprienko, paleontologist V.P. Amalitskii, Severodvinsk collection of fossil vertebrates, paleontologist I.A. Yefremov.*

Введение. Известному профессиональному историку советской и украинской геологии, специалисту по науковедению, доктору философских наук, профессору Валентину Ивановичу Оноприенко 2 апреля 2019 г. исполнилось 80 лет. В.И. Оноприенко принадлежат более 400 публикаций, включая свыше 50 книг, из них 20 посвящены украинским и советским учёным. Это книги о В.И. Вернадском и научных школах его учеников, о Е.О. Патоне, А.С. Поваренных, П.А. Тутковском, Н.И. Андрусове, Н.Ф. Чернышеве, Б.Б. Голицыне, Г.И. Горецком, А.Л. Яншине, о Флоренских, Червинских и др. Соавторами ряда книг выступают И.И. Мочалов, А.С. Поваренных, Р.Г. Горецкий, М.В. Оноприенко и другие исследователи. Книги об учёных – одновременно книги о научных идеях, о месте, занимаемом учёным в науке, о его роли в обществе.

[1] Иванов Игорь Васильевич – д.г.н., проф., Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН – обособленное подразделение ФИЦ «Пущинский научный центр биологических исследований РАН», *ivanov-v-28@mail.ru.*

Очередная книга, которой В.И. Оноприенко порадовал читателей – «Владимир Амалицкий. Пермские динозавры России» [17]. Герой книги – Владимир Прохорович Амалицкий (1860–1917) – известен широкой публике «с лёгкой руки» академика А.А. Борисяка и писателя-фантаста геолога И.А. Ефремова как «охотник за динозаврами». Меньшая часть публики знает, что Северодвинская галерея ископаемых позвоночных является национальным достоянием России, хранится в Палеонтологическом музее Палеонтологического института РАН в Москве. В.И. Оноприенко использует в названии книги широкую трактовку термина «динозавр». Впервые он был введён английским палеонтологом Р. Оуэном в 1842 г. для описания первых окаменелых остатков древних ящеров, поражавших размерами и обликом. Термин прочно вошёл в науку и культуру, литературу (Ж. Верн, А. Конан Дойл, В.А. Обручев, И.А. Ефремов). Специальные палеонтологические исследования продолжаются, представления о морфологии и филогении этих организмов развиваются и корректируются. В тексте самой книги приводятся точные научные наименования животных.

В предисловии книги автор делится с читателем преодолённой трудностью: ему долго не удавалось найти стержневую идею, чтобы уйти от общепринятого шаблона, заключающегося в том, что *Амалицкому повезло – он обнаружил крупное нахождение пермских ископаемых позвоночных животных, и что же дальше?* В.И. Оноприенко рассказывает читателям увлекательную историю жизни учёного и его научного открытия, о развитии идей В.П. Амалицкого И.А. Ефремовым – как примере преемственности в науке.

Жизнь Амалицкого до открытия. В. Амалицкий родился 01.07.1860 г. в г. Мстиславле современной Белоруссии, был четвёртым сыном в семье. В его роду были литовцы, белорусы, поляки, но ощущал он себя русским. Отец умер, когда Володе было три года. Мать, окончившая Смольный институт в Санкт-Петербурге, смогла дать сыну начальное домашнее обучение и воспитание в культурной среде. По достижении десяти лет она отправила его учиться в Санкт-Петербург к холостому брату, врачу по профессии. Володя окончил элитную гимназию (№ 2 и 3) и был хорошо подготовлен к поступлению на естественный факультет Санкт-Петербургского университета (СПбУ). Автор книги подробно рассмотрел культурно-национальную и историческую среду, в которой рос его герой. Очерк русско-польско-литовско-украинских отношений с характеристикой отдельных исторических лиц и событий в книге очень уместен и представляет самостоятельный интерес.

Годы учёбы (1879–83) и работы Амалицкого (до 1889) в СПбУ были годами расцвета университета. Наибольшее влияние на Амалицкого оказали заведующий кафедрой геологии (геогнозии) профессор А.А. Иностранцев, профессора В.В. Докучаев и Д.И. Менделеев. На наш взгляд, характеристика Иностранцева, содержащаяся в книге В.И. Оноприенко, полна, объективна и небезынтересна. В ней использованы мемуары профессора [16]. Александр Александрович Иностранцев (1843–1917) родился в семье капитан-фельдъегеря императора Николая I, что обеспечило ему знакомство с некоторыми членами императорской семьи. Он окончил университет, в совершенстве освоил химический анализ, был учеником, а позже другом Д.И. Менделеева, работал экспертом-химиком на уральских заводах Демидова, в лаборатории А.Н. Энгельгардта, выполнял химические анализы минералов для частных лиц и учреждений. К геологии он пришёл в результате изучения состава фосфоритов после выдвижения им гипотезы об их гидротермальном происхождении, стажировался по геологии в Германии. В его воспоминаниях написано: «Я и не подозревал ранее, что простой химический анализ может произвести с человеком такой умственный переворот и отклонить его от одной и приковать к другой науке»

[16]. В 1873 г. Иностранцев стал профессором кафедры геологии университета. Он первым выявил гидротермальный метаморфизм горных пород Карелии, был геологом при строительстве Ново-Ладожского канала, других объектов, занимался водоснабжением крупных городов. Впервые открыл и описал сотни археологических памятников эпохи позднего палеолита на берегах Ладожского озера. Иностранцев исследовал геологию Алтая с целью поисков месторождений руд железа и полиметаллов, организовал полистную геологическую съёмку региона, участвовал во многих рискованных и опасных экспедициях. Он подготовил около 50 крупных специалистов-геологов. Иностранцев был беспредельно предан науке, обладал огромным трудолюбием, но характер имел трудный и высокомерный. По этой и другим причинам он находился в плохих отношениях со многими крупными специалистами, что не мешало ему принципиально решать большинство вопросов. Л.С. Берг называл Иностранцева в СПбУ «всесильным». Умер Иностранцев в последний день холодного и голодного 1919 г. Как учитель он оказал очень большую поддержку Амалицкому в его карьере и исследованиях [17].

В.И. Оноприенко, используя публикации историков науки последних десятилетий [7, 20], по-новому рассматривает организацию и значение научных итогов Нижегородской экспедиции под руководством В.В. Докучаева, в которой участвовал В.П. Амалицкий. Без умаления заслуг Докучаева показано, что экспедицию поддержало всё руководство СПбУ: ректор, профессор ботаники А.Н. Бекетов, профессор земледелия, декан физико-математического факультета и председатель 1-ого отдела ВЭО А.В. Советов, профессор геологии и председатель Общества естествоиспытателей при университете А.А. Иностранцев. Начальником экспедиции был назначен молодой доцент В.В. Докучаев. Перечисленные профессора направили для участия в этой первой в мире комплексной научной экспедиции (1882–86) своих учеников, только что окончивших университет, и студентов старших курсов, всего около 20-ти человек. Большинство из них стали знаменитыми учёными – Н.М. Сибирцев, П.А. Земятченский, В.И. Вернадский, Ф.Ю. Левинсон-Лессинг, Г.И. Танфильев, В.П. Амалицкий, А.Н. Краснов и др. Профессора А.Н. Бекетов, А.В. Советов, А.А. Иностранцев консультировали своих учеников в поле, а В.В. Докучаев успешно справился с руководством экспедицией [17]. В.И. Оноприенко показывает, что после формального завершения земской экспедиции (1886 г.) нерешённые вопросы продолжали доисследоваться при поддержке Геологического комитета, Общества естествоиспытателей при университете и Нижегородского земства. Помимо 13 томов естественно-исторического описания земель губернии земство получило впоследствии природно-экономическую оценку земель и первый в России губернский естественно-исторический музей (Н.М. Сибирцев). Итоги работы экспедиции заинтересованно обсуждались на конференциях земства. В книге В.И. Оноприенко показано, что Нижегородская земская экспедиция под руководством В.В. Докучаева стала важным событием в жизни СПбУ, губернии и всей страны. Работа в экспедиции позволила многим её участникам определить свои научные интересы и призвание. В.П. Амалицкий составил естественно-историческое описание, почвенную и геологическую карты Горбатовского уезда и продолжил изучение пермских отложений Волго-Окского междуречья.

В 1890 г. 30-летний успешный доцент женился на 22-летней Анне Петровне, ставшей Амалицкой (1868–1939), выпускнице рисовальной школы, слушательнице Бестужевских курсов в С.-Петербурге со специализацией по иностранным языкам. Союз оказался удачным и на всю жизнь. Все ежегодные экспедиции и длительные стажировки в музеях Брюсселя, Лондона, Дрездена супруги проводили вместе, разделяя радости

и лишения. Детей у них не было. Анна Петровна пережила мужа на 22 года и внесла огромный вклад в обработку и публикацию его рукописей и полевых материалов. В её честь был назван один из родов – *Annatherapsidus petri*, аннатерапсиды [1].

Открытие Амалицкого и его коллекция. Пермская система была первой и единственной геологической системой, выделенной на территории России. Изучение её было приоритетным не только по этой причине, но и вследствие загадочности условий образования. Её отложения, казалось, были «немыми», т. е. в них отсутствовали руководящие формы фауны и флоры, необходимые для разработки стратиграфии. Первые годы исследований не принесли больших успехов, но Амалицкий не сдавался. В обрыве с пермскими отложениями в Н. Новгороде он обнаружил несколько случайных мелких окатанных обломков костей. В. Оноприенко [17] рассказывает, как это воодушевило Амалицкого. В дальнейшем он обнаружил в пермских осадках Волго-Вятского междуречья и Европейского Севера пресноводные моллюски андраказиды, отпечатки листьев глоссоптерисовой флоры [1, 22, 23]. Амалицкий высказал гипотезу, что они не сходны с формами из пермских отложений Германии, а характерны для пермских отложений юга Африки, Индостана и Австралии. Доказательство этой гипотезы стало главной научной задачей и идеей всей жизни В.П. Амалицкого [15, 17]. Исследования пермской системы затруднялись отсутствием дорог на Севере, где единственным путём были реки. С 1895 г. Амалицкий нанимает за личные средства местных гребцов с лодкой и каждое лето вместе с женой на протяжении одного–двух месяцев совершает маршруты по рекам бассейна Северной Двины. В 1903 г. Амалицкие проехали на пароходе по Печоре и Северному Ледовитому океану [4]. Постепенно накапливался разрозненный материал андраказид, обломков костей пресмыкающихся, отпечатков листьев глоссоптерисовой флоры. Их демонстрация в 1897 г. на VII сессии Международного геологического конгресса в Санкт-Петербурге была успешной и добавила уверенности. В 1890–1915 гг. Амалицкий работал вначале доцентом Варшавского университета, затем профессором геологии, деканом и с 1908 г. – директором Варшавского политехнического института [17].

Самая большая удача ожидала В.П. Амалицкого в 1899–1900 гг. В береговом обрыве у русла реки Северная Двина в местечке Соколки, недалеко от города Котлас, Амалицкий обнаружил богатейшее в мире местонахождение фауны ископаемых позвоночных и глоссоптерисовой флоры [3]. Только в первый год было найдено пять целых скелетов, самые крупные из них достигали 4 м длины. Находки весом 22 т заняли 60 больших ящиков и два вагона, которые отправили в Варшаву. Довольный Иностранцев поместил об этом открытии статью в газете «Правительственный вестник» (1900, № 256). Первая реконструкция зверощера, названного в честь него *Inostranzevia*, была показана на презентации в геологическом кабинете СПбУ. Статью об этом событии опубликовал известный журналист Александр П. Чехов – брат писателя А.П. Чехова и отец известного актёра М.А. Чехова («Палеонтологические раскопки проф. В.П. Амалицкого», газета «Новое время», 1901, № 8934). Являясь Президентом общества естествоиспытателей при СПбУ, А.А. Иностранцев обратился к Почётному президенту общества, брату императора Великому князю Александру Михайловичу с просьбой ходатайствовать о выделении средств. На проведение раскопок император пожаловал с начала 1900 г. 50 тыс. рублей (по 10 тысяч ежегодно).

В.И. Оноприенко далее рассказывает, что раскопки продолжались на протяжении 15 лет. Было извлечено более 100 тонн костей, включая 40 крупных относительно сохранившихся скелетов. Вслед за Соколками были открыты и другие местонахождения, но Соколки остались непревзойдёнными по своей уникальности.

Остатки флоры и фауны обнаруживались в обрывах берегов рек в песчаных линзах протяжённостью 100–200 м вдоль берега, мощностью до 10 м, на расстоянии по вертикали около 10–20 м от уровня речной воды и таком же от современной земной поверхности. В.И. Оноприенко особо отметил, что Амалицкий впервые обратил внимание на локальные особенности их залегания. Линзы представляли собой поперечное сечение русел рек, озёр, болот пермского времени, расположенных поперёк современной гидрологической сети и отличались друг от друга. Полные скелеты свидетельствовали о былом захоронении целых тел, отдельные кости – о разрушении скелетов и их перемещении водой. Амалицкий избрал единственно правильный метод извлечения костей из обрывов – раскопки сплошной площадью сверху и послойно с обозначением обнаружения находок на плане, по квадратам. Скелеты или черепа обычно находились внутри огромных конкреций, которые облекали их снаружи. Кости находись внутри плотной минеральной массы как в цементе, но иногда окружающая их масса бывала относительно рыхлой. Отпечатки листьев сохранялись на плотном сцементированном песчанике и разрушались в рыхлом песчанике. Наличие крупной конкреции (0,5×1 м и более) не гарантировало нахождения в ней кости или черепа, конкреции имели разную прочность и их было необходимо раскалывать.

Документирование и препарирование многотонного материала представляло большую работу. Коллекции доставлялись по воде на железнодорожную станцию Котлас, оттуда в Варшаву для изучения. Для хранения костей были необходимы большие помещения. В Варшаве Амалицкий организовал специальную мастерскую, в которой работало десять каменотёсов. Для работы с костями, которые до этого никто не изучал, у Амалицких не хватало опыта и знаний. С целью его приобретения они на протяжении многих месяцев работали и стажировались в естественно-исторических музеях Брюсселя, Лондона, Мюнхена и Дрездена [17].

Амалицкий ради науки не жалел своего здоровья. Он был талантливым профессором, популяризатором и оратором. Волю и недюжинные организационные способности ему пришлось проявлять в очень сложных условиях национальных и политических конфликтов революции 1905–07 гг. и I-й мировой войны. Везде, где он начинал работу (в Варшавском университете, дважды – в Варшавском политехническом институте, в Нижегородском и Новочеркасском политехнических институтах), через некоторое время он становился ректором или директором. Это расширяло возможности для сохранения коллекции, но забирало очень много сил. В марте 1917 г. после февральской революции В.П. Амалицкий подал в отставку с поста директора Нижегородского политехнического института. 28 декабря 1917 г. Владимир Прохорович скончался от сердечной недостаточности в Кисловодске, где находился на лечении [17].

В.И. Оноприенко так подводит итоги жизни В.П. Амалицкого: изучил пермские отложения на севере Русской равнины, разработал начала их стратиграфического и литолого-фациального подразделения, открыл крупные памятники богатейшей жизни пермского периода. Он доказал сходство форм жизни пермского периода на Русском севере и на юге Африки. Впоследствии подтверждающие факты были получены в Индостане, Австралии и даже в экспедиции Р. Скотта в Антарктиде. В.П. Амалицкий не дожил до основной публикации в 1919 г. теории А. Вегенера о дрейфе континентов, которая бы его, несомненно, порадовала. Идеи Амалицкого получили в те годы большее признание за рубежом, чем в России, и это его очень огорчало. Изучение научного наследия В.П. Амалицкого показало, что оно содержит зачатки идей тафономии (по И.А. Ефремову) различных уровней от локального до глобального [2, 13, 15, 19].

Рацкий и Языкова [18] считают, что В.П. Амалицкий и его ученик по Варшавскому университету Д.Н. Соболев являются пионерами в разработке концепций эволюции биосферы и массовых вымираний организмов.

Судьба коллекции и развитие научных идей Амалицкого. Северодвинская коллекция ископаемых позвоночных с самого её открытия получила признание как национальное достояние России, а В.П. Амалицкий – значительную известность. В 1917 г. в связи со всеобщей разрухой возникла угроза потери коллекции. В марте 1918 г., в самый трудный год для советской власти, Академия наук по инициативе Президента РАН А.П. Карпинского создала Комиссию по изучению научного наследия В.П. Амалицкого, которая в дальнейшем стала называться Северодвинской. Возглавил комиссию А.П. Карпинский, в неё вошли академик А.А. Борисяк, другие учёные и А.П. Амалицкая. Автор книги показал, что продолжателем дела Амалицкого в эти годы становится член комиссии М.Д. Едемский [8, 9, 17].

М.Д. Едемский (1870–1933) – местный учитель-краевед, вначале занимался этнографией, затем заинтересовался геологией и окончил в зрелом возрасте (1912 г.) СПбУ по специальности геология и минералогия. В 1913 г. он участвовал в раскопках на Соколках под руководством В.П. Амалицкого, в дальнейшем работал в Геологическом музее Академии наук, в 1922 г. стал профессором. В Северодвинской комиссии ему было поручено выяснить положение дел с коллекцией. Вместе с А.П. Амалицкой в 1922 г. он посетил места раскопок и организовал перевозку в Санкт-Петербург на барже находившееся там со времени раскопок в ящиках значительное количество материалов коллекции. Едемский посетил повторно все местонахождения, открытые Амалицким [5, 6], выявил ряд новых, провёл раскопки на некоторых из них, доставил в музей новые находки, уточнил распространение пермских памятников, отдав им 10 лет своей жизни. Памятников, более богатых чем Соколки, обнаружить не удалось, но такая возможность не исключается.

В Северодвинскую комиссию был включён профессор *П.А. Православлев* (1873–1941), который на протяжении нескольких лет был стипендиатом и лаборантом Амалицкого в Варшаве после окончания университета и имел некоторый опыт работы с палеонтологическим материалом. В 1925–29 гг. он занимался обработкой коллекции и обнаружил новую группу звероящеров, выделенную в 1953 г. в новый род – православлевия [17].

Обработкой находок Амалицкого занимался член комиссии, крупный зоолог и палеонтолог *П.П. Сушкин* (1868–1928), избранный в 1923 г. академиком. Он, отмечает В.И. Оноприенко, как бы повторно, на новом методическом и научном уровне «переоткрыл» северодвинскую фауну.

Благодаря П.П. Сушкину в геологию и палеонтологию пришёл *И.А. Ефремов* (1907–72) – палеонтолог, создатель тафономии, писатель-фантаст, философ-мыслитель, продолжатель исследований и идей В.П. Амалицкого. В.И. Оноприенко раскрыл линию преемственности «Амалицкий – Ефремов».

Три последних (ненумерованных) главы рассматриваемой книги развивают эту линию [17]:

- Коррективы в научные выводы В.П. Амалицкого [с. 186);

- В.П. Амалицкий и И.А. Ефремов – преемственность поколений в науке (с. 222);

- Значимые публикации о достижениях В.П. Амалицкого (прилож., статьи: А.П. Чехов. Исторический момент в области современной геологии – с. 254; П.П. Сушкин. Северодвинская галерея Российской Академии наук – с. 247–257).

Эти главы придают книге особую научную глубину и интерес. Чувствуется, что автору книги в них особенно тесно, и что нужно так много сказать. Известно, что Ефремов остался сиротой при родителях, его приняла на воспитание и довольствие одна из частей Красной армии в Крыму, в районе Перекопа, и он стал «сыном полка» [17, 21]. В начале 1923 г. Иван прочитал в журнале статью профессора П.П. Сушкина [19] о коллекции пермских ящеров с Севера России и написал ему письмо, профессор ответил. Их встреча состоялась 18 марта 1923 г. в Санкт-Петербурге в Геологическом музее АН. Она произвела на Ивана неизгладимое впечатление и определила направление его жизни. В 1924 г. он окончил среднюю школу. Несколько месяцев работал у П.П. Сушкина препаратором, ездил по его заданию в экспедиции. Неугомонный Ефремов плавал штурманом на Каспийском и Охотском морях, участвовал в экспедициях по Сибири, Дальнему Востоку, Закавказью, Монголии. В перерывах между странствиями он окончил Горный институт в Санкт-Петербурге и зоологическое отделение СПбУ, чтобы заниматься палеонтологией. В 1935 г. И.А. Ефремов получил учёную степень кандидата наук по совокупности работ, в 1941 г. защитил докторскую диссертацию на тему «Фауна наземных позвоночных средних зон перми СССР». Ефремов – неординарная личность. Рассказывают, как легенду, что при подготовке коллекции Амалицкого для демонстрации на сессии Международного геологического конгресса в Москве в 1937 г. бюрократами задерживалось предоставление помещения. Ефремов обратился с письмом к Сталину и помещение было получено. Ефремов был удачлив в палеонтологических разведках.

Раскопки и идеи В.П. Амалицкого, статья П.П. Сушкина (образец глубины научной популяризации) оказались очень созвучны мыслям И.А. Ефремова. Он пишет статьи: в 1936 г. – об условиях захоронения лабиринтодонтов, в 1940 г. – о тафономии, в 1950 г. публикует книгу «Тафономия и геологическая летопись», в 1952 г. удостаивается за неё Государственной (Сталинской) премии второй степени.

В.И. Оноприенко показывает, что И.А. Ефремов сделал для памяти о В.П. Амалицком исключительно много. Он стал продолжателем его дела в науке и поднял его на новый уровень [12, 14]. Публикация Ефремова в серии «Люди русской науки» [11] ввела Амалицкого в достаточно узкий круг классиков науки. В статье к 100-летию Владимира Прохоровича [15] Ефремов не ограничился юбилейными трафаретами, но точно определил и то, что не удалось юбиляру – показал перспективность дальнейших исследований в самом широком контексте науки [10].

В.И. Оноприенко озабочен научной судьбой тафономии [17]. Он поддерживает идеи Ефремова: тафономия включает геологию с её «листами каменной книги» и биологию, поскольку окаменелости изучаются так же, как живые организмы. При этой двойственности тафономия в её первой части вносит много нового в расшифровку физических процессов, меняющих лик Земли; в её второй части она даёт расшифровку органического мира прошлого, объясняет неполноту и особенности палеонтологической летописи. С этих позиций тафономию в историческом плане следует рассматривать как дальнейшее развитие и сближение геологического учения Ч. Лайеля и эволюционной теории Ч. Дарвина. По словам П.К. Чудинова [21], тафономия, соединяющая летопись Земли и Жизни – геологическую и палеонтологическую летописи, не просто приумножает знание, она позволяет воссоздать объёмную картину истории природы с её историей живого вещества.

Заключение. Завершая размышления над книгой, отметим увлекательность и информативность биографии Амалицкого, судьбы его коллекции и научных идей, драматичность идеи и теории тафономии и жизни И.А. Ефремова. Из книги мы узнаём новые интересные сведения об истории СПб университета, о его профессорах В.В. Докучаеве,

А.А. Иностранцеве и о нижегородской экспедиции, малоизвестные факты о русско-польско-литовских отношениях, событиях 1905–07 годов в Польше. Книга зовёт читателей любить природу, уважать учёных и посетить Палеонтологический музей имени Ю.А. Орлова РАН при Палеонтологическом институте имени А.А. Борисяка РАН в Москве.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Амалицкий В.П.* Материалы к познанию фауны пермской системы России: I. Мергелисто-песчаные породы Окско-Волжского бассейна. Anthracosidae // Тр. Варшав. об-ва естествоиспытателей. 1892. Т. 3. Проток. отд. биол. № 2–8. Отд. изд.: Варшава: Тип. Варшав. учеб. округа, 1892. 150 с.

2. *Амалицкий В.П.* О геологическом развитии организмов и земного рельефа // Варшав. унив. изв. 1896. № 6. С. 1–31.

3. *Амалицкий В.П.* О раскопках в 1899 году остатков позвоночных животных в пермских отложениях севера России // Тр. СПб об-ва естествоиспытателей. 1900. Т. 31. Вып. 1. Проток. № 4. С. 177–198.

4. *Амалицкий В.П.* По Ледовитому океану и Печоре. Путевые впечатления. Варшава. 1903. С. 106.

5. *Амалицкий В.П.* Отчёт о Северо-Двинских раскопках за 1914 г. // Тр. Геол. и минерал. музея АН СССР. 1922. Т. 3, вып. 3. С. 113–117.

6. *Амалицкий В.П.* Дневник наблюдений по Малой Северной Двине. Л.: Изд-во АН СССР, 1931. 57 с.

7. *Евтухова Е.* Экология провинциальной жизни: экспедиция В.В. Докучаева в Нижегородскую губернию // Власть и наука, учёные и власть: 1880-е – начало 1920-х годов. СПб: Дмитрий Буланин, 2003. С. 315–324.

8. *Едемский М.Б.* Судьба Варшавской коллекций проф. В.П. Амалицкого // Природа. 1926. № 7/8. С. 93–95.

9. *Едемский М.Б.* Неизданные труды В.П. Амалицкого по геологическим исследованиям его в бассейне реки Северной Двины // Тр. Геол. музея АН СССР. Т. 5. 1929. С. 65–74.

10. *Ефремов И.А.* О составе северодвинской пермской фауны амфибий и рептилий из раскопок В.П. Амалицкого // Доклады АН СССР. 1940. Т. 27, № 8. С. 893–896.

11. *Ефремов И.А.* Владимир Прохорович Амалицкий (1860–1917) // Люди русской науки: Очерки о выдающихся деятелях естествознания и техники. Т. 1. М.–Л.: ОГИЗ, 1948. С. 462–471.

12. *Ефремов И.А.* Гондванские фации северных материков // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1948. № 1. С. 57–68.

13. *Ефремов И.А.* Тафономия и геологическая летопись. М.: Изд-во АН СССР, 1950. 177 с.

14. *Ефремов И.А.* Фауна наземных позвоночных в пермских медистых песчаниках Западного Приуралья. М.: Изд-во АН СССР, 1954. 416 с.

15. *Ефремов И.А.* Владимир Прохорович Амалицкий (1860–1917) // Люди русской науки: геология и география. М.: ОГИЗ, 1962. С. 115–123.

16. *Иностранцев А.А.* Воспоминания (Автобиография). СПб: Петербургское востоковедение, 1998. 272 с.

17. *Оноприенко В.И.* Владимир Амалицкий. Пермские динозавры России. LAMBERT Academic Publishing RU, 2017. 274 p.

18. *Рацкий Г., Язykова Е.А.* В.П. Амалицкий и Д.Н. Соболев – пионеры современных концепций эволюции биосферы и массовых вымираний // 100-летие Палеонтологического общества России. Проблемы и перспективы палеонтологических исследований. Мат. LXII сессии Палеонтол. об-ва РАН (4–8 апреля 2016 г., Санкт-Петербург). СПб: Изд-во ВСЕГЕИ, 2016. С. 298–299.

19. *Сушкин П.П.* Северо-Двинская галерея Российской Академии Наук // Наука и её работники. 1922. № 5. С. 3–6

20. *Федотова А.А.* Ботаники в Нижегородской экспедиции В.В. Докучаева: «старые» территории, новые задачи // Историко-ботанические исследования. 2010. Т. 2, № 4. С. 66–83.

21. *Чудинов П.К.* Иван Антонович Ефремов. М.: Наука, 1987. 224 с.

22. *Amalytzky V.P.* Diagnoses of the new forms of vertebrates and plants from the Upper Permian on North Dvina (extracted from inedited memoires of prof. V. Amalitzky, with a preface by A. Karpinsky) // Изв. РАН. Сер. 6. 1922. Т. 16. С. 329–340.

23. *Amalitzky W.* Uber die Anthracosidae der Permformation Russlands // Paleontgraphico. 1892. Bd. 39. S. 125–214.

REFERENCES

1. Amalytzky V.P. Materials to the knowledge of the fauna of the Permian system of Russia: I. Marl–sand rocks of the Oka–Volga basin. Anthracosidae. *Trudy Varshavskogo Obshchestva Estestvoispytatelej.* V. **3**, № 2–8. 150 p. (Warsaw: Tipografiya Varshavskogo uchebnogo okruga, 1892) (in Russian).

2. Amalytzky V.P. On the geological development of organisms and the earth's topography. *Ivestiya Varshavskogo universiteta.* **6**, 1–31 (1896) (in Russian).

3. Amalytzky V.P. About excavation in 1899 of the remains of vertebrate animals in the Permian deposits of the North of Russia. *Proc. of the St.-Petersburg Society of Naturalists.* **31** (1), 177–198 (1900) (in Russian).

4. Amalytzky V.P. *On the Arctic Ocean and Pechora. Travel experience.* 106 p. (Warsaw, 1903) (in Russian).

5. Amalytzky V.P. Report for North Dvinskikh excavations in 1914. *Proc. of the Geol. and Mineral. Museum of the Academy of Sciences of the USSR.* **3** (3), 113–117 (1922) (in Russian).

6. Amalytzky V.P. *Diary of observations on the Lesser Northern Dvina*. 57 p. (Leningrad: Izd-vo AN SSSR, 1931) (in Russian).

7. Evtukhova E. *The ecology of provincial life: the expedition of V.V. Dokuchaev in the Nizhny Novgorod region. Power and science, scientists and power, 1880s – early 1920s*. P. 315–324 (St.-Petersburg: Dm. Bulanin, 2003) (in Russian).

8. Edemsky M.B. The fate of the Warsaw collections of Professor V.P. Amalytzky. *Priroda*. **7/8**, 93–95 (1926) (in Russian).

9. Edemsky M.B. Unpublished works of V. P. Amalitsky on his geological studies in the basin of the Northern Dvina. *Proc. of the Geol. Museum of the Academy of Sciences of the USSR.* **5**, 65–74 (1929) (in Russian).

10. Efremov I.A. On the composition of the Severodvinsk Permian fauna of amphibians and reptiles from the excavations of V. P. Amalitsky. *Doklady AN SSSR*. **2**7 (8), 893–896 (1940) (in Russian).

11. Efremov I.A. Vladimir Amalitsky (1860-1917). *People of Russian science: Essays on outstanding figures of natural science and technology*. **1**, 462–471 (Moscow-Leningrad: OGIZ, 1948) (in Russian).

12. Efremov I.A. Gondwana facies of the Northern continents. *News of the USSR Academy of Sciences. Ser. of geol.* **1**, 57–68 (1948) (in Russian).

13. Efremov I.A. *Taphonomy and the geological record*. 177 p. (Moscow: Izd-vo AN SSSR, 1950) (in Russian).

14. Efremov I.A. *The fauna of terrestrial vertebrates in the Permian copper sandstones of the Western fore-Urals.* 416 p. (Moscow: Izd-vo AN SSSR, 1954) (in Russian).

15. Efremov I.A. Vladimir Amalitsky (1860-1917). *People of Russian science: geology and geography*. P. 115–123 (Moscow: OGIZ, 1962) (in Russian).

16. Inostrantsev A.A. *Memories (Autobiography).* 272 p. (SPb: Peterburgskoye vostokovedenie, 1998) (in Russian).

17. Onoprienko V.I. *Vladimir Amalitsky. Permian dinosaurs of Russia*. 274 p. (LAMBERT Academic Publishing RU, 2017) (in Russian).

18. Ratsky G., Yazykova E.A. V.P. Amalitsky and D.N. Sobolev – pioneers of modern concepts of the evolution of the biosphere and mass extinctions. *100th anniversary of the Paleontological Society of Russia. Problems and prospects of paleontological research. Materials of the LXII session of the Paleontological Society of the Russian Academy of Sciences* (April 4–8, 2016, St.-Petersburg). P. 298–299 (St.-Petersburg: Izd-vo VSEGEI, 2016) (in Russian).

19. Sushkin P.P. North Dvina gallery of the Russian Academy of Sciences. *Science and its employees*. **5**, 3–6 (1922) (in Russian).

20. Fedotova A.A. Botany in the Nizhegorodskaya expedition of V. V. Dokuchaev: «old» territories, new challenges. *Istorico-botanicheskie issledovaniya*. **2** (4), 66–83 (2010) (in Russian).

21. Chudinov P.K. *Ivan Antonovich Efremov.* 224 p. (Moscow: Nauka, 1987) (in Russian).

22. Amalytzky V.P. Diagnoses of the new forms of vertebrates and plants from the Upper Permian on North Dvina (extracted from inedited memoires of prof. V. Amalitzky, with a preface by A. Karpinsky). *Izvestiya RAN*. Ser. 6. **16**, 329–340 (1922).

23. Amalizky W. Uber die Anthracosidae der Permformation Russlands. *Paleontgraphico*. **39**, 125–214 (1892).

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 930

ВАЛЕНТИНА ВИТЯЗЕВА – ЕДИНСТВЕННАЯ ЖЕНЩИНА-РЕКТОР В СССР (К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)

М.И. Бурлыкина[1]

Статья посвящена основателю и первому ректору Сыктывкарского государственного университета профессору В.А. Витязевой. Отражена биография легендарной женщины, ставшей в своё время[2] *единственной в Советском Союзе женщиной-ректором классического университета и проработавшей на этой должности 15 лет; проанализирован её научный вклад в изучение Севера.*

Ключевые слова: *В.А. Витязева, Сыктывкарский государственный университет, Север, развитие производительных сил.*

VALENTINA VITYAZEVA. THE ONLY FEMALE RECTOR IN THE SOVIET UNION (THE 100TH BIRTHDAY ANNIVERSARY)

M.I. Burlykina, Dr. Sci (Culturology)
Pitirim Sorokin Syktyvkar State University

The article is devoted Valentina A. Vityazeva, founder and the first rector of Pitirim Sorokin Syktyvkar State University. The author tells the reader the biography of the legendary woman, who became the only female rector of a university in the Soviet Union and worked as one for 15 years, as well as analyzes Vityazeva's scientific contribution to the study of the Soviet North.

Keywords: *V. A. Vityazeva, Pitirim Sorokin Syktyvkar State University, North, development of productive forces.*

7 апреля 2019 г. исполнилось 100 лет со дня рождения выдающегося учёного-североведа, заслуженного деятеля науки России, доктора географических наук, профессора

[1] Бурлыкина Майя Ивановна – д-р культурологии, профессор кафедры культурологии и педантропологии, руководитель музейного комплекса Сыктывкарского государственного университета имени Питирима Сорокина; *mipkk@syktsu.ru.*

[2] В СССР в другие годы были ещё две женщины, руководившие университетами. *Зинаида (Евфимия) Фёдоровна Торбакова* (1900–38), выпускница Академии коммунистического воспитания им. Н.К. Крупской, в 1933–34 гг. исполняла обязанности ректора Свердловского государственного университета, а в 1935–37 гг. была директором этого университета; погибла в сталинском ГУЛАГе. Доцент *Ве́ра Алекса́ндровна Артисе́вич* (1909–99) исполняла обязанности ректора Саратовского государственного университета в 1941–42 гг.

Рис. 1. В.А. Витязева – ректор СыктГУ. Фото В.Ф. Демьянова, 1973 г.

Валентины Александровны Витязевой (1919–2010) – основателя и первого ректора Сыктывкарского государственного университета.

В.А. Витязева родилась 7 апреля 1919 г. в деревне Сибирь Яренского уезда. Северо-Двинской губернии (сейчас это территория Ленского района Архангельской области). Её родители познакомились в Санкт-Петербурге: мама Клавдия Фёдотовна Годырева работала прислугой у генерала Рокицкого, отец Александр Ионович Протопопов служил при гарнизоне писарем. Поженившись, Протопоповы переехали в деревню Сибирь, занимались сельским хозяйством. В семье появилось пятеро детей, Валентина была старшей. С 1928 г. она училась в начальной школе в селе Тукма, которая располагалась в трёх километрах от дома: зимой добиралась на лыжах, весной и осенью ходила пешком. В 1932 г. Протопоповы переехали в большое село Яренск (как город существовал в 1780–1924 гг.), где Валентина стала учиться в неполной средней школе. Жили очень трудно: отца арестовали, посадили незаконно в тюрьму почти на год. Для продолжения образования Клавдия Фёдотовна отправила дочь в Ленинград к родственникам, чтобы она могла учиться и получать стипендию. Так Валентина оказалась в числе учащихся Ленинградского топографического техникума. В 1940 г. отличницу без экзаменов приняли в Московский институт инженеров геодезии, картографии и аэрофотосъёмки. В 1941 г. началась война, спутавшая планы многих. В 1943 г. Валентина направилась в Сольвычегодск, где в это время проживал отец (мама умерла в 1940 г.). В поезде познакомилась с Андреем Григорьевичем Назаркиным, которого назначили на должность директора (ректора) Коми пединститута. Он уговорил девушку перевестись для продолжения обучения в Сыктывкар. Валентина прислушалась к рекомендации, но стала учиться не в институте, а Карело-Финском университете, эвакуированном из Петрозаводска на период Великой Отечественной войны. После окончания вуза работала в отделе промышленности Коми обкома КПСС в Сыктывкаре, затем училась в очной аспирантуре Института географии АН СССР в Москве, в 1952 г. защитила кандидатскую диссертацию на тему «Печорский угольный район: экономико-географическая характеристика». Вернувшись в Сыктывкар, В.А. Витязева трудилась в Коми филиале АН СССР младшим, затем старшим научным сотрудником, с 1960 г. заведовала отделом экономики. В 1965 г. защитила докторскую диссертацию на тему «Узловая проблема промышленного освоения Европейского Севера СССР». Валентина Александровна является автором более 200 научных работ, в т. ч. монографий [3–7].

Научное кредо В.А. Витязевой формировалось под влиянием идей выдающихся учёных-географов Н.Н. Баранского, Н.Н. Колосовского и В.М. Четыркина. Плодотворно развивая их идеи применительно к условиям Европейского Севера, Валентина Александровна выявляла региональные закономерности и вскрывала актуальные проблемы размещения производства, межотраслевые и территориальные диспропорции и намечала пути комплексного развития производительных сил Европейского Севера. Доктор экономических наук Г.В. Канев отмечал, что отличное знание особенностей исторического развития региона, специфики природных и экономических условий, современного состояния и перспектив развития позволили В.А. Витязевой с большой научной убедительностью обосновать преимущественное и ускоренное развитие народного хозяйства

Коми АССР как узловой проблемы промышленного освоения Ближнего Севера. Эта концепция послужила своеобразным ориентиром для планирующих органов страны, так как позволяла наметить долгосрочную стратегию освоения Европейского Севера.

В.А. Витязева выступила также с концепцией создания в Сыктывкаре классического университета, которую представила в 1961 г. Предложение было воспринято положительно, но не получило практической реализации. В 1966 г. Валентина Александровна со своими коллегами ещё раз подготовила развернутый проект будущего Сыктывкарского университета. Иван Павлович Морозов – первый секретарь Коми обкома КПСС в 1965–87 гг. – с интересом отнёсся к предложению учёного. В 1970 г. вышло постановление Бюро Коми Обкома КПСС и Совета Министров Коми АССР «О мерах по подготовке к открытию государственного университета в г. Сыктывкаре», в 1971 г. изданы постановления ЦК КПСС, Совета Министров СССР «О создании в г. Сыктывкаре государственного университета». Днём рождения университета считается 10 февраля 1972 г., когда был подписан приказ министра высшего и среднего специального образования РСФСР об утверждении структуры вуза.

Казалось бы, кандидатура будущего ректора очевидна. Однако классическими университетами в Советском Союзе (их было около 70) руководили только мужчины, поэтому В.А. Витязева стояла в резервном списке претендентов. Ректора «искали» в регионе, в различных вузах страны. Обратились в Ленинградский университет. Секретарь парткома, доктор географических наук, профессор С.Б. Лавров заявил: «У вас в республике есть крупный учёный, энергичный человек – Валентина Александровна Витязева. Назначайте её и нечего кого-то искать на стороне».

28 января 1972 г. был подписан приказ о назначении В.А. Витязевой на должность ректора. Во главе учебного заведения стал человек, любящий республику и её народ, болеющий за порученное дело.

Университет создавался на «пустом» месте: строились учебные корпуса, студенческие общежития, дом для профессорско-преподавательского состава, формировался кадровый состав. Организаторский талант Валентины Александровны позволил в кратчайшие сроки реализовать намеченные планы: 20 июня 1972 г. приём документов

Рис. 2. II Географический съезд СССР в МГУ имени М.В. Ломоносова. 1955 г. (В.А. Витязева – вторая слева).

от первых абитуриентов осуществлялся уже в новом учебном корпусе. Было принято 350 студентов по восьми специальностям.

В.А. Витязева возглавляла Сыктывкарский университет на протяжении 15 лет и все эти годы являлась единственным ректором-женщиной классического университета на всём пространстве Советского Союза. Под её руководством проведена громадная структурно-организационная работа по становлению и развитию вуза, который располагал современными учебными корпусами, общежитиями, собственным плавательным бассейном, ботаническим садом, был прекрасно оборудован, стал признанным центром науки, культуры, образования региона. Молодой вуз впитывал опыт давно сложившихся вузов, опираясь на помощь Ленинградского и Московского университетов. Валентина Александровна умела привлечь к решению проблем университета многих людей. Большую помощь в комплектовании книжного фонда по вопросам экономики оказал уроженец Республики Коми, выпускник МГУ имени М.В. Ломоносова, Герой Социалистического Труда, член-корреспондент АН СССР, профессор В.Н. Старовский, возглавлявший Центральное статистическое управление СССР в 1940–1975 гг. В Сыктывкар неоднократно приезжали ведущие учёные Московского университета для чтения спецкурсов. В 1976 г. курс лекций по теории особенностей гладких отображений прочёл профессор МГУ имени М.В. Ломоносова, лауреат Ленинской премии, академик В.И. Арнольд.

В.А. Витязева неоднократно бывала в Московском университете. С благодарностью вспоминала о поддержке и помощи ректора МГУ имени М.В. Ломоносова академика Р.В. Хохлова в годы своего ректорства. В январе 1980 г. Валентина Александровна приняла участие в торжествах, посвящённых 225-летию вуза, встречалась с ректором академиком А.А. Логуновым.

Оставив пост ректора, В.А. Витязева заведовала созданной ею кафедрой экономики Советского Севера, а с 1995 г. и до конца жизни (22 мая 2010 г.) занимала должность профессора-консультанта.

В.А. Витязева успешно осуществляла общественную деятельность. Она была депутатом Верховного Совета Коми АССР (1975–85), председателем правления Коми республиканской организации общества «Знание» (1968–87). Значительный вклад внесла в деятельность Коми филиала Географического общества СССР (Коми республиканское отделение Русского географического общества), стояла у истоков его создания (1948 г.) и являлась председателем на протяжении 55 лет – с 1953 по 2009 гг. По её инициативе в 2000 г. была создана Комиссия по изучению естественных производительных сил Республики Коми, которая разрабатывала конкретные предложения по освоению природных ресурсов региона и выступала в качестве научно-методического, экспертного и консультативного органа при Главе Республики Коми Ю.А. Спиридонове, издавала труды, проводила научные конференции. Валентина Александровна занимала должность заместителя КЕПСа.

В.А. Витязева – почётный гражданин города Сыктывкара, почётный гражданин Республики Коми. Была награждена орденами Трудового Красного Знамени (1986), Дружбы народов (1994), «Знак Почета» (1966, 1976), многими медалями, являлась лауреатом премии Правительства Республики Коми в области экономики (2001). Валентина Александровна воспитала двоих сыновей. Старший – Андрей Васильевич Витязев – окончил физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, доктор физико-математических наук, работал в Институте планетарной геофизики РАН. Младший сын Дмитрий Васильевич Витязев окончил химико-биологический фа-

культет Сыктывкарского университета, работал в Институте биологии Коми научного центра РАН.

В память о В.А. Витязевой на здании Сыктывкарского университета установлена мемориальная доска, в холле главного корпуса открыт памятный бюст. При Музее истории просвещения Коми края создан мемориальный кабинет В.А. Витязевой. С 2009 г. проводятся ежегодные Географические чтения имени профессора В.А. Витязевой, получившие международный статус. В 2017 г. в Сыктывкаре учреждена улица имени Валентины Витязевой. В.А. Витязевой посвящены сборники воспоминаний, монографии, другие публикации [1, 2, 8, 9].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бурлыкина М.И., Задорожный В.Н.* Валентина Витязева: сотворение судьбы. Сыктывкар, 2011. 200 с.

2. Валентина Витязева в воспоминаниях современников / Отв. ред. и сост. М.И. Бурлыкина. Сыктывкар, 2014. 304 с.

3. *Витязева В.А.* Комплекс близкого будущего. Сыктывкар, 1973. 87 с.

4. *Витязева В.А., Котырло Е.С.* Социально-экономическое развитие российского и зарубежного Севера. Сыктывкар, 2007. 253 с.

5. *Витязева В.А., Кузьбожев Э.Н.* Управление регионом в условиях развития территориально-производственного комплекса: Европейский Северо-Восток СССР и Тимано-Печорский ТПК. Свердловск, 1989. 139 с.

6. *Витязева В.А., Лаженцев В.Н.* Зона Российского Севера. Сыктывкар, 1995. 81 с.

7. *Витязева В.А.* Печорский угольный бассейн. Сыктывкар, 2004. 208 с.

8. История Сыктывкарского государственного университета в фотографиях. Три ректора. Три судьбы. В.А. Витязева, А.Е. Грищенко, С.И. Худяев / Отв. ред. В.Н. Задорожный, сост. М.И. Бурлыкина. Сыктывкар, 2009. 112 с.

9. Сыктывкарский государственный университет в воспоминаниях современников: к 100-летию со дня рождения В.А. Витязевой / Отв. ред. и сост. М.И. Бурлыкина. Сыктывкар, 2019. 230 с.

REFERENCES

1. Burlykina M.I., Zadorozhny V.N. *Valentina Vityazeva: the creation of destiny*. 200 p. (Syktyvkar, 2011) (in Russian).

2. *Valentina Vityazeva in the memoirs of contemporaries*. Ed. by M.I. Burlykina. 304 p. (Syktyvkar, 2014) (in Russian).

3. Vityazeva V.A. *Complex in the near future*. 87 p. (Syktyvkar, 1973) (in Russian).

4. Vityazeva V.A., Kotyrlo E.S. *Socio-economic development of the Russian and foreign North*. 253 p. (Syktyvkar, 2007) (in Russian).

5. Vityazeva V.A., Kuzbozhev E.N. *Management of the region in terms of the development of territorial production complex: the European North-East of the USSR and the Timan-Pechora TPK*. 139 p. (Sverdlovsk, 1989) (in Russian).

6. Vityazeva V.A., Lazhentsev V. *Zone of the Russian North*. 81 p. (Syktyvkar, 1995) (in Russian).

7. Vityazeva V.A. *Pechora coal basin*. 208 p. (Syktyvkar, 2004) (in Russian).

8. *History of Syktyvkar state University in photos. Three of the rector. Three fates. V.A. Vityazeva, A.E. Grishchenko, S.I. Khudyaev*. Ed. by V.N. Zadorozhnyi. 112 p. (Syktyvkar, 2009) (in Russian).

9. *Syktyvkar state University in the memoirs of contemporaries: the 100th anniversary of the birth of V.A. Vityazeva*. Ed. by M.I. Burlykina. 230 p. (Syktyvkar, 2019) (in Russian).

УДК 523.682 (265.51)

ГИГАНТСКИЙ ВЗРЫВ МЕТЕОРА НАД БЕРИНГОВЫМ МОРЕМ

К.А. Скрипко[1]

По сообщению НАСА, 18 декабря 2018 г. в 23:50 по Гринвичу в атмосфере Земли над Беринговым морем взорвался огромный огненный шар (болид). Взрыв космического тела, двигавшегося со скоростью 32 км в секунду, произошёл на высоте около 25,6 км; мощность взрыва составила 173 килотонны в тротиловом эквиваленте[2]. По выделившейся энергии этот взрыв стал третьим по величине за последние 130 лет, после взрыва Тунгусского космического тела 30 июня 1908 г. (20–40 Мт ТНТ) и взрыва метеорита вблизи города Челябинска 15 февраля 2013 г. (440 кт ТНТ).

Ключевые слова: *Берингово море, космическое тело (метеор), огненный шар (болид), взрыв в атмосфере Земли, НАСА.*

HUGE METEOR EXPLOSION ABOVE THE BERING SEA

K.A. Scripko
Lomonosov Moscow State University (Earth Science Museum)

According to NASA meteor experts on December 18, 2018, at 23:50 GMT a huge fireball exploded in the Earth's atmosphere, above the Bering Sea, between Kamchatka and Alaska. Measuring several metres in size, the space rock exploded at an altitude of 25.6 km above the Earth's surface with an impact energy of 173 kilotons. According to the released energy, the blast became the third largest of its kind in 130 years, after the explosion of the Tunguska cosmic body on June 30, 1908 (20–40 Mt in TNT) and the meteor explosion over Chelyabinsk on February 15, 2013. (440 kt in TNT).

Keywords: *Bering Sea, space body (meteor), fireball, atmospheric explosion, NASA.*

19 декабря 2018 г., приблизительно в полдень по местному камчатскому времени (18 декабря около 23:50 по Гринвичу), крупный метеор влетел в атмосферу Земли, пронёсся сквозь неё со скоростью 32 км/с по крутой, под углом семь градусов от вертикали, траектории и взорвался в атмосфере над акваторией Берингова моря, между Камчаткой и Аляской (рис. 1).

Полёт метеора и взрыв в атмосфере были зафиксированы японским метеорологическим спутником Himawari-8, многонациональным научно-исследовательским спутником NASA Terra (EOS AM-1), а также военными спутниками ВВС США. На опубликованных в Интернете видеозаписях, сделанных японским спутником[3], видны почти вертикальный оранжевый след раскалённого тела (рис. 2) и последовавший взрыв. След метеора (на фото в центре круга) имел ширину 30 футов (около 10 м), вес

[1] Скрипко Константин Андреевич – н.с. Музея землеведения МГУ, *kscripko@mail.ru.*

[2] Взрыв 1 килотонны тротила (тринитротолуола) эквивалентен $4{,}185 \cdot 10^{12}$ Дж.

[3] Видеозаписи, полученные со спутника японского Метеорологического агентства Химавари-8, находятся в свободном доступе.

Рис. 1. Четыре крупных взрыва космических тел в атмосфере над Россией.

космического тела оценили в более чем 1500 т[4] [4]. Размеры болида составили 18 м в поперечнике.

Воздушный взрыв над Беринговым морем был также зарегистрирован более чем 16 инфразвуковыми станциями Организации договора о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний, размещёнными по всему миру, в том числе расположенной на Камчатке, в посёлке Начики, станцией IS44. Их записи позволили по пересечению направлений на источник взрыва определить координаты места взрыва (56.8°N, 174.2°W), а по частоте инфразвуковых колебаний – оценить количество выделившейся энергии. Питер Браун из Университета Западного Онтарио, Канада, сообщил в Твиттере свои выводы: «Исходя из периодов, превышающих 10 с, минимальный выход энергии может составлять от многих десятков килотонн до значений порядка 100 кТ в тротиловом эквиваленте. Вероятно, это самый мощный взрыв болида со времён взрыва метеорита Челябинск» [4].

Сотрудники Национального управления по аэронавтике и исследованию космического пространства (National Aeronautics and Space Administration, NASA) рассчитали высоту, на которой произошёл взрыв космического тела, и величину выделившейся энергии. По их оценкам, космическое тело размером в несколько метров взорвалось на высоте 16 миль (25,6 км) над поверхностью Земли с энергией ударной волны 173 кТ в тротиловом эквиваленте, что в 10 раз больше энергии, выделившейся при взрыве атомной бомбы, сброшенной американцами на Хиросиму в 1945 г. За 30 лет мониторинга за болидами, с 15 апреля 1988 г., когда началась регистрация болидов, взрыв над

[4] Можно предположить, что эти цифры завышены, поскольку космическое тело, летящее с огромной скоростью сквозь плотные слои атмосферы, окружено оболочкой из раскалённых паров, газов и капель расплава, диаметр которой в десятки раз превосходит диаметр самого тела. Поэтому полёт таких тел можно видеть на значительном расстоянии даже в дневное время. В качестве примера можно указать полёт и взрыв болида на рассвете 21 июня 2018 г., которые наблюдали не только в Липецкой и соседней Тульской областях, но даже на южной окраине Москвы (Видное) и в окрестностях Харькова, на расстоянии нескольких сотен километров [2].

Рис. 2. Фрагмент одного из кадров видеофильма японского спутника Himawari-8 [Simon Proud, University of Oxford / Japan Meteorological Agency].

Беринговым морем оказался вторым по мощности после взрыва метеорита Челябинск 15 февраля 2013 г.

Офицер отдела по защите планет в НАСА Линдли Джонсон (Lindley Johnson) в интервью Полу Ринкону (Paul Rincon), научному редактору вебсайта BBC News, сказал: «Взрывы метеоров в атмосфере являются обычным явлением, но крупные события случаются редко, а такие мощные происходят лишь несколько раз в столетие». Он отметил также, что взрыв этого болида произошёл над акваторией Берингова моря, между Камчаткой и Аляской, недалеко от маршрутов, используемых коммерческими самолётами, летающими между Северной Америкой и Юго-Восточной Азией. В связи с этим исследователи НАСА связались с авиакомпаниями, чтобы узнать, не было ли каких-либо сообщений о наблюдениях этого болида [6]. Очевидцев этого события среди лётчиков и авиапассажиров не обнаружили.

18 марта 2019 г. Келли Фаст (Kelly Fast), руководитель программы наблюдений за околоземными объектами в НАСА, выступила на 50-й Лунной и Планетарной научной конференции, проходившей в Вудлендсе, недалеко от Хьюстона, штат Техас, где, в частности, сказала: «173 килотонны в тротиловом эквиваленте – это 40 % энергии, выделившейся при взрыве метеорита Челябинск[5], но это событие произошло над Беринговым морем, поэтому этот взрыв не имел такого же эффекта и сведения о нём не появились в новостях». Многочисленные публикации о взрыве крупного метеора над Беринговым морем появились в Интернете, а также в зарубежной и российской прессе лишь после 18 марта, когда данные о нём были оглашены на 50-й Лунной и Планетарной научной конференции.

В Каталоге болидов Центра исследования околоземных объектов (CNEOS NASA) приведены уточнённые результаты изучения параметров болида, взорвавшегося над Беринговым морем: координаты 56,9°N, 172,4°E. В астрономической рассылке MPML уточняется также, что масса объекта могла составить около 1,4 тыс. тонн, а диаметр примерно 11–12 м [6].

[5] На основании анализа записей 17 инфразвуковых станций, предназначенных для слежения за ядерными испытаниями, сотрудники НАСА оценили энергию взрыва метеорита Челябинск в 440 кТ тротила [1, 5, 6]. В ряде публикаций ошибочно указывается, что энергия взрыва над Беринговым морем составляет около 70 % энергии, выделившейся при челябинском взрыве.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Белая Н.И., Лукашов А.А., Скрипко К.А.* Три крупнейших космогенных события XX–XXI веков на территории России в экспозиции Музея землеведения // Ломоносовские чтения: Материалы науч. конф. Секция музееведения. 21–22 апреля 2014 г. / Под ред. А.В. Смурова и В.В. Снакина. М.: Изд-во ИКАР–МЗ МГУ, 2014. С. 68–73.

2. *Винник М.А., Лаптева Е.М., Скрипко К.А.* Метеоритный дождь Озёрки: наблюдение болида, расчёт траектории, поиск фрагментов метеорита, исследование вещества // Жизнь Земли. 2018. Т. 40 (4). С. 382–389.

3. *Добровидова О., Кузнецов С.* NASA рассказало о прошлогоднем взрыве болида над Беринговым морем (https://nplus1.ru/news/2019/03/18/bering).

4. *Pinkstone J.* A 1,500 ton meteor exploded over Earth with 10 times the energy released by the Hiroshima atomic bomb. Published: 11:52 GMT, 18 March 2019 (https://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-6821883/A-1-500-TON-meteor-exploded-Earth-10-times-energy-released-Hiroshima-bomb.html).

5. *Prewitt J.* Big meteor exploded without being noticed over Earth in December // Space & Astronomy. March 18, 2019 (https://www.roundnews.com/science/space-astronomy/8456-big-meteor-exploded-without-being-noticed-over-earth-in-december.html).

6. *Rincon P.* US detects huge meteor explosion // BBC News website. The Woodlands, Texas. 18 March 2019 (https://www.bbc.com/news/science-environment-47607696).

REFERENCES

1. Belaya N.I., Lukashov A.A., Scripko K.A. Three the biggest cosmogenic events during the XX–XXI centuries on the territory of Russia in the exhibition of the Earth Science Museum. *Lomonosovskie Chteniya: Mat. of the Sci. conf. Section of museology.* April 21–22, 2014. Ed. by A.V. Smurov and V.V. Snakin. P. 68–73 (Moscow: IKAR– MGU, 2014) (in Russian).

2. Vinnik M.A., Lapteva E.M., Scripko K.A. Ozerki meteorite shower: observation of bolide, calculation of its trajectory, search for meteorite fragments, study of the material composition. *Zhizn' Zemli* [The Life of the Earth]. **40** (4), 382–389 (2018) (in Russian).

3. Dobrovidova O., Kuznetsov S. *NASA told about last year's meteor explosion over the Bering Sea* (https://nplus1.ru/news/2019/03/18/bering) (in Russian).

4. Pinkstone, Joe. *A 1,500 ton meteor exploded over Earth with 10 times the energy released by the Hiroshima atomic bomb.* Published: 11:52 GMT, 18 March 2019 (https://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-6821883/A-1-500-TON-meteor-exploded-Earth-10-times-energy-released-Hiroshima-bomb.html).

5. Prewitt J. Big meteor exploded without being noticed over Earth in December. *Space & Astronomy.* March 18, 2019 (https://www.roundnews.com/science/space-astronomy/8456-big-meteor-exploded-without-being-noticed-over-earth-in-december.html).

6. Rincon P. US detects huge meteor explosion. *BBC News website.* The Woodlands, Texas. 18 March 2019 (https://www.bbc.com/news/science-environment-47607696).

ХРОНИКА. СОБЫТИЯ

70 лет Андрею Валерьевичу Смурову – главному редактору журнала «Жизнь Земли».

16 апреля 2019 г. директору научно-учебного Музея землеведения и директору Экологического центра МГУ имени М.В. Ломоносова, главному редактору журнала «Жизнь земли», председателю Секции музееведения МОИП, доктору биологических наук, профессору, крупному учёному и организатору науки и образования Андрею Валерьевичу Смурову Заслуженному работнику Высшей школы РФ, исполнилось 70 лет.

Андрей Валерьевич родился в Москве. Поступив в Московский университет после окончания средней школы в 1966 г., он прошёл путь от студента до профессора и директора Музея землеведения МГУ имени М.В. Ломоносова.

Круг интересов, научной, учебной и общественной деятельности А.В. Смурова необычайно широк и, прежде всего, связан с экологией, изучающей теоретические основы и практические решения комплекса, пожалуй, наиболее важных, острых, животрепещущих проблем существования жизни на Земле; сегодня этот вопрос звучит именно так. В течение многих лет Андрей Валерьевич возглавляет Экологический центр МГУ имени М.В. Ломоносова. Он является непосредственным участником создания системы экологического образования в университетах России. При его непосредственном

участии разработан ряд государственных образовательных стандартов по экологическим специальностям, в том числе первый в России государственный стандарт по дополнительной специальности «Эколог – специалист».

Андрей Валерьевич – блестящий педагог. В Московском государственном университете и его филиалах читаются разработанные им курсы: «Введение в количественную экологию», «Морские сообщества и экосистемы», «Математические основы экологического моделирования», «Основы экологической диагностики», «Глобальные природные процессы», «Биологическое разнообразие и его сохранение». Более тридцати лет он руководит незабываемой практикой студентов на Беломорской биологической станции им. Н.А. Перцова по курсу «Морские сообщества и экосистемы».

Научные интересы А.В. Смурова связаны с образованием и воспитанием в области экологии и экологической диагностикой – комплексной оценкой качества среды с использованием методов различных наук. Им предложен ряд новых широко используемых статистических подходов и методов для описания пространственных размещений, сформулирована методология и содержание нового научного направления – экологической диагностики. Эти подходы и разработанные на базе полевых исследований экспериментальные методики подтвердили перспективность их применения для сохранения и восстановления популяций животных и растений. Так, предложенные им методы нашли практическое применение при восстановлении прибрежных коралловых рифов во Вьетнаме и при поддержании жизнеспособности популяций животных и растений на городских (и других) особо охраняемых природных территориях в России.

Под руководством А.В. Смурова защищены 18 дипломных работ, 3 кандидатские диссертации и 2 докторские, многие учёные могут назвать его своим Учителем. Андрей Валерьевич является автором или соавтором 36 учебно-методических и 34 научных работ, используемых в педагогической практике, в том числе: «Количественные методы оценки основных популяционных показателей: статистический и динамический аспекты» (1989), серия учебных пособий «Сохранение биоразнообразия» (2002), «Экологическая диагностика: биологический и информационный аспекты» (2003), «Наука о Земле: геоэкология» (2010). Ряд его учебников и учебных пособий – такие, как «Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование» (2007), «Экология России» (2011) и др. – выдержали несколько изданий. Всего им опубликовано более 150 учебно-методических и научных работ в отечественных и зарубежных изданиях.

В 2005 г. в жизни Андрея Валерьевича появилось новое, чрезвычайно ответственное и трудное направление деятельности – руководство Музеем землеведения МГУ. Это уникальное междисциплинарное и, вместе с тем, цельное учебное и одновременно научное учреждение, консервативное, освящённое глубокими традициями и, в то же время, устремлённое в будущее и вечно требующее обновления. Руководство музеем потребовало высокого профессионализма не только в области наук о Земле, но и в музеологии, потребовало инициативы, полной отдачи, смелых нестандартных решений… И Андрею Валерьевичу многое удалось. Значительно обновилась экспозиция основных разделов музея, особенно жемчужины здания университета – Ротонды. Здесь регулярно организуются временные выставки, тематика которых исключительно разнообразна: история Московского университета, юбилеи деятелей науки и основополагающих событий в стране. В течение десятилетия в Ротонде проводились музыкальные лектории, которые благодаря уникальной акустике зала и блестящему мастерству исполнителей пользовались большим успехом и стали значительной частью культурной жизни университета.

К новым направлениям деятельности музея относится ряд научных семинаров, посвящённых различным аспектам экологии, а также музейной педагогики. Всё больше участников привлекает ежегодная конференция «Наука в вузовском музее».

Важным шагом в развитии вузовских музеев стала трансформация с 2016 г. ежегодника Музея землеведения в междисциплинарный научно-практический журнал «Жизнь Земли», главным редактором которого стал Андрей Валерьевич.

С 2009 г. по инициативе Андрея Валерьевича в Московском обществе испытателей природы возникло новое направление – Секция музеологии, руководителем которой он является. Эта секция объединяет сотрудников многих музеев, способствуя широкому обмену опытом, расширению кругозора, росту эффективности роли вузовских музеев в образовательном процессе.

Редколлегия журнала «Жизнь Земли», коллектив Музея землеведения МГУ, участники Секции музеологии МОИП от всей души поздравляют юбиляра с 70-летием, искренне желая счастья, здоровья, исполнения заветных желаний, а также новых свершений, успехов, крупных результатов и достижений в научной, организационной, педагогической и музейной деятельности.

К 120-летию со дня рождения А.Н. Формозова.

29 декабря 2018 г. по 3 марта 2019 г. в Дарвиновском музее была организована выставка «Лесной детектив», посвящённая 120-летию со дня рождения выдающегося учёного, известного зоолога и биогеографа, писателя и художника-анималиста Александра Николаевича Формозова (1899–1973). На ней были представлены его книги, фотографии, многочисленные рисунки (пейзажи и анималистические зарисовки), а также ряд экспонатов, связанных с его экспедициями и путешествиями.

А.Н. Формозов родился 1 (13) февраля 1899 г. в Нижнем Новгороде в семье разночинцев. С ранних лет он увлёкся изучением природы, записывая в дневнике свои наблюдения и делая зарисовки с натуры, часто помогал отцу на охоте. Юность Формозова пришлась на годы революции и Гражданской войны. После возвращения с фронта он некоторое время учился на биологическом факультете Нижегородского университета, а в 1922 г. переехал в Москву и продолжил обучение в Московском университете. В первые годы московской жизни большую помощь А.Н. Формозову оказал директор Дарвиновского музея А.Ф. Котс, который не только принял его на работу, но и пред-

Объявление о вечере, посвящённом художественному творчеству А.Н. Формозова и обложка его книги «От Мурмана до Амура. Путешествия художника-анималиста» (2018).

ложил поселиться в здании музея. При содействии А.Ф. Котса была издана и первая (студенческая!) книга А.Н. Формозова «Шесть дней в лесах» (1924). Сотрудничество художника и учёного с музеем продолжалось и позднее.

Не случайно, что именно в стенах Дарвиновского музея 14 февраля 2019 г. был проведён вечер, посвящённый художественному творчеству А.Н. Формозова. На нём обсуждались вопросы, существует ли грань между анималистикой и зоологическим рисунком, соперничают ли между собой рисунок и фотография и др. Перед собравшимися выступили художники и фотографы-анималисты И.П. Маковеева, Е. Коблик, К. Макаров, И. Мурашов, М. Дементьев, В.А. Горбатов. Они рассказали о том, какое влияние на них оказало творчество А.Н. Формозова. На вечере состоялась презентация книги А.Н. Формозова «От Мурмана до Амура. Путешествия художника-анималиста» (2018), подготовленной к изданию сыном учёного, известным зоологом Н.А. Формозовым.

15 февраля 2019 г. в Институте проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН состоялось торжественное заседание «120 лет Александру Николаевичу Формозову». На заседании выступили академик РАН Д.С. Павлов («Вступительное слово»), ученица А.Н. Формозова Л.А. Гибет («Воспоминания о А.Н. Формозове»), а также А.Б. Нефёдова («Работы А.Н. Формозова в фондах Дарвиновского музея») и Н.А. Формозов («Жизнь, судьба и творчество А.Н. Формозова»).

Более 30 лет жизни А.Н. Формозова были связаны с МГУ имени М.В. Ломоносова. Он окончил Московский университет (1925) и аспирантуру (1929), работал в должности доцента (1930–35), а затем (1935–56) профессора. С университетом связан высокий гражданский и научный поступок А.Н. Формозова: выступление с докладом в дискуссии о внутривидовой борьбе – единственной официальной попытке в сталинское время поставить под сомнение теории Т.Д. Лысенко. Два других доклада были сделаны академиком И.И. Шмальгаузеном и профессором Д.А. Сабининым. Дискуссия была организована в 1947 г., меньше чем за год до печально знаменитой августовской сессии ВАСХНИЛ 1948 г., что свидетельствует о её значимости для науки в нашей стране и об опасности для её участников.

А.Н. Формозовым написано более 10 книг, некоторые из них выдержали до 8 изданий. Юбилейная книжная выставка А.Н. Формозова открыта в библиотеке биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова. На ней представлены также оттиски научных и биографических статей. С материалами выставки можно ознакомиться в часы работы библиотеки, а также на сайте биологического факультета МГУ.

Н.Н. Колотилова

XXV Годичная научная международная конференция Института истории естествознания и техники имени С.И. Вавилова РАН.

25–29 марта 2019 г. состоялась XXV Годичная научная международная конференция Института истории естествознания и техники имени С.И. Вавилова РАН.

Работа конференции после пленарного заседания проводилась по 16-ти секциям: историографии и источниковедения истории науки и техники, общей истории техники, истории математики, истории авиации, истории космонавтики и ракетной техники, истории физики и астрономии (объединённое заседание секций), истории химии, истории наук о Земле, истории биологии, экологической секции Научно-общественного объединения «Экологический центр ИИЕТ РАН», истории организации науки и науковедения, а также «Теоретико-методологические проблемы истории науки», «Междисциплинарные исследования в истории науки и техники», «Памятники

истории науки и техники», «Русская научная эмиграция» и «Гендерные проблемы в истории науки и науковедении». Всего было сделано около 300 докладов.

Сотрудники Музея землеведения МГУ имени М.В. Ломоносова приняли участие в работе секции истории биологии: д.б.н. доцент Биологического факультета МГУ, в.н.с. Музея Землеведения МГУ Н.Н. Колотилова выступила с докладом на тему «"Парижский период" Н.Ф. Гамалеи (к 160-летию со дня рождения)», а к.б.н. с.н.с. К.А. Голиков – «Ботанический сад Московского университета на страницах журнала "Цветоводство"».

В рамках программы конференции состоялась также международная конференция «Инженерные технологии и информатика». Кроме пленарного заседания, работали три секции: «Компьютерная информатика», «Прикладные компьютерные технологии: история и современность» и «Прикладная электроника и электротехника: история и современность». Кроме того, в Санкт-Петербургском филиале ИИЕТ РАН прошла научная сессия Годичной конференции ИИЕТ.

К.А. Голиков

XI Географические чтения имени профессора В.А. Витязевой.

В городе Сыктывкар 4–5 апреля 2019 г. в рамках проведения юбилейных мероприятий, посвящённых 100-летию со дня рождения доктора географических наук, профессора Валентины Александровны Витязевой (1919–2010) – основателя и первого ректора (1972–1987) Сыктывкарского государственного университета[1], состоялась Всероссийская научная конференция «XI Географические чтения имени профессора В.А. Витязевой».

Эта научная конференция проводится ежегодно, причём I и II Географические чтения, состоявшиеся соответственно в 2009 и 2010 гг., прошли ещё с участием В.А. Витязевой.

Организаторами конференции были Правительство Республики Коми, ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина», ФГБУН ФИЦ «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук», Коми республиканское отделение Всероссийской общественной организации «Русское географическое общество».

Первый день конференции прошёл в корпусах Сыктывкарского государственного университета и начался с возложения цветов к мемориальной доске и памятному бюсту В.А. Витязевой. После регистрации участников конференции в университетском Музее истории просвещения Коми края состоялось торжественное открытие выставки «Параллели и меридианы профессора В.А. Витязевой». О выставке рассказала директор музея, доктор культурологии, профессор Майя Ивановна Бурлыкина.

Участникам конференции был показан документальный фильм о В.А. Витязевой «Первый ректор». После приветственных слов гостей открылось пленарное заседание, на котором было сделано 6 докладов.

На нынешней конференции были представлены доклады, характеризующие основные направления деятельности В.А. Витязевой: Север и Арктика; наука, культура, образование; история Сыктывкарского государственного университета.

Пленарное заседание открыла Майя Ивановна Бурлыкина докладом на тему «Роль В.А. Витязевой в создании университетского образования в Республике Коми».

Доктор педагогических наук, в настоящее время исполняющая обязанности ректора Сыктывкарского государственного университета Ольга Александровна Сотни-

[1] Статья М.А. Бурлыкиной о В.А. Витязевой опубликована в настоящем номере журнала (см. с. 225–229).

кова сделала доклад на тему «Методологические вопросы реализации национального проекта “Образование”». В своём выступлении она акцентировала внимание на участии университета в реализации федеральных и региональных проектов.

В поле зрения выступивших на пленарном заседании попали проблемы Севера России, в том числе Арктической зоны. Доктор географических наук, профессор Московского государственного университета Татьяна Михайловна Красовская сделала доклад на тему «Прогнозирование конфликтов природопользования при реализации планов экономического развития Российской Арктики». По её мнению, к характерным особенностям таких конфликтов относятся большие площади затронутых земель, относительная молодость конфликтов, развитие в условиях низкой устойчивости экосистем к антропогенному воздействию, возрастающая вариабельность проявлений в связи с быстрыми изменениями климата, прямая угроза потери глобального экологического буфера, вероятность социально-экологической дестабилизации и др.

Д.г.н., профессор Санкт-Петербургского государственного университета Анатолий Иванович Чистобаев, который после окончания Ленинградского государственного университета в 1963 г. десять лет проработал в Сыктывкаре, в Отделе экономики Коми филиала АН СССР, выступил с докладом «Функциональные особенности пространственного планирования Арктической зоны Российской Федерации».

Профессор, д.г.н., чл.-корр. РАН Виталий Николаевич Лаженцев представил научно-аналитический обзор на тему «Территориально-отраслевые проблемы развития Республики Коми». В докладе были проанализированы научные работы И.П. Герасимова, В.М. Четыркина, А.И. Чистобаева, В.С. Преображенского, В.А. Витязевой и др. Доклад завершился выводом о современной повсеместной утрате приобретённых знаний по всему спектру освоения территорий и ресурсов, включая горно-геологическую и технико-экономическую информацию, а также сведений о системной увязке производств с социальным развитием регионов. Новые люди, как правило, начинают «с чистого листа», и тем самым несут дополнительные издержки для восполнения забытых знаний.

По традиции «витязевские чтения» не обошлись без выступления молодых исследователей. Так, на пленарном заседании с докладом «Роль альфа-линоленовой кислоты в формировании психофизиологического статуса лыжников-гонщиков» выступила аспирантка Института физиологии Коми Научного центра УрО РАН Анна Чалышева. Кроме того, был заявлен 31 доклад на двух молодёжных секциях.

Помимо двух молодёжных, на конференции работало ещё 5 секций: «Проблемы освоения и направления исследований северных и арктических территорий», «Проблемы и перспективы развития современного маркетинга на предприятиях и в организациях в условиях Севера», «Северная и арктическая тематика в творческих проектах», «Основные направления развития современного образования», «В.А. Витязева – ректор Сыктывкарского университета, учёный, педагог». Всего на конференции было представлено 142 доклада.

После окончания работы секционных заседаний состоялись презентация книги «Сыктывкарский университет в воспоминаниях современников» и Вечер памяти, посвящённый В.А. Витязевой.

На следующий день было проведено выездное заседание конференции в селе Яренск Ленского района Архангельской области, где прошли детские годы В.А. Витязевой. В ходе экскурсии по Яренску участники конференции побывали в Резиденции

Матушки Зимы, в местном краеведческом музее, расположенном в Спасо-Преображенской церкви, сфотографировались на фоне дома В.А. Витязевой, а затем в Яренской средней школе выступили перед учащимися и учителями. В Яренской центральной библиотеке был проведён круглый стол, после чего состоялось подведение итогов конференции.

Ю.И. Максимов

Ломоносовские чтения 2019. Секция музееведения.

23 апреля 2019 г. в Музее землеведения МГУ состоялась ежегодная научная конференция «Ломоносовские чтения. Секция музееведения», где были представлены 7 докладов. В конференции приняло участие 27 человек, среди которых были как сотрудники Музея землеведения, так и представители других организаций и структурных подразделений МГУ (ГИН РАН, геологический, экономический факультеты МГУ).

Совместный доклад сотрудников геологического факультета МГУ и Музея землеведения А.И. Гущина, Г.В. Брянцевой, Е.П. Дубинина и др. «Первые геологические карты в Европе и России XVIII–XIX вв. (выставочная экспозиция в Музее землеведения)» был посвящён истории развития геологического картирования в России, начиная от самых ранних ещё не похожих на карты рисунков вплоть до современных геологических карт.

В докладе проф. А.В. Смурова и в.н.с. В.М. Макеевой «Оценка состояния генофонда лесопосадок ели (Picea abies L.) в Москве и Подмосковье – как результат использования изобретения авторов» были представлены материалы, посвящённые вопросам приживаемости посадочного материала ели на разных участках территории парков и лесопарков Москвы.

В докладе н.с. МЗ МГУ Е.М. Кирилишиной и г.н.с. ГИН РАН С.В. Наугольных «Нижнепермская флора из местонахождения Мазуевка (Пермский край, Приуралье). Статистические данные по материалам новых поступлений в Музей землеведения МГУ» были проанализированы и продемонстрированы данные по палеоботаническим таксонам в новых поступлениях нижнепермской флоры.

В сообщении в.н.с. МЗ МГУ М.М. Пикуленко и Л.В. Поповой «Академический класс – новое направление сотрудничества вуза и школы» представлены новые апробированные на практике методики работы со школьниками, разработанные Группой образовательных программ в Музее землеведения.

Н.И. Белая и Е.П. Дубинин в докладе «Физические свойства горных пород в экспозиции Музея землеведения. От единообразия к индивидуальным классификационным критериям» показали, что сосредоточенный в Музее землеведения огромный информационный материал о нашей планете систематизирован, структурирован и ориентирован на восприятие студентами.

В сообщении г.н.с. В.В. Козодёрова с соавторами «Региональные аспекты космического землеведения» был проведён анализ новых данных по аэрокосмической съемке различных территорий РФ.

С.н.с. Ю.И. Максимов с соавторами в докладе «Русский Север на рубеже XIX – XX вв. по материалам фотоархива Музея землеведения МГУ» проанализировал фотографии Архангельской губернии, сделанные фотографом и общественным деятелем Я.И. Лейцингером в конце XIX – начале XX вв.

Н.И. Крупина

К 90-летию со дня рождения Б.Г. Розанова.

22 мая 2019 г. исполнилось бы 90 лет Борису Георгиевичу Розанову , известному отечественному учёному, выдающемуся педагогу и блестящему лектору, успешному организатору и популяризатору науки, внёсшему значительный вклад в развитие почвоведения в нашей стране и за рубежом, в пропаганду идей отечественной научной методологии и принципов диагностики почвообразования в различных странах мира. Велика была его роль в сближении мировых почвенных школ, в разработке методических основ охраны почв и почвенного покрова в разных частях земного шара, современных подходов к оценке свойств почв, почвенной систематике, характеристике земельного фонда планеты.

Обладавший энциклопедическими знаниями, он по своему научному и творческому потенциалу, масштабу личности был во многом выше своего времени, продолжая традиции российской дореволюционной интеллигенции, частично оборвавшиеся в период политических и социальных потрясений и катаклизмов, выпавших на долю России в XX веке.

Общеизвестно, что особенности характера учёного-исследователя часто проявляются и в его научной деятельности, создавая определённый фон, на котором творческая личность приобретает дополнительные, только ей присущие черты, позволяющие более широко и, в то же время, точнее оценивать роль и вклад исследователя в развитие науки, да и мировой цивилизации в целом. Мы нередко говорим об учёных-классиках, создававших и укреплявших основы научного знания, об учёных-энциклопедистах, систематизировавших и интегрировавших в своей деятельности результаты научного творчества в различных его областях. Среди учёных всегда выделяются новаторы, революционные идеи и мысли которых затем подтверждаются или опровергаются трудами экспериментаторов-практиков. Накопление научных знаний приводит к необходимости их теоретического осмысления. Учёные – авторы теоретических концепций, раскрывающих тайны явлений природы, закономерностей развития окружающего нас мира, воспринимаются обществом как исследователи-теоретики.

В лице Бориса Георгиевича сочетались перечисленные выше качества исследователя. Однако он по своей сути принадлежал к числу учёных-романтиков. Борис Георгиевич был путешественником во всём величии этого слова, наделённым талантом видеть и впитывать в себя окружающий мир – природу и людей в разных уголках земного шара. Он умел, как никто иной, показать и воспеть их красоту в лекциях, беседах, научно-популярных книгах и статьях. Она сквозила и в его научных трудах между строк.

Страсть к путешествиям, экзотическим странам, народам, их населяющим, желание познать их обычаи, традиции, увлечение искусством, народными праздниками, стремление проникнуть в мир живой и неживой природы сопровождали Бориса Георгиевича на протяжении всей жизни и счастливо реализовались в ней благодаря его таланту и незаурядным личным качествам.

Он всегда говорил, напутствуя студентов перед летней полевой практикой по природным зонам Европейской части страны: «Ребята, вы должны не только выполнить предлагаемый вам учебный план, укрепить свои знания о свойствах почв, факторах почвообразования, особенностях природных зон, но и почувствовать себя путешественниками, ощутить красоту природы, силу её гармонии».

Путешествие было для Бориса Георгиевича сложной, достаточно редкой и очень увлекательной профессией, доступной людям одарённым и внутренне подготовленным к нему. Тренированная память, выдающиеся интеллектуальные способности в сочетании с огромным и уникальным опытом позволяли Борису Георгиевичу, не упуская деталей, получать целостное представление о специфике и закономерностях формирования почвенного покрова, о связи процессов почвообразования с природными и антропогенными изменениями в ландшафтах, о роли человека в эволюции живой и неживой природы. Исследование единства и противоположности природы и людей, причин возникновения и путей решения экологических проблем Земли, создание оптимальных условий природопользования как в региональном, так и в общепланетарном масштабе, красной нитью проходят через всю научную деятельность Бориса Георгиевича Розанова. Он постоянно в своих работах подчёркивал социальную значимость почвенных исследований, обосновывая их ведущую роль в организации сбалансированного, экологически безопасного землепользования и, в конечном итоге, в повышении благосостояния людей.

Борис Георгиевич отличался удивительным личным обаянием, которое в сочетании с природным романтизмом, глубокими разносторонними профессиональными знаниями, профессиональным чутьём и интуицией, талантом рассказчика, лектора, оратора, притягивало к нему людей. Его лекции всегда проходили при полных аудиториях. Он пользовался большой популярностью среди студентов и аспирантов, стремившихся учиться у него и работать под его руководством.

Худощавый, с копной густых каштановых волос, зачёсанных наверх по моде конца 50-х – начала 60-х годов, с тонким, выразительным лицом и проницательным взглядом зеленовато-серых, чуть улыбающихся немного прищуренных глаз, он резко выделялся своим неподражаемым голосом, только ему одному свойственной манерой держаться.

Речь Бориса Георгиевича была образной, ёмкой, эмоциональной. Он, выступая, неизменно покорял зал – будь то студенческая аудитория, конференц-зал международного симпозиума, экспедиционный палаточный лагерь на берегу черноморского лимана или уютная гостиная в его наполненной духом экзотических стран и дальних путешествий московской квартире.

Будучи талантливым администратором, Борис Георгиевич успешно руководил кафедрой общего почвоведения факультета почвоведения МГУ, совмещая эту работу с плодотворной деятельностью в руководящих структурах международных и отечественных организаций почвоведов-экологов.

У Бориса Георгиевича Розанова было и остаётся огромное количество друзей и близких знакомых по всему земному шару. И каждый, кто соприкасался с ним, ощущал тепло его души, сохраняет удивительные воспоминания об этом уникальном человеке.

Е.Ю. Погожев

Памяти Марата Мутагаровича Умарова (1939–2019).

Ушёл из жизни профессор кафедры биологии почв факультета почвоведения МГУ, д.б.н., заслуженный профессор Московского университета, Марат Мутагарович Умаров (18.09.1939–28.03.2019).

Марат Мутагарович родился в Казахстане в г. Талды-Курган. После службы в армии он поступил в 1962 г. на почвенное отделение биолого-почвенного факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, обучался одновременно на биолого-почвенном и химическом факультетах и в 1968 г. с отличием окончил МГУ по специальности почвовед-агрохимик.

В 1972 г. М.М. Умаров защитил кандидатскую диссертацию по теме «Микобактерии в почвах (свойства, распространение, особенности аминокислотного обмена)», а в 1983 г. – докторскую диссертацию «Ассоциативная азотфиксация (особенности, продуктивность, значение в азотном балансе почв)». Работая на кафедре, он прошёл путь от младшего научного сотрудника до профессора.

Главные работы М.М. Умарова посвящены роли микроорганизмов в процессах круговорота азота в природе. Он – признанный специалист в области микробиологической трансформации азота в почве, в ризосфере и филлосфере растений, в желудочно-кишечном тракте животных. Им были разработаны основные модификации газохроматографических методов определения активности азотфиксации и денитрификации для целей почвенной микробиологии. Им было обосновано представление о широком распространении способности к азотфиксации среди прокариот; развито учение об ассоциативной азотфиксации (ассоциативном симбиозе), как ведущем процессе поступления «биологического азота» в биосферу; проведены приоритетные исследования азотфиксации в желудочно-кишечном тракте ряда грызунов (полёвок, песчанок, бобра и др.). Он предсказал (ныне экспериментально доказанную) возможность осуществления двух противоположных процессов – азотфиксации и денитрификации – клетками одного и того же вида бактерий.

В Московском университете М.М. Умаров читал курсы лекций «Физиология почвенных микроорганизмов», «Экологическая физиология микроорганизмов», «Геохимическая деятельность микроорганизмов», «Геоэкология микроорганизмов». Под его руководством подготовлено 34 кандидата наук, он был консультантом 5 докторских диссертаций.

В течение многих лет Марат Мутагарович был заместителем председателя и членом диссертационных советов при МГУ, заведовал отделением почвенной биотехнологии Международного биотехнологического центра МГУ. Его научные заслуги получили высокую оценку: звание лауреата премии имени М.В. Ломоносова (1990), Государственных научных стипендий (1995–2000), конкурса «Грант Москвы» в области наук и технологий (2002), заслуженного профессора Московского университета (1998). Он награждён золотой и серебряной медалями ВДНХ СССР (1985, 1989), а также медалями «За освоение целинных земель», «Ветеран труда» и «В память 850-летия Москвы».

М.М. Умарову принадлежит авторство более 340 научных публикаций, 15 монографий, в том числе «Ассоциативная азотфиксация» (1986), «Роль микроорганизмов в круговороте химических элементов в биосфере» (2003), «Почва, микробы и азот в биосфере» (2004), «Микробиологическая трансформация азота в почве» (2007).

Марат Мутагарович был блестящим лектором, выступлениями которого заслушивались многие поколения студентов кафедры, прекрасным и исключительно остроумным рассказчиком, настоящим хранителем традиций и истории кафедры. У всех, кому посчастливилось с ним общаться, навсегда останется в душе благодарная память об этом ярком талантливом учёном и добром, умном, оптимистичном, дружелюбном, доброжелательном человеке.

Н.Н. Колотилова

TABLE OF CONTENTS

INTERACTION OF GEOSPHERES

INFLUENCE OF STRUCTURAL INHOMOGENEITIES ON THE GEOMETRY OF THE RIFT UNDER THE OPENING OF THE GULF OF ADEN (PHYSICAL MODELLING). ***A.L. Grokholsky, E.P.Dubinin, E.L. Shcherbakova*** (pp. 124–137)

HISTORICAL STAGES IN THE STUDY OF LONG-TERM VARIATIONS OF SOLAR ACTIVITY. ***V.M. Fedorov*** (pp. 138–147)

GLOBAL CLIMATE CHANGE: FORECASTS AND REALITY. ***V.V. Snakin*** (pp. 148–164)

NATURAL SCIENCE MUSEOLOGY: THEORY AND PRACTICE

A UNIQUE SKULL OF A GORILLA IN THE OSTEOLOGICAL COLLECTION OF THE STATE DARWIN MUSEUM. ***D.Yu. Miloserdov*** (pp. 165–170)

THE RUSSIAN NORTH AT THE TURN OF 20TH CENTURY IN THE PICTURES OF THE PHOTOARCHIVE OF THE EARTH SCIENCES MUSEUM. ***Yu.I. Maksimov, A.B. Mambetova, T.G. Smurova*** (pp. 171–183)

MUSEUM NEWS

GEOLOGICAL TRACES OF HUMANS – A JOINT EXHIBITION ON THE RESULTS OF THE EXPEDITION "FLOATING UNIVERSITIES FLEET". ***A.V. Ivanov, V.V. Snakin, I.A. Yashkov, A.V. Sotchivko*** (pp. 184–196)

THE BIOSPHERIC ROLE OF THE MICROBIAL COMMUNITIES OF THE HYDROTHERMS : THE EXHIBITION DEDICATED TO THE 85TH ANNIVERSARY OF THE BIRTH OF THE ACADEMICIAN G.A.ZAVARZIN). ***N.N. Kolotilova*** (pp. 197–206)

HISTORY OF SCIENCE

BRICHMULLA AS THE CRADLE OF MODERN NATURAL SCIENCES. ***M.Yu. Povarennykh, M.A. Petrov, E.N. Matvienko*** (pp. 207–215)

REFLECTION ON THE BOOK «VLADIMIR AMALITSKII. PERMIAN DINOSAURS IN RUSSIA» BY V.I. ONOPRIENKO. ***I.V. Ivanov*** (pp. 216–224)

BRIEFS

VALENTINA VITYAZEVA. THE ONLY FEMALE RECTOR IN THE SOVIET UNION (THE 100TH BIRTHDAY ANNIVERSARY). ***M.I. Burlykina*** (pp. 225–229)

HUGE METEOR EXPLOSION ABOVE THE BERING SEA. ***K.A. Scripko*** (pp. 230–233)

CHRONICLE. EVENTS

70th anniversary of the birth of A.V. Smurov, editor-in-chief of "The Life on The Earth" (pp. 234–236)

120th anniversary of the birth of A.N. Formozov (***N.N. Kolotilova***) (pp. 236–237)

XXVth Annual International Scientific Conference at Vavilov Institute of Natural History and Technology (***K.A. Golikov***) (pp. 237–238)

XIth Geography Readings named after Prof. V.A. Vityazeva (***Yu.I. Maksimov***) (pp. 238–240)

Lomonosov Readings 2019. Museology section (***N.I. Krupina***) (240 p.)

90th anniversary of the birth of B.G. Rozanov (***E.Yu. Pogozhev***) (pp. 241–242)

In memory of Marat M. Umarov (1939–2019) (***N.N. Kolotilova***) (pp. 242–243)

TABLE OF CONTENTS (244 p.)

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Журнал «Жизнь Земли» публикует результаты научно-исследовательской и музейно-методической работы сотрудников Музея землеведения, профильных факультетов МГУ имени М.В. Ломоносова, музеев высших учебных заведений и других ведомств по взаимодействию геосфер, естественнонаучной музеологии, музейной педагогике 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 (40 тыс. знаков, включая пробелы), 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 на русском языке. 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;

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

– список литературы на английском языке (references);

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

Более подробно правила для оформления статей опубликованы на сайте журнала *http://zhiznzemli.ru*, где также можно познакомиться с предшествующими номерами журнала.

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 редакции.

Журнал включён в систему цитирования РИНЦ
(договор 75-02/2017 от 15.02.2017)

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»

Подписка на журнал **«Жизнь Земли»**

Подписной индекс: **Э39904**

Агентство «Книга-Сервис» представляет интернет-магазин периодических изданий «Пресса по подписке».

На этом сайте Вы легко сможете оформить онлайн-подписку на журнал на 2019 год. Теперь не обязательно посещать отделение Почты России – Вы можете оформить подписку через Интернет по адресу: ***https://www.akc.ru/itm/z_hizn-zemli/***

Вы можете купить подписку на печатную версию журнала «Жизнь Земли» на 2019 год (период: от 3 месяцев). Стоимость подписки — от 809 руб. Доставка изданий производится почтовыми бандеролями по России. Для юридических лиц доступна курьерская доставка по Москве.

Жизнь Земли: Междисциплинарный научно-практический журнал.
Ж71 Т. 41, № 2. — М.: Издательство Московского университета; МАКС Пресс, 2019. — 126 с.
ISSN 0514-7468
ISBN 978-5-317-06152-4

ББК 26.3

DOI 10.29003/m28.0514-7468
DOI DOI 10.29003/m649.0514-7468.2019_41_2/121-246

ЖИЗНЬ ЗЕМЛИ

Междисциплинарный научно-практический журнал

Том 41, № 2
2019 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 20.05.2019 г.
Формат 70x100 1/16. Усл.печ.л. 10,24. Тираж 300 экз. Заказ № 119
Издательство ООО "МАКС Пресс"
Лицензия ИД N 00510 от 01.12.99 г.
119992, ГСП-2, Москва, Ленинские горы, МГУ имени 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

«РОДСТВЕННИКИ» ПО АРБЕ, ИЛИ КАК ПРОРОСЛИ НАУЧНЫЕ ЗЁРНА, ПОСЕЯННЫЕ В БРИЧМУЛЛЕ

(см. с. 207–215)

А.Н. Волков. Арба (ГТГ, 1925 г.).

А.Н. Волков. Гранатовая чайхана (ГТГ, 1924 г.).

БИОСФЕРНАЯ РОЛЬ МИКРОБНЫХ СООБЩЕСТВ ГИДРОТЕРМ

(см. с. 197–206)

А

Б

Камчатка, Кроноцкий заповедник, кальдера вулкана Узон:
А - термальное поле; Б - источник Г.А. Заварзина.
Фото А.Р. Пошибаевой, 2018

МГУ