



ISSN 0514-7468

44 (4)

2022

Жизнь Земли

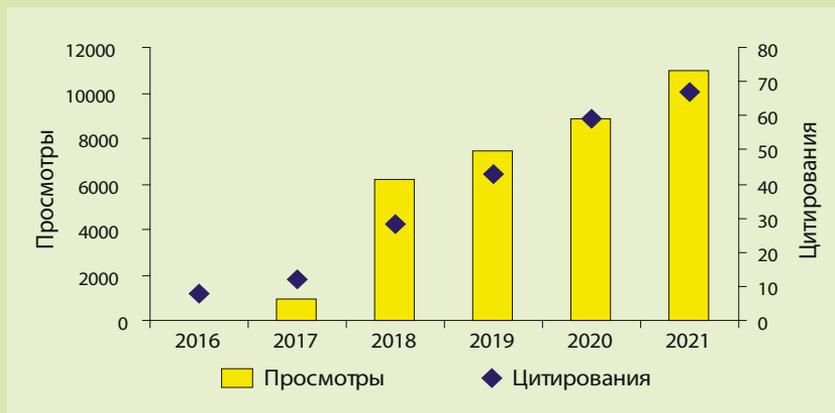
Жизнь Земли

2022 44 (4)

2022



МУЗЕЙНЫЕ ЖУРНАЛЫ В НАУЧНО-ИНФОРМАЦИОННОМ ПРОСТРАНСТВЕ (см. с. 505–511)



Динамика просмотров и цитирований журнала «Жизнь Земли».

АНДИЖАНСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 1902 г. (см. с. 440–455)



Снимок из фотоархива Музея землеведения МГУ.

ЖИЗНЬ ЗЕМЛИ

LIFE OF THE EARTH

ISSN 0514-7468

2022
Т. 44, № 4

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

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

ИНДЕКСИРОВАНИЕ
ЖУРНАЛА

РОССИЙСКИЙ ИНДЕКС
НАУЧНОГО ЦИТИРОВАНИЯ
Science Index

НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ
БИБЛИОТЕКА
LIBRARY.RU



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



ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКОВСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА
2022

Редакционный совет:

В. А. Садовничий (председатель Совета), Н. А. Абакумова, А. П. Бужилова, В. А. Грачёв, С. А. Добролюбов, М. В. Калякин, Н. С. Касимов, М. П. Кирпичников, А. И. Клюкина, С. А. Маскевич (Беларусь), Нгуен Чунг Минь (Вьетнам), С. Х. Мирзоев (Таджикистан), А. С. Орлов, Йован Плава (Сербия), О. В. Плямина, Д. Ю. Пуцаровский, С. А. Шоба

Редакционная коллегия:

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

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/](http://msupress.com/catalogue/magazines/geografiya/)

**ЖИЗНЬ
ЗЕМЛИ**
LIFE OF THE EARTH

ISSN 0514-7468

2022

T. 44, № 4

Zhizn Zemli [Life of the Earth]

An Interdisciplinary Scientific and Practical Journal

Published quarterly since 2016

Editorial council:

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

Editorial board:

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



PUBLISHING
Moscow State University
2022

Editorial address

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

СОДЕРЖАНИЕ

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГЕОСФЕР

<i>Фёдоров В.М., Алтунин И.В., Фролов Д.М.</i> Влияние диоксида углерода антропогенного генезиса на термический режим атмосферы и его изменения	402
<i>Кривичев А.И., Нюдлеев Д.Д., Сидоренко В.Н.</i> «Синяя экономика» как основа устойчивого развития арктического региона России	415
<i>Магеррамова М.М.</i> Современное состояние ресурсов влаги на фоне климатических изменений на северо-восточном склоне Большого Кавказа (в пределах Азербайджанской Республики)	425
<i>Караваев В.А., Воскова А.В., Семиноженко С.С.</i> Мезотрофные долинные болота на северном макросклоне Центрального Кавказа	433

ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНАЯ МУЗЕОЛОГИЯ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

<i>Алексеева Л.В., Иванов А.В., Максимов Ю.И.</i> Андиганское землетрясение 1902 г. по материалам фотоархива Музея земледования МГУ	440
<i>Климовская Т.Ф.</i> Структурные и морфологические особенности бивней шерстистого мамонта <i>Mammuthus primigenius</i> : обзор результатов и перспективы исследований	456

МУЗЕЙНАЯ ПЕДАГОГИКА

<i>Третьякова О.Г., Третьяков М.Ф., Филиппов В.Р., Рожин С.С., Третьякова Н.М.</i> 50 лет Томпонскому учебному геолого-съёмочному полигону им. В.И. Коростелёва, кузнице геологических кадров	465
---	-----

ВЕСТИ ИЗ МУЗЕЕВ

<i>Матвиец П.С., Матвиец П.В.</i> Вокруг света на шлюпе «Камчатка». Экспедиция В.М. Головнина в рисунках М.Т. Тиханова по материалам выставки в Музее Мирового океана	475
<i>Винник М.А., Коснырева А.А., Галушкин Ю.И., Галушкина Т.Н.</i> Метеоритные экспедиции сотрудников Музея земледования в 2022 г.	487
<i>Колотилова Н.Н.</i> К 200-летию со дня рождения Луи Пастера. Выставка в Музее земледования МГУ	498

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

<i>Снакин В.В., Митрофанов И.К.</i> Журнал «Жизнь Земли» в информационном музейном пространстве	505
<i>Борискин Д.А.</i> Высотка МГУ как модельный объект изучения орнитофауны крыш	512

ХРОНИКА. СОБЫТИЯ

В преддверии 160-летия В.И. Вернадского. Международная научная конференция, посвящённая 90-летию Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси. Торжественное заседание Секции музеологии МОИП, посвящённое 100-летию Государственного биологического музея им. К.А. Тимирязева. II Международная научно-практическая конференция «Ботанические коллекции Беларуси: сохранность, использование и перспективы развития гербариев». VII Международный симпозиум «Биокосные взаимодействия в природных и антропогенных системах». 7-я Всероссийская научная конференция с международным участием «Наука в вузовском музее». 100-летие основания и 30-летие возрождения Общества изучения русской усадьбы. Выставка «Кабинет редкостей» Московского университета в ГМИИ им. А.С. Пушкина. Пресс-конференция «Экологическая безопасность при освоении морских нефтегазовых месторождений в Арктике и на Дальнем Востоке. Возможно ли сотрудничество науки и бизнеса?». 120 лет со дня рождения Н.А. Базилевской. 110 лет со дня рождения Л.Н. Гумилёва. 90 лет Сергею Алексеевичу Несмеянову	516
---	-----

TABLE OF CONTENTS	528
-------------------------	-----

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГЕОСФЕР

УДК 551.583, 551.521

DOI 10.29003/m3115.0514-7468.2022_44_4/402-414

ВЛИЯНИЕ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА АНТРОПОГЕННОГО ГЕНЕЗИСА НА ТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ АТМОСФЕРЫ И ЕГО ИЗМЕНЕНИЯ

В.М. Фёдоров, И.В. Алтунин, Д.М. Фролов*

По выполненным расчётам для периода активной индустриализации с 1959 по 2021 г. содержание антропогенного CO₂ (без учёта вулканической деятельности) составляло не более 4,1 % общего содержания диоксида углерода в атмосфере. Диоксидом углерода, связанным с деятельностью человека в этот период, определяется повышение глобальной температуры Земли не более чем на 0,0004°C, при общем повышении температуры на 0,81°C. В связи с полученными результатами выводы МГЭИК о ведущей роли антропогенного фактора в потеплении климата не представляются убедительными. Определена возможность реалистичного прогнозирования изменения содержания CO₂ в атмосфере на основе простой регрессионной и многоблочной модели. Расхождение между двумя независимыми прогнозами составило на 2020 г. 1,2 %, на 2030 г. – 0,93 %. Расхождение расчётных данных с фактическими на 2020 г. значениями содержания CO₂ в блочной модели составило 0,24 %, в регрессионной модели – 0,97 %. Полученные результаты указывают на отсутствие необходимости использования предлагаемых МГЭИК и приводящих к неопределённости сценарных прогнозов при прогнозировании изменений глобального климата.

Ключевые слова: глобальный климат, солнечная радиация, углеродный цикл, температурный режим, Мировой океан, инсоляционная контрастность.

Ссылка для цитирования: Фёдоров В.М., Алтунин И.В., Фролов Д.М. Влияние диоксида углерода антропогенного генезиса на термический режим атмосферы и его изменения // Жизнь Земли. 2022. Т. 44, № 4. С. 402–414. DOI: 10.29003/m3115.0514-7468.2022_44_4/402-414.

Поступила 22.08.2022 / Принята к публикации 16.11.2022

* Фёдоров Валерий Михайлович – к.г.н., в.н.с. географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, fedorov.msu@mail.ru; Алтунин Иван Васильевич – к.ф.-м.н., член Русского экологического общества; Фролов Денис Максимович – н.с. географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, denisfrolovm@mail.ru.

INFLUENCE OF ANTHROPOGENIC CARBON DIOXIDE ON THE THERMAL REGIME OF THE ATMOSPHERE AND ITS CHANGES

V.M. Fedorov¹, PhD, I.V. Altunin², PhD, D.M. Frolov¹

¹ Lomonosov Moscow State University (Faculty of Geography)

² Russian Ecological Society

According to our calculations for the active industrialization period (1959–2021), the content of anthropogenic CO₂ (excluding volcanic activity) was no more than 4.1% of its total content in the atmosphere. The carbon dioxide associated with human activity during this period determines an increase in the Earth global temperature by no more than 0.0004°C, against the total temperature increase of 0.81°C. At the same time, the global temperature increase is assumed to be completely determined by the greenhouse effect of our planet only. In connection with results obtained, the conclusions of IPCC on the leading role of the anthropogenic factor in climate warming do not seem convincing.

The possibility of realistic forecasting of changes in the CO₂ content in the atmosphere based on a simple regression model and a multiblock (linear and non-linear) of the global carbon cycles was assessed. Annual insolation contrast (AIC) was used as a predictor in the regression model. Generally, AIC (according to the areas of heat source and sink) reflects changes in the meridional insolation gradient, which regulates the meridional transfer of radiative heat in the ocean–atmosphere system. Our eight-block model of global circulation included the following blocks: the atmosphere, land biota, humus, inorganic ocean carbon, phytoplankton, dissolved organic matter in the ocean, sedimentary carbonate rocks of the continents, and sedimentary carbonate rocks in the ocean. Linear and non-linear relationships were used to describe global CO₂ fluxes from the atmosphere to biota due to net photosynthesis and from the active layer of the ocean to the atmosphere. Carbon penetration into the deep ocean was described by a diffusion equation, and the other fluxes were described by linear relations.

The discrepancy between the two independent model (regression and block) forecasts was 1.2% and 0.93% for 2020 and 2030, respectively. The discrepancy between our calculated data and the actual values of CO₂ content for 2020 was 0.24% and 0.97% for the block model and the regression model, respectively. The results obtained indicate no need to use any scenario forecasts proposed by IPCC and leading to uncertainty when forecasting global climate changes.

Keywords: global climate, solar radiation, carbon cycle, temperature regime, World Ocean, insolation contrast.

For citation: Fedorov, V.M., Altunin, I.V., Frolov, D.M., “Influence of anthropogenic carbon dioxide on the thermal regime of the atmosphere and its changes”, *Zhizn Zemli* [Life of the Earth] **44**, no 4, 402–414 (2022) (in Russ., abstract in Engl.). DOI: 10.29003/m3115.0514-7468.2022_44_4/402-414.

Введение. Климат, по определению, – статистический набор гидрометеорологических показателей, усреднённых по времени для отдельных районов или Земли в целом – важнейшая характеристика природной среды обитания человека, поэтому исследование изменений глобального климата является одной из важнейших научных и практических задач. Её актуальность определяется необходимостью прогнозирования последствий климатических изменений для природной среды, человека и общества. Наиболее важным при решении указанной проблемы является вопрос о причинах, вызывающих эти изменения [6, 7]. Среди возможных факторов формирования и изменения климата основными считаются солнечная радиация, парниковый эффект, вулканическая деятельность и механизмы теплообмена.

Солнечная радиация – основной источник энергии гидрометеорологических процессов. Приходящей от Солнца радиацией определяется радиационный и тепловой баланс Земли. Перераспределение радиационного тепла в природной системе Земли осуществляется механизмами теплообмена. Наиболее важными из них являются: меридиональный перенос радиационного тепла в океане и атмосфере от экваториальной области к полярным районам – «тепловая машина первого рода»; теплообмен в системе океан – материк, связанный с реверсивной сезонной сменой областей холода и тепла – «тепловая машина второго рода»; теплообмен в системе океан – атмосфера и межполушарный теплообмен [9]. Важным фактором в регулировании термического режима Земли является состав атмосферы (прежде всего, содержание водяного пара), определяющий величину альбедо (отражения приходящей от Солнца коротковолновой радиации), роль парникового эффекта планеты и его изменение [3, 7, 8].

В XX веке отмечена тенденция повышения глобальной приповерхностной температуры воздуха (ПТВ) и температуры поверхности океана (ТПО). Широко распространено мнение о том, что основной причиной изменения глобального климата является парниковый эффект, связанный, главным образом, с эмиссией парниковых газов, определяемой антропогенным фактором [15, 16]. Однако убедительные научные доказательства этого не приводятся. В то же время не подвергается сомнению тот факт, что солнечная радиация имеет важнейшее значение в генезисе климата [6, 7, 9]. В связи с этим целью представленной работы является оценка влияния двуокиси углерода, генетически связанного с деятельностью человека, на изменения термического режима атмосферы.

Значимость поисков причинно-следственных связей определяется необходимостью реалистичных прогнозов изменения климата и связанных с ними последствий, а также тем, что от состояния окружающей природной среды зависят условия жизни, благополучие и здоровье населения. Экономическая и политическая актуальность темы связаны с вопросом реализации Парижского соглашения по климату, предусматривающего ведущую роль антропогенного фактора в эволюции современного климата, а также «зелёного» энергетического перехода [10]. Важным аспектом рассматриваемой темы является неопределённость в существующей системе прогнозирования (сценарные прогнозы).

Основные факторы термического режима. Солнечная радиация является основным источником энергии для гидрометеорологических, биохимических и многих других процессов, происходящих в атмосфере, гидросфере, биосфере, криосфере и в поверхностном слое литосферы, а также важнейшим фактором развития жизни на Земле, обеспечивающим необходимые термические условия и поддерживающим процесс фотосинтеза (рис. 1).

Парниковый эффект проявляется в способности ряда газов и аэрозолей удерживать тепло, получаемое нашей планетой от Солнца. По определению МГЭИК, парниковый эффект – это *«Инфракрасный радиационный эффект всех составляющих атмосферы, поглощающих инфракрасное излучение. Парниковые газы, облака и (в малой степени) аэрозоли поглощают излучение, излучаемое поверхностью Земли и где-либо в атмосфере. Эти вещества испускают инфракрасную радиацию во всех направлениях, но при прочих равных условиях результирующее количество, эмитируемое в космос, обычно меньше, чем могло бы быть в отсутствие этих поглотителей...»* [16, с. 193].

Численно величина парникового эффекта равна разности фактической температуры земной поверхности и эффективной температуры Земли. Эффективная температура

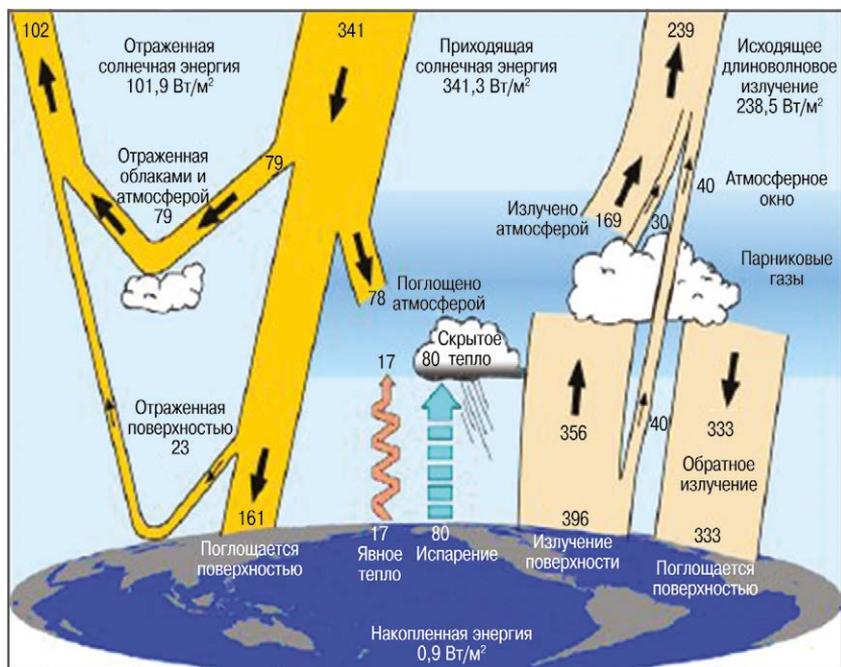


Рис. 1. Составляющие радиационного баланса Земли [18].
 Fig. 1. Components of the Earth's radiation balance [18].

соответствует потоку инфракрасного излучения, направленного от Земли в Космос, и рассчитывается в соответствии с формулой Стефана–Больцмана:

$$L = \sigma T_e^4,$$

где L – поток инфракрасного излучения ($\text{Вт}/\text{м}^2$), T_e – эффективная температура (К), σ – постоянная Стефана–Больцмана. При этом предполагается, что Земля является абсолютно черным телом. В работе [7] эффективная температура Земли оценивается в 249 К (или -24°C). Поскольку температура земной поверхности равна 288 К (или $+15^\circ\text{C}$), то парниковый эффект соответствует 39 градусам.

Отметим, что величина T_e определяется солнечной постоянной и планетарным альбедо, которое зависит от альбедо земной поверхности и атмосферы. При отсутствии солнечного излучения температура на Земле была бы близка к температуре окружающего её пространства – к абсолютному нулю (-273°C). В настоящее время среднегодовая приповерхностная температура Земли составляет около $+15^\circ\text{C}$. В случае отсутствия у нашей планеты атмосферы (при существующем притоке лучистой энергии), её температура была бы ниже существующей приблизительно на 39°C [7] и составила бы -24°C . Существуют и другие оценки эффективной температуры. Так, в работах [3, 14] эффективная температура принимается равной 255 К, парниковый эффект оценивается в 33 градуса. В этом случае при отсутствии парникового эффекта температура на Земле составила бы -18°C .

Как следует из рис. 1, интенсивность солнечной радиации на верхней границе атмосферы составляет $341,3 \text{ Вт}/\text{м}^2$. Если принять альбедо Земли равным 30 %, то отра-

жённая радиация составит $102,39 \text{ Вт/м}^2$. Достигающей поверхности Земли солнечной радиации ($238,91 \text{ Вт/м}^2$) в соответствии с формулой Стефана–Больцмана соответствует эффективная температура, равная $254,673 \text{ К}$. Таким образом, парниковый эффект оказывается равным $33,3$ градуса. В связи с этим оценка парникового эффекта, приведённая в работе [7], представляется завышенной.

Среднегодовая приповерхностная температура Земли составляет 288 К . Следовательно, приходящей от Солнца радиацией определяется приблизительно $88,6 \%$ тепла (255 К), а парниковым эффектом планеты – $11,4 \%$ (33 К).

Оценка вклада антропогенного CO_2 в термический режим атмосферы. Вода находится на Земле в трёх фазовых состояниях, и переход её из одного состояния в другое сопровождается процессами выделения или поглощения тепла. Участие воды в гидрологическом цикле отражается и в термическом режиме климата – как непосредственно, так и в связи с изменением альбедо. Водяной пар также является основным парниковым газом, что признаётся МГЭИК [15, 16]. Его содержание в воздухе в среднем составляет около 2% и может достигать 4% по объёму. Содержание CO_2 (суммарно естественного и антропогенного) — всего $0,04 \%$ (или 400 ppm – миллионных частей).

Водяной пар поглощает $75\text{--}80 \%$ длинноволновой радиации. На долю CO_2 (суммарно естественного и антропогенного), по расчётам Б.М. Смирнова [8], приходится около $15\text{--}20 \%$ (для безоблачного неба). Принимая, что водяным паром определяется 75% парникового эффекта, а CO_2 (суммарно естественного и антропогенного) – 20% , их вклад в температурный режим атмосферы составит (из 33 градусов) $24,75$ и $6,6$ градуса, соответственно. Отметим, что парниковый эффект определяется как разность температуры поверхности и эффективной температуры. Поэтому он оценивается в градусах, имеющих одно и то же значение – как для шкалы Цельсия, так и для шкалы Кельвина (в отличие от температуры). По данным [3], земная атмосфера обуславливает эффект в $33,2$ градуса со следующими вкладами оптически активных газовых компонентов: H_2O – $20,6^\circ$ (62%), CO_2 (суммарно естественный и антропогенный, $21,6 \%$) – $7,2^\circ$, N_2O – $1,4^\circ$, CH_4 – $0,8^\circ$, O_3 – $2,4^\circ$, NH_3 + фреоны + CCl_4 + CF_4 + NO_2 – $0,8^\circ$.

Парниковый эффект, обусловленный углекислым газом, определяется естественной и антропогенной составляющей. На рубеже второго и третьего тысячелетий антропогенные выбросы CO_2 определялись значением $7,5 \text{ Гт/год}$ (в пересчёте на углерод). Суммарное содержание CO_2 в атмосфере, как следует из работы [4], оценивалось в 910 Гт .

Перед началом индустриального периода концентрация углекислого газа в атмосфере была близка к 280 ppm , что соответствует приблизительно 600 Гт . За индустриальный период концентрация увеличилась почти в полтора раза, достигнув 403 ppm в 2016 г . [8], что соответствует 860 Гт . В связи с этим приведённая выше по работе [4] оценка общего содержания CO_2 в атмосфере вызывает сомнения. Антропогенные выбросы в настоящее время составляют приблизительно 9 Гт/год .

Оценка влияния диоксида углерода антропогенного генезиса на термический режим атмосферы и его изменения была выполнена нами для периода $1959\text{--}2021 \text{ гг}$. (период интенсивного индустриального развития) на основе следующих соображений. Общее содержание CO_2 в атмосфере в 1959 г . (начало инструментальных наблюдений на станции Мауна-Лоа) составляло 316 ppm , в 2021 г . – $414,7 \text{ ppm}$ [17]. За период $1959\text{--}2021 \text{ гг}$. содержание CO_2 возросло на $98,7 \text{ ppm}$, увеличиваясь в среднем за год на $1,57 \text{ ppm}$. Поскольку 1 ppm приблизительно равен $0,5 \text{ Гт}$, то ежегодное увеличение в этот период составляло $0,78 \text{ Гт}$. Примем для всего периода ежегодные антропогенные выбросы CO_2

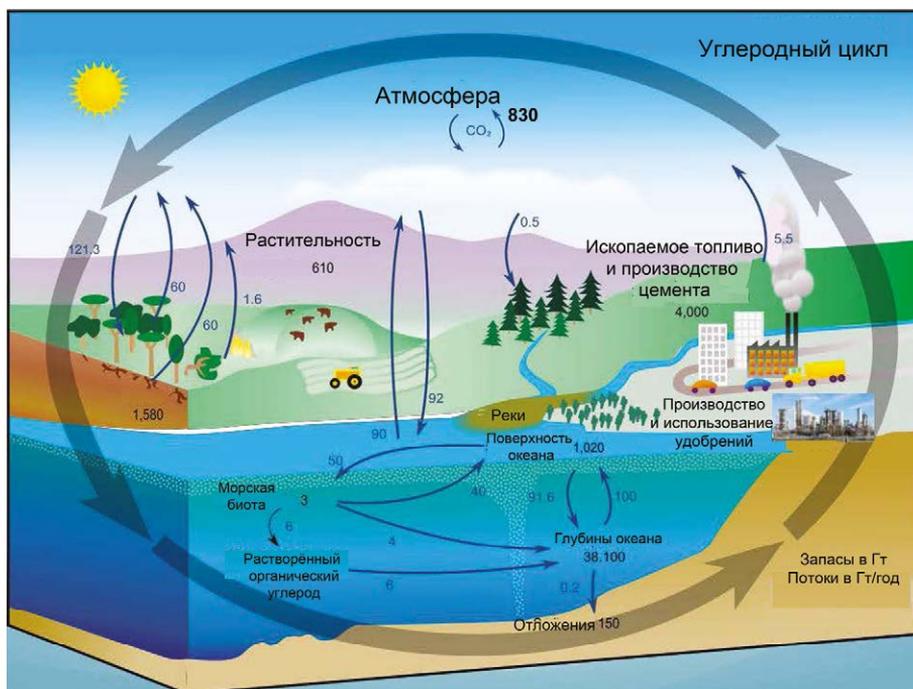


Рис. 2. Глобальный углеродный цикл [13].
Fig. 2. Global carbon cycle [13].

равными 9 Гт. Ежегодное поступление естественного CO_2 с поверхности материков и океана (без учёта вулканических выбросов) составляет 211 Гт [8, 13]. Эти ежегодные поступления вовлекаются в углеродный цикл (рис. 2) и поглощаются в области стока (в Мировом океане).

При этом в среднем за год остаётся непоглощённым 0,78 Гт (ежегодное увеличение содержания CO_2 в атмосфере). В этом остатке антропогенный CO_2 составляет не более 4,1 % [9 Гт : (9 Гт + 211 Гт) = 0,0409]. Таким образом, ежегодно в атмосфере накапливается 0,032 Гт (0,78 Гт × 0,0409) антропогенного CO_2 . За период с 1959 по 2021 г. (63 года) в атмосфере накопилось 2,01 Гт диоксида углерода, связанного с деятельностью человека. От общего содержания CO_2 в атмосфере – 860 Гт [8], что составляет 0,0023 (или 0,23 %)¹.

Оценим вклад антропогенного CO_2 в изменение приповерхностной температуры воздуха (ПТВ, представленной в массиве HadCRUT4) в период с 1959 по 2021 г. [12]. Аномалия ПТВ в Северном полушарии в 1959 г. составляла 0,073 °С, в 2021 г. – 1,178 °С, т. е. изменение ПТВ за этот период составило 1,105 °С. Допустим, что всё потепление связано только с парниковым эффектом и связь увеличения водяного пара и CO_2 с ПТВ линейная (т. е. примем, что поступление солнечной радиации не изменялось, вулканических извержений не происходило и увеличение водяного пара в атмосфере происходило сходным образом с увеличением CO_2).

¹ Данная оценка соответствует результатам работы [5], в которой определена доля ежегодных выбросов CO_2 от деятельности человека как 4,6 ppm выбросов/год против 98 ppm/год от природных явлений, то есть менее 5 %.

Тогда 75 % увеличения ПТВ (0,829 °C) связано с водяным паром, а 20 % (0,221) определяется CO₂ (естественным и антропогенным суммарно). Поскольку CO₂, связанный с деятельностью человека и накопленный за этот период, составляет 0,0023 от его общего содержания, то из 0,221 °C естественным CO₂ определяется 0,2205 °C, с антропогенным CO₂ связано увеличение ПТВ в Северном полушарии на 0,0005 °C (0,0023 × 0,221). В Южном полушарии аномалия ПТВ в 1959 г. составляла -0,038 °C, в 2021 г. – 0,481 °C, увеличение ПТВ составляет 0,519 °C. В этом случае с водяным паром связано увеличение ПТВ на 0,389 °C, с углекислым газом (суммарно естественным и антропогенным) – на 0,104 °C. Антропогенным CO₂ определяется потепление в Южном полушарии за период с 1959 по 2021 г. на 0,0002 °C. Для Земли аномалия ПТВ в 1959 г. составляет 0,017 °C, в 2021 г. – 0,827 °C. ПТВ Земли увеличивается за этот период на 0,810 °C. С водяным паром связано увеличение ПТВ на 0,608 °C, с углекислым газом – на 0,162 °C. Увеличение содержания CO₂, связанного с деятельностью человека, приводит к увеличению ПТВ Земли на 0,0004 °C. Эти значения находятся в пределах ошибок измерения температуры. Следовательно, наблюдаемое глобальное потепление в основном связано с естественными факторами изменения климата.

Определим долю антропогенного CO₂ в общем парниковом эффекте планеты в настоящее время. Напомним, что парниковый эффект оценивается в 33 градуса, при этом 6,6° [8] или 7,2° [3] связано с CO₂ (естественным и антропогенным суммарно). Антропогенным CO₂ (составляющим 0,0409 от всего CO₂) в парниковом эффекте определяется 0,270 (6,6 × 0,0409) или 0,294 (7,2 × 0,0409) градуса. Доля антропогенного CO₂ в общем парниковом эффекте планеты (из 33 градусов) составляет 0,00819°, или 0,819 % (для 6,6°) [8] и 0,00891°, или 0,891% (для 7,2°, определяемых общим содержанием CO₂) [3]. Напомним, что парниковым эффектом определяется только 11,4 % термического режима Земли. В последнем доля антропогенного CO₂ составляет (0,294 : 288) около 0,1 %. Для сравнения, доля водяного пара (20,6 : 288) [3] составляет от 7,2 % до (24,75 : 288) [8] 8,6 %.

Таким образом, следствием низкоуглеродного развития (или «зелёного» энергоперехода) может быть снижение доли CO₂ в парниковом эффекте на 0,27–0,29° за счёт полного прекращения антропогенной эмиссии. Однако ПТВ при этом будет возрастать в связи с увеличением испарения и содержания водяного пара (возрастанием его доли в парниковом эффекте и самого парникового эффекта) в атмосфере из-за потепления, в основном связанного с естественными причинами, прежде всего, с усилением интенсивности меридионального переноса радиационного тепла вследствие уменьшения наклона оси вращения Земли [9] и геодинамическим колебанием с периодом около 60 лет.

В связи с крайне малым вкладом антропогенного CO₂ в современное потепление и в термический режим атмосферы, представление о том, что основной причиной повышения глобальной температуры является связанное с деятельностью человека увеличение содержания CO₂ в атмосфере, не представляется ни обоснованным, ни убедительным [6, 8, 9]. В связи с полученной оценкой влияния CO₂, связанного с деятельностью человека, концепция «зелёного» энергоперехода (перехода на низкоуглеродную энергетику) не представляется эффективной в отношении снижения глобальной температуры. Напомним, что при оценке вклада антропогенного CO₂ в термический режим принималось ежегодное значение выбросов, равное 9 Гт (хотя на начало этого века оно составляло около 7,5 Гт); также нами принималось, что в период с 1959 по 2021 г. не происходило вулканических извержений. С учётом того, что в начале исследуемого периода антропогенные выбросы уступали современным, а также происходивших в этот период

извержений вулканов (в среднем около 20–30 в год), даже полученные нами крайне невысокие оценки (для которых допускается, что увеличение ПТВ связано только с парниковым эффектом) представляются завышенными.

Мировой океан и CO₂. Мировой океан является наиболее ёмким резервуаром диоксида углерода, где в результате химических процессов² и деятельности морской биоты основная часть растворённого газа переходит в связанную форму и на длительный срок выводится из поверхностных геосфер (депонируется). Балансовые уравнения для зимнего и летнего периодов включают стоки CO₂ (поглощение слоем перемешивания, фотосинтез, аккумуляция в атмосфере) и источники CO₂ (литосфера, разложение биоты, извлечение газа из атмосферы). Согласно закону Генри–Дальтона, концентрация растворённого газа в воде и интенсивность газообмена атмосферы и гидросферы зависят от парциального давления газа в атмосфере и его растворимости, которая возрастает при понижении температуры и уменьшении солёности воды:

$$mg = Cpg, \quad (1)$$

где mg – молярная концентрация газа в воде; pg – парциальное давление газа над раствором; C – растворимость газа (функция температуры и солёности воды) [8, 11].

Растворимость CO₂ в пресной воде при 273 К составляет 1710 мл/л при парциальном давлении газа 1013 гПа и уменьшается при повышении температуры и увеличении солёности воды. Происходящие в настоящее время потепление климата и повышение температуры поверхности океана с необходимостью должны приводить к снижению растворимости CO₂ в морской воде. При похолодании климата растворимость CO₂ в охлаждающейся морской воде возрастает, что (при условии стабильности источников CO₂) должно приводить к понижению его парциального давления (содержания, концентрации) в атмосфере. Одновременные измерения содержания углекислого газа в атмосфере и морской воде показывают, что содержание CO₂ в воде в основном близко к некоторому равновесному значению, но изменяется при понижении или повышении температуры воды соответственно в сторону повышения или понижения [4]. С учётом того, что около 71 % площади Земли занято Мировым океаном, такое уменьшение растворимости CO₂ при наблюдаемом повышении температуры поверхности океана (ТПО) и увеличении солёности может существенно влиять на увеличение содержания CO₂ в атмосфере. Вывод о том, что основным фактором, определяющим колебания содержания CO₂ в атмосфере, следует считать изменение обмена углекислым газом между океаном и атмосферой при изменении температуры океанических вод, был получен Е.П. Борисенковым и И.В. Алтуниным [2]. Эта точка зрения высказывается и в работе Б.М. Смирнова: «... изменение концентрации молекул углекислого газа в последние 30 лет более или менее объясняется нагреванием океана в результате увеличения глобальной температуры, если предположить термодинамическое равновесие между свободными молекулами углекислого газа в атмосфере и связанными молекулами углекислого газа в океане» [8, с. 50]. Представления о том, что увеличение содержания CO₂ в атмосфере связано с уменьшением растворимости CO₂ в океане из-за увеличения ТПО, объясняемого увеличением интенсивности меридионального переноса радиационного тепла, являются одним из компонентов солярной теории изменения климата [9]. Повышение температуры поверхности океана (ТПО) в настоящее время в основном определяется инсоляционной контрастностью (ИК), обобщённо по областям источника и стока тела, отражающей изменение меридионального градиента инсоляции и геодинамическим колебанием – Атлантической мультидекадной осцилляцией (Atlantic multidecadal oscillation – АМО) [9] (табл. 1).

² CO₂ + H₂O + CaCO₃ ↔ Ca(HCO₃)₂.

Табл. 1. Многолетние изменения ПТВ и ТПО, объясняемые регрессионной моделью на основе ИК и АМО

Table 1. Long-term changes in the surface air temperature and ocean surface temperature, explained by the regression model based on insolation contrast and АМО

Факторы	Земля / Мировой океан	Северное полушарие	Южное полушарие
Приповерхностная температура воздуха (ПТВ), %			
ИК	80,7	73,4	83,1
ИК и АМО	88,3	86,4	84,0
Температура поверхности океана (ТПО), %			
ИК	79,7	69,3	84,1
ИК и АМО	88,5	86,6	85,9

Прогнозирование содержания CO_2 в атмосфере. Напомним, что МГЭИК рекомендуются четыре различных сценария возможных изменений содержания CO_2 в атмосфере [15]. Эти сценарии произвольно ориентированы на тот или иной уровень развития мирового производства, с которым связываются изменения содержания CO_2 в атмосфере. Однако, как показано выше, не более 4,1 % увеличения содержания может определяться антропогенным CO_2 (без учёта доли вулканических извержений). Такой подход к прогнозированию приводит к неопределённости, потому что неизвестно, какой из предлагаемых (или вообще возможных) сценариев будет реалистичным. Для выполнения оценочного прогноза изменения содержания CO_2 в атмосфере нами использовалась простая регрессионная модель [11]. В качестве предиктора учитывалась годовая инсоляционная контрастность. ИК рассчитывалась как разность между годовой инсоляцией широтной области источника (0° – 45°) и стока (45° – 90°) радиационного тепла. Инсоляционная контрастность линейно связана с изменением угла наклона оси вращения Земли (R равен $-0,997$). Годовая ИК обобщённо (по областям источника и стока радиационного тепла) отражает изменение меридионального градиента инсоляции, которым регулируется меридиональный перенос радиационного тепла в системе океан – атмосфера [9]. Значение коэффициента корреляции для содержания CO_2 (данные по наблюдениям на Мауна-Лоа за 1975–2015 гг.) в атмосфере и годовой ИК составляет 0,988. На основании близкой к линейной связи многолетних изменений содержания CO_2 в атмосфере с ИК, которой регулируются тенденции изменения ТПО (и ПТВ, см. табл. 1), можно говорить о том, что увеличение концентрации CO_2 в атмосфере может быть следствием увеличения ИК (обратное невозможно) и зависящего от ИК увеличения ТПО.

Расчёты проводились на основе уравнений линейной и полиномиальной (полином второй степени) регрессии и последующего усреднения соответствующих значений содержания CO_2 , т. е. получались оценочные ансамблевые прогностические решения (рис. 3).

Среднее по модулю расхождение фактических и рассчитанных по ансамблю линейных и полиномиальных решений на период 1975–2015 гг. значений содержания CO_2 в атмосфере составляет 2,631 ppm. Это всего 0,725 % среднегодового содержания CO_2 по данным инструментальных наблюдений за этот период в районе Мауна-Лоа. В соответствии с регрессионной моделью, 98 % изменений CO_2 определяется годовой ИК, которой также в основном определяется увеличение ПТВ и ТПО (табл. 1). По рассчитанному оценочному прогнозу, увеличение содержания CO_2 в 2050 г. относительно 2015 г. составит 65,5 ppm. Таким образом, ожидаемое увеличение содержания CO_2 оценивается приблизительно в

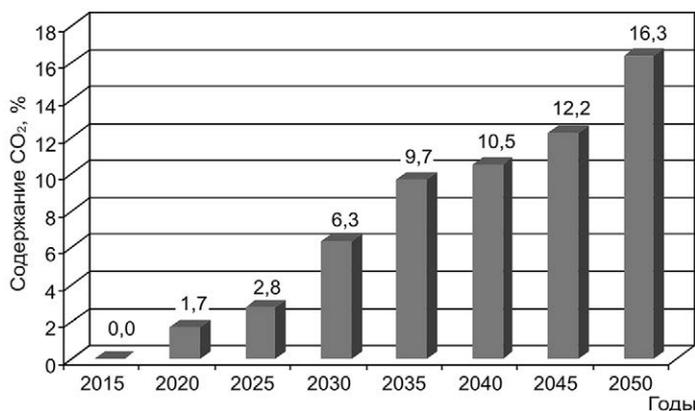


Рис. 3. Оценочный прогноз содержания CO₂ (в процентах относительно 2015 г.).

Fig. 3. Estimated forecast of the CO₂ content (as a percentage relative to 2015).

16,3 %. Это увеличение не зависит от усилий стран – участниц Парижского соглашения по климату, потому что только 2,68 ppm из этого увеличения (4,1 %) связано с деятельностью человека (при ежегодных выбросах 9 Гт и отсутствии вулканических извержений). Полученный по регрессионной модели оценочный прогноз содержания CO₂, таким образом, по своей определённости принципиально отличается от весьма условно предполагаемых и порождающих неопределённость сценарных прогнозов МГЭИК [15].

Ранее Е.П. Борисенковым и И.В. Алтуниным [1, 2] в Главной геофизической обсерватории был выполнен цикл работ по моделированию глобального круговорота углерода в рамках моделей различной степени сложности в системе атмосфера–океан–биосфера. Основная идея, положенная в основу проведённых численных экспериментов, заключается в следующем предположении: наблюдавшиеся в прошлом изменения концентрации CO₂ в атмосфере в первую очередь были вызваны изменением потока углекислого газа в системе океан–атмосфера вследствие колебаний температуры океанических вод (закон Генри–Дальтона). Также предполагалось, что колебания глобальной температуры обуславливали изменения потоков углекислого газа в биоту суши при фотосинтезе и обратного потока в атмосферу из гумуса при его разложении. Соответственно, поглощение фитопланктоном растворённого углекислого газа и разложение растворённого органического вещества океана также модулировались колебаниями температуры. Баланс CO₂ в атмосфере в соответствии с принятой блок-схемой определялся взаимодействием атмосферы с биотой суши и гумусом, с океаном и осадочными карбонатными породами континентов. В свою очередь, в океане баланс углерода определялся взаимодействием органического вещества океана, а также осадочных карбонатных пород океана. Были выполнены работы как по динамике атмосферного CO₂ в прошлом, так и по получению оценок возможных содержаний углекислого газа в атмосфере в будущем. При расчётах будущих концентраций CO₂ в моделях также задавался согласованный с энергетическими прогнозами [1, 2] промышленный (обусловленный сжиганием ископаемого топлива) источник углекислого газа. Необходимые параметры при его аналитическом описании определялись на основании существующих данных потребления энергетического топлива в прошлом и наиболее вероятных значений прогнозируемых запасов. При расчётах учитывался антропогенный биосферный выброс углерода, параметры которого также определялись на основе экспериментальных данных о вырубке леса, распаивании земель

и т. д. Численные эксперименты проводились с многоблочными (от 4 до 8) линейными и нелинейными моделями глобального углеродного цикла. Резервуары четырёхблочной модели — атмосфера, биосфера, деятельный слой океана (глубиной 75 м), глубинный океан. В случае пятиблочной модели биосфера представлялась в виде двух взаимодействующих резервуаров: биоты суши и почвенного гумуса. Семиблочная модель была получена выделением из деятельного слоя океана в отдельные резервуары фитопланктона и продуктов его жизнедеятельности. Восьмиблочная модель глобального круговорота включала блоки: атмосфера, биота суши, гумус, неорганический углерод океана, фитопланктон, растворённое органическое вещество океана, осадочные карбонатные породы континентов, осадочные карбонатные породы океанов. Для описания глобальных потоков CO_2 из атмосферы в биоту вследствие нетто-фотосинтеза и из деятельного слоя океана в атмосферу использовались линейное и нелинейное соотношения. Распространение углерода в глубинный океан описывалось уравнением диффузии, остальные потоки — линейными соотношениями. При численной реализации моделей за начальный момент времени выбирался 1860 г., при этом в качестве калибровочного использовался параметр, ответственный за поглощение углерода биотой в нестационарных условиях; его значение в каждой модели подбиралось так, чтобы на участке 1860–1970 гг. совпадали расчётное и экспериментальное содержание углерода в атмосфере. В результате на основе многоблочной модели был выполнен прогноз (расчёты выполнены по исходным данным до 1983 г.) [2]. На 2020 г. было получено значение содержания CO_2 в атмосфере, равное 413 ppm (что соответствует 883 Гт), на 2030 г. — 430 ppm (921 Гт). По регрессионной модели на основе ИК на эти годы приходится (расчёты выполнены по исходным данным с 1975 по 2015 г.) соответственно 408 ppm и 426 ppm. Расхождение между двумя независимыми модельными (регрессионной и блочной) прогнозами составило на 2020 г. 1,2 %, на 2030 г. — 0,93 %. Фактическое значение CO_2 в атмосфере в 2020 г. оказалось равным 412 ppm [17]. Расхождение расчётных данных с фактическими на 2020 г. в блочной модели составило 0,24 %, в регрессионной модели — 0,97 %. При этом, естественно, понятно, что точность многоблочной модели оказалась выше (при большей глубине исходной для прогноза базы — с 1860 по 1970 г.) точности простой однопараметрической регрессионной модели. Полученные по двум независимым моделям прогностические результаты представляются более объективными и определёнными, чем произвольные ориентиры радиационного форсинга, предлагаемые МГЭИК для четырёх сценарных прогнозов, следствием чего является неопределённость в прогнозировании. Параметризация полученных нами прогностических значений содержания CO_2 при моделировании климатических изменений может исключить неопределённость, связанную с неясностью того, который из четырёх предполагаемых сценариев будет ближе к реальности. При этом следует учитывать, что роль антропогенного CO_2 в современном потеплении крайне незначительна. Таким образом, не существует никакой необходимости в предлагаемых МГЭИК сценарных прогнозах, основанных на произвольных значениях содержания CO_2 в атмосфере.

Заключение. В настоящее время содержание антропогенного CO_2 составляет не более 4,1 % общего содержания диоксида углерода в атмосфере. Диоксидом углерода, связанным с деятельностью человека, в период активной индустриализации с 1959 по 2021 г., определяется повышение глобальной температуры Земли не более чем на 0,0004 °С, температуры Северного полушария — не более чем на 0,0005 °С и Южного полушария — не более чем на 0,0002 °С. В связи с этим выводы Межправительственной группы экспертов по изменению климата о ведущей роль антропогенного фактора в современном потеплении климата не представляются убедительными.

Из полученных результатов следует, что увеличение CO_2 в атмосфере является не причиной, а следствием потепления климата. При увеличении температуры поверхности океана и солёности снижается растворимость CO_2 , а его содержание в атмосфере увеличивается.

Простая регрессионная модель с инсоляционной контрастностью в качестве предиктора и разработанная ещё в прошлом веке Е.П. Борисенковым и И.В. Алтуниным в ГГО многоблочная модель позволяют реалистично прогнозировать изменение содержания CO_2 в атмосфере. В связи с этим нет необходимости в использовании предлагаемых МГЭИК сценарных прогнозов, приводящих к неопределённости.

Благодарности и источники финансирования. Работа выполнена в соответствии с госбюджетными темами «Эволюция, современное состояние и прогноз развития береговой зоны Российской Арктики» (121051100167-1) и «Эволюция криосферы при изменении климата и антропогенном воздействии» (121051100164-0).

ЛИТЕРАТУРА

1. Алтунин И.В., Борисенков Е.П. Описание динамики атмосферного углекислого газа в масштабах времени 10^6 лет // Докл. АН СССР, 1991. Т. 316, № 3. С. 574–576.
2. Борисенков Е.П., Алтунин И.В. Рост углекислого газа в атмосфере и его влияние на климат // Докл. АН СССР, 1985. Т. 281, № 3. С. 559–561
3. Борисенков Е.П., Кондратьев К.Я. Крутоворот углерода и климат. Л.: Гидрометеозидат, 1988. 320 с.
4. Голубев В.Н. Роль арктического морского ледяного покрова в газообмене поверхностных геосфер // Криосфера Земли, 2010. Т. XIV, № 4. С. 17–29.
5. Ефимов В.И. Реальность углеродного следа в глобальном изменении климата // Жизнь Земли. 2021. Т. 43, № 3. С. 328–335. DOI: 10.29003/ m2437.0514-7468.2020_43_3/328-335.
6. Кондратьев К.Я., Демирчян К.С. Климат Земли и «Протокол Киото» // Вестник РАН, 2001. Т. 71, № 11. С. 1002–1009.
7. Монин А.С., Шишков Ю.А. Климат как проблема физики // Успехи физ. наук, 2000. Т. 170, № 4. С. 419–445.
8. Смирнов Б.М. Физика глобальной атмосферы. Парниковый эффект, атмосферное электричество, эволюция климата. Долгопрудный. ИД «Интеллект», 2017. 256 с.
9. Фёдоров В.М. Эволюция современного глобального климата Земли и её возможные причины // Геориск, 2020. Т. 14, № 4. С. 16–29. DOI:10.25296/1997-8669-2020-14-4-16-29.
10. Фёдоров В.М. Политические и экономические аспекты концепции «зелёного» энергоперехода // Энергетическая политика, 2022. № 4 (170). С. 68–81.
11. Фёдоров В.М., Голубев В.Н., Фролов Д.М. Многолетняя изменчивость инсоляции Земли и содержания двуоксида углерода в атмосфере // Жизнь Земли, 2018. Т. 40, № 1. С. 12–21
12. CRU. Электронный ресурс университета Восточной Англии и метеобюро Хэдли (<http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/temperature/>).
13. EPA. Электронный ресурс Американского Агентства по защите окружающей среды (https://www.epa.gov/sites/default/files/2016-11/documents/cba2016-creque_increasing_carbon_capture_on_californias_working_lands.pdf).
14. Hobson A. Physics: Concepts and connections, Prentice Hall, Englewood NJ, 2002. 580 p.
15. IPCC. Электронный ресурс Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК, IPCC) (<http://www.ipcc.ch/>).
16. IPCC: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. T. F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex, P. M. Midgley (eds.). Cambridge, Cambridge Univ. Press; New York, 1535 p. DOI: 10.1017/CBO9781107415324.
17. NOAA. Электронный ресурс Национального управления США по исследованиям океана и атмосферы (<https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/>).
18. Trenberth K.E., Fasullo J.T., Kiehl J. Earth's global energy budget // Bull. American meteorological Society, 2009. P. 311–323. DOI: 10.1175/2008BAMS2634.1.

REFERENCES

1. Altunin, I.V., Borisenkov, E.P., “Description of the dynamics of atmospheric carbon dioxide on a time scale of 10^6 years”, *Doklady AN SSSR* [Reports of the Academy of Sciences of the USSR] **316**, no 3, 574–576 (1991) (in Russian).
2. Borisenkov, E.P., Altunin, I.V., “Growth of carbon dioxide in the atmosphere and its influence on the climate”, *Doklady AN SSSR* [Reports of the Academy of Sciences of the USSR] **281**, no 3, 559–561 (1985) (in Russian).
3. Borisenkov, E.P., Kondratiev, K.Ya., *Carbon cycle and climate* (Leningrad: Gidrometeoizdat, 1988) (in Russian).
4. Golubev, V.N., “Role of the Arctic Sea ice cover in the gas exchange of surface geospheres”, *Kriosfera Zemli* [Cryosphere of the Earth] **XIV**, no 4, 17–29 (2010) (in Russian).
5. Yefimov, V.I., “Reality of the carbon footprint in the global climate change”, *Zhizn Zemli* [Life of the Earth] **43**, no 3, 328–335 (2021) (in Russian). DOI: 10.29003/ m2437.0514-7468.2020_43_3/328-335.
6. Kondratiev, K.Ya., Demirchyan, K.S., “Earth’s climate and the Kyoto Protocol”, *Vestnik RAN* **71**, no 11, 1002–1009 (2001) (in Russian).
7. Monin, A.S., Shishkov, Yu.A., “Climate as a problem of physics”, *Uspehi fizicheskikh nauk* [Successes of Physical Sciences] **170**, no 4, 419–445 (2000) (in Russian).
8. Smirnov, B.M., *Physics of the global atmosphere. Greenhouse effect, atmospheric electricity, and climate evolution* (Dolgoprudny: ID "Intellect", 2017) (in Russian).
9. Fedorov, V.M., “Evolution of the modern global climate of the Earth and its possible causes”, *Georisk* **14**, no 4, 16–29 (2020) (in Russian). DOI:10.25296/1997-8669-2020-14-4-16-29
10. Fedorov, V.M., “Political and economic aspects of the green energy transfer concept”, *Energeticheskaya Politika* [Energy Policy] **4** (170), 68–81 (2022) (in Russian).
11. Fedorov, V.M., Golubev, V.N., Frolov, D.M., “Long-term variability of the Earth’s insolation and the carbon dioxide content in the atmosphere”, *Zhizn Zemli* [Life of the Earth] **40**, no 1, 12–21 (2018) (in Russian).
12. CRU. Electronic resource of the University of East Anglia and the Hadley Weather Bureau (<http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/temperature>).
13. EPA. Electronic resource of the American Environmental Protection Agency (https://www.epa.gov/sites/default/files/2016-11/documents/cba2016-creque_increasing_carbon_capture_on_californias_working_lands.pdf).
14. Hobson, A., *Physics: Concepts and Connections* (Prentice Hall, Englewood, New Jersey, 2002).
15. IPCC. Electronic resource of the Intergovernmental Panel on Climate Change (<http://www.ipcc.ch/>).
16. Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S. K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V., Midgley, P.M. (eds.), *The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Cambridge: Cambridge Univ. Press; New York, 2014). DOI: 10.1017/CBO9781107415324.
17. NOAA. Electronic resource of the US National Oceanic and Atmospheric Administration (<https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/>).
18. Trenbert, K.E., Fasullo, J.T., Kiel, J., “Earth’s global energy budget”, *Bull. American Meteorological Society* **90**, no 3, 311–323 (2009). DOI:10.1175/2008BAMS2634.1.

«СИНЯЯ ЭКОНОМИКА» КАК ОСНОВА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА РОССИИ

А.И. Кривичев, Д.Д. Нюдлеев, В.Н. Сидоренко*

Рассматриваются актуальность концепции «синяя экономика» для арктических водных пространств, использование арктического водного потенциала для устойчивого развития Российской Арктики в контексте реализации крупных проектов перевозки грузов по Северному морскому пути. Определяются факторы, от которых может зависеть развитие круглогодичного судоходства в акваториях северных морей и руслах крупных сибирских рек, впадающих в Северный Ледовитый океан, а также причины, которые могут этому препятствовать. Выявляются основные факторы и задачи создания транспортной и портовой инфраструктуры, строительства современного флота, экологически рациональной организации рыбного хозяйства и туризма.

Ключевые слова: «синяя экономика», морские проекты, Северный морской путь (СМП), Северный морской транзитный коридор (СМТК), экологический след, экологическая безопасность.

Ссылка для цитирования: Кривичев А.И., Нюдлеев Д.Д., Сидоренко В.Н. «Синяя экономика» как основа устойчивого развития арктического региона России // Жизнь Земли. 2022. Т. 44, № 4. С. 415–424. DOI: 10.29003/m3116.0514-7468.2022_44_4/415-424.

Поступила 16.10.2022 / Принята к публикации 16.11.2022

BLUE ECONOMY AS THE BASIS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE ARCTIC REGION OF RUSSIA

A.I. Krivichev, D.D. Nyudleev, V.N. Sidorenko
Lomonosov Moscow State University (Faculty of Economics)

The relevance of the Blue Economy concept for the Arctic water spaces, the use of the Arctic aquatic potential for the sustainable development of the Russian Arctic are considered, in the context of the implementation of large projects for goods transportation along the Northern Sea Route. Factors are identified, which the development of year-round shipping in the waters of the northern seas and the beds of large Siberian rivers flowing into the Arctic Ocean may depend on, as well as the causes which may prevent this. The main factors and tasks of creating transport and port infrastructure, building a modern fleet, environmentally sound organization of fisheries and tourism are revealed.

Keywords: Blue Economy, offshore projects, Northern Sea Route (NSR), Northern Sea Transit Corridor (NSTC), environmental footprint, environmental safety.

For citation: Krivichev, A.I., Nyudleev, D.D., Sidorenko, V.N., «Blue Economy as the basis of sustainable development of the Arctic region of Russia», *Zhizn Zemli [Life of the Earth]* 44, no 4, 415–424 (2022) (in Russ., abstract in Engl.).DOI: 10.29003/m3116.0514-7468.2022_44_4/415-424.

Введение. В научных публикациях по тематике спектра различных экономик наблюдается несогласованность определений. В палитре экономик выделяются: фиолетовая, коричневая, бежевая, красная, оранжевая, жёлтая, синяя, зелёная экономики [5].

* Кривичев Александр Иванович – к.э.н., инж. I кат., krivichev@live.ru; Нюдлеев Дольган Джангарович – инж. I кат., dolgan.nyudleev@yandex.ru; Сидоренко Владимир Николаевич – к.э.н., к.ф.-м.н., к.ю.н., доцент, v_sidorenko@mail.ru; экономический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова.

Не вдаваясь в сущность определения вышеперечисленных экономик, остановимся на более подробном освещении вопроса о «синей экономике».

Концепция «синей экономики» является новой экономической парадигмой XXI века, которую в 2009 г. представил Римскому клубу Гюнтер Паули, обозначив термин, который получил дальнейшее развитие в научных исследованиях. Существенное преломление парадигмы в сторону исследований экологии океанов и прибрежных районов термин «синяя экономика» получил в связи с развитием стратегий управления океанами и морями, которые вместе определяют, является ли использование океанических и морских ресурсов устойчивым. Например, в 2018 г. Катрин Сомма и её соавторы предложили пути и методы достижения роста в «синем морском секторе» экономики благодаря совместной активной деятельности, основанной на доверии [10]. В 2019 г. Ван Ден Бургом с соавторами были уточнены граничные условия перспектив «синего роста» для морской индустрии [7]. Кин М.Р. и соавторы в 2018 г. определили рамки основных концептуальных экономических подходов в области оценки морского управления [9].

Целью данной статьи является исследование концептуальных основ и развития понятия «синяя экономика», прежде всего для освоения арктических акваторий России. Данная цель определила решение следующих задач:

1. Выявление и перспективы развития основных аспектов «синей экономики» с учётом международного права;
2. Выявление экологических угроз и обеспечение экологической безопасности для арктических морей;
3. Анализ развития российских морских проектов в Арктике.

Выявление и перспективы развития «синей экономики» в России. В рамках целей устойчивого развития, изложенных в резолюции Генеральной Ассамблеи ООН, определены все аспекты «синей экономики» на основе природного «синего капитала». Один из важнейших – «Сохранение и рациональное использование океанов, морей и морских ресурсов в интересах устойчивого развития», в котором освещаются и решаются проблемы Мирового океана, а также определяются современные специфические аспекты концепции «синей экономики».

В рамках концепции «синей экономики» требуется детальное изучение и накопление информации о состоянии морских данных при любом хозяйственном освоении акваторий. Для арктических акваторий эти данные накапливаются вполне динамично в соответствии с международными и государственными нормативами, а также отраслевыми стандартами.

На основе развития концепции «синей экономики» в России планируется к 2025 г. предотвратить и существенно сократить любые загрязнения морской среды, с учётом отходов с суши, включая морской мусор и питательные вещества. В то же время к 2030 г. России необходимо повысить экономические выгоды, получаемые от экологически рационального использования морских ресурсов, в т. ч. благодаря экологически рациональной организации рыбного хозяйства, аквакультуры и туризма.

Выявление экологических угроз и обеспечение экологической безопасности для арктических морей. Экологические угрозы являются главной проблемой Арктики. В связи с этим важнейшими задачами обеспечения экологической безопасности добычи и морской транспортировки энергетических ресурсов по СМП становятся: выявление и мониторинг основных источников загрязнения экосистем арктических морей; определение направлений и расчёт переноса загрязнений дрейфующими льдами; выявление особенностей гидрометеорологического режима морей Арктики и влияния климатической системы на безопасность морских перевозок; формирование допустимых показателей безопасности

морских перевозок для обеспечения экологической безопасности на арктическом шельфе; анализ основных характеристик изменчивости состояния ледового покрова и его динамики во времени и пространстве; ранжирование чрезвычайных ситуаций и разработка стратегии действий в случае их возникновения; анализ ледовых повреждений ледоколов и транспортных судов с учётом технических особенностей флота, физической природы и пространственно-временной изменчивости показателей сжатия льдов, вероятности столкновений судов с айсбергами; разработка системы управления безопасностью морских операций и экологической безопасности в Арктике. В настоящее время Россией накоплен и ежегодно обновляется большой массив знаний о морях Арктики, который должен стать основой для принятия взвешенных природоохранных решений.

В течение последних десятилетий постепенно ужесточаются экологические требования ко всем видам транспорта. Морской транспорт долго оставался в комфортной зоне, но уже с 1 января 2020 г. были введены в действие глобальные требования по снижению содержания серы с 3,5 % до 0,5 % в любых видах судового топлива. В связи с введением в 2020 г. требований Международной морской организацией (ИМО), запрещающих использование мазута, традиционного судового топлива, и стремлением международного потребителя повышать требования к экологии и максимальному сокращению углеродного следа в логистике, по сути, открывается окно возможностей для развития новых альтернативных видов судовой энергетики.

Федеральный проект «Северный морской путь». Основными задачами развития СМП являются: увеличение грузопотока до 80 млн т/год к 2024 г. и до 120 млн т/год к 2030 г.; навигационно-гидрографическое обеспечение судоходства; обеспечение круглогодичного плавания судов; создание и реконструкция транспортной и портовой инфраструктуры; строительство флота (аварийно-спасательного, гидрографического, лоцмейстерского, ледокольного). Грузовой базой проекта «СМП» являются «Арктик СПГ 2», «Ямал СПГ», «Восток уголь» и др. При этом будут задействованы порты: Сабетта, Диксон, Дудинка, Певек, Хатанга (рис. 1). Реализация поставленных задач в рамках Федерального проекта «СМП» осуществляется за счёт средств федерального бюджета.

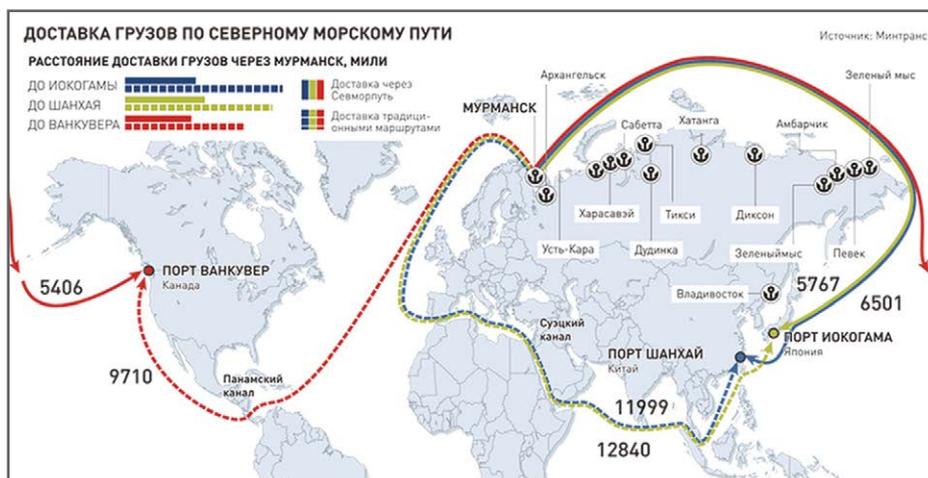


Рис. 1. География проекта СМП¹.

Fig. 1. Geography of the Northern Sea Route project.

¹ Официальный сайт Администрации Северного морского пути (<http://www.nsra.ru/>).

Кроме того, к 2030 г. за счёт внебюджетных федеральных средств и коммерческих инвестиций должен быть реализован коммерческий проект «Северный Морской Транзитный Коридор» (СМТК) в акватории Северного Ледовитого океана (СЛО).

Коммерческий проект «Северный морской транзитный коридор». Государственная корпорация «Росатом» запустила новый коммерческий проект, который стал одним из самых актуальных аспектов социально-экономического развития Российской Арктики.

Основная цель этого проекта состоит в том, чтобы обеспечить логистические услуги по доставке грузов между Европой и Азией через Северный морской путь на международном рынке (рис. 2).



Рис. 2. Концепт преобразования морской логистики в акватории СЛО².
Fig. 2. Concept of transforming maritime logistics in the Arctic Ocean.

Этот проект позволит решить следующие задачи: увеличить комплексное предложение морских транзитных грузоперевозок; создать инфраструктуру СМТК: а) судовую транспортную инфраструктуру (коммерческий флот, контейнеровозы арктического класса), б) транспортно-логистические узлы (ТЛУ – западный и восточный); транзитную сервисную морскую инфраструктуру (цифровые сервисы: цифровое судно, цифровая трасса, цифровые ТЛУ, связь «5G», Д33). При этом будут задействованы порты Сабетта, Диксон, Дудинка, Певек, Хатанга. Грузовой базой проекта СМТК являются контейнеры, сосредоточенные в целевых контейнерных портах. В связи с европейскими санкциями перевозка грузов российскими судами в европейские порты Роттердам, Гамбург, Гавр, Саутгемптон, Копенгаген будет временно приостановлена, но в азиатские порты (Шанхай, Пусан, Тяньцзинь, Йокогама) объёмы перевозок будут наращиваться (рис. 3).

При этом государственное управление в сфере развития судоходства в арктическом бассейне основывается на принципе «двух ключей»: 1) нормативное регулирование

² Официальный сайт Центра компетенций Национальной технологической инициативы по направлению «Новые производственные технологии» на базе Института передовых производственных технологий Санкт-Петербургского политехнического университета имени Петра Великого (https://nticenter.spbstu.ru/nti_projects/57).



Рис. 3. География проектов СМП, СМТК, ЮМП [6].

Fig. 3. Geography of the Northern Sea Route, Northern Sea Transit Corridor and Southern Sea Route projects.

осуществляет Минтранс; 2) коммерческие и хозяйственные функции осуществляет ГК «Росатом», наделённая полномочиями инфраструктурного оператора СМП.

Основные задачи развития судоходства в арктическом бассейне. Оба вышеуказанных проекта (СМП и СМТК) реализуются в рамках общей государственной программы «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации».

В целом, основными задачами развития судоходства в арктическом бассейне в рамках указанных проектов являются:

- 1) обеспечение национальной безопасности: северный завоз, обеспечение задач объединённого стратегического командования «Север»;
- 2) освоение природных ресурсов: обеспечение действующих производств горно-рудного и нефтегазового комплексов, вывоз продукции нефтегазового и горно-рудного комплексов, обеспечение работ на лицензионных участках шельфа и побережья, обеспечение обустройства месторождений;
- 3) обеспечение международной торговли: внутрироссийский транзит, международный транзит.

При этом транспортные потоки судоходства в СЛО, использующие акваторию СМП, можно подразделить следующим образом:

- 1) международный транзит, минуя РФ, и через порты ввоза и вывоза на территории РФ;
- 2) российский транзит: большой каботаж (между портами разных морей с прохождением через территориальные воды иностранных государств), малый каботаж (между портами смежных акваторий Северного Ледовитого и Тихого океанов);
- 3) завоз/вывоз продукции в/из акваторий СМП, Баренцева и Печорского морей на мировой рынок (экспортные поставки) с перевалкой как в российских, так и в зарубежных портах, а также на внутренний рынок (внутренние поставки).

Несмотря на то, что указанные проекты нацелены на повышение конкурентоспособности российской экономики на внутреннем и мировом рынках, при решении поставленных задач они позволят осуществить ряд других сопутствующих проектов (использование наилучших доступных технологий, исследование и охрана арктических экосистем, оптимизация логистических решений, использование цифровых двойников и платформ, анализ «больших данных»³ и др.).

³ Официальный сайт Администрации Северного морского пути (<http://www.nsra.ru/>).

Россия контролирует большую часть акватории Северного Ледовитого океана, а весь Северный морской путь расположен в её территориальных водах. СМП, как инфраструктурная основа Арктического «синего экономического коридора», позволит эффективно использовать «синий транспортный коридор», по которому будут осуществляться перевозки грузов российских и зарубежных компаний, реализующих инвестиционные и инфраструктурные проекты в Арктической зоне (рис. 4).



Рис. 4. Российский арктический «синий экономический коридор» [2].

Fig. 4. Russian Arctic Blue Economic Corridor.

Чтобы представить общую логистическую картину по перевозке грузов по СМП, необходимо рассмотреть грузопоток в акватории СМП, генерируемый проектами в стадии реализации и потенциальными проектами (рис. 5). Последние в настоящее время ограничены санкциями, введенными против РФ в 2022 г.

Если рассматривать период 1980–2021 гг., то можно заметить, что с 2015 г. начинается непрерывный рост грузопотока, максимум которого приходится на 2021 г. В период 2022–2030 гг. прогнозируется рост грузопотока, особенно в страны Юго-Восточной Азии.

Актуальные проблемы развития «синей экономики» в Российской Арктике и их решение. В рамках развития «синей экономики» более, чем когда-либо актуальным для Российской Арктики является решение следующих проблем глобального характера:

- декарбонизация,
- дальнейшая оцифровка и использование новых технологий,
- создание более устойчивых цепочек поставок.

Для решения проблемы декарбонизации Правительством Российской Федерации утверждена «Стратегия социально-экономического развития России с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года»⁴.

В основе документа лежат два сценария: инерционный и целевой (интенсивный). В задачи целевого сценария входит обеспечение глобальной конкурентоспособности

⁴ Распоряжение Правительства РФ от 29.10.2021 № 3052-р «Об утверждении стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года» (<https://nangs.org/docs/pravitelstvo-rf-rasporyazhenie-ot-29-10-2021-3052-r-pdf?ysclid=19it6q0l7n198502394>).

Грузопоток в акватории Северного морского пути, генерируемый проектами в стадии реализации и потенциальными проектами



Рис. 5. Реализуемые и перспективные проекты России в акватории СМП⁵.
Fig. 5. Russian current and prospective projects in the Northern Sea Route waters.

и устойчивого экономического роста России в условиях глобального энергоперехода. В инерционном предполагается сохранение текущей экономической модели, включая сохранение структуры энергобаланса. За основу взят целевой сценарий.

У России есть транспортный, обеспечивающий, промысловый и научно-исследовательский флоты. Для регионов Сибири и Крайнего Севера водный транспорт – основной способ доставки грузов с «большой земли». В то же время для успешной реализации СМТК-проекта потребуется специализированный флот – ледоколы и контейнеровозы арктического класса, поэтому особое место в проекте занимает строительство коммерческого флота. Проект будет использовать цифровые технологии, например, на основе цифровых двойников будут одновременно осуществляться два процесса: проектирование и создание наукоёмкой высокотехнологичной продукции [3].

Проект 10510 «Лидер» (рис. 6) относится к новому поколению атомных ледоколов России. Головному атомному ледоколу (ГАЛ) проекта 10510 присвоено имя «Россия». Он планируется к спуску на воду в 2027 году. Ледоколы проекта 10510 предназначены для обеспечения круглогодичной навигации по СМП. Планируется, что ГАЛ «Россия» увеличит скорость прохода по данному маршруту в пять раз. Он будет способен преодолевать льды толщиной более 4-х метров и предназначен для перевозки нефти и сжиженного газа в восточном направлении. Таким образом, появится возможность доставлять груз отечественными судами до конечных потребителей, находящихся в Азиатском регионе. Для этих целей может использоваться пункт перевалки грузов – морской порт Петропавловск-Камчатский.

СМП как инфраструктурная основа будущего Арктического «синего экономического коридора» до недавнего времени эксплуатировался главным образом Россией в

⁵ Крапоткин Д.Е. Развитие ледокольного флота для обеспечения национальных арктических проектов (http://www.murmanshelf-conf.ru/archive/presentations/2019/nov/АТОМФЛОТ_Крапоткин.pdf)



Рис. 6. Атомный ледокол «Лидер» – флагман отечественного ледокольного флота⁶.
Fig. 6. Nuclear-powered icebreaker Leader – the flagship of the domestic icebreaking fleet.

качестве внутренней транспортной артерии, по которой осуществляются северный завоз и перевозки грузов российских компаний, реализующих инвестиционные и инфраструктурные проекты в Арктической зоне страны (Газпром, Лукойл, Роснефть, Новатэк). Примечательно, что первый балкер под иностранным флагом прошёл транзитом весь маршрут СМП из Норвегии в Китай без захода в российские порты в 2010 г., а в 2016 г. разрешения на транзит были выданы 11 китайским судам [8].

Создание более устойчивых цепочек поставок является важным фактором развития концепции «синей экономики» в Российской Арктике. Рассматривая коммерческое судоходство по СМП с точки зрения его влияния на глобальную цепочку поставок, необходимо учитывать Международный кодекс для судов (Polarcode), который вступил в силу 1 января 2017 г. Полярный кодекс является основным международным правовым актом по обеспечению безопасности перевозок в Арктике [1].

По данным Единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС), перевозки по СМП с 2010 г. по 2020 г. выросли на порядок: с 3,11 до 32,97 млн т. В 2022–2023 гг. по СМП прогнозируются регулярные транзитные грузоперевозки. Таким образом, этот путь превратится в полноценную международную транспортную артерию.

По данным исследований французской телекоммуникационной компании Orange, российский рынок продаж малых спутниковых земных станций (Very Small Aperture Terminal – VSAT) и Интернет-вещей (Internet of Things – IoT) для морских судов растёт большими темпами, почти вдвое быстрее глобального. В 2021 г. выручка российского сегмента составила 620 млн руб., увеличившись по сравнению с 2020 г. на 15 %. Ставка сделана на оснащение судов спутниковой связью с широкополосным доступом и IoT-си-

⁶ В звёздный путь: как будут строить самый мощный в мире ледокол (<https://strana-rosatom.ru/2020/09/01/v-zvezdnyj-put-kak-budut-stroit-samy/>)

⁷ Исследование Orange: российский рынок VSAT и IoT на морских судах растёт вдвое быстрее мирового (https://www.cnews.ru/news/line/2022-02-15_issledovanie_orange_rossiiskii).

стемами. Российское правительство серьёзно настроено развивать инвестиционные проекты, связанные с развитием Арктики и СМП. Это является ещё одним существенным фактором роста российского рынка VSAT и IoT на морских судах⁷.

В то же время в основе «синей экономики» Российской Арктики должно лежать развитие бизнеса по следующим направлениям:

- *морские технологии* для безопасного использования, эксплуатации и защиты арктической морской среды;

- *морские продовольственные системы*, представленные производственно-сбытовыми цепочками в рыболовстве, аквакультуре и торговле морепродуктами;

- *морская биотехнология и биопродукты* – применение научных и инженерных принципов к обработке материалов морскими биологическими агентами для представления товаров и услуг;

- *морские перевозки по Северному морскому пути*, повышающие устойчивость судоходства благодаря применению современных российских ледоколов.

В заключение можно сделать вывод о том, что дальнейшее развитие концепции «синей экономики» для России может оказаться ключевым фактором развития всей её экономики.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Быковский В.К.* Международный полярный кодекс как основной международный правовой акт по обеспечению безопасности перевозок в Арктике // Международное сотрудничество евразийских государств: политика, экономика, право. 2020. № 1. С. 82–90.

2. *Добродеев А.А., Сазонов К.Е.* Особенности взаимодействия крупнотоннажных судов с ледоколами во льдах // Российская Арктика. 2019. № 5. С. 23–29.

3. *Кривичев А.И.* Теоретические аспекты «синей экономики» // «Синяя экономика» и проблемы развития Арктики: коллективная монография / Под ред. С.М. Никонорова, К.В. Папенова, К.С. Ситкиной. М.: Экономический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, 2022. 296 с.

4. *Кривичев А.И., Смирнов Е.Г.* Управление переходом к устойчивому развитию в Российской Арктике // Управленческие науки в современном мире. 2016. Т. 2, № 2. С. 412–417.

5. *Новосёлов С.Н.* Палитра цветов современной экономики: краткий экскурс и популяризация вопроса // Сб. материалов Междунар. науч.-практич. онлайн-конф. «Цифровизация в эпоху развития современного общества». М.: ООО «Юрист», 2020. С. 71–74.

6. *Сидоренко В.Н., Кривичев А.И., Кривенков П.М.* Проекты «Северный морской путь» и «Северный морской транзитный коридор»: вектор развития. / Презентация доклада. Ежегодная научная конференция «Ломоносовские чтения-2020». Секция экономических наук: «Экономическая повестка 2020-х годов», Москва, МГУ имени М.В. Ломоносова, Экономический факультет, Россия, 20–24 октября 2020.

7. *Burg S., Aguilar-Manjarrez J., Jenness J., Torrie M.* Assessment of the geographical potential for co-use of marine space, based on operational boundaries for Blue Growth sectors // Marine Policy. 2019. Vol. 100. P. 43–57. DOI: 10.1016/J.MARPOL.2018.10.050.

8. *Guy E., Lasserre F.* Commercial Shipping in the Arctic: New Perspectives, Challenges, and Regulations // Polar Record. 2016. Vol. 52, № 3. P. 294–304 (<https://doi.org/10.1017/S0032247415001011>).

9. *Keen M, Schwarz A.-M., Wini-Simeon L.* Towards defining the Blue Economy: Practical lessons from Pacific Ocean governance // Marine Policy. 2018. V. 88. P. 333–341 DOI: 10.1016/j.marpol.2017.03.002

10. *Soma, K. et al.* Social innovation – A future pathway for Blue growth? // Marine Policy. 2018. Vol. 87. P. 363–370. DOI: 10.1016/j.marpol.2017.10.008.

REFERENCES

1. Bykovsky, V.K., “International Polar Code as the main international legal act to ensure the safety of transportation in the Arctic”, *International Cooperation of Eurasian States: Politics, Economics, Law* **1**, 82–90 (2020) (in Russian).
2. Dobrodeyev, A.A., Sazonov, K.E., “Peculiarities of interaction between large-capacity vessels and icebreakers in ice”, *Russian Arctic* **5**, 23–29 (2019) (in Russian).
3. Krivichev, A.I., “Theoretical aspects of the blue economy”, *Blue Economy and the problems of the Arctic development: collective monograph*. Ed. by S.M. Nikonorov, K.V. Papenov, K.S. Sitkina (Moscow: Economic Faculty of Lomonosov Moscow State University, 2022) (in Russian).
4. Krivichev, A.I., Smirnov, E.G., “Managing the transition to sustainable development in the Russian Arctic”, *Management Sciences in the Modern World* **2**, no 2, 412–417 (2016) (in Russian).
5. Novosyolov, S.N., “Color palette of the modern economy: a brief excursus and popularization of the issue”, *Proc. of the International scientific-practical online-conference “Digitalization in the era of modern society development”* (Moscow: Jurist LLC, 2020) (in Russian).
6. Sidorenko, V.N., Krivichev, A.I., Krivenkov, P.M. “Projects “Northern Sea Route” and “Northern Sea Transit Corridor”: vector of development”, *Annual scientific conference “Lomonosov Readings-2020”. Section of Economic Sciences: “Economic Agenda of the 2020s”* (Moscow: Economic Faculty of Lomonosov Moscow State University, October 20–24, 2020) (in Russian).
7. Burg, S., Aguilar-Manjarrez, J., Jenness, J., Torrie, M., “Assessment of the geographical potential for co-use of marine space, based on operational boundaries for Blue Growth sectors”, *Marine Policy* **100**, 43–57 (2019). DOI:10.1016/J.MARPOL.2018.10.050.
8. Guy, E., Lasserre, F., “Commercial Shipping in the Arctic: New Perspectives, Challenges, and Regulations”, *Polar Record* **52**, no 3, 294–304 (2016) (<https://doi.org/10.1017/S0032247415001011>).
9. Keen, M., Schwarz, A.-M., Wini-Simeon, L., “Towards defining the Blue Economy: Practical lessons from Pacific Ocean governance”, *Marine Policy* **88**, 333–341 (2018). DOI: 10.1016/j.marpol.2017.03.002.
10. Soma, K. et al., “Social innovation – A future pathway for Blue growth?”, *Marine Policy* **87**, 363–370 (2018). DOI: 10.1016/j.marpol.2017.10.008.

УДК 551.5

DOI 10.29003/m3117.0514-7468.2022_44_4/425-432

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РЕСУРСОВ ВЛАГИ НА ФОНЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА СЕВЕРО-ВОСТОЧНОМ СКЛОНЕ БОЛЬШОГО КАВКАЗА (В ПРЕДЕЛАХ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ)

М.М. Магеррамова*

Представлены результаты исследования состояния ресурсов влаги на северо-восточном склоне Большого Кавказа. Используются архивы стандартных метеорологических данных находящихся на различных высотах этого склона метеостанций Сиязан, Хачмаз, Губа, Халтан и Гырыз за период 1966–2005 гг. Осуществлена оценка регионального изменения климата путём сравнения средней месячной температуры воздуха и суммы осадков по методу разности за 1961–1990 и 1991–2005 гг. Оценены многолетние тенденции изменения суммы атмосферных осадков, ГТК Селянинова и показателя увлажнённости Д.И. Шашко за тёплый период года и отношение суммы осадков за тёплый период к годовой сумме осадков. Выявлено, что в тёплый период года в многолетней тенденции количества атмосферных осадков изменения фактически не произошли. Определена повторяемость засух на равнинной, предгорной, среднегорной и высокогорной частях региона.

Ключевые слова: Большой Кавказ, температура воздуха, атмосферные осадки, ГТК Селянинова, показатель увлажнённости Д.И. Шашко, засуха.

Ссылка для цитирования: Магеррамова М.М. Современное состояние ресурсов влаги на фоне климатических изменений на северо-восточном склоне Большого Кавказа (в пределах Азербайджанской Республики) // Жизнь Земли. 2022. Т. 44, №4. С. 425–432. DOI: 10.29003/m3117.0514-7468.2022_44_4/425-432.

Поступила 25.08.2022 / Принята к публикации 16.11.2022

CURRENT STATE OF MOISTURE RESOURCES AGAINST THE BACKGROUND OF CLIMATE CHANGES ON THE NORTHEASTERN SLOPE OF THE GREAT CAUCASUS (WITHIN THE REPUBLIC OF AZERBAIJAN)

M.M. Maharramova
Baku State University, Azerbaijan

The paper presents the results of our investigation of the moisture resources on the northeastern slope of the Greater Caucasus. For this purpose, standard meteorological data archives of the Siyazan, Khachmaz, Guba, Khaltan and Gyryz meteorological stations located at different heights of this slope were used for the period of 1966–2005. Regional climate changes were assessed by comparing the average monthly air temperature and the amount of precipitation using the difference method for 1961–1990 and 1991–2005. Long-term trends in the change in the total amount of atmospheric precipitation, the Selyaninov HTC and D.I. Shashko's moisture index for the warm period of the year and the ratio of the precipitation amount for the warm period to the annual precipitation amount were evaluated. It was found out that the multi-year tendency of the precipitation amounts during the warm period has not actually changed.

* Магеррамова Малахат Муса гызы – ассистент кафедры гидрометеорологии, Бакинский Государственный Университет, г. Баку, Азербайджан, malahat-musa@mail.ru.

Keywords: Great Caucasus, air temperature, precipitation, Selyaninov's hydrothermal coefficient, D.I. Shashko's moisture index, drought.

For citation: Maharramova, Malahat M., "Current state of moisture resources against the background of climate changes on the northeastern slope of the Great Caucasus (within the Republic of Azerbaijan)", *Zhizn Zemli* [Life of the Earth] **44**, no 4, 425–432 (2022) (in Russ., abstract in Engl.). DOI: 10.29003/m3117.0514-7468.2022_44_4/425-432.

Введение. Губа-Хачмазский экономический район находится на северо-восточном склоне Большого Кавказа, часть его – на берегу Каспийского моря, и граничит с Российской Федерацией (Республикой Дагестан). Рельеф района меняется с востока на запад, а набережная часть окружена предгорьями в сочетании с серией высоких горных хребтов (рисунок, составлен автором).

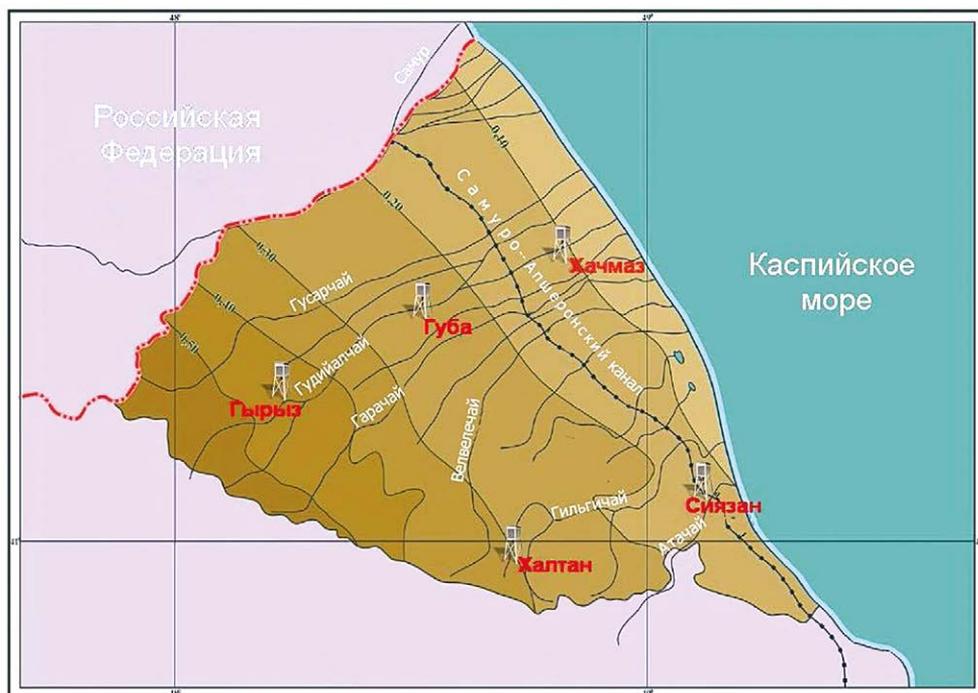


Рисунок. Распределение коэффициента увлажнённости Шашко за тёплый период года и метеорологические станции Губа-Хачмазского экономического района. Условные обозначения: – метеорологические станции; – государственная граница Азербайджана с Российской Федерацией; – озёра; – реки; – водные каналы; – градации показателя увлажнённости Шашко за тёплый период года.

Figure. Distribution of Shashko's moisture index for the warm period of the year and the meteorological stations of the Guba-Khachmaz economic region. Designations: – meteorological stations; – Azerbaijan–Russian Federation state border; – lakes; – rivers; – channels; – gradations of Shashko's moisture index for the warm period of the year.

Основу экономики района составляет сельское хозяйство, поэтому исследование и оценка агроклиматических ресурсов на фоне глобальных и региональных изменений климата представляет собой актуальное научно-практическое значение, т. к. в связи с изменением климата резервом повышения продуктивности земледелия является рациональное использование климатических ресурсов территории. Потепление климата в

Азербайджане происходит быстрыми темпами, что, естественно, вызывает изменение агроклиматических ресурсов, особенно ресурсов влаги [9].

Известно, что решение вопросов влагообеспеченности растений и ресурсов влаги любой территории представляет собой исключительно сложную задачу. Эта сложность привела к появлению различных методов и способов их решения, а в исследованиях азербайджанских специалистов предпочтение отдавалось показателю увлажнённости Д.И. Шашко [5–8].

Всё это свидетельствует о том, что на фоне региональных и глобальных изменений климата возникает необходимость переоценки агроклиматических ресурсов северо-восточного склона Большого Кавказа с использованием более современных методов.

Объект исследования. Объектом исследования выбран северо-восточный склон Большого Кавказа в пределах Азербайджанской Республики. В качестве примера проанализированы и оценены основные показатели современной изменчивости климата для выявления особенностей изменчивости таких показателей увлажнённости, как сумма атмосферных осадков, гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК) и показатель увлажнённости Д.И. Шашко (Md) за тёплый период года.

Материалы и методы исследования. В исследовании были использованы архивы стандартных метеорологических данных (среднемесячные по температуре воздуха и атмосферных осадков), а также декадные величины количества осадков, температуры воздуха и дефицита влажности воздуха на ГМС Сиязан (20 м), Хачмаз (27 м), Губа (550 м), Халтан (1104 м) и Гырыз (2006 м) за период 1966–2005 гг., взятые из национальной метеорологической базы данных Азербайджанской Республики.

Для оценки регионального изменения современного климата вычислены изменчивость средней месячной температуры воздуха и сумма осадков, рассмотрены и оценены многолетние тенденции изменения суммы атмосферных осадков за тёплый период года (период с температурой воздуха выше 10 °С) и отношение этого показателя к годовой сумме осадков.

В последнее время в ряде научных исследований для оперативного обслуживания проведён сравнительный анализ информативной ценности условных показателей увлажнения и предложены следующие показатели, которые можно применять в комплексе [1]: 1) гидротермический коэффициент (ГТК) Селянинова; 2) показатель увлажнения Шашко (Md); 3) число дней с относительной влажностью воздуха $\leq 30\%$ (N); 4) запасы продуктивной влаги в слое почвы 0–20 см под растениями (W_{0-20}); 5) запасы продуктивной влаги в слое почвы 0–100 см под растениями (W_{0-100}).

Известно, что при комплексном исследовании засухи самым трудно определяемым фактором являются запасы почвенной влаги и суммарное испарение, влияющие на формирование почвенной влаги. Для определения вышеуказанных факторов в настоящее время применяются современные математические модели [4, 10, 12], поэтому в наших исследованиях показатели запасов продуктивной влаги не используются.

Для расчёта ГТК и Md оптимальным вариантом является учёт метеорологических условий предыдущего периода. Например, для оперативного режима с шагом в одну декаду (на конец декады) ГТК и Md можно вычислить следующим образом [1]:

$$\text{ГТК}_i = \frac{\sum (R_i + R_{i-1} + R_{i-2})}{0.1 \cdot \sum (T_i + T_{i-1} + T_{i-2})}, \quad (1)$$

$$Md_i = \frac{\sum (R_i + R_{i-1} + R_{i-2})}{\sum (d_i + d_{i-1} + d_{i-2})}, \quad (2)$$

где i – номер оцениваемой декады; $i-1$ – номер декады, отстоящей на одну декаду от оцениваемой; $i-2$ – номер декады, отстоящей на две декады от оце-

ниваемой; R – количество осадков; T – температура воздуха; d – дефицит влажности воздуха.

Преимуществом подобного подхода является то, что в случае отсутствия атмосферных осадков формулы (1) и (2) должны показать очень сильную засуху, но из-за возможного достаточного увлажнения в предшествующей декаде её может и не быть. Всё это приводит к минимизации ошибок расчёта [1].

Число дней с относительной влажностью воздуха $\leq 30\%$ (N) можно вычислить с использованием суточных метеорологических данных.

Для оценки влагообеспеченности территории за тёплый период по декадам были использованы следующие дифференциальные критерии влагообеспеченности или засухи (табл. 1) [1].

Таблица 1. Дифференциальные критерии классификации степени влагообеспеченности или интенсивности засушливых условий

Table 1. Differential classification criteria for the degree of moisture availability or the intensity of arid conditions

Показатели влагообеспеченности	Классификация степени влагообеспеченности или интенсивности засухи				
	Очень сильная (I)	Сильная (II)	Средняя (III)	Слабая (IV)	Засухи нет (V)
ГТК	$\leq 0,19$	0,20–0,39	0,40–0,60	0,61–0,75	$\geq 0,76$
Md	$\leq 0,09$	0,10–0,19	0,20–0,30	0,31–0,40	$\geq 0,41$
$N < 30\%$, сутки	7–11	5–6	3–4	1–2	0

Можно отметить, что коэффициент (ГТК) и показатель увлажнённости (Md) принято считать условными показателями увлажнения [11].

Используя вышеуказанные показатели увлажнённости, вычислялись повторяемости в процентах интенсивности засушливых условий.

Для оценки изменчивости всех вышеуказанных показателей был использован метод разности за два конкретных климатических периода: 1966–1990 и 1991–2005 гг. [9].

Обсуждение результатов. Результаты оценки регионального изменения климата по данным средней месячной температуры воздуха приведены в табл. 2, а суммы месячных осадков — в табл. 3. Для оценки достоверности полученных результатов использованы критерии Стьюдента и Фишера.

Таблица 2. Изменение средней месячной температуры воздуха за период 1991–2005 гг. относительно периода 1961–1990 гг. (климатические нормы) [1, 5], °C

Table 2. Changes in the average monthly air temperature in 1991–2005 against 1961–1990 (climatic norms) [1, 5], °C

Станция	Месяцы											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Сиязан	1,1*	0,8	0,7	0,1	0,2	0,6	0,7*	1,2*	0,6	1,2*	-0,1	-0,6
Хачмаз	1,2*	0,8	0,7	-0,1	0,1	0,5	0,6	1,1*	0,5	1,2*	-0,1	-0,6
Губа	1,6*	1,0*	1,2	0,7	-0,2	0,4	0,7	1,2*	0,7	1,7*	-0,1	0,1
Халтан	2,1*	1,8*	0,8	-0,3	0,3	0,4	0,4	1,0*	1,7	1,7*	-0,1	-0,2
Гырыз	0,4	0,2	0,1	0,8	-0,1	0,3	0,4	1,1*	0,3	1,6*	-0,5	0,0

Примечание: знак * показывает статистическую значимость температурных изменений по критериям Стьюдента или Фишера.

Как видно из табл. 2, за исключением ноября и декабря, а также некоторых случаев в апреле и мае наблюдалось повсеместное увеличение температуры воздуха, а статистически значимое потепление наблюдалось в январе, августе и октябре. Что касается изменения количества осадков, то можно отметить, что на равнинной части (Сиязан и Хачмаз) рассматриваемой территории в целом в летне-осенний период наблюдалось их увеличение, а в зимне-весенний период – уменьшение (см. табл. 3).

Таблица 3. Изменчивость месячных сумм осадков за период 1991–2005 гг. относительно периода 1961–1990 гг. (климатические нормы), %

Table 3. Variability of the monthly total precipitations in 1991–2005 against 1961–1990 (climatic norms), %

Станция	Месяцы											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Сиязан	0	13	-32	-31	-10	-4	32*	41*	25*	24*	4	-12
Хачмаз	0	7*	-11	-47	-20*	-1	28	-4	35*	21	8	-22*
Губа	-11	29	-4	-33*	-16	-14	-13	22	18	5	19	11
Халтан	-21	6*	-12	-38	13*	39	-12	-16	13*	-14	-12	-6*
Гырыз	-29	0	-2	-34*	-20*	-23	-29	-10	31	-14	36	-17

Примечание: знак * показывает статистическую значимость изменения месячных сумм осадков по критериям Стьюдента или Фишера.

В предгорьях (Губа) в первой половине года количество осадков в целом уменьшилось, а во второй – увеличилось. В горной части (Халтан и Гырыз) за исключением отдельных месяцев происходило уменьшение количества атмосферных осадков.

Для оценки ресурсов влаги по атмосферным осадкам были использованы данные о суммах осадков за тёплый период года (от даты устойчивого перехода среднесуточной температуры воздуха выше 10 °С весной и ниже – осенью), а также отношения этого показателя к годовой сумме осадков. Было проанализировано пространственно-временное распределение, а также оценена многолетняя тенденция их изменения. Некоторые статистические характеристики этих рядов приведены в табл. 4 и табл. 5.

Как видно из табл. 4, в тёплый период года количество атмосферных осадков составляет: на равнине и в высокогорных зонах 161–182 мм, в предгорной зоне 287 мм, в среднегорной зоне 240 мм. Относительно небольшие величины суммы осадков в Халтане и Гырызе можно объяснить меньшей длиной тёплого периода (годовое количество осадков в Гырызе составляет 586 мм, в Халтане – 528 мм).

Таблица 4. Некоторые статистические характеристики временных рядов суммы осадков за тёплый период года

Table 4. Some statistical characteristics of the temporal series of total precipitations for the warm period of the year

Статистические показатели	Метеорологические станции				
	Хачмаз	Губа	Гырыз	Халтан	Сиязан
Среднее значение, мм	161	287	182	240	164
Коэффициент вариации	1,4	1,8	1,8	1,8	3,5
Максимальное значение, мм	310	432	390	397	381
Минимальное значение, мм	70	166	72	123	63

Из табл. 5 видно, что отношение количества осадков за тёплый период к годовой сумме в Гырызе равно 0,34, в Халтане – 0,48, в других станциях – в пределах 0,51–0,58.

Таблица 5. Некоторые статистические характеристики временных рядов отношения суммы осадков за тёплый период года к годовому количеству осадков

Table 5. Some statistical characteristics of the temporal series of the ratio of the total precipitation in the warm period of the year to the annual precipitation amount

Статистические показатели	Метеорологические станции				
	Хачмаз	Губа	Гырыз	Халтан	Сиязан
Средняя величина	0,51	0,55	0,34	0,48	0,58
Среднеквадратичное отклонение	0,12	0,08	0,11	0,09	0,16
Максимальное значение	0,74	0,69	0,56	0,68	0,92
Минимальное значение	0,23	0,34	0,14	0,25	0,14

Также выявлено, что в многолетней тенденции этих показателей изменений фактически не произошло.

Оценка влагообеспеченности по условным показателям увлажнения. Здесь можно отметить, что в Азербайджанской Республике всё ещё остаётся проблема выбора метода расчёта показателей увлажнённости или засухи [2, 3]. Например, в агроклиматических исследованиях известный азербайджанский агроклиматолог А.Дж. Эйюбов предпочтение отдавал показателю увлажнённости А.Д. Шашко [13], а в [10] увлажнённость посевных площадей озимой пшеницы оценивалась с помощью современной и физико-математической обоснованной динамической модели прикладного характера.

В наших исследованиях для возможности использования ГТК Селянинова в соответствующих исследованиях был проведён сравнительный анализ показателей Шашко и Селянинова. С этой целью были использованы декадные данные за май–сентябрь месяцы. По обоим методам были вычислены суммарные повторяемости в процентах очень сильных и сильных засух по декадам за рассматриваемые периоды. Средние значения этих величин составляют 72,7 % (ГТК) и 86,6 % (*Md*), максимальные значения равны 100 %, минимальные – 33,3 % и 53,3 %, среднеквадратичные отклонения – соответственно 16,9 % и 12,8 %. Максимальные и минимальные величины суммарной повторяемости очень сильных и сильных засух по обоим методам наблюдались в одни и те же годы. Коэффициенты корреляции между этими величинами составляют: в Халтане – 0,77. Таким образом, можно сделать вывод, что вычисление показателей засухи по декадам с помощью ГТК Селянинова даёт адекватные результаты, и этот подход можно использовать для оценки ресурсов влаги для других природно-климатических зон Республики Азербайджан. Наряду с этим, использование обоих методов для оценки влагообеспеченности различных территорий повышает достоверность полученных результатов.

Исследования показали, что на равнинной части рассматриваемого региона по отношению к 1966–1990 гг. в 1991–2005 гг. величина повторяемости очень сильных и сильных засух по Шашко составляла +2–5 %, умеренной и слабой засухи – +0–7 %. По нашему мнению, эти цифры находятся в пределах ошибки расчётов.

Повторяемость очень сильной и сильной засухи в предгорной части увеличилась на 13%, а в среднегорьях – на 54 %; повторяемость умеренной и слабой засухи в предгорной части уменьшилась на 14 %, в среднегорьях – на 22 %, в высокогорьях – на 19 %.

С использованием метода Селянинова получены следующие результаты. На равнине повторяемость очень сильной и сильной засухи не изменилась, умеренной и слабой засухи увеличилась на 27 %. В предгорной части повторяемость очень сильной и сильной засухи, а также умеренной и слабой засухи незначительно увеличилась. В среднегорьях повторяемость очень сильной и сильной засухи увеличилась на 26 %, умеренной и слабой засухи уменьшилась на 14 %. В высокогорьях только повторяемость умеренной и слабой засухи увеличилась на 50 %.

Выводы. 1. На территории северо-восточного склона Большого Кавказа в целом отмечено повсеместное увеличение температуры воздуха, а статистически значимое потепление наблюдалось в январе (0,4–2,1 °С), августе (1,1–1,2 °С) и октябре (1,2–1,7 °С);

2. На равнинной части (Сиязан и Хачмаз) рассматриваемой территории в целом в летне-осенний период наблюдалось увеличение количества атмосферных осадков, а в зимне-весенний период – уменьшение;

3. В тёплый период года количество атмосферных осадков составляет: на равнине и в высокогорных зонах 161–182 мм, в предгорной зоне – 287 мм, в среднегорной зоне – 240 мм;

4. Отношение количества осадков за тёплый период к годовой сумме в горных районах меняется в пределах 0,34–0,48, на равнинной части – в пределах 0,51–0,58; в многолетней тенденции этих показателей изменения фактически не произошли;

5. Результаты сравнительного анализа показателей Шашко и Селянинова позволяют сделать вывод о том, что использование обоих методов для оценки влагообеспеченности различных территорий может подтверждать достоверность полученных оценок;

6. На равнинной части региона величина повторяемости очень сильных и сильных засух по Шашко в 1991–2005 гг. по отношению к 1966–1990 гг. составляла +2–5 %, а умеренной и слабой засухи – +0–7 %, что показывает случайный характер этих изменений.

7. В предгорной части повторяемость очень сильной и сильной засухи увеличилась на 13 %, повторяемость умеренной и слабой засухи уменьшилась на 14 %.

8. В среднегорьях повторяемость очень сильной и сильной засухи увеличилась на 54 %, а повторяемость умеренной и слабой засухи уменьшилась на 22 %. В высокогорьях повторяемость умеренной и слабой засухи уменьшилась на 19 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зойдзе Е.К., Сухарева В.В. Методические указания по составлению «Научно-прикладного справочника по агроклиматическим ресурсам» // «Засушливые явления на территории СССР». Серия 2, ч. 4. Ротапринт. Обнинск, 1991. 9 с.

2. Иманов Ф.А., Сафаров С.Г., Халилов С.Г. Засуха 2000 года и её влияние на агроэкологическую ситуацию и речной сток Азербайджана // Вестник Бакинского Университета. Серия «Наука о природе». 2002. № 2. С. 193–189.

3. Мамедов М.А., Иманов Ф.А., Мамедов А.С., Гусейнов Н.Ш. Основы метеорологической засухи и гидрологические процессы. Баку: Элм, 2000. 177 с.

4. Полевой А.Н. Сельскохозяйственная метеорология. СПб: Гидрометеоздат, 1992. 424 с.

5. Рагимов М.К. Оценка влияния ожидаемых изменений климата на агроклиматические ресурсы южного склона Большого Кавказа. Автореф. диссер. на соиск. учёной степени канд. геогр. наук. Баку, 2013. 22 с.

6. Рагимов Х.Ш. Условие современного и ожидаемого состояния естественного увлажнения на территории Азербайджана // География и природные ресурсы. 2015. № 1. С. 41–48.

7. Рагимов Х.Ш., Гасанов М.Дж. Условие естественного увлажнения территории Нахичеванской АР. 2009 // Тр. Геогр. общества Азербайджана. Т. XIV. С. 330–332.
8. Рагимов Х.Ш., Гасанов М.Дж., Тагиева У.Р. Оценка возможного воздействия изменения климата на границы аридной и семиаридной зон в Азербайджане // География и природные ресурсы. 2015. № 2. С. 61–65.
9. Сафаров С.Г. Современная тенденция изменения температуры воздуха и атмосферных осадков в Азербайджане. Баку: Элм, 2000. 299 с.
10. Сафаров С.Г. Агрометеорологические аспекты прикладного динамического моделирования продуктивности зерновых культур. Баку: Изд-во Бакинского Государственного Университета, 2003. 179 с.
11. Синицина Н.И., Гольцберг И.А., Струнников Э.А. Агроклиматология. Л.: Гидрометеоздат, 1973. 343 с.
12. Сиротенко О.Д. Математическое моделирование водно-теплового режима и продуктивности агроэкосистем. Л.: Гидрометеоздат, 1981. 168 с.
13. Эйюбов А.Дж. Агроклиматическое районирование Азербайджанской ССР. Баку: Изд-во АН Азерб. ССР, 1968. 187 с.

REFERENCES

1. Zoidze, E.K., Sukhareva, V.V., “Methodological guidelines for the compilation of the «Scientific and applied handbook on agro-climatic resources»”, *Arid phenomena on the territory of the USSR, series 2, part 4* (Obninsk, 1991) (in Russian).
2. Imanov, F.A., Safarov, S.G., Khalilov, S.G., “Drought of 2000 and its impact on the agroecological situation and river flow of Azerbaijan”, *Bull. Baku University, Series “Science of Nature”* **2**, 193–189 (2002) (in Russian).
3. Mamedov, M.A., Imanov, F.A., Mammadov, A.S., Huseynov, N.S., *Fundamentals of meteorological drought and hydrological processes* (Baku: Elm, 2000) (in Russian).
4. Polevoy, A.N., *Agricultural meteorology* (St. Petersburg: Hydrometeoizdat, 1992) (in Russian).
5. Rahimov, M.K., *Assessment of the impact of expected climate changes on the agro-climatic resources of the southern slope of the Greater Caucasus*, Abstract PhD (Baku, 2013) (in Russian).
6. Rahimov, H.S., “Condition of the current and expected state of natural moisture in the territory of Azerbaijan”, *Geography and natural resources* **1**, 41–48 (2015) (in Russian).
7. Rahimov, X.Sh., Hasanov, M.J., “Condition of natural moistening in the territory of Nakhichevan AR”, *Proc. of Geographical Society of Azerbaijan* **XIV**, 330–332 (2009) (in Russian).
8. Rahimov, H.Sh., Hasanov, M.J., Tagieva, U.R., “Assessment of the possible impact of climate change on the borders of arid and semiarid zones in Azerbaijan”, *Geography and Natural resources* **2**, 61–65 (2015) (in Russian).
9. Safarov, S.G., *Current trend of changes in air temperature and precipitation in Azerbaijan* (Baku: Elm, 2000) (in Russian).
10. Safarov, S.G., *Agrometeorological aspects of applied dynamic modeling of the productivity of grain crops* (Baku: Publishing House of Baku State University, 2003) (in Russian).
11. Sinitsina, N.I., Goltsberg, I.A., Strunnikov, E.A., *Agroclimatology* (Leningrad: Hydrometeoizdat, 1973) (in Russian).
12. Sirotenko, O.D., *Mathematical modeling of the water-thermal regime and productivity of agroecosystems* (Leningrad: Hydrometeoizdat, 1981) (in Russian).
13. Eyyubov, A.J., *Agro-climatic zoning of the Azerbaijan SSR* (Baku. Publishing House of the Academy of Sciences of Azerbaijan SSR, 1968) (in Russian).

МЕЗОТРОФНЫЕ ДОЛИННЫЕ БОЛОТА НА СЕВЕРНОМ МАКРОСКЛОНЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАВКАЗА

В.А. Караваев, А.В. Воскова, С.С. Семиноженко*

Высокогорные болота в ряду других водно-болотных угодий представляют особый интерес в силу реликтовости, особенностей происхождения, функционирования и динамики, а также ввиду слабой изученности. Объектом исследования является каскадный болотный комплекс, состоящий из трёх сообщающихся ванн и озера, расположенных на разных уровнях в долине р. Карасу в Верхней Балкарии на высоте более 2 тыс. м над уровнем моря. На основе полевых описаний проведён анализ рельефа и растительности мезотрофных и низинных болот, составляющих комплекс.

Выявлено, что основу растительных сообществ мезофитных сегментов составляют сфагнум и три вида осок. На склонах вокруг водно-болотного комплекса располагаются сообщества субальпийских лугов и лесов. Предполагается, что помимо дождевого, снегового питания и стока с соседнего горного массива, комплекс обладает подземным питанием.

Ключевые слова: болото, горы, осока, субальпийский луг, болота Чифандзар и Каширты.

Ссылка для цитирования: Караваев В.А., Воскова А.В., Семиноженко С.С. Мезотрофные долинные болота на северном макросклоне Центрального Кавказа // Жизнь Земли. 2022. Т. 44, № 4. С. 433–439. DOI: 10.29003/m3118.0514-7468.2022_44_4/433-439.

Поступила 06.11.2022 / Принята к публикации 16.11.2022

MESOTROPIC VALLEY SWAMPS ON THE NORTHERN MACRO-SLOPE OF THE CENTRAL CAUCASUS

V.A. Karavayev¹, PhD, A.V. Voskova², PhD, S.S. Seminozhenko³

¹Institute of Geography RAS, Moscow, ²Institute Genplan, Moscow, ³Roslesinforg, Moscow

Alpine swamps, among other wetlands, are of particular interest due to their relict nature, some peculiarities of their origin, functioning and dynamics, as well as due to their poor knowledge. The object of our study was a cascade swamp complex, consisting of three communicating baths and a lake, located at different heights in the Karasu river valley, in Upper Balkaria at an altitude of about 2 thousand meters above sea level. On the basis of our field descriptions, an analysis of the relief and vegetation of the mesotrophic and lowland bogs which constitute the complex was carried out.

It was revealed that the basis of the plant communities of mesophytic segments is sphagnum and three types of sedge (marsh, urchin-hairy, and spout). There are communities of subalpine meadows and forests on the slopes around the wetland complex. It is assumed that the complex has some underground supply, in addition to rain and snow supply and runoff from the neighboring mountain massif.

Keywords: swamp, mountain, sedge, subalpine meadow, water supply, swamps of Chifandzar and Kashirty.

* Караваев Вадим Анатольевич – к.г.н., с.н.с. Института географии РАН, karavaev@igras.ru; Воскова Алла Васильевна – к.г.н., с.н.с. ГАУ «Институт Генплан», avoskova@yandex.ru; Семиноженко Сергей Сергеевич – гл. специалист ФГБУ «Рослесинфорг», grey_wolf.88@mail.ru.

For citation: Karavayev, V.A., Voskova, A.V., Seminozhenko, S.S., “Mesotrophic valley swamps on the northern macroslope of the Central Caucasus”, *Zhizn Zemli* [Life of the Earth] **44**, no 4, 433–439 (2022) (in Russ., abstract in Engl.). DOI: 10.29003/m3118.0514-7468.2022_44_4/433-439.

Введение. Высокогорные болота в ряду других водно-болотных угодий представляют особый интерес в силу особенностей происхождения, функционирования и динамики, а также ввиду слабой изученности. Можно выделить три их основных генетических типа.

1. Болота, сформировавшиеся и функционирующие благодаря выходам грунтовых вод.

2. Низинные болота, непосредственно образовавшиеся по днищам и берегам ручьёв и небольших рек, стекающих по склонам.

3. Ледниковые и приледниковые болота, обязанные своим происхождением озёрам, образованным в результате таяния каровых и троговых ледников.

Болота первой и второй групп имеют относительно широкое распространение и небольшую площадь (от нескольких квадратных метров). На мезотрофных болотах третьей группы озёрного происхождения голоценового возраста произрастают исключительно редкие для Центрального Кавказа реликтовые сообщества, формирование которых началось 9–5 тыс. лет назад. Отличительной их особенностью является бедность бореальными и аркто-альпийскими видами [1, 2, 4, 5]. В течение нескольких тысяч лет они не подвергались речной эрозии и аккумуляции. Сейчас питаются, главным образом, с мая по июль тальми снеговыми, а с июля по ноябрь — дождевыми и ручьевыми водами. Эти болота расположены в вытянутых вдоль Центрального Кавказского хребта ущельях. Большая их часть на Кавказе представлена редкими и ничтожными по площади участками, главным образом, в горах [7]. Однако отдельные болотные комплексы занимают значительную площадь и имеют собственные названия, например, Дзитацское (10 га) и Луганское (12 га) болота в Краснодарском крае [3]. Вместе с тем, горные болота на Кавказе распространены слабо и, в отличие от Альп, здесь отсутствуют болота выпуклые [5].

В число горных болотных комплексов, которые в последние годы становились объектами исследования, входят болота Чифандзар и Каширты. Чифандзар (Чифандзар) расположено в Северной Осетии, в верховьях реки Урух на высоте 2400 м, и отличается обширной площадью — его длина составляет 3 км, а наибольшая ширина достигает 1,5 км [6].

Однако для нас больший интерес представляет болото Каширты, находящееся на изучаемой нами с 2009 г. территории и занимающее ледниковую котловину, которая была выработана на высоте около 2000 м над уровнем моря в урочище Уштулу (Агаштан) в нижнем течении р. Карасу. В эту котловину стекают воды Уштулинских минеральных источников. Авторским коллективом из Кабардино-Балкарского высокогорного заповедника и Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН в течение полевых сезонов 2020 и 2021 гг. проведено комплексное обследование растительного покрова болота [8].

Сфагново-осоковый водно-болотный комплекс, который выступает объектом исследования, расположен в окружении соснового леса, выше по течению р. Карасу (по названию которой мы предлагаем его именовать), на левом борту её долины, у подножия южного склона горы Лехановцек, в полукилометре к западу от устья р. Лъкези (рис. 1). От упомянутого болота Каширты он изолирован.



Рис. 1. Расположение каскадного болота Карасу.

Fig. 1. Location of the cascade swamp Karasu.

Морфометрические показатели и особенности рельефа. Необычность этого комплекса заключается ещё и в том, что он представляет собою каскад их трёх ванн и озёрной котловины, расположенных на разных высотах. Комплекс состоит из мезотрофных болот, небольшого болотного озера и двух низинных болот общей площадью 2,24 га, через которые протекают и из которых вытекают водотоки, спадающие по крутому левому берегу Карасу на её пойму к руслу (рис. 2). Каждая ванна обрамлена холмами высотой 5–10 м со склонами крутизной около 20° (рис. 3). Исходя из геоморфологических условий, с высокой вероятностью можно предположить, что эти болота образовались вследствие эволюции цепи приледниковых озёр, расположенных на разных высотных уровнях и взаимосвязанных между собой.

Самая верхняя по высоте ванна, юго-западная, занимает площадь около 0,7 га и наиболее обособлена от остальных. Она находится у подножья старого селевого конуса, обломочный материал на котором давно не обновлялся: обломки породы сильно обветренные, замшелые, с поселившимся на них лишайником *Risocarpon Geographicum* размерами 35×25, 30×22, 40×32 мм. Уклон поверхности конуса над болотом составляет 20–25°. Всё это говорит о том, что режим питания болота со склона стабилен и установился давно. Наблюдения за ним в течение нескольких сезонов показали, что этот режим слабо зависит от количества поступающей со склона воды — сток также постоянен и колебание уровня воды в озере невелико. Это свидетельствует в пользу существования дополнительного подземного питания болотного комплекса.

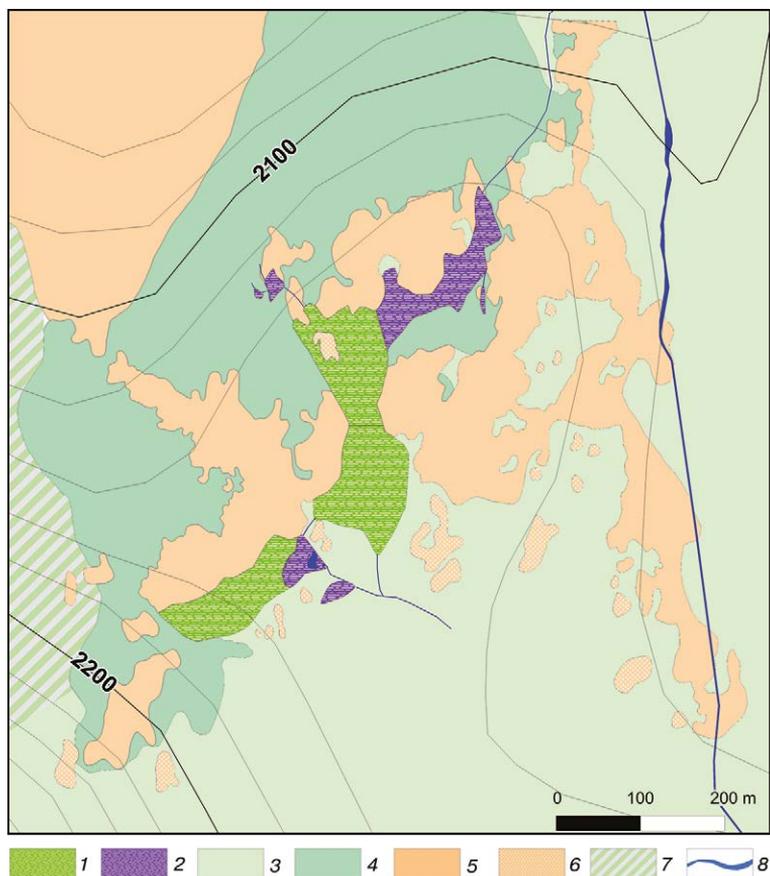


Рис. 2. Схема каскадного болота Карасу. *Растительные сообщества:* 1 – мезотрофные болота, 2 – низинные болота, 3 – травянистая растительность, 4 – березняк, 5 – сосновый лес, 6 – сосновое мелколесье, 7 – группировки растений скал и осыпей; 8 – водные объекты.

Fig. 2. Scheme of the cascading swamp Karasu. *Plant communities:* 1 – mesotrophic swamps, 2 – lowland swamps, 3 – grassy vegetation, 4 – birch forest, 5 – pine forest, 6 – pine low forest, 7 – groups of rocks and screes; 8 – water bodies.

Верхняя ванна вытянута с юго-запада на северо-восток примерно на 40 м, в северной части имеется выступ, занятый незаросшим озером. Первая ванна отличается от двух остальных тем, что располагается под двумя растительными сообществами – большая её часть площадью 0,58 га занята мезотрофным болотом, а гораздо меньший сегмент в 0,12 га – низинным. Помимо последнего, низинное болото занимает небольшую отдельно расположенную к юго-востоку линзу площадью 0,04 га.

Вторая, самая обширная из всех трёх, ванна находится на 1 м ниже первой и отделена от неё узким перешейком шириной 3 м и длиной около 8 м. Она занимает площадь 1,16 га и имеет более компактную форму, чем вышележащая (длиной 120–145 м, шириной 50–55 м), однако отличается вытянутостью с севера на юг с небольшим поворотом южной части на юго-восток.

Переход в рельефе от второй ванны к третьей, лежащей ещё ниже, выражен слабее, чем при переходе от первой ко второй – перешеек гораздо шире, и ступень сглажена.



Рис. 3. Мезотрофное болото в центре водно-болотного комплекса (вид с юга).
Fig. 3. Mesotrophic swamp at the center of the wetland complex (view from the south).

Но третья ванна площадью 0,43 га чётко отличается от второй по растительности, т. к. целиком занята низинным болотом. Граница между ними протягивается с севера на юго-юго-восток.

Западный край болотного комплекса обрамлён валом, внешняя сторона которого крутизной в 20° оканчивается полкой под переувлажнённым мезофитным лугом, ниже которой простирается 30-градусный склон с растущими на нём наклонёнными берёзами.

Растительность. На *мезотрофных болотах* доминируют виды *Sphagnum* sp., осоки топяная *Carex limosa*, ёжисто-волосистая *C. echinata* и носиковая *C. rostrata*, наряду с которыми представлены пушица узколистная *Eriophorum angustifolium*, горец змеиный *Bistorta officinalis*, кипрей болотный *Epilobium palustre*, кульбаба осенняя *Scorzonera idesautumnalis*, подмаренники крестовидный *Galium cruciatum* и болотный *G. palustre*, сверция грузинская *Swertia iberica*, мытник болотный *Pedicularis palustris*, лапчатка прямостоячая *Potentilla erecta*, чемерица Лобеля *Veratrum lobelianum*, кокушник длиннорогий *Gymnadenia conopsea*, пальчатокоренник *Dactylorhiza* sp. Равномерно по поверхности мезотрофных болот распределены низкорослые деревья сосны крючковатой *Pinus uncinata*, попадаются сухостойные экземпляры сосны, подрост *Betula litwinowii* и ива *Salix* sp. Приствольные повышения занимают черника *Vaccinium myrtillus*, брусника *Vaccinium vitisidaea*, пузырник *Cystopteris fragilis*.

В узкой полосе вдоль окраины болотного озера, примыкающего с севера к северо-восточной границе верхнего мезотрофного болота, расположены заросли пушицы узколистной *Eriophorum angustifolium*.

В составе **низинных болот** основные позиции занимают виды рода *Carex*, наряду с которыми в небольшом обилии встречаются сфагновые мхи, костёр пёстрый *Bromopsis variegata*, мятлики *Poa annua* и *P. pratensis*, овсяница красная *Festuca rubra*, горец змеиный *Bistorta officinalis*, герань болотная *Geranium palustre*, звездчатка персидская *Stellaria persica*, незабудка болотная *Myosotis scorpioides*, вероника горечавковидная *Veronica gentianoides*, аконит восточный *Aconitum orientale*, лютик горолюбивый *Ranunculus oreophilus*, дербенник иволистный *Lythrum salicaria*, сверция грузинская *Swertia iberica*, ива пепельная *Salix cinerea*.

На склонах вокруг водно-болотного комплекса располагаются сообщества субальпийских лугов и лесов.

В составе субальпийских лугов доминируют овсяница красная *Festuca rubra*, овсяница пёстрая *Festuca varia*, костёр пёстрый *Bromopsis variegata*, полевица плосколистная *Agrostis planifolia*, встречаются тимopheевка горная *Phleum montanum*, клевер горный *Trifolium montanum*, чина луговая *Lathyrus pratensis*, лядвенец кавказский *Lotus caucasicus*, эспарцет Биберштейна *Onobrychis biebersteinii*, буквица крупноцветковая *Betonica macrantha*, кульбаба щетинистая *Leontodon hispidus*, манжетка кавказская *Alchemilla caucasica*, астранция Биберштейна *Astrantia biebersteinii*, горечавка семираздельная *Gentiana septemfida*, горечавка кавказская *Gentianella caucasea*, чемерица Лобеля *Veratrum lobelianum*.

В разреженном древостое соснового леса преобладает *Pinus uncinata*, изредка встречается *Betula litwinowii*. В редком подлеске, который местами вовсе отсутствует, представлен преимущественно рододендрон кавказский *Rhododendron caucasicum*, встречаются можжевельник казацкий *Juniperus sabina*, малина *Rubus idaeus*, рододендрон жёлтый *Rhododendron luteum*. Наземный покров образуют вейник тростниковидный *Calamagrostis arundinacea*, мятлик лесной *Poa nemoralis*, коচেдыжник альпийский *Athyrium distentifolium*, встречаются *Allium ursinum*, кульбаба щетинистая *Leontodon hispidus*, черника обыкновенная *Vaccinium myrtillus*, брусника *Vaccinium vitis-idaea*, куртины зелёных мхов *Pleurozium schreberi*, *Polytrichum* sp., *Bryum* sp.

В обнажении на правом берегу Карасу мощность торфа в этом мезотрофном сфагново-осоковом болоте составляет не менее 1 м (по аналогии с болотом Каширты), а в его пределах проводится умеренный выпас, с чем связано повреждение растительного покрова на отдельных участках. В нём господствуют сфагнумы, осоки, пушица, произрастают ценные виды растений, в том числе пальчатокоренник *Dactylorhiza* sp., лапчатка прямостоячая *Potentilla erecta*, сверция грузинская *Swertia iberica*.

Заключение. 1. Горный болотный реликтовый комплекс Карасу, который образовался из цепи приледниковых озёр, расположен в трёх ваннах, занимающих разные высоты, и, кроме них, занимает небольшую озёрную котловину.

2. Две верхних ванны заняты мезотрофными болотами (за исключением небольшого сегмента самой верхней), нижняя – низинным.

3. Основной источник питания водой болотного комплекса Карасу – прилегающие склоны. Однако мы предполагаем, что мезотрофное состояние двух верхних сегментов комплекса поддерживается подпиткой подземными водами, по аналогии с болотом Каширты.

Благодарности и источники финансирования. Исследование проведено в Институте географии РАН в соответствии с государственным заданием Института АААА-А19-119021990091-4 (FMGE-2019-0005).

ЛИТЕРАТУРА

1. Буш Н.А. О болотах озёрного происхождения в Балкарии и Дигории (Центральный Кавказ) // Тр. Ботанического музея АН СССР. Вып. XXV. 1932. С. 7–16.
2. Буш Н.А., Буш Е.А. К ботанической карте Балкарии и Дигории // Тр. Ботанического музея АН СССР. 1931. Вып. XXIV. С. 7–16.
3. Водно-болотные угодья России. Горный Кавказ (<http://www.fesk.ru/pages/115.html>).
4. Дорошина Г.Я., Николаев И.А. Сфагновые мхи (*Sphagnaceae*, *Bryophyta*) болот Чифандзар и Масота в Северной Осетии (Кавказ) // Новости систематики низших растений. 2018. № 52 (2). С. 455–462.
5. Кац Н.Я. Болота и торфяники. М.: Учпедгиз, 1941. 395 с.
6. Попов К.П., Сабеев А.Г. Высокогорное болото Чифандзар: изученность, особенности природы, тенденции развития и проблемы охраны // Северо-Кавказская комплексная экспедиция. Вып. 1 / Под ред. А.Н. Гуни. Грозный: Чеченский гос. ун-т, 2019. С. 80–99.
7. Цинзерлинг Ю.Д. Растительность болот // Растительность СССР. Т. 1. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1938. 664 с.
8. Шильников Д.С., Ликсакова Н.С., Дорошина Г.Я., Шукина К.В. Флора и растительность торфяного болота Каширты (Центральный Кавказ) // Экосистемы: экология и динамика. 2021. Т. 5. № 4. С. 58–77.

REFERENCES

1. Bush, N.A., "On swamps of lake origin in Balkaria and Digoria (Central Caucasus)", *Proc. of the Botanical Museum of the Academy of Sciences of the USSR XXV*, 7–16 (1932) (in Russian).
2. Bush, N.A., Bush, E.A., "To the botanical map of Balkaria and Digoria", *Proc. of the Botanical Museum of the Academy of Sciences of the USSR XXIV*, 7–16 (1931) (in Russian).
3. *Wetlands of Russia. Mountain Caucasus* (<http://www.fesk.ru/pages/115.html>).
4. Doroshina, G.Ya., Nikolayev, I.A., "Sphagnum moss (*Sphagnaceae*, *Bryophyta*) of the Czufandzar and Masota swamps in North Ossetia (Caucasus)", *News of the systematics of lower plants* **52** (2), 455–462 (2018) (in Russian).
5. Katz, N.Ya., *Swamps and peats* (Moscow: Uchpedgiz, 1941) (in Russian).
6. Popov, K.P., Sabeyev, A.G., "Chifandzar high-mountain swamp: knowledge, nature features, development trends and conservation problems", *North Caucasian Complex Expedition* **1**, 80–99 (Grozny: Chechensky gosudarstvenny universitet, 2019) (in Russian).
7. Zinzerling, Yu.D., "Vegetation of swamps", *Vegetation of the USSR*. Vol. 1 (Moscow–Leningrad: Izdatel'stvo Akademii Nauk SSSR, 1938) (in Russian).
8. Shil'nikov, D.S., Liksakova, N.S., Doroshina, G.Ya., Shchukina, K.V., "Flora and vegetation of the peat swamp Kashiirta (Central Caucasus)", *Ecosystems: Ecology and Dynamics* **5**, no. 4, 58–77 (2021) (in Russian).

ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНАЯ МУЗЕОЛОГИЯ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

УДК 550.394, 908

DOI 10.29003/m31119.0514-7468.2022_44_4/440-455

АНДИЖАНСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 1902 г. ПО МАТЕРИАЛАМ ФОТОАРХИВА МУЗЕЯ ЗЕМЛЕВЕДЕНИЯ МГУ

Л.В. Алексеева, А.В. Иванов, Ю.И. Максимов*

Андижанское землетрясение 1902 года как яркое и наиболее катастрофическое сейсмическое событие начала XX века исследуется 120 лет. Обнаруженная в фотоархиве Д.Н. Анучина, хранящемся в Музее землеведения МГУ, серия фотоэтюдов (и сопровождающая информация к ним), выполненных известным исследователем С.А. Мелик-Саркисяном непосредственно после андижанской катастрофы, может рассматриваться как наиболее полный, аутентичный и объективный визуальный ряд первичной фотодокументации последствий землетрясения. На качественных фото запечатлены городские строения жилого (русского и туземного типа), культового, военного, транспортного и иного назначения, детально прослеживаются изменения конструкций и разрушения. Больше негативных последствий землетрясения отмечается для жилых построек в «туземной» части города, разрушенных почти до основания вследствие плохого качества строительных материалов и конструктивных недостатков.

Ключевые слова: Андижанское землетрясение, город Андижан, Ферганская долина, сейсмическое событие, С.А. Мелик-Саркисян, фотоархив Д.Н. Анучина, экспедиция Ф.Н. Чернышѐва.

Ссылка для цитирования: Алексеева Л.В., Иванов А.В., Максимов Ю.И. Андижанское землетрясение 1902 г. по материалам фотоархива Музея землеведения МГУ // Жизнь Земли. 2022. Т. 44, № 4. С. 440–455. DOI: 10.29003/m31119.0514-7468.2022_44_4/440-455.

Поступила 01.11.2022 / Принята к публикации 16.11.2022

ANDIJAN EARTHQUAKE OF 1902 ACCORDING TO THE PHOTO ARCHIVE OF THE EARTH SCIENCE MUSEUM

L.V. Alekseyeva¹, A.V. Ivanov^{1,2,3}, Yu.I. Maximov¹

¹Lomonosov Moscow State University (Earth Science Museum), ²Institute of Geography RAS, Moscow,

³Tambov State Technical University, Tambov, Russia

* Алексеева Любовь Викторовна – н.с. Музея землеведения МГУ, lalexhome@yandex.ru; Иванов Алексей Викторович – к.г.-м.н., с.н.с. Музея землеведения МГУ, с.н.с. Института географии РАН, доцент Тамбовского государственного технического университета, ivanovav@igras.ru; Максимов Юрий Игоревич – к.э.н., с.н.с. Музея землеведения МГУ, deforestation75@mail.ru.

The Andijan earthquake of 1902, as the brightest and most catastrophic seismic event of the early 20th century, has been studied for 120 years. Discovered in D.N. Anuchin's photo archive (the Earth Science Museum of Moscow State University), a series of photo studies (and accompanying information for them) made by the famous researcher S.A. Melik-Sarkisyan immediately after the Andijan disaster, can be considered as the most complete, authentic and objective visual series of primary photographic documentation of the consequences of the earthquake. High-quality photographs capture urban buildings of residential (both Russian and native types), religious, military, transport and other purposes, changes in their structures and destruction are traced in detail. More negative consequences of the earthquake are noted for residential buildings in the «native» part of the city, destroyed almost to the ground due to poor-quality building materials and design flaws.

Keywords: *Andijan earthquake, Andijan city, Ferghana Valley, seismic event, S.A. Melik-Sarkisyan, D.N. Anuchin's photo archive, F.N. Chernyshev's expedition.*

For citation: *Alekseyeva, L.V., Ivanov, A.V., Maximov, Yu.I., "Andijan earthquake of 1902 according to the photo archive of the Earth science museum", Zhizn Zemli [Life of the Earth] 44, no 4, 440–455 (2022) (in Russ., abstract in Engl.). DOI: 10.29003/m3119.0514-7468.2022_44_4/440-455.*

Введение. В фотоколлекции, собранной Дмитрием Николаевичем Анучиным (1843–1923) в конце XIX – начале XX вв. и ныне хранящейся в Музее земледения МГУ, присутствует комплект из 15 фотографий, объединённых общей темой – «Андижан после землетрясения 1902 года».

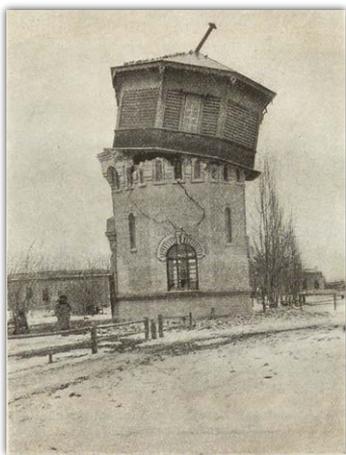
Андижанское (Ферганское) землетрясение 1902 г. – одно из самых трагических по числу человеческих жертв и величине материального ущерба в истории Императорской России. 2 (15) декабря в 20 часов в Андижане наблюдался небольшой толчок (вероятно, форшоковой природы), 3 (16) декабря утром произошёл достаточно сильный сейсмический толчок, вызвавший разрушения и панику. Через полчаса состоялась серия ещё более сильных толчков, разрушивших почти все уцелевшие ранее здания и сооружения. Землетрясение ощущалось на обширной территории (Ташкент, Самарканд, Ош и др.) в меньшей степени – зафиксированы отдельные обрушения с гибелью людей, деформация некоторых сооружений, разрушение оконных стёкол. Подземные толчки были записаны всеми сейсмическими станциями страны. По данным «Нового каталога сильных землетрясений на территории СССР» (1977) [6, с. 495], полученным с использованием в т. ч. инструментальных записей (сейсмограмм), землетрясение имело следующие параметры: 1902 г., 16 декабря, 05:07; 40,8° северной широты, 72,3° восточной долготы; глубина очага (гипоцентра) землетрясения – 9 км; магнитуда – 6,4; максимальная интенсивность – 9. Необычайная катастрофичность Андижанского землетрясения стала одной из причин его особо тщательного исследования.

Район Андижана (юго-восточный сектор Ферганской долины) отчётливо выделяется на карте как «ключевая зона сейсмической опасности региона» [3, с. 21]. В книге «Андижанская область» отмечено, что за 1883–1972 гг. «в окрестностях Андижана произошло более 650 землетрясений» [11, с. 9].

Исследования С.А. Мелик-Саркисяна и Д.Н. Анучина. Вероятно, первым исследователем последствий и причин землетрясения, опубликовавшим краткую, но весьма фактологически насыщенную работу «Ферганское землетрясение 3-го декабря 1902 г.», является Сергей Аветисович Мелик-Саркисян (1866 – после 1915) – агроном, автор ряда книг о природе и сельском хозяйстве Ставрополя и Туркестана. Он сразу показывает геоисторический контекст аналогичных более древних сейсмических событий: «Лёгкие сотрясения почвы в Фергане – дело обычное и наблюдались не раз, но благодаря тому, что

особенных последствий они не имели и, в худшем случае, дело ограничивалось разрушением какого-нибудь ветхого строения, а чаще образованием трещин в некоторых домах, то явление это не обращало на себя особенного внимания. До последней катастрофы многие даже не подозревали о существовании в истории страны указаний относительно бывших в Фергане землетрясений, которыми между тем в разное время были разрушены здесь целые города и многие кишлаки. Так, известно, что за последние три столетия в Фергане имели место два сильных землетрясения, одно в 1620–21 году, а другое, при котором был уничтожен также Андижан и ряд городов и кишлаков до Ташкента, – тому назад лет 80» [9, с. 3]. Эти два события С.А. Мелик-Саркисян характеризует, цитируя соответствующие исторические источники.

Взаимосвязь изучаемого нами фотоархива Д.Н. Анучина и работы С.А. Мелик-Саркисяна очевидна. Значительная часть подборки хранящихся в архиве фото по тематике Андижанского землетрясения использована С.А. Мелик-Саркисяном в качестве иллюстративного материала в его брошюре «Ферганское землетрясение 3-го декабря 1902 г.» При этом строгого соответствия не наблюдается: ряд работ, хранящихся в архиве, не задействован при иллюстрировании публикации и, напротив, некоторые из опубликованных фотоэтюдов (фото с видом холмистой природной поверхности, осложнённой системой сейсмических трещин) отсутствуют в архиве. Опубликованное фото водонапорной башни на станции Андижан Среднеазиатской железной дороги (рис. 1) с деформированной крышей не соответствует хранящемуся в архиве оригиналу (рис. 2) по точке произведения фотосъёмки (вероятно, первоначально была сделана серия снимков башни). Согласно обозначению авторства на одном из фотоэтюдов, можно предположить, что вся серия по Андижанскому землетрясению целенаправленно снята именно самим С.А. Мелик-Саркисяном непосредственно на местности.



Водокачка Среднеазиатской железной дороги в Андижане после землетрясения.

Рис. 1. Снимок из книги «Ферганское землетрясение 3-го декабря 1902 г.» [9, с. 14].

Fig. 1. Photo from the book “Fergana earthquake of December 3, 1902” [9, p. 14].



Рис. 2. Снимок С.А. Мелик-Саркисяна из фотоколлекции Д.Н. Анучина.

Fig. 2. Photo by S.A. Melik-Sarkisyan from D.N. Anuchin’s photo collection.

Внимание Д.Н. Анучина к Андижанскому землетрясению неслучайно. Тематика сейсмических событий и связанных с ними процессов и явлений с позиций геонаук, исторической геоэкологии, эволюционной урбанистики и иных оформившихся позднее направлений составляла определённый сектор интересов исследователя. В собрание трудов Д.Н. Анучина «Избранные географические работы» (1949) были включены статьи «О землетрясениях» (1887) и «Землетрясения и вулканические извержения последнего времени» (1903). Они позиционируются в предисловии В.А. Анучина и А.И. Соловьёва как «некоторые работы по физической географии» [2, с. 6]. Однако необходимо подчеркнуть их необычайную междисциплинарность, охват гораздо шире географических наук и базирование на «идее развития природы и вековечной взаимосвязи и взаимодействии географических “элементов” и географических сфер (лито-, атмо-, гидро- и биосферы)» [2, с. 24], что подробно обсуждается во вступительной ко всему тому статье А.И. Соловьёва.

Работа «О землетрясениях» чрезвычайно многоаспектна, фактологически и идейно насыщена. Она появилась, согласно формулировке самого Д.Н. Анучина, «по поводу землетрясения в Ницце». Автор характеризует собственно данное сейсмическое событие, осуществляет сравнение его с другими «новейшими и древними» по региональному принципу (прежде всего рассматривая события в Сирии, Греции, Южной Италии и др.). Система качественных и количественных показателей, в частности, подземный гул, сила и число ударов, продолжительность землетрясений и скорость их распространения, позволяет чётко ориентироваться в нарастающей массе статистического материала. Особенно интересны с позиций истории науки попытки построения Д.Н. Анучиным классификации сейсмических событий, анализа их генезиса и разнообразия причин (наиболее детально разбираются «вулканические землетрясения» и «землетрясения от провалов»), оценки роли «предвестников» землетрясений. Он рассматривает как органически неотъемлемую составляющую картины собственно сейсмических событий «астрономические и метеорологические условия», прежде всего «туманы, сопровождающие иногда землетрясения, и сильные дожди, иногда им предшествующие» [2, с. 205]. Необычайно прогрессивны воззрения Д.Н. Анучина на связь конкретных сейсмических событий и глобальной геодинамики планеты в целом на эволюцию геосфер, прежде всего географической оболочки и урбосферы Земли, в частности, посредством изменения конфигурации сети поселений («падение культурных центров» и т. п.).

Статья «Землетрясения и вулканические извержения последнего времени» содержит обзор ярких событий начала XX века по всему земному шару с последующим анализом распределения центров землетрясений и извержений и выходом на глобально-геодинамическое осмысление – Д.Н. Анучиным обсуждается предложенная его предшественниками концепция связи основных сейсмических поясов Земли с переходом в процессе её эволюции от грушевидной к сферической (более устойчивой) форме планеты как рациональная «попытка бросить новый свет на чрезвычайно тёмный геодезический вопрос» [2, с. 239]. При этом Андижанское землетрясение описано Д.Н. Анучиным в данной статье следующим образом: «16 декабря¹ произошло землетрясение в Андижане и соседних селениях, где разрушено до 16 тыс. домов и погибло более 5 тыс. жителей. Эпицентр этого землетрясения находился в 6,5 км к югу от Андижана, где образовалась будто бы щель, из которой выбрасывались песок, ил и вода. Вся площадь сотрясения охватила 1820 кв. км, арёя же наибольшего разрушения образовала сектор с радиусом около 27 км к югу от города. Статическую волну этого землетрясения определили в 0,7 м высоты; она шла с юга на север» [2, с. 238].

¹ По новому стилю (примечание авторов).

С.А. Мелик-Саркисян говорит о взаимодействии персонально с Д.Н. Анучиным в процессе исследований: *«Пользуясь любезным предложением Д.Н. Анучина, я позволю себе привести ряд фактов и данных, касающихся последнего землетрясения, полагая, что, быть может, они окажутся не лишними для лиц, которые захотели бы заняться более подробной научной разработкой этой катастрофы и вызываемых ею вопросов»* [9, с. 4].

Приведённые сведения разнообразны: автор чётко описывает ход событий, детально характеризует особенности разрушений, вплоть до внимания к отдельным зданиям и сооружениям (часовня, водонапорная башня, казармы батальона и др. – состояние которых, собственно, и иллюстрируется изображениями из изучаемого нами фотоархива), предлагает сейсмологические соображения. Особая ценность исследований С.А. Мелик-Саркисяна в том, что им производились наблюдения ещё «живой» сейсмической ситуации, неустранённых разрушений строений и изменений местности: *«Относительно слабое землетрясение, с незначительными перерывами, продолжается и по настоящее время. Наиболее сильные толчки имели место в Андижане с 6 на 7 февраля между 10 ч. вечера и 5 ч. 45 м. утра. От первого толчка паровоз был отброшен с рельс на несколько вершков в сторону от полотна»* [9, с. 14].

Экспедиция Ф.Н. Чернышёва. Для комплексного изучения всех особенностей сейсмичности региона и конкретно Андижанского землетрясения была организована специальная экспедиция. Ей ставилась задача собрать обстоятельные сведения о плейстоценовой области землетрясения и причинах вызванных им разрушений, а также выполнить там возможно полные геологические изыскания. Начальником экспедиции был назначен один из крупнейших русских геологов – Феодосий Николаевич Чернышёв² (1856–1914), в её состав вошли геологи Геологического комитета А.В. Фаас, В.Н. Вебер и горный инженер М.М. Бронников (некоторое время также участвовали горные инженеры К.В. Марков и Б.Я. Корольков, гражданский инженер А.И. Носалевич). Результатом семилетней работы стал серьёзный отчётный труд *«Андижанское землетрясение 3/16 декабря 1902 г.»* (1910) с большим количеством иллюстративного материала. Ф.Н. Чернышёв с коллегами приступили к исследованиям в начале февраля 1903 г., широко применили работу с населением путём бесед и заполнения опросных листов, собрали массу интересной качественной и количественной информации. В частности, ими отмечены множественные и, прежде всего, необычные повреждения и разрушения зданий и сооружений. Богатейшую фактуру дали маршрутные геологические исследования экспедиции. Данный коллективный труд особо выделяет подробнейшее описание верхней части разреза (доступной для изучения в обнажениях), сложенного различными по литологическому составу мезозойскими (меловыми) и кайнозойскими образованиями. При этом поинтервально приведены комплексы ископаемых (морские ежи, головоногие и двустворчатые моллюски и др.). Описаны тектонические дислокации в регионе с особым вниманием к неотектонике.

В десятках точек наблюдения экспедицией были подробно изучены сейсмические нарушения сплошности верхней части разреза (включая почвенный слой), трещины различной глубины, протяжённости и формы. Анализ пространственного распределения таких объектов позволил подойти к пониманию собственно сейсмических событий, локализации эпицентра (в 6 верстах к югу от Андижана) и т. д. Авторы связывали причину возникновения Андижанского землетрясения с образованием поперечной складчатости: *«Складкообразование продолжается, по-видимому, и теперь, поэтому, согласно с простейшей гипотезой, мы видим причину землетрясения в образовании*

² Ф.Н. Чернышёв был одним из руководителей российско-шведской экспедиции по производству градусных измерений на Шпицбергене в 1899–1901 гг.

складки, вытянутой по направлению адыров и сопровождавшейся разрывом там, где эта складка испытала препятствие в поперечной, уже бывшей раньше, складчатости около прорыва Андижан-сая» [16, с. 63].

Странно, что в монографии Ф.Н. Чернышёва с коллегами не удалось найти упоминание работы С.А. Мелика-Саркисяна, опубликованной семью годами ранее. Возможно, собрав фактуру параллельно и независимо в 1903 г., экспедиция обрабатывала длительный период исключительно собственный, весьма обширный, эмпирический материал. Особенности внимания исследователей к работам предшественников отмечаются и на последующих этапах изучения сейсмоактивности региона. Так, М.П. Репников (1938) при обзоре сейсмических событий региона выделяет землетрясение 1902 г. как особое по катастрофичности и отмечает, что *«имеется много подробных описаний его, но наиболее полным можно считать описание, помещённое в «Ежегоднике» Ферганской области М.Г. А-ва под заголовком «Гибель Андижана»»* [10, с. 5]. Такая оценка истории изучения Андижанского землетрясения выглядит странной, особенно по части отсутствия даже упоминания о работах Ф.Н. Чернышёва с коллегами и С.А. Мелик-Саркисяна. Возможно, это связано с исключительной ориентированностью М.П. Репникова и в целом коллектива Самаркандской государственной сейсмостанции на анализ цифровых сейсмических данных. М.П. Репников отмечает, что инструментальные наблюдения ведутся с 1914 г., когда регион был охвачен комплексом малочувствительных сейсмостанций системы Б.Б. Голицына. Более точные и системные измерения стали возможными с 1925 г. До этого имелись лишь летописные и устные свидетельства и больше качественные, чем количественные фактологические характеристики, а также графические и фотографические изображения, выполненные непосредственно после событий. Именно к этому периоду относятся снимки из изучаемого фотоархива Д.Н. Анучина, что, на наш взгляд, только увеличивает их особую ценность и подчеркивает важность детального изучения таких первоисточников как для истории науки, так и геоэкологической истории урбосистем и сетей поселений.

Краткая характеристика Андижана и Андижанской области. В ряде работ [5, 11, 13] отмечается, что Андижан уже существовал в первые века до нашей эры. Этот древний ремесленный центр Ферганской долины был крупным торговым пунктом на Великом Шёлковом Пути, известен как место рождения султана Бабур – основателя Империи Великих Моголов. При Бабуре в конце XV в. Андижан стал столицей Ферганского владения.

После образования Кокандского ханства в XVIII в. столица была перенесена из Андижана в Коканд. В середине XIX в. Российская империя начала завоёвывать территорию современной Средней Азии. В 1876 г., после присоединения Кокандского ханства, Андижан вошёл в состав Российской империи и стал уездным городом Ферганской области. С установлением советской власти он превратился в важный промышленный центр Узбекской ССР.

В настоящее время город Андижан – столица Андижанской области Узбекистана, промышленный, сельскохозяйственный, административный и культурный центр самой восточной области страны, крупный узел железных и автомобильных дорог. По оценкам Государственного комитета Республики Узбекистан по статистике, численность населения Андижана на начало 2022 г. составляет 458,5 тыс. человек. По этому показателю Андижан занимает 4-е место среди городов Узбекистана, уступая только Ташкенту, Самарканду и Намангану. Андижанская область целиком лежит на плодородном «дне» Ферганской долины и поэтому является самым густонаселённым регионом Узбекистана (если не считать как регион город Ташкент): 756 чел. на 1 км².

Разрушения и ущерб от Андижанского землетрясения. Андижан незадолго до катастрофы состоял из двух кардинально различающихся частей, разделённых железной дорогой, построенной в 1898 г. Это старая часть города, называемая «туземный Андижан», и новая часть города – «русский Андижан» (в литературных источниках приняты противопоставления: здания «местного типа» и здания «европейского типа»; «туземные» дома и «русские» дома).

«Туземный Андижан» – огромный кишлак с сетью кривых узких улиц и низкими глинобитными домами (но имелись и кирпичные мечети). «Русский Андижан» имел характерный тип среднеазиатского военного города с аллеями, домами с большими окнами, православными церквями из тёсаного камня.

Вот описание города, сделанное Е.Л. Марковым во время его путешествия по региону в 1901 г.: *«В русский город Андижан въезжаешь совсем незаметно из туземного Андижана, – такого же огромного кишлака с тесными переулками и длинными базарами, как все здешние города. И русский Андижан точно так же повторяет хорошо уже нам знакомый тип среднеазиатского военного города – огромные геометрически правильные аллеи, обсаженные цветущей белой акацией, и за ними в тени садов весёлые белевские дома под жёлтыми крышами с большими и светлыми окнами, так мало похожие на полуслепые мурьи туземных жилищ... На площади строится хорошенькая православная церковь из тёсаного камня, очевидно, русского стиля»* [8, с. 75–76].

Несколькими месяцами спустя всё изменилось. 3 (16) декабря 1902 г. холодным, туманным, дождливым и ветреным утром, когда началась деловая жизнь в этом третьем по величине городе Ферганской области с населением более 47 тыс. человек, произошёл сильный сейсмический толчок, здания стали рассыпаться на глазах (очевидцы сравнивали происходившее с разрушением карточных домиков или декораций в театре). Люди бросились из домов на улицу, началась паника...

Вот описание Андижанского землетрясения из статьи, опубликованной в дни трагического события в одном из самых читаемых русских журналов конца XIX в. – санкт-петербургской «Ниве»: *«3-го декабря около 9 часов утра разрушен подземными толчками цветущий и богатый город Ферганской области, Андижан, крупный центр торговли хлопком. Весь город, в котором жило много русских и ещё более туземцев-сартов, превратился в развалины. Развалились все казённые заведения, все лавки, все заводы, за исключением лишь одного завода (хлопкоочистительного) Познанских ... В числе погибших насчитывается, вообще, немало русских, хотя преобладающее большинство жертв – несчастные сарты. Много трупов ещё и не откопано...»* [4, с. 1027–1028].

Некоторое время спустя тот же журнал «Нива» свидетельствовал: *«Развалины андижанских строений имеют ужасный вид. В бесформенных кучах мусора, в исковерканных руинах, прикрытых согнутыми и разорванными крышами, невозможно узнать красивые здания русско-китайского банка, казначейства, военного собрания, лазарета и пр. Вокзал железнодорожной станции погиб; путь, исковерканный до невозможности, лишь 21-го декабря был кое-как подправлен... Андижанская крепость, на стенах которой сражались с кокандцами в 1875–76 годах Черняев и Скобелев, имеет такой вид, словно её только что бомбардировали; обвалы на её южной стороне, положительно, напоминают взрыв миной»* [1, с. 39].

В статье В.С. Гейнцельмана, командированного в Андижан чиновника особых поручений по строительной части при Туркестанском генерал-губернаторстве, «К вопросу о постройках в области землетрясений», опубликованной в «Туркестанском календаре на 1904 год», высказано мнение, что город погиб от горизонтально

направленных толчков – «*столь быстрых, что масса строений, по свойственной ей инерции, не смогла следовать за быстрым, дѣргающим движением почвы и раздробилась на части*» [15, с. 2].

Имеются некоторые различия в описании разными источниками катастрофы [1, 2, 4, 9, 10, 12, 16], но всё-таки можно сделать следующее заключение: по различным данным, погибло от 4 до 5 тысяч человек, разрушено от 11 до 35 тысяч домов. Наиболее подробные данные приводятся в брошюре С.А. Мелик-Саркисяна; часть из них представлена в таблице.

Таблица. Жертвы и потери, причинённые Андижанским землетрясением 03.12.1902 (составлено авторами по данным С.А. Мелик-Саркисяна [9] на 05.03.1903)

Table. Victims and losses caused by the Andijan earthquake on December 3, 1902 (compiled by the authors according to S.A. Melik-Sarkisyan's data [9] on March 5, 1903)

	Число погибших				Погибло животных	Разрушено домов
	мужчин	женщин	детей	всего		
Андижанский уезд	909	1611	1847	4367	6068	27700
г. Андижан	207	386	432	1025	1375	9787
в том числе:						
русская часть	6	0	3	9	0	161
туземная часть	201	386	429	1016	1375	9626
Маргеланский уезд	...	...	...	284	518	6522
Ошский уезд	0	4	4	8	139	795
Итого	...	...	...	4659	6725	35017

Такого количества жертв не было ни при одном другом землетрясении в пределах территории Российской империи. В результате катастрофы город лишился многих древних архитектурных памятников и сооружений с многовековой историей, однако есть информация и об уцелевших строениях.

По информации сетевого издания «Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений»³, «*уцелело три здания европейской архитектуры – городская православная церковь, тюрьма и здание городского банка*». Имеются сведения, что уцелели некоторые постройки в новой части города – городское собрание офицеров (рис. 3), здание железнодорожного вокзала станции Андижан (рис. 4), храмы Святых Сергея Радонежского и Николая Чудотворца, часовня Святого Георгия Победоносца на Садовом кладбище. В старой части города сохранился и не был разрушен землетрясением 600-летний (на то время), самый высокий в Ферганской долине 32-метровый минарет XIII века главной пятничной мечети Андижана. Уцелела и сама главная мечеть города, не разрушилось самое большое в Ферганской долине медресе «Джами».

Устояла водонапорная башня у вокзала, но её шатёр наклонился на NW 326° (рис. 1 и 2). Журнал «Нива» свидетельствует: «*Необычный вид имеет водокачка на андижанской станции: её верхушка покачнулась набок, словно лихо надетая набекрень шапка*» [1, с. 39].

Как было показано выше, больше негативных последствий землетрясения отмечается для «туземной» части города, которая была разрушена почти до основания: число разрушенных зданий «местного типа» в 70–80 раз превышает число зданий «европейского типа». Значительный масштаб разрушений в туземном городе стал следствием плохого

³ www.seismoconstruction.ru

качества строительных материалов и конструктивных недостатков построек (с точки зрения их возведения в сейсмической местности), тогда как русская часть города пострадала меньше вследствие большей прочности строений.

В монографии Ф.Н. Чернышёва (1910) опубликована наибольшая часть наблюдений над разрушенными постройками в русском городе с его высоким разнообразием типов сооружений, но также и в туземном Андижане. 175 разрушенных построек были осмотрены, зарисованы и отнесены к 4 типам:

«1) Дома из обожжённого кирпича – преимущественно казённые постройки в русском городе и общественные у туземцев (мечети); 2) каркасные дома (преимущественно у туземцев); 3) дома из сырцового кирпича и 4) «дувальные» (глинобитные); кроме того, попадались разного рода сооружения, как «сорэ» туземцев (вышки), столбы в оградах, памятники и проч.» [16, с. 10].

На 15 имеющихся в нашем распоряжении фотографиях С.А. Мелик-Саркисяна, посвящённых последствиям землетрясения, изображены объекты разного назначения, из них (условно) казённых зданий – 6, культовых – 4, жилых – 5 (в т. ч. русских – 3, туземных – 2). По фотографиям не всегда можно определить, к какому из упомянутых типов построек относится каждая из них – иногда это очевидно, а в некоторых случаях можно делать лишь предположения.

По сведениям экспедиции Ф.Н. Чернышёва, землетрясение почти не причинило вреда массивным стенам из жжёного кирпича; упоминается, что они получили лишь трещины по раствору, сами же кирпичи оставались целыми, но в то же время многие участки стен наклонились и растрескались. Хотя строения из этого материала в целом *«оказали наилучшее сопротивление разрушительной силе землетрясения»* [16, с. 12], это можно твёрдо сказать лишь об их подземных частях (например, подвалах), тогда как надземные стены сохранились гораздо хуже.

При этом, как подметил В.С. Гейнцельман, если стены массивных домов стояли по направлению удара – они растрескивались, если же своей длинной стороной были перпендикулярны направлению удара – падали [15, с. 2].

На фотографиях из коллекции Д.Н. Анучина видно, что казённые постройки из обожжённого кирпича пострадали в разной степени: Андижанское военное собрание, на котором уцелела крыша и частично стены (рис. 3), вокзал – разрушения значительны, но большая часть стен сохранена (рис. 4), а почтовая станция и кладовая Андижанского казначейства получили наибольшие разрушения.

К так называемым казённым постройкам относятся казармы, в том числе цейхгауз, в старом написании *«цейхгауст»* (военная кладовая для оружия или амуниции). На фотографии (рис. 5) мы видим основательное разрушение здания цейхгауза; надпись под снимком информирует, что под развалинами этого здания погиб поручик М.Я. Герцулин.

В «Туркестанском календаре на 1904 год» был опубликован следующий некролог: *«Герцулин Мелетий Яковлевич, поручик, † во время землетрясения 3 дек. 1902 г. в Андижане, заботясь о спасении нижних чинов»* [15, с. 127].

В журнале «Нива» за 1903 г. находим следующее свидетельство: *«Настоящими героями выказали себя офицеры и солдаты расположенного в Андижане 11-го Туркестанского стрелкового батальона. В числе жертв катастрофы, как известно, оказался поручик Герцулин, убитый наповал обломками казармы... Он оставался тут, пока не выбежал последний солдат, а затем обернулся, заглянул внутрь здания и спросил: “Все ли?” В это мгновение сверху посыпались обломки и поразили доблестного, свято исполнившего свой долг, офицера насмерть»* [1, с. 38].



Рис. 3. Андижанское военное собрание.
Fig. 3. Andijan Military Assembly House.



Рис. 4. Вокзал станции Андижан Среднеазиатской железной дороги.
Fig. 4. Andijan Station of the Central Asian Railway.



Рис 5. Цейхгауз 11-го Туркестанского стрелкового батальона, под развалинами которого погиб поручик М.Я. Герцулин.

Fig. 5. Store house of the 11th Turkestan rifle battalion, under the ruins of which Lieutenant M.Ya. Gertsulin died.

О Герцулине и других погибших в гарнизоне упоминает К. Тимаев: «...из чинов гарнизона убиты: поручик Герцулин, чиновник Александров и два стрелка, лежавших в лазарете; контужены в голову капитан Тучков тяжело, подполковник Бейнарович и подпоручик Мгалоблешвили, изувеченных и ушибленных нижних чинов 19» [14, с. 161].

Одно из немногих зданий в городе, построенных из обожжённого кирпича, – православная церковь, часовня братской могилы нижних чинов, убитых при андижанском восстании 1898 г. Она не разрушилась, однако образовались настолько обширные трещины в стенах (см. рис. 5 в [7, с. 351]), что её состояние не внушало надежд на восстановление, было принято решение о нецелесообразности её сохранения, и часовню взорвали (см. рис. 6 в [7, с. 351]).

Как утверждал В.С. Гейнцельман, «стены из жжёного кирпича, сложенного на известковом растворе», обеспечившем их недостаточную связь между собой, хотя и «не упали, но повреждены настолько, что для дальнейшей службы непригодны; они совершенно расшатаны, покосились и оторваны друг от друга» [15, с. 2].

Туземные мечети и медресе в старом городе были сложены из азиатских плоских кирпичей, скреплённых цементным раствором, «кроме того, цемент обыкновенно хороший... Только арки и купола являются обычным слабым местом мечетей. Хотя вполне уцелевших кирпичных построек не нашлось, но не было и развалившихся» [16, с. 10–11].

Это можно увидеть на примере Джамии-мечети, расположенной в центре города: «Минарет мечети (во дворе медресе), несмотря на свою большую высоту, дал лишь трещину в слабом месте у двери и винтом вдоль внутренней лестницы, но трещина эта очень незначительна; объясняется сохранность минарета солидным фундаментом и отличным раствором кладки; ажурная же верхушка свалилась», как и «8 каменных столбов, поддерживавших луковицу купола» [16, с. 13]. На фотографиях, к сожалению, минарета нет, зато виден огромный неразвалившийся купол мечети (в левой части снимка (рис. 6) и уцелевшие арки (что в данном случае противоречит информации Чернышёва, приведённой выше).



Рис. 6. Мечеть Джамии или Махмуд-Али-Бая в туземной части г. Андижан.
Fig. 6. Mosque of Jami or Mahmud-Ali-Bay in the native part of Andijan.

Жилые дома в Андижане были двух типов – русского и туземного. В фотоколлекции имеются изображения пяти домов: двух туземных и трёх русских.

Большая часть строений туркестанских городов, в частности, Андижана, сделана из сырцового кирпича – либо целиком (туземные жилища), либо на фундаменте из жжёного кирпича (русские дома).

Кирпич-сырец изготавливают из необожжённой глины и используют для возведения стен домов и заборов в сухом климате. В ряде случаев для большей прочности в процессе постройки сначала создают остов из деревянных жердей (каркас – поэтому такие дома называют каркасными), заполняя затем промежутки сырцовыми кирпичами, либо просто комками глины. В результате землетрясения в каркасных домах в большинстве случаев вываливается закладка, но при сохранении деревянного каркаса стены этого типа могут устоять, получив лишь трещины в штукатурке.

В Андижане больше пострадали те дома, в которых для скрепления кирпичей наружной и внутренней кладки использовалась глина, а не цемент, а также, если кирпичи наружной кладки вообще не были «перевязаны» с кирпичами внутренней. В этих случаях стены легко расслаивались вдоль, причём одна половина могла упасть, а другая продолжала стоять, иногда же обе половины падали одновременно и зачастую в противоположные стороны – одна внутрь, а другая наружу [9].

В.С. Гейнцельман писал: «Стены из сырцового кирпича наиболее подверглись разрушительной силе землетрясения, т. к. малая прочность сырцового кирпича (приблизительно 1/10 прочности жжёного кирпича) не была в состоянии выдержать неравномерности сжатия, неизбежно сопровождавшего всякое отклонение стены от вертикали. В русском городе только два дома из сырцового кирпича сохранили подобие прежнего вида, но и они подлежат сношению» [16, с. 11].

Можно предположить, что имеются в виду дома, характеризующиеся в подписях на наших фотографиях как «один из лучших домов Андижана» (для одного из них даже указано имя владельца – «дом Дорофеевой») (рис. 7). Все русские дома, изображённые на трёх снимках, представляют собой исковерканные руины, прикрытые согнутыми и разорванными крышами, где сохранились лишь части стен, дверные косяки, лестницы и привратные столбы.



Рис. 7. Один из лучших домов Андижана (дом Дорофеевой) после землетрясения.
Fig. 7. One of the best houses in Andijan (Ms. Dorofeyeva's house) after the earthquake.

Большое значение для сохранности зданий из сырцового кирпича имеет материал, из которого изготовлена крыша. В русской части города преобладали дома под железной крышей, что, как видно, не спасло многие из них, и они подверглись сильному, нередко полному разрушению.

Масштаб разрушений в туземной части города объясняется, главным образом, особой конструкцией жилищ. В сырцовых постройках местного типа практиковались крыши земляные, причём жители использовали их для складирования припасов, сена. Дома имели непрочный потолок, поддерживаемый лишь несколькими деревянными столбами. При подземных толчках тяжёлая земляная крыша, да ещё со сложенным на ней грузом, приобретает высокую силу инерции, слабый деревянный каркас (даже в случаях, когда у некоторого числа жилых домов он сохранился) выдержать её не мог, и крыша зачастую обрушивалась, придавливая всю постройку. Есть свидетельства, что в туземных кварталах многие люди не успели выбежать из домов потому, что двери открывались внутрь.

Рассматривая туземный дом на фото (рис. 8), можно представить его облик по правой, сохранившейся части. Очевидно, дом был каркасного типа – видны деревянные жерди остова и вывалившиеся кирпичи разрушенной левой части постройки, тогда как в правой части каркас уцелел и стены устояли. Дом такого же типа на другом фото разрушен полностью и представляет собой практически бесформенные кучи мусора.



Рис. 8. Обычный дом г. Андижана.
Fig. 8. An ordinary house in Andijan.

Значительный ущерб, понесённый туземным городом, можно объяснить также тем, что в нём было очень много дуvalьных (т. е. глинобитных) построек – именно они подверглись наибольшему разрушению. *«Нагружённые тяжёлыми крышами, они вместе с высокими земляными заборами (дувалами) и похоронили столько жертв в Андижане и окрестных кишлаках»* [16, с. 11].

Заключение. Андижанское землетрясение 1902 г., как яркое и наиболее катастрофическое сейсмическое событие XX века, исследуется 120 лет. Большая часть рассмотренных в статье материалов ранее не публиковалась; полное репродуцирование фоторяда планируется в готовящемся к печати этнографическом альбоме по фотоархиву Д.Н. Анучина (том 2). В предыдущем номере журнала была опубликована статья по андижанскому восстанию 1898 года [7], где в качестве иллюстраций также использованы фотоснимки С.А. Мелик-Саркисяна из той же фотоколлекции Д.Н. Анучина. Полноценное введение этих двух тематических серий в научный оборот и комплексное изучение всех материалов может дать в перспективе новые ценные данные для более синтетического понимания каскада природно-социальных кризисных явлений, отразившихся в истории как конкретных населённых пунктов, так и макрорегиона в целом.

Благодарности и источники финансирования. Исследование выполнено при финансовой поддержке государственных заданий Музея земледования МГУ АААА-А16-116042010089-2 «Биосферные функции экосистем, их компонентов и рациональное природопользование» и АААА-А16-116042710030-7 «Музееведение и образование музейными средствами в области наук о Земле», в рамках темы государственного задания Института географии РАН АААА-А19-119021990093-8 (FMGE-2019-0007) «Оценка физико-географических, гидрологических и биотических изменений окружающей среды и их последствий для создания основ устойчивого природопользования».

ЛИТЕРАТУРА

1. Андижанская катастрофа // *Нива*, 1903. Т. XXXIV, № 2. С. 35–39.
2. *Анучин Д.Н.* Избранные географические работы / Под общ. ред. академика Л.С. Берга; под ред. А.И. Соловьёва и В.А. Анучина. М.: Гос. изд-во географической литературы, 1949. 390 с.
3. *Атлас Узбекской Советской Социалистической Республики* / Гл. ред. Л.Н. Бабушкин. М.: ГУГК, 1963. 53 с.
4. Землетрясение в Андижане // *Нива*. 1902. Т. XXXIII, № 51. С. 1024–1028.
5. *Зотов А., Якубов Б., Смирнов Н., Чабров Г.* Города Ферганской долины: Краткий справочник. 2-е изд., перераб. Ташкент: Госиздат УзССР, 1963. 160 с.
6. *Кондорская Н.В., Шебалин Н.В.* (отв. ред.). Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. М.: Наука, 1977. 536 с.
7. *Максимов Ю.И., Мамбетова А.Б.* Андижанское восстание 1898 г. по материалам фотоархива Музея земледования МГУ // *Жизнь Земли*. 2022. Т. 44, № 3. С. 343–353. DOI: 10.29003/m3048.0514-7468.2022_44_3/343-353.
8. *Марков Е.Л.* Россия в Средней Азии: Очерки путешествия по Закавказью, Туркмении, Бухаре, Самаркандской, Ташкентской и Ферганской областям, Каспийскому морю и Волге. Т. 2. СПб: Тип. М.М. Стасюлевича, 1901. IV. 516 с.
9. *Мелик-Саркисян С.А.* Ферганское землетрясение 3-го декабря 1902 года. М.: Типо-лит. т-ва И.Н. Кушнерев и К°, 1903. 22 с.
10. *Репников М.П.* Эпицентральной зона землетрясений Андижанского района. Ташкент: Изд-во Ком-та наук, 1938. 33 с. (Труды Самаркандской государственной сейсмической станции / Ком-т наук Узб. ССР. Вып. 3).
11. *Сафаров Р., Мухитдинов М., Джалалов Д.* Андижанская область / Отв. ред. Б.Р. Рахимов. Ташкент: Узбекистан, 1973. 144 с.
12. *Сидорин А.Я., Козырева Л.И.* К 105-летию Шемахинского и Андижанского землетрясений 1902 г. // *Геофизические исследования*, 2007, вып. 8. С. 133–136.

13. Смирнов Н.В. Города Ферганской долины: Экономико-географический очерк. Ташкент: Изд-во САГУ, 1957. 152 с.
14. Тимаев К.А. Андижанская катастрофа (3 декабря 1902 г.) // Русская мысль. 1903. Т. 24. Книга VI. С. 161–183. Книга VII. С. 18–34.
15. Туркестанский календарь на 1904 г. / Под ред. В.В. Стратонова. Ташкент: Тип. Штаба Туркестанского военного округа, 1904. 128, 36, 10, 6, 112, 88, 48 с.
16. Чернышёв Ф., Бронников М., Вебер В., Фаас А. Андижанское землетрясение 3/16 декабря 1902 года (Труды Геологического комитета. Новая серия. Вып. 54). СПб: Типография М.М. Стасюлевича, 1910.

REFERENCES

1. “Andijan disaster”, *Niva* [Field] **2**, 35–39 (1903) (in Russian).
2. Anuchin, D.N., *Selected geographical works* (Moscow: State Publishing House of Geographical Literature, 1949) (in Russian).
3. Babushkin, L.N. (ed.), *Atlas of the Uzbek Soviet Socialist Republic* (Moscow: Main Directorate of Geodesy and Cartography, 1963) (in Russian).
4. “Earthquake in Andijan”, *Niva* [Field] **51**, 1024–1028 (1902) (in Russian).
5. Zotov, A., Yakubov, B., Smirnov, N., Chabrov, G., *Cities of the Fergana Valley: A Brief reference* (Tashkent: State Publishing House of the Uzbek SSR, 1963) (in Russian).
6. Kondorskaya, N.V., Shebalin, N.V. (eds.), *A new catalog of strong earthquakes on the territory of the USSR from ancient times till 1975* (Moscow: Nauka, 1977) (in Russian).
7. Maximov, Yu.I., Mambetova, A.B., “Andijan uprising of 1898. By materials from the photo archive of the Earth Science Museum, MSU”, *Zhizn Zemli* [Life of the Earth] **44**, no 3, 343–353 (2022) (in Russ., abstract in Engl.). DOI: 10.29003/m3048.0514-7468.2022_44_3/343-353.
8. Markov, E.L., *Russia in Central Asia: Essays on a journey through the Transcaucasus, Turkmenistan, Bukhara, Samarkand, Tashkent and Fergana regions, the Caspian Sea and the Volga river*. Vol. 2. (St. Petersburg: Printing House of M.M. Stasyulevich, 1901) (in Russian).
9. Melik-Sarkisyan, S.A., *Fergana earthquake of December 3, 1902* (Moscow: Typo-lithography of the partnership I.N. Kushnerev and Co., 1903) (in Russian).
10. Repnikov, M.P., *Epicentral zone of earthquakes in the Andijan region* (Tashkent: Publishing House of the Committee of Sciences, 1938) (in Russian).
11. Safarov, R., Mukhitdinov, M., Jalalov, D., *Andijan region* (Tashkent: Uzbekistan, 1973) (in Russian).
12. Sidorin, A.Ya., Kozyreva, L.I., “To the 105th anniversary of the Shamakhi and Andijan earthquakes of 1902”, *Geofizicheskiye issledovaniya* [Geophysical Research] **8**, 133–136 (2007) (in Russian).
13. Smirnov, N.V., *Cities of the Fergana Valley: An economic and geographical essay* (Tashkent: Publishing House of the Central Asian State University, 1957) (in Russian).
14. Timaev, K.A., “Andijan disaster (December 3, 1902)”, *Russkaya mysl'* [Russian Thought] **24** (VI), 161–183 (1903); **24** (VII), 18–34 (1903) (in Russian).
15. Stratonov, V.V. (ed.), *Turkestan calendar for 1904* (Tashkent: Printing House of the Headquarters of the Turkestan Military District, 1904) (in Russian).
16. Tschernyschew, Ph., Bronnikow, M., Weber, V., Faas, A., *Das Erdbeben von Andishan am 3/16 Dezember 1902* (Die Arbeiten des Geologischen Komitees. Neue Serie. Aus. 54) (St. Petersburg: Druckerei M.M. Stasjulewitsch, 1910) (in Russian, in German).

СТРУКТУРНЫЕ И МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БИВНЕЙ ШЕРСТИСТОГО МАМОНТА *MAMMUTHUS PRIMIGENIUS*: ОБЗОР РЕЗУЛЬТАТОВ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Т.Ф. Климовская*

Приведён обзор исследований морфологических и структурных различий между бивнями шерстистого мамонта *Mammuthus primigenius* (Blumenbach, 1799) и современных слонов: африканского *Loxodonta africana* (Blumenbach, 1797) и азиатского (индийского) *Elephas maximus* (Linnaeus, 1758). Описаны различия в бивнях между самками и самцами этих хоботных. Показаны особенности ископаемой мамонтовой кости по сравнению с другими «слоновыми костями». Приведены результаты исследований структуры бивней *M. primigenius* и *L. africana*. Рассмотрен химический состав дентина бивня мамонта в качестве трёхфазного композиционного материала. Показана связь между структурой бивней *M. primigenius* и *L. africana* и их механическими свойствами (модуль Юнга, прочность на изгиб, работа разрушения, модуль сжатия, твёрдость по Виккерсу) в поперечной и продольной ориентации. В частности, отмечена перспективность исследований структуры и морфологии бивней *M. primigenius*.

Ключевые слова: мамонтовая кость, слоновая кость, бивни хоботных, структура, морфология, механические свойства, узор Шрегера.

Ссылка для цитирования: Климовская Т.Ф. Структурные и морфологические особенности бивней шерстистого мамонта *Mammuthus primigenius*: обзор результатов и перспективы исследований // Жизнь Земли. 2022. Т. 44, № 4. С. 456–464. DOI: 10.29003/m3120.0514-7468.2022_44_4/456-464.

Поступила 12.05.2022 / Принята к публикации 16.11.2022

STRUCTURAL AND MORPHOLOGICAL FEATURES OF THE TUSKS OF THE WOOLLY MAMMOTH *MAMMUTHUS PRIMIGENIUS*: A REVIEW OF RESULTS AND RESEARCH PERSPECTIVES

T.F. Klimovskaya

Academy of Science of the Sakha Republic (Yakutia)

The paper provides an overview of research on the morphological and structural differences between the tusks of the woolly mammoth *Mammuthus primigenius* (Blumenbach, 1799) and modern elephants, namely: the African one *Loxodonta africana* (Blumenbach, 1797) and the Asian (Indian) one *Elephas maximus* (Linnaeus, 1758). Differences in ivory between females and males of these proboscises are described. Features of the fossil mammoth bone in comparison with other ivory are shown. The results of our studies of the ivory structure of *M. primigenius* and *L. africana* are presented. The chemical composition of mammoth tusk dentin as a three-phase composite material is considered. The relationship between the structure of *M. primigenius* and *L. africana* tusks and their mechanical properties (Young's modulus, bending strength, work of fracture, compression modulus, and Vickers hardness) in the transversal and longitudinal orientation is shown. In particular, the prospects of exploring the structure and morphology of *M. primigenius* ivory are noted.

* Климовская Татьяна Фёдоровна – м.н.с. отдела изучения мамонтовой фауны Академии наук Республики Саха (Якутия), tanka4yk@yandex.ru.

Keywords: *mammoth ivory, elephant ivory, elephant tusk, proboscidean ivory, structure, morphology, mechanical properties, Schreger pattern*

For citation: Klimovskaya, T.F., "Structural and morphological features of the tusks of the woolly mammoth *Mammuthus Primigenius*: a review of results and research perspectives", *Zhizn Zemli [Life of the Earth]* 44, no 4, 456–464 (2022) (in Russ., abstract in Engl.). DOI: 10.29003/m3120.0514-7468.2022_44_4/456-464:

Введение. На территории Республики Саха (Якутия) мёрзлые четвертичные породы таят в себе колоссальные залежи остатков мамонтовой фауны, поэтому Якутия считается единственным регионом в мире, где традиционно на протяжении трёх столетий осуществляется сбор мамонтовых бивней в промышленных масштабах. С 1990-х гг. в связи с полным запретом оборота слоновой кости вырос спрос мирового рынка на ископаемую мамонтовую кость. Она является уникальным природным сырьём биогенного происхождения и с древних времён используется человеком [3, 4]. В последнее время бивни мамонта привлекают не только палеонтологов и археологов для воссоздания экосистем палеолита, но и исследователей биоминералов. Это обусловлено сложной иерархической структурой и физико-техническими свойствами бивней [23].

Помимо литературных данных в работе в качестве сравнительных материалов использовались образцы из коллекции Академии наук Республики Саха (Якутия) и Государственного Дарвиновского музея.

Анализ исследований морфологии и структуры. Бивни шерстистого мамонта *Mammuthus primigenius* (Blumenbach, 1799) представляли собой большие резцы (передние зубы) верхней челюсти, изогнутые в двух плоскостях и состоящие на 98 % из дентина. У мамонтов, как и у других млекопитающих, происходила смена молочных бивней на постоянные. При рождении у мамонта в альвеолах имелись только молочные бивни длиной 3–4 см (рис. 1). Затем внутри альвеолы в течение первого года жизни начинал расти постоянный бивень, который выталкивал молочный и полностью занимал его место [2, 15]. Постоянный бивень животного рос до глубокой старости. Молочные бивни мамонтов имеют головку (коронку), частично покрытую эмалью, и корень. На постоянных бивнях взрослых мамонтов эмаль отсутствует, а поверхность покрыта тонким слоем цемента [2].

Бивни хоботных строго структурированы последовательностью дентинных конусов, каждый из которых, толщиной от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров и длиной до 35 см, представляет собой величину роста за один год [16]. Богатые питательными и минеральными веществами весенние и особенно летние месяцы приводили к значительному увеличению дентина, а следовательно, и длины бивней и их проксимальной окружности. В течение осени рост замедлялся и к концу зимы заканчивался. Новый период роста начинался следующей весной. В результате зимне-весенний разрыв образует резкую границу между дентинными конусами [16]. Данный годовой цикл подтверждается профилями изотопов кислорода [10]. Закономерности роста бивней дают важную информацию об индивидуальном развитии особей [9].

Бивни у *M. primigenius*, как и у *L. africana* (Blumenbach, 1797), имеются вне зависимости от пола — как у самок, так и у самцов. У азиатских слонов *Elephas maximus* (Linnaeus, 1758) бивни развиты только у самцов [1]. Кроме того, у самцов африканских слонов бивни всегда крупнее (длиннее и имеют больший поперечный диаметр), чем у самок. У подавляющего большинства особей (и самцов, и самок) шерстистого мамонта имелись бивни [1].

Бивни самцов в основном значительно длиннее и толще, чем у самок того же возраста [1, 16]. Рост более тонких и менее изогнутых бивней самок замедляется с момента



Рис. 1. Молочные бивни мамонта ОФ 18446/1 и ОФ 18446/2 из коллекции Государственного Дарвиновского музея (Москва).

Fig. 1. Primary mammoth's tusks, OF 18446/1 and OF 18446/2 from the collection of the State Darwin Museum (Moscow).

их первого материнства [15]. Большую часть года самцы мамонтов жили отдельно от самок. Поэтому у самок было мало избирательного давления, чтобы увеличить размер своих бивней [12]. Наблюдения за популяциями африканских слонов показали, что нет линейной корреляции между размером бивня и индивидуальным возрастом; животные одного возраста и пола могут иметь бивни разных размеров [14, 17].

Самый крупный измеренный бивень мамонта с Чукотки с обломанной концевой частью – 430 см в длину, а самый тяжёлый бивень, известный в настоящее время, хранится в Зоологическом институте РАН и весит более 110 кг [1]. Также в литературе упоминается пара ископаемых бивней из реки Индигирка, каждый из которых весит около 150 кг [11]. В связи с огромными размерами по сравнению с другими видами «слоновой кости», структура бивня мамонта вызывает наибольший интерес.

Одной из особенностей бивней *M. primigenius*, особенно небольших позднеплейстоценовых форм, является то, что они в основном относительно больше (в сравнении с размерами тела животного), чем у *L. africana* и *E. maximus* [16]. Стабильная фиксация тяжёлых бивней мамонта в черепе достигается их сильным кручением. Внешний вид бивней определялся размером и формой альвеолярных полостей, в которых содержалось около трети бивней. Изменения морфологии альвеол при индивидуальном росте черепа отражались в характере кручения бивня [16].

Слоновая кость и её аналоги (мамонтовая кость, бивень нарвала, клык моржа, оленьи панты и др.) различаются по химическому составу и внутренней архитектуре [13, 22].

Ископаемая мамонтовая кость (ИМК) относится к биогенным (органогенным) материалам из группы камнесамоцветного сырья, куда входят также янтарь, гагат, жемчуг и др. [3]. Бивень шерстистого мамонта может рассматриваться как трёхкомпонентный композит, состоящий из $33,6 \pm 0,7$ масс. % органического материала

(коллаген), $59,3 \pm 0,4$ масс. % минерального материала (гидроксилапатит) и ок. 7 масс. % жидкостей (вода) [16, 23].

В мамонтовой кости кристаллы гидроксиапатита меньше по сравнению с другими костями и зубами, что делает её более тонким и плотным материалом [21]. Помимо этого, в структуре ИМК, как и в бивнях современных слонов, минеральный материал не является чистым кристаллом гидроксиапатита, но является гибридом [21], у которого по результатам оптической (атомно-) эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-ОЭС), проведённой С. Пфайфером и др. [16], кристаллы гидроксиапатита имеют дефицит кальция по сравнению со стехиометрическим апатитом ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$: Ca/P = 1,67) и в значительном количестве замещены ионами магния и натрия (табл. 1).

Таблица 1. Результаты ИСП-ОЭС для бивня мамонта [16]

Table 1. ISP-ECO results for mammoth tusks [16]

	Бивень шерстистого мамонта	Бивень африканского слона
Ca/P	$1,35 \pm 0,004$	$1,27 \pm 0,004$
(Ca+Mg)/P	$1,59 \pm 0,004$	$1,51 \pm 0,003$
(Ca+Na)/P	$1,41 \pm 0,004$	$1,34 \pm 0,004$
(Ca+Mg+Na)/P	$1,64 \pm 0,003$	$1,58 \pm 0,003$

По результатам исследований [21], ионы магния изменяют кристаллическую структуру, что впоследствии изменяет механические свойства, влияет на ионный обмен и снижает растворимость, вследствие этого улучшается транспорт минералов апатита и рост дентина.

В работе Раубенхаймера и др. [18] в бивне африканского слона обнаружены следы ионов цинка, кобальта и фторида в качестве заменителей ионов кальция. Разные заменители ионов кальция открывают простор для изучения взаимосвязи структура – свойства – функция бивня [23].

В табл. 2 приведены механические свойства дентина шерстистого мамонта и африканского слона [16]. Видно, что бивни мамонта и слона имеют очень схожие свойства в продольном направлении. В поперечном направлении механические свойства бивней значительно снижаются, значения модуля Юнга для мамонта выше, чем у слона, но значение работы разрушения намного ниже у мамонта. Кроме того, наблюдается меньшее значение твёрдости по Виккерсу у мамонта.

Сочетание высокой жёсткости, прочности и ударной вязкости в дентине мамонта и слона объясняется иерархически ориентированной микроструктурой в сочетании с высоким содержанием органики, которая в основном состоит из белка коллагена [6]. Биоминералы с иерархической организацией микроструктуры обладают исключительными механическими свойствами с точки зрения прочности и ударной вязкости [19]. В случае повреждения трещина распространяется по границе неорганической и органической фаз, где специфическая наноструктура биоминерала приводит к значительному уменьшению энергии вершины трещины вследствие процессов рассеивания энергии, таких как отклонение, наклон и скручивание трещины [8]. Яркими примерами таких биоминералов являются перламутр, оболочка раковины *Strombus gigas* (Linnaeus, 1758), зубы морских моллюсков и кожная броня (чешуя рыб или остеодерма броненосцев, аллигаторов и кожистых черепах) [16].

Таблица 2. Механические свойства дентина бивня шерстистого мамонта и африканского слона [16]
Table 2. Mechanical properties of woolly mammoth and African elephant tusk dentins [16]

		Шерстистый мамонт	Африканский слон
3-точечное испытание на изгиб, продольная ориентация	Модуль Юнга (ГПа)	10,1 ± 0,6	10,7 ± 0,6
	Прочность на изгиб (МПа)	357,3 ± 26,1	369,0 ± 21,8
	Работа разрушения (кДж/м ²)	22,3 ± 10,0	23,8 ± 6,9
3-точечное испытание на изгиб, поперечная ориентация	Модуль Юнга (ГПа)	6,2 ± 0,3	5,0 ± 0,5
	Прочность на изгиб (МПа)	94,9 ± 10,7	97,0 ± 6,4
	Работа разрушения (кДж/м ²)	0,4 ± 0,2	1,1 ± 0,5
Испытание на сжатие, продольная ориентация	Модуль сжатия (ГПа)	4,7 ± 0,3	4,4 ± 0,5
Тест на индентирование	Твёрдость по Виккерсу HV0.1 (ГПа)	35,2 ± 1,2	41,2 ± 1,0

Бивни хоботных, как и другие костные ткани, демонстрируют иерархическую организацию на наноуровне, возникающую в результате специфического выравнивания кристаллов апатита вдоль коллагеновых волокон. Прочность ИМК достигается путём перемежения на наноуровне коллагена с гидроксиапатитом. Одной из уникальных микроструктурных особенностей бивня хоботных является узор Шрегера [20], образованный сетью микротрубочек, которые перфорируют матрицу бивня. Микротрубочки в бивнях мамонта и слона расположены синусоидально, что отличается от параллельного выравнивания дентинных трубочек в зубах млекопитающих [5]. Образованная микротрубочками перекрёстная спиральная сеть пересекающихся линий Шрегера видна невооружённым глазом (рис. 2).



Рис. 2. Фрагмент ископаемой мамонтовой кости (поперечный срез) ЮЯ-2-2022 из коллекции Академии наук Республики Саха (Якутия), Якутск.

Fig. 2. A fragment of the fossil mammoth bone (cross section), YuYa-2-2022 from the collection of the Academy of Sciences of the Republic of Sakha (Yakutia), Yakutsk.

Узор Шрегера в поперечном сечении образует шахматное расположение ярких и тёмных ромбов, форма и размер которых варьируют по всему сечению [5]. За счёт вариации форм ромбов достигается оптическая иллюзия пересекающихся линий, излучающих спиральную форму и создающих так называемые углы Шрегера.

В узоре Шрегера (поперечный разрез) бивня слона тёмные линии представляют собой трубочки, наклонённые к поверхности, в то время как светлые полосы – трубочки,

параллельные поверхности [23]. На продольном разрезе трубочки расположены параллельно по длине бивня. Детальный анализ базовой трёхмерной структуры показал слабо спиральное строение трубчатой структуры [5]. Данное расположение является важным определяющим того, что структура бивня будет препятствовать распространению трещины по прямой линии, но вместо этого заставит поле напряжений следовать изгибам и ослабить в плетениях рисунков микро- и наноструктур линий Шрегера.

Углы Шрегера изменяются среди хоботных и поэтому широко используются для того, чтобы различать бивни слона и мамонта, а также азиатских и африканских слонов [22]. На рис. 3 видно, что углы Шрегера для бивней африканского слона значительно выше 90° , в то время как у шерстистого мамонта они немного ниже 90° . Наличие узора Шрегера в бивнях хоботных стало важным определяющим признаком для борьбы с браконьерством слонов после международного запрета на коммерческую торговлю слоновыми бивнями в 1989 г. [7].

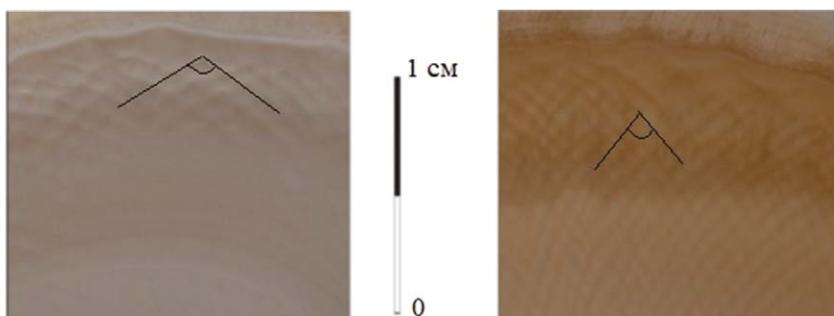


Рис. 3. Сравнение поперечных сечений образцов: А – *Loxodonta africana*; Б – *Mammuthus primigenius* [16].

Fig. 3. Comparison of the cross-sections of two samples: А – *Loxodonta africana*; Б – *Mammuthus primigenius* [16].

Исключительная микроструктура бивня хоботных также объясняет различия в ориентации кристаллов апатита в сравнении с длинными костями млекопитающих: коэффициент интенсивности $I(002)/I(211)$ порошка гидроксиапатита составляет 0,5, а длинной кости – до 3,4 [16]. Высокое соотношение указывает на преимущественную ориентацию роста кристаллов апатита, с-ось которых выровнена параллельно коллагеновым волокнам в продольном направлении кости [16]. С другой стороны, коэффициент интенсивности бивней хоботных составляет всего 0,8, из чего следует, что ни коллагеновые фибриллы, ни кристаллы апатита не расположены предпочтительно по оси бивня, а более сложным образом следуют синусоидальной ориентации микротрубочек [16].

В связи со специфической ориентацией микротрубочек в бивне хоботных механические свойства в продольном и поперечном направлениях значительно отличаются, т. к. большинство удлинённых спиральных пор выровнены в радиальном направлении [5] и тем самым способствуют распространению трещин. В исследованиях [16] в продольных образцах не обнаружено существенных различий между шерстистым мамонтом и африканским слоном, в поперечных образцах обнаружена значительно меньшая жёсткость, но более высокая работа разрушения и твёрдость для африканского слона по сравнению с шерстистым мамонтом. Это указывает на то, что различия в углах Шрегера обусловлены различной ориентацией микротрубочек. Микротрубочки оказывают на механические

свойства незначительное влияние при приложении силы перпендикулярно направлению роста, и довольно значительное, когда сила приложена параллельно ему.

Заключение. Резюмируя обзор научных работ о структурных и морфологических особенностях мамонтовой кости, следует отметить, что у многих исследователей биоминералов вызывает интерес взаимосвязь структура – свойства – функция у бивней *M. primigenius*. Точного определения данной зависимости в настоящее время не описано, но работы последних лет достигли значительного прогресса в этом направлении. В результате литературного обзора также можно отметить, что исследования структуры и морфологии бивней мамонта перспективны и интересны не только исследователям биоминералов и палеонтологам, но и археологам, одонтологам, специалистам охраны природы и судебной экспертизы в связи с междисциплинарной значимостью определения различий между мамонтовой и слоновой костью не только остатков бивней, но и поделок из них, сделанных древними и современными косторезами.

Благодарности и источники финансирования. Автор выражает признательность Государственному Дарвиновскому музею за предоставление возможности работы с остеологической коллекцией.

Статья выполнена в рамках государственного задания НИР Минобрнауки РС(Я) по теме «Палеоэкологические исследования условий обитания мамонтовой фауны в плейстоцене и голоцене на территории Якутии».

ЛИТЕРАТУРА

1. Мащенко Е.Н., Потапова О.Р., Боесков Г.Г., Харламова А.С., Протопопов А.В., Плотников В.В., Климовский А.И., Павлов И.С., Колесов С.Д., Агенборд Л. Детёныши мамонта: свидетельства жизни ледниковой эпохи. Якутск: Алаас, 2015. 104 с.
2. Протопопов А.В., Павлов И.С., Плотников В.В., Боесков Г.Г., Мащенко Е.Н., Колесов С.Д., Климовский А.И. Атлас-определитель крупных млекопитающих мамонтовой фауны Якутии. Якутск: Алаас, 2016. 72 с.
3. Смирнов А.Н. и др. Забытое полезное ископаемое российской Арктики – мамонтовая кость // Арктика: экология и экономика. 2016. № 1. С. 21.
4. Хлопачёв Г.А., Гирия Е.Ю. Секреты древних косторезов Восточной Европы и Сибири: приёмы обработки бивня мамонта и рога северного оленя в каменном веке. По археологическим и экспериментальным данным. Музей антропологии и этнографии им. Петра Великого (Кунсткамера) РАН. СПб: Наука, 2010. 143 с.
5. Alberic M., Dean M. N., Gourrier A., Wagermaier W., Dunlop J. W. C., Staude A., Fratzl P. and Reiche I. Relation between the Macroscopic Pattern of Elephant Ivory and its Three-Dimensional Micro-Tubular Network // PloS one. 2017. V. 12, № 1. DOI: 10.1371/journal.pone.0166671.
6. Cui F.Z., Wen H.B., Zhang H.B., Ma C.L. & Li H.D. Nanophase hydroxyapatite-like crystallites in natural ivory // J. of materials science letters. 1994. V. 13, № 14. P. 1042–1044. DOI: 10.1007/BF00277033.
7. Espinoza E.O., Mann M.J. Identification guide for ivory and ivory substitutes // WWF Publications. 1992. 35 p.
8. Faber K.T. & Evans A.G. Crack deflection processes – I. Theory // Acta Metallurgica. 1983. V. 31, № 4. P. 565–576.
9. Fisher D.C. & Beld S.G. Growth and life history records from mammoth tusks // Occasional Papers in Earth Sciences 2003. V. 5. P. 34–35.
10. Fisher D.C., Fox D.L. & Agenbroad L.D. Tusk growth rate and season of death of *Mammuthus columbi* from Hot Springs, South Dakota, USA // Deinsea. 2003. V. 9, № 1. P. 117–134.
11. Garutt W.E. Das Mammuth. *Mammuthus primigenius* (Blumenbach). 1964. 140 p.
12. Haynes G. Mammoths, Mastodons, and Elephants. Biology, Behavior, and the Fossil Record // Cambridge University Press. 1999. 398 p.

13. Lambert W.D. The Microstructure of proboscidean ivory and its application to the subordinal identification of isolated ivory specimens // Bull. of the Florida Museum of Natural History. 2005. V. 45. P. 521–530.
14. Laws R.M. Age criteria for the African elephant // African Journal of Ecology. 1966. T. 4, № 1. P. 1–37.
15. Mol D. Some notes on mammoths and mammoth tusks, the function of the tusks and problems of the mammoth ivory trade in Ivory and Species Conservation // Proc. of INCENTIVS-Meetings (2004–2007). 2008. P. 101–114.
16. Pfeifer S.J., Hartrampf W.L., Kahlke R.D. & Muller F.A. Mammoth ivory was the most suitable osseous raw material for the production of Late Pleistocene big game projectile points // Sci. reports. 2019. V. 9, № 1. P. 1–10. DOI: 10.1038/s41598-019-38779-1.
17. Pilgram T. & Western D. Inferring the Sex and Age of African Elephants from Tusk Measurements // Biol. Conservation. 1986. V 36. P. 39–52.
18. Raubenheimer E.J., Brown J.M.M., Rama D.B.K., Dreyer M.J., Smith P.D. and Dauth J. Geographic Variations in the Composition of Ivory of the African Elephant (*Loxodonta africana*) // Archives of Oral Biology. 1998. V. 43, № 8. P. 641–647.
19. Reznikov N., Bilton M., Lari L., Stevens M.M. & Kröger R. Fractal-like hierarchical organization of bone begins at the nanoscale // Science. 2018. V. 360, № 6388. DOI: 10.1126/science.aao2189.
20. Schreger B.N.G. Beitrag zur Geschichte der Zahne // Beitrage fur die Zergliederungskunst. 1800. V. 1. P. 1–7.
21. Su X.W. and Cui F.Z. Direct observations on apatite crystals in ivory // J. of Materials Science Letters. 1997. V. 16, № 14. P. 1198–1200.
22. Trapani J. and Fisher D.C. Discriminating Proboscidean Taxa Using Features of the Schreger Pattern in Tusk Dentin // J. of Archaeological Science. 2003. V. 30, № 4. P. 429–438.
23. Vollrath F., Mi R. and Shah D.U. Ivory as an Important Model Bio-composite // Curator the museum journal. 2018. V. 61, № 1. P. 95–110. DOI: 10.1111/cura.12236.

REFERENCES

1. Mashchenko, E.N., Potapova, O.R., Boyeskorov, G.G., Kharlamova, A.S., Protopopov, A.V., Plotnikov, V.V., Klimovskiy, A.I., Pavlov, I.S., Kolesov, S.D., Agenbord, L., *Mammoth cubs: Evidence of Ice Age life* (Yakutsk: Alaas, 2015) (in Russian).
2. Protopopov, A.V., Pavlov, I.S., Plotnikov, V.V., Boyeskorov, G.G., Mashchenko, E.N., Kolesov, S.D., Klimovskiy, A.I., *Atlas-determinant of large mammals of the mammoth fauna of Yakutia* (Yakutsk: Alaas, 2016) (in Russian).
3. Smirnov, A. N., et al, “A forgotten fossil of the Russian Arctic – mammoth bone”, *Arktika: ekologiya i ekonomika* [Arctic: Ecology and economics] **1**, 21 (2016) (in Russian).
4. Khlopachev, G.A., Giryа, E.Yu, *Secrets of ancient bone cutters of Eastern Europe and Siberia: techniques for processing mammoth tusks and reindeer antlers in the Stone Age. According to archaeological and experimental data* (Saint Petersburg: Nauka, 2010) (in Russian).
5. Alberic, M., Dean, M. N., Gourrier, A., Wagermaier, W., Dunlop, J. W. C., Staude, A., Fratzl, P. and Reiche, I., “Relation between the Macroscopic Pattern of Elephant Ivory and Its Three-Dimensional Micro-Tubular Network”, *PLoS one* **12**, no 1 (2017). DOI: 10.1371/journal.pone.0166671.
6. Cui, F.Z., Wen, H.B., Zhang, H.B., Ma, C.L. & Li, H.D., “Nanophase hydroxyapatite-like crystallites in natural ivory”, *J. of materials science letters* **13**, no 14, 1042–1044 (1994). DOI: 10.1007/BF00277033.
7. Espinoza, E.O., Mann, M.J., *Identification guide for ivory and ivory substitutes* (WWF Publications, 1992).
8. Faber, K.T. & Evans, A.G., “Crack deflection processes – I. Theory”, *Acta Metallurgica* **31**, no 4, 565–576 (1983).
9. Fisher, D.C. & Beld, S.G., “Growth and life history records from mammoth tusks”, *Occasional Papers in Earth Sciences* **5**, 34–35 (2003).

10. Fisher, D.C., Fox, D.L. & Agenbroad, L.D., “Tusk growth rate and season of death of Mammuthus columbi from Hot Springs, South Dakota, USA”, *Deinsea* **9**, no 1, 117–134 (2003).
11. Garutt, W.E., *Das Mammut. Mammuthus primigenius* (Blumenbach) (Wittenberg Lutherstadt: A. Ziemsen Verlag, 1964).
12. Haynes, G., *Mammoths, Mastodons, and Elephants. Biology, Behavior, and the Fossil Record* (Cambridge University Press, 1999).
13. Lambert, W.D., “The Microstructure of proboscidean ivory and its application to the subordinal identification of isolated ivory specimens”, *Bul. of the Florida Museum of Natural History* **45**, 521–530 (2005).
14. Laws, R.M., “Age criteria for the African elephant”, *African J. of Ecology* **4**, no 1, 1–37 (1966).
15. Mol, D., “Some notes on mammoths and mammoth tusks, the function of the tusks and problems of the mammoth ivory trade in Ivory and Species Conservation”, *Proc. of INCENTIVS-Meetings (2004–2007)* (2008, 101–114).
16. Pfeifer, S.J., Hartramph, W.L., Kahlke, R.D. & Muller, F.A., “Mammoth ivory was the most suitable osseous raw material for the production of Late Pleistocene big game projectile points”, *Scientific reports* **9**, no 1, 1–10 (2019). DOI: 10.1038/s41598-019-38779-1.
17. Pilgram, T. & Western, D., “Inferring the Sex and Age of African Elephants from Tusk Measurements”, *Biological Conservation* **36**, 39–52 (1986).
18. Raubenheimer, E.J., Brown, J.M.M., Rama, D.B.K., Dreyer, M.J., Smith, P.D. and Dauth, J., “Geographic Variations in the Composition of Ivory of the African Elephant (*Loxodonta africana*)”, *Archives of Oral Biology* **43**, no 8, 641–647 (1998).
19. Reznikov, N., Bilton, M., Lari, L., Stevens, M.M. & Kröger, R., “Fractal-like hierarchical organization of bone begins at the nanoscale”, *Science* **360**, no 6388 (2018). DOI: 10.1126/science.aao2189.
20. Schreger, B.N.G., “Beitrag zur Geschichte der Zahne”, *Beitrage fur die Zergliederungskunst* **1**, 1–7 (1800).
21. Su, X.W. and Cui, F.Z., “Direct observations on apatite crystals in ivory”, *J. of Materials Science Letters* **16**, no 14, 1198–1200 (1997).
22. Trapani, J. and Fisher, D.C., “Discriminating Proboscidean Taxa Using Features of the Schreger Pattern in Tusk Dentin”, *J. of Archaeological Science* **30**, no 4, 429–438 (2003).
23. Vollrath, F., Mi, R. and Shah, D.U., “Ivory as an Important Model Bio-composite”, *Curator the museum J.* **61**, no 1, 95–110 (2018). DOI: 10.1111/cura.12236.

МУЗЕЙНАЯ ПЕДАГОГИКА

УДК 378.096:55(571.56)

DOI 10.29003/m3121.0514-7468.2022_44_4/465-474

50 ЛЕТ ТОМПОНСКОМУ УЧЕБНОМУ ГЕОЛОГО-СЪЁМОЧНОМУ ПОЛИГОНУ ИМЕНИ В.И. КОРОСТЕЛЁВА, КУЗНИЦЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КАДРОВ

**О.Г. Третьякова, М.Ф. Третьяков, В.Р. Филиппов,
С.С. Рожин, Н.М. Третьякова***

Учебные геологические практики являются неотъемлемой частью учебного процесса и повышают качество подготовки специалистов-геологов. В 1972 г. в горах Южного Верхоянья на 662-ом километре автотрассы Якутск-Магадан на территории ресурсного резервата «Сунтар-Хаята», в месте слияния реки Восточная Хандыга и её притока – ручья Кюрбелях, под руководством Виктора Ивановича Коростелёва была образована база Томпонского полигона Северо-Восточного федерального университета (СВФУ), на тот момент Якутского государственного университета. В юбилейном 2002 г. полигону было присвоено имя В.И. Коростелёва. При выборе места размещения полигона учитывались привлекательность геологического строения территории и транспортная схема заезда студентов к месту прохождения практики. Высокую оценку Томпонский геолого-съёмочный полигон получил в отзывах профессоров геологического факультета МГУ и руководителей Крымского полигона – И.В. Высотского, Е.Е. Милановского, А.М. Серёгина, Б.А. Соколова, В.И. Славина, В.Е. Хаина, А.А. Верчебы, посетивших его в разные годы.

В настоящее время, в год 50-летия, Томпонский полигон отвечает своему назначению, а опыт его эксплуатации доказывает эффективность практической полевой подготовки студентов геологических специальностей и позволяет говорить о востребованности полигона и в будущем.

Ключевые слова: Томпонский полигон СВФУ, Виктор Иванович Коростелёв, геолого-съёмочная практика, учебная полевая практика, студенты-геологи.

Ссылка для цитирования: Третьякова О.Г., Третьяков М.Ф., Филиппов В.Р., Рожин С.С., Третьякова Н.М. 50 лет Томпонскому учебному геоло-

* Третьякова Ольга Геннадьевна – ст. преподаватель, og.tretiakova@s-vfu.ru, Третьяков Максим Феликсович – к.г.-м.н., декан, mf.tretiakov@s-vfu.ru, Филиппов Василий Романович – доцент, Рожин Степан Степанович – к.г.-м.н., доцент; геологоразведочный факультет Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова; Третьякова Наталья Максимовна – студентка Института агроботехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева.

го-съёмочному полигону имени В.И. Коростелёва, кузнице геологических кадров // Жизнь Земли. Т. 44, №4. С. 465–474. DOI: 10.29003/m3121.0514-7468.2022_44_4/465-474.

Поступила 20.10.2022 / Принята к публикации 16.11.2022

50 YEARS OF THE TOMPONSKY TRAINING GROUND NAMED AFTER V.I. KOROSTELEV, A GEOLOGICAL STAFF FORGE

O.G. Tretyakova¹, M.F. Tretyakov¹, V.R. Filippov¹, S.S. Rozhin¹, N.M. Tretyakova²

¹M.K. Ammosov North-Eastern Federal University

²Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy

Geological practical training is an integral part of the educational process of students. Such practices contribute to the quality of the training of geologists. The base of the Tomponsky training ground of North-Eastern Federal University was established under the leadership of Victor Ivanovich Korostelev in 1972 (at that time the university was called Yakutsk State University). It is located in the mountains of Southern Verkhoyansk Range at the 662 km of the Yakutsk-to-Magadan highway, in the territory of the resource reserve «Suntar-Khayata», at the confluence of the East Khandyga River and its tributary Kurbelyakh Stream. The polygon was named after its founder V.I. Korostelev in the anniversary year of 2002. The attractiveness of the geological structure of the territory and the transport scheme of students to arrive to the place of their training practice were considered when choosing the location of the training ground. The Tomponsky training ground was highly appreciated in the reviews of professors of the Geological Faculty of Moscow State University and the heads of the Crimean landfill, namely, I.V. Vysotsky, E.E. Milanovsky, A.M. Seregin, B.A. Sokolov, V.I. Slavin, V.E. Khain, A.A. Vercheba, who visited it in different years.

Now, in the year of its 50th anniversary, the Tomponsky training ground meets its purpose, and the experience of its operation proves the effectiveness of practical field training of students of geological specialties and allows us to talk about the demand for the landfill in the future.

Keywords: Tomponsky training ground of NEFU, Viktor Ivanovich Korostelev, geological practice, educational field practice, geological students.

For citation: Tretyakova, O.G., Tretyakov, M.F., Filippov, V.R., Rozhin, S.S., Tretyakova, N.M., “50 years of the Tomponsky training ground named after V.I. Korostelev, a geological staff forge”, *Zhizn Zemli [Life of the Earth]* 44, no 4, 465–474 (2022) (in Russ., abstract in Engl.). DOI: 10.29003/m3121.0514-7468.2022_44_4/465-474.

Введение. Со второй половины прошлого века одной из самых востребованных, но в то же время трудной и загадочной, стала профессия геолога. Разведка недр и поиски полезных ископаемых играли большую роль в развитии нашей страны. Роль и значение высшего геологического образования в Республике Саха (Якутия) связаны с необходимостью кадрового обеспечения геологической отрасли, деятельность которой обеспечивает минерально-сырьевую, энергетическую и экономическую безопасность Российской Федерации. Её зарождение и становление неразрывно связано с образованием Якутского государственного университета в 1956 г., и в этот же год был осуществлён первый набор студентов геологического профиля. Республика Саха (Якутия) обладает выдающимися минерально-сырьевыми ресурсами и знаменита месторождениями алмазов, золота, редкоземельных элементов, угля, нефти, газа и многими другими. Геологическое изучение недр входит в число стратегических задач программ развития как Республики Саха (Якутия), так и Российской Федерации в целом.

В фундамент геологического образования России с момента его возникновения был положен принцип триады геологической науки, обучения и практической подготовки. Соответственно, геологические учебные практики являются важной неотъемлемой частью геологического образования, в ходе которых формируются не только профессиональные компетенции геологического мышления, умения наблюдать и документировать геологические факты, но и воспитываются морально-психологические качества профессионального геолога, умеющего работать в сложных полевых условиях. Российская школа геологов всегда отличалась высоким уровнем практической подготовки, способностью выпускников к самостоятельной работе в геологических организациях.

Чтобы услышанное в аудитории можно было увидеть своими глазами, измерить компасом и зафиксировать в полевой книжке, организуются учебные полевые геологические практики. Это наилучший способ закрепить знания по теоретическому курсу дисциплин, а также попробовать свои силы в реальных полевых условиях. В учебных планах геологических специальностей геологоразведочного факультета Северо-Восточного федерального университета имени М.К. Аммосова есть несколько практик, большинство из которых относятся к выездным и проходят вдали от Якутска.

Качество проведения практики во многом зависит от выбора места учебного полигона. Томпонский геолого-съёмочный полигон имени В.И. Коростелёва расположен в приустьевой части руч. Кюрбелях в отрогах хребта Сунтар-Хаята. Это уникальный природный объект с горным рельефом, обладающий большим количеством геологических объектов, характерных для складчатых областей и хорошо доступных для изучения [3].

50 лет назад, в 1972 г., по инициативе и под непосредственным руководством Виктора Ивановича Коростёлева, выдающегося учёного, к.г.-м.н., доцента, была основана учебная геолого-съёмочная практика для студентов-геологов Якутского государственного университета. Место проведения практики в горах Южного Верхоянья было выбрано Виктором Ивановичем не случайно, а на основе богатого опыта ведения геологической съёмки в Томпонском районе. Ориентиром послужили исключительные геологические объекты, которые студенты могут увидеть и закартировать в пеших маршрутах. Первоначально это был небольшой палаточный лагерь, на месте которого в последующие годы силами студентов-практикантов были построены жилые и бытовые постройки, среди них открытая столовая, баня, складское и камеральное помещения. Всё это обеспечивает учебный процесс в нелёгких экспедиционных условиях.

Территория Томпонского учебного геолого-съёмочного полигона СВФУ расположена в южных отрогах Сунтар-Хаята Верхоянской горной системы. Путь к месту базирования полигона пересекает Предверхоянский краевой прогиб, пликативные структуры Сетте-Дабанской и Южно-Верхоянской тектонических зон. Абсолютные высотные отметки гор здесь достигают более 2000 м, а относительные превышения водораздельных гряд над долинами рек насчитывают порядка тысячи метров. Горные склоны на определённых участках имеют крутизну от незначительных 15–20° до практически вертикальных скалистых откосов. Высокая степень обнажённости данной территории позволяет легко проводить наблюдения за геологическими объектами. В 12 км юго-западнее полигона расположены золото-серебряные месторождения Лазурное и Элхугинское. Таким образом, у студентов есть возможность увидеть своими глазами рудопоявления и месторождения важнейших полезных ископаемых района.

В первые же годы работы Томпонского полигона преподавателями и студентами проведены работы по изучению геологического строения территории. В результате на

основе собранного богатейшего материала В.И. Коростелёвым была подготовлена к защите и успешно прошла процедуру защиты диссертация на соискание учёной степени доктора геолого-минералогических наук, а Б.И. Поповым и П.С. Дмитриевым защищены кандидатские диссертации [1]. Кроме того, были составлены и изданы несколько учебных пособий, серия монографий о геологическом строении Южного Верхоянья и территории учебного полигона. Научный интерес к этому району никогда не затухал. В разные годы исследования здесь проводились командами учёных из Якутска, Магадана, Санкт-Петербурга, Ярославля; полигон посещали известные профессора, среди которых: В.Е. Хаин, В.И. Славин, А.А. Верчеба, В.Ю. Фридовский, В.А. Верниковский, А.С. Бяков, А.К. Худолей. Так, в рамках сотрудничества между Северо-Восточным федеральным университетом, Санкт-Петербургским государственным университетом и университетом Тромсе (Норвегия) на территории Томпонского полигона в 2014 и 2015 гг. проводилась международная полевая экскурсия под руководством высококвалифицированного преподавателя, профессора, д.г.-м.н. Андрея Константиновича Худолея (СПбГУ). Участниками данной полевой экскурсии были студенты, аспиранты и преподаватели из университетов Тромсе, СПбГУ и СВФУ (рис. 1). Все посетившие полигон учёные единодушно признают его значимость и уникальность, они оставили великолепные отзывы как о геологическом строении территории, так и об организации самого учебного процесса и быта на полигоне, называя его одной из лучших учебных баз России.



Рис. 1. Студенты, аспиранты и преподаватели из университетов Тромсе (Норвегия), СПбГУ и СВФУ.

Fig. 1. Students, postgraduates and teachers from the Universities of Tromsø (Norway), St. Petersburg State University and NEFU.

Уникальность района полигона, привлекающая геологов из различных областей, заключается в том, что здесь в полном объёме обнажаются палеозойские и мезозойские отложения специфического литологического состава. Дизъюнктивные и пликативные структурные формы хорошо прослеживаются в коренных обнажениях, в рельефе, на аэрофото- и космоснимках налёдными полями (рис. 2), зонами дробления и

трещиноватости [2]. Все крупные разрывные нарушения северо-восточного направления на этой площади относятся к Сунтарской серии разломов. Здесь прослеживаются три крупных разлома: Сеторымский, Кюрбеляхский и Верхне-Супский, по кинематике представляющие собой сбросо-сдвиги. Все признаки разломов хорошо отражены в рельефе – зеркала скольжения, зоны дробления, а также жилы и дайки – и позволяют студентам наглядно оценить силу и мощь динамических процессов, обусловивших современные геометрические формы верхних горизонтов литосферы.



Рис. 2. Студенты групп РМ, ГГ, ГФ-15 в обзорном маршруте на многолетней наледи. Ручей Налёдный.

Fig. 2. Students from the RM, GG and GF-15 groups in their survey route on a long-term ice. The Nalyodnyi (Icy) stream.

Горные породы смяты в складки. Так, Кумбаринская складка на юго-востоке территории представлена линейной, с крутыми углами падения ($50-70^\circ$) синклиналью. Севернее Сеторымского разлома она переходит в пологую ($10-15^\circ$) симметричную блюдцеобразную синклиналь, а на западе сочленяется с корытообразной Ухун-Курунгской антиклинальной складкой.

Сложное складчатое строение территории учебного полигона студенты изучают, проводя учебное геологосъёмочное картирование. Они измеряют элементы залегания крыльев складок, строят геологические разрезы вкострости распространения складчатых структур. Изучение зеркал скольжения и массовые замеры трещиноватости в зонах Сеторымского и Кюрбеляхского разломов выполняется для анализа и характеристики разрывных структур.

Большой интерес в районе полигона представляют и магматические образования. На юге, вдоль левого борта ручья Суп, расположен штокообразный выход интрузива мелового возраста, сложенного породами от кислого гранитоидного до среднего диоритового состава умеренной щёлочности. Все магматические тела имеют выраженные экзо- и эндоконтактовые изменения и инъецированы в зонах пересечения наиболее крупных разломов. Зоны трещиноватости часто бывают выполнены жильными минералами. Вблизи Супского штока, например, встречаются кварцевые и карбонатные жилы с полиметаллическими, частично окисленными рудами. Маршруты на Супский массив гранодиоритов (рис. 3), изучение даек дают представление студентам об интрузивном магматизме, а картирование прослоев туфопесчаников и конгломератов с галькой и дресвой дацитового состава в верхнепермских свитах показывает проявление эффузивной деятельности того времени.



Рис. 3. Преподаватели ГРФ СВФУ и студенты групп РМ, ГГ, ГФ-15 на водоразделе Супского массива.

Fig. 3. Teachers of the geological prospecting faculty of NEFU and students from the RM, GG and GF-15 groups on the watershed of the Supsky massif.

Особую научную ценность представляют разрезы нижненекучанской подсвиты – глинистые сланцы, насыщенные фаунистическими останками аммонитов *Otoceras boreale*. В 1984 г. в Советском Союзе проходил Международный геологический конгресс. Одна из геологических экскурсий, которые регулярно проводятся в рамках этого форума, была организована именно на Томпонский учебный геологический полигон ЯГУ, поскольку здесь отчётливо выделяется граница между пермскими и триасовыми осадочными толщами. Геологи знают, что эта граница является разделом между крупными геохронологическими этапами – палеозоем и мезозоем.

На протяжении нескольких полевых сезонов (2016–2018, 2020, 2022 гг.) Р.В. Кутыгиным, с которым в разные годы в поисках участвовали Д. Бонд, И.В. Брынько, И.В. Будников, С.С. Бурнатный, А.С. Бяков, И.Л. Ведерников, В.В. Давыдов, Ю.Д. Захаров, А.Н. Килясов, А.Р. Кутыгин, В.И. Макошин, А.Н. Наумов, А.М. Попов, Е.С. Соболев, по-слойно изучен ряд разрезов нижненекучанской подсвиты бассейна р. Сеторым с целенаправленными поисками аммоноидей. Основная часть созданной коллекции аммоноидей (рис. 4) собрана из разрезов по руч. Вера (Суол) и руч. Надежда [4].



Рис. 4. Цератиты рода *Tompophiceras*. Образцы взяты на ручье Надежда. Фото Р.В. Кутыгина.

Fig. 4. Ceratites of the genus *Tompophiceras*. The samples were taken at the Nadezhda Creek. Photo by R.V. Kutygin.

Известно, что геологическая съёмка служит основой для прогноза минералогических перспектив территорий. Главной её задачей является оценка целесообразности проведения поисковых работ на содержание тех или иных полезных ископаемых. По результатам съёмки составляется геологическая карта, которая в том или ином масштабе отражает строение верхних горизонтов земной коры, а также содержит дополнительные сведения в виде пояснительной записки.

Таким образом, студенты-геологи в период учебной геологосъёмочной практики на Томпонском полигоне имеют прекрасную возможность наглядно ознакомиться с уникальными геологическими явлениями и процессами, научиться вести поиски фау-

нистических останков и рудной минерализации, фиксировать наблюдения в полевых маршрутных документах (рис. 5), обрабатывать их и представлять всё это в форме отчётов, которые затем ими публично защищаются.



Рис. 5. Ориентировка в маршруте по GPS и аэрофотоснимкам. На фото студенты группы С-ПГ-20.

Fig. 5. Route orientation by GPS and aerial photographs. Students from the C-PG-20 group are in the photo.

Хочется отметить не только геологическую привлекательность Томпонского учебного геолого-съёмочного полигона СВФУ. В настоящее время данная территория входит в состав природного резервата «Сунтар-Хаята». Эта территория уникальна и специфична во многих отношениях. Здесь, например, водятся горные бараны чубуку, растут реликтовые деревья и альпийские цветы, встречаются особи редчайших в природе бабочек, а чистейшие воды рек и озёр привлекают биологов не только из Якутии, но и из других уголков России (рис. 6).

В 2022 г. создана трёхмерная каркасная геологическая модель правобережья р. Кюрбелях Томпонского полигона (рис. 7), которая будет использована студентами и преподавателями в образовательных и научных целях. Для создания модели применена классическая схема картосоставления, но с использованием программных средств 3D моделирования ГГИС Майкромайн [4, 5].

Всё это свидетельствует о том, насколько удачно в своё время было выбрано место расположения данного учебного полигона, где студенты не только закрепляют на практике полученные теоретические знания по многим геологическим дисциплинам и приобретают бесценные навыки трудной экспедиционной жизни, но и знакомятся с удивительной по красоте и разнообразию природой нашей Республики.



Рис. 6. На фото (передний план справа налево): Бобров А.А., к.н., зав. лабораторией и Чемерис Е.В., к.н., в.н.с., Институт биологии внутренних вод РАН им. И.Д. Папанина, со студентами групп С-ПГ-20 (1, 2) после утренней линейки.

Fig. 6. Foreground, from right to left: A.A. Bobrov, PhD, Head of the Laboratory, & E.V. Chemeris, PhD, Leading Researcher, Institute of Inland Waters named after I.D. Papanin of the Russian Academy of Sciences, with students from the S-PG-20 groups (1, 2) after their morning line-up.

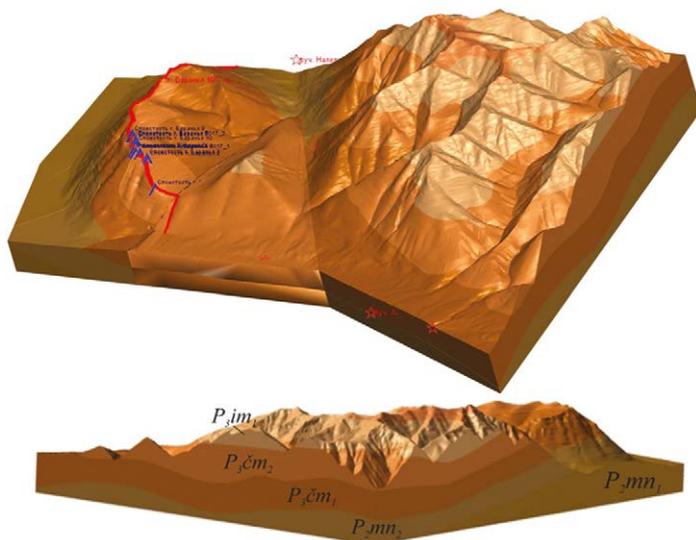


Рис. 7. Геологическая 3D-модель правобережья р. Кюрбелях, территории Томпонского полигона СВФУ.

Fig. 7. A geological 3D model of the right bank of the Kyurbelyakh river on the territory of the Tomponsky training ground of NEFU.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жижин В.И., Пуляев Н.А., Филиппов В.Р. Томпонский учебный геолого-съёмочный полигон Якутского госуниверситета // Наука и техника в Якутии. 2007. № 1 (12). С. 79–82.
2. Жижин В.И., Третьяков М.Ф., Рожин С.С., Филиппов В.Р., Дмитриев Е.П., Попов Б.И. 40 лет Томпонскому учебному полигону геологоразведочного факультета СВФУ // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России: Материалы Всерос. научно-практич. конф. Якутск: Издательский дом СВФУ, 2012. Т. I. С. 130–136.
3. Новости Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова (https://www.s-vfu.ru/news/detail.php?ELEMENT_ID=142783).
4. Третьякова О.Г., Третьяков М.Ф., Третьяков Ф.Ф. Построение геологической каркасной модели правобережья р. Кюрбелях (Томпонский полигон СВФУ) в ГГИС Майкромайн // Вестник СВФУ. Серия «Науки о Земле». 2021. Вып. 4. С. 44–52.
5. Третьякова О.Г., Третьяков М.Ф., Третьяков Ф.Ф., Охлопкова И.Ф. Сравнение методов построения геологических каркасных моделей, применяемых в горно-геологических информационных системах, на примере Томпонского полигона СВФУ // Геология и минерально-сырьевые ресурсы северо-востока России. Материалы XII Всерос научно-практич. конф., посвящённой 65-летию Института геологии алмаза и благородных металлов Сибирского отделения РАН. Якутск, 2022. С. 130–133.

REFERENCES

1. Zhizhin, V.I., Pulyaev, N.A., Filippov, V.R., “Tomponsky training ground of Yakutsk State University”, *Science and Technology in Yakutia* **1** (12), 79–82 (2007) (in Russian).
2. Zhizhin, V.I., Tretyakov, M.F., Rozhin, S.S., Filippov, V.R., Dmitriev, E.P., Popov, B.I., “40 years of the Tomponsky training ground of the geological prospecting faculty of NEFU”, *Geology and mineral resources of the North-Eastern Russia* **1**, 130–136 (Yakutsk: Publishing house of NEFU, 2012) (in Russian).
3. News of M.K. Ammosov North-Eastern Federal University (https://www.s-vfu.ru/news/detail.php?ELEMENT_ID=142783) (in Russian).
4. Tretyakova, O.G., Tretyakov, M.F., Tretyakov, F.F., “Construction of a geological frame model of the right bank of the Kyurbelyakh river (Tomponsky training ground of NEFU) in GIS Micromine”, *Bull. of NEFU. Earth Sciences Series* **4**, 44–52 (2021) (in Russian).
5. Tretyakova, O.G., Tretyakov, M.F., Tretyakov, F.F., Okhlopko, I.F., “Comparison of methods of constructing geological framework models used in mining and geological information systems on the example of the Tomponsky training ground of NEFU”, *Geology and mineral resources of the North-Eastern Russia*. Materials of XII All-Russian Scientific-Practical Conf. (Yakutsk, 2022) (in Russian).

ВЕСТИ ИЗ МУЗЕЕВ

УДК 910.4

DOI 10.29003/m3122.0514-7468.2022_44_4/475-486

ВОКРУГ СВЕТА НА ШЛЮПЕ «КАМЧАТКА». ЭКСПЕДИЦИЯ В.М. ГОЛОВНИНА В РИСУНКАХ М.Т. ТИХАНОВА. ПО МАТЕРИАЛАМ ВЫСТАВКИ В МУЗЕЕ МИРОВОГО ОКЕАНА

П.С. Матвиец, П.В. Матвиец*

В Музее Мирового океана открылась выставка, посвящённая знаменитому кругосветному плаванию В.М. Головнина на шлюпе «Камчатка» в 1817–1819 гг., результаты которого нашли отражение в серии акварельных рисунков художника М.Т. Тиханова (1789–1862). Уникальное наследие мастера, сохраняемое Научно-исследовательским музеем Российской академии художеств, является ценнейшим художественным и документальным материалом, повествующим о значительных для мировой науки открытиях русских мореплавателей. Совместный проект Научно-исследовательского музея Российской академии художеств и Музея Мирового океана позволил прикоснуться к творчеству М.Т. Тиханова, к сожалению, пока малоизвестному широкому зрителю.

Ключевые слова: этнография, художник, экспедиция, шлюп «Камчатка», Головнин В.М., Тиханов М.Т.

Ссылка для цитирования: Матвиец П.С., Матвиец П.В. Вокруг света на шлюпе «Камчатка». Экспедиция В.М. Головнина в рисунках М.Т. Тиханова. По материалам выставки в Музее Мирового океана // Жизнь Земли. 2022. Т. 44, № 4. С. 475–486. DOI: 10.29003/m3122.0514-7468.2022_44_4/475-486.

Поступила 10.10.2022 / Принята к публикации 16.11.2022

AROUND THE WORLD ON THE SLOOP KAMCHATKA. CAPTAIN V.M. GOLOVNIKIN'S EXPEDITION IN THE DRAWINGS BY M.T. TIKHANOV. BASED ON THE MATERIALS OF THE EXHIBITION IN THE WORLD OCEAN MUSEUM

P.S. Matviets, P.V. Matviets

Museum of the World Ocean, Kaliningrad, Russian Federation

* Матвиец Павел Сергеевич – с.н.с., p.matviets@world-ocean.ru; Матвиец Полина Владимировна – н.с., polinamatviets@gmail.com; Музей Мирового океана, Калининград.

The World Ocean Museum has opened an exhibition dedicated to the famous circumnavigation of the world by Captain V.M. Golovnin on the sloop Kamchatka in 1817–1819, the results of which were reflected in a series of watercolor drawings by the artist M.T. Tikhanov (1789–1862). The unique heritage of the master, preserved by the Museum of the Russian Academy of Arts in Saint Petersburg, is the most valuable artistic and documentary material, telling about the discoveries of the Russian navigators, which are still significant in terms of science and fine arts. The joint project of the Museum of the Academy of Arts in Saint Petersburg and the World Ocean Museum in Kaliningrad made it possible to rediscover the masterpieces of M.T. Tikhanov, who, unfortunately, is still little known to the general public.

Keywords: ethnography, artist, expedition, sloop Kamchatka, V.M. Golovnin, M.T. Tikhanov.

For citation: Matviets, Pavel S., Matviets, Polina V., “Around the world on the sloop Kamchatka. Captain V.M. Golovnin’s expedition in the drawings by M.T. Tikhanov. Based on the materials of the exhibition at the Museum of the World Ocean”, *Zhizn Zemli [Life of the Earth]* 44, no 4, 475–486 (2022) (in Russ., abstract in Engl.). DOI: 10.29003/m3122.0514-7468.2022_44_4/475-486.

«... всё, что природа производит странного и красивого, стараюсь изображать в точном её виде...».
Из письма художника М.Т. Тиханова, 1818 г.

Введение. Вклад российских мореплавателей в сокровищницу географических знаний невозможно переоценить. Среди множества имён замечательных исследователей и первооткрывателей — имя руководителя двух кругосветных плаваний капитана Василия Михайловича Головнина (1776–1831) вписано золотыми буквами в историю отечественной науки о Земле. Кроме того, вице-адмирал В.М. Головнин оставил яркий след в истории морской науки и образования, являя пример образцового служения Отечеству.

Задачи экспедиции и её подготовка. Для экспедиции русскими мастерами был специально построен 130-футовый шлюп «Камчатка», командование которым принял уже знаменитый своим предыдущим кругосветным плаванием на шлюпе «Диана», а также приключениями в плену у японцев, капитан второго ранга В.М. Головнин [4]. Примечательно, что под его началом в качестве младших офицеров своё первое кругосветное плавание совершат будущие выдающиеся мореплаватели и учёные Ф.П. Врангель, Ф.П. Литке и Ф.Ф. Матюшкин [3].

Главными задачами, возложенными на экспедицию, были доставка грузов на Камчатку, инспекция поселений в Русской Америке и описание тех её районов, которые были ещё мало изучены и не нанесены на карту [2, 4].

Хроника экспедиции. Шлюп «Камчатка» вышел из Кронштадта 26 августа 1817 г., взяв курс на Британские острова, где экспедиции следовало пополнить запасы провизии и закупить навигационные приборы и карты. Далее, перейдя Атлантический океан, судно зашло в Рио-де-Жанейро и, проследовав вдоль побережья Южной Америки, достигло мыса Горн. Успешно обогнув его, зайдя ненадолго в порт Калья, экспедиция пересекла Тихий океан и 3 мая 1818 г. пришла в Петропавловск-Камчатский. Далее мореходам следовало отправиться в Русскую Америку, по пути продолжив исследования О.Е. Коцебу, посетившего район Алеутских островов на бриге «Рюрик» в 1817 г. Благодаря астрономическим наблюдениям с борта «Камчатки», было уточнено положение островов Беринга, Медного, Атту, Тахкия, Укамок (Чирикова) и Ситкина. Благополучно прибыв в Павловскую гавань на острове Кадьяк, В.М. Головнин приступил к ревизии дел Российско-американской компании. Тем временем офицеры шлюпа занимались исследованием Чиниатского залива и уточнением его карты, впервые составленной ещё Ю.Ф. Лисянским во время первого российского кругосветного плавания [4].

Покинув остров Кадьяк, экспедиция зашла в Ново-Архангельск и проследовала в Калифорнию, где в Монтерее капитан должен был встретиться с правителем Русской Америки капитан-лейтенантом Л.А. Гагенмейстером и затем уже продолжить плавание в сторону родной гавани [4]. По дороге в Россию экспедиция посетила Гавайские острова, остров Гуам (в группе Марианских островов) и сделала остановку в Маниле (Филиппины). Пройдя Зондским проливом, моряки вышли в Индийский океан. Обогнув в дальнейшем мыс Доброй Надежды и посетив острова Св. Елены, Вознесения и Файал, участники экспедиции прибыли в британский Портсмут, где произошла примечательная встреча с экспедицией Ф.Ф. Беллинсгаузена и М.П. Лазарева на шлюпах «Восток» и «Мирный», направлявшейся навстречу великим открытиям. После короткого перехода через Северное и Балтийское моря, 5 сентября 1819 г. шлюп «Камчатка» вернулся в Кронштадт [4].

В ходе экспедиции все поставленные задачи были выполнены, а её итоги обстоятельно описаны В.М. Головниным и опубликованы в 1822 г. [2]. Особую роль в кругосветном плавании сыграл художник М.Т. Тиханов, отразивший его историю в уникальной художественной летописи.

Художник Михаил Тихонович Тиханов. Биография. Имя художника Михаила Тихоновича Тиханова (1789(?)–1862) связано со временем небывалого подъёма, романтического вдохновения, охватившего русскую культуру в первой половине XIX столетия. При жизни остававшийся в тени своих прославленных современников – живописцев С.Ф. Щедрина, А.Г. Венецианова, В.Л. Боровиковского, О.А. Кипренского, К.П. Брюллова и др., Тиханов, тем не менее, вошёл в историю как бесценный свидетель событий и впечатлений кругосветной экспедиции В.М. Головнина, совершённой в 1817–1819 гг. Благодаря рисункам Михаила Тиханова оживает увиденное русскими мореплавателями в дальних краях.

О жизни Михаила Тиханова (Тихонова) известно крайне мало. Его биография начинается с 1806 г, когда совет Императорской академии художеств решил «по прошению Шталмейстера Князя Голицына, мальчика его Михайлу Тихонова семнадцати летнего, принять в число пенсионеров академии, с получением на содержание в год по триста рублей от Его Сиятельства» [6, с. 477–478]. Бывшего дворового человека князя Н.А. Голицына, Михаила Тиханова, определили в класс исторической живописи, где его учителями были известные мастера этого жанра – живописцы Г.И. Угрюмов, А.И. Иванов, А.Е. Егоров и В.К. Шебуев. Известно, что в 1808 и 1809 гг. Тиханов был награждён серебряными медалями за учебные рисунки с натуры, а в 1813 г. был удостоен золотой медали за картину «Верность Богу и Государю русских, расстреливаемых в Москве Наполеоном», однако положенной медали не получил «за неимением вольности». Последнюю князь Голицын дал Тиханову лишь в 1815 г., после чего художник был выпущен из Императорской академии художеств «вольным пенсионером» с аттестатом 1-й степени и переведён на казенное содержание «для усовершенствования способностей». Таким образом, в академических стенах Михаил Тиханов провёл более десяти лет. К сожалению, произведений, созданных художником в ученический период, практически не сохранилось... [5].

М.Т. Тиханов в экспедиции В.М. Головнина. В 1817 г. президент Академии художеств А.Н. Оленин рекомендует М.Т. Тиханова в качестве художника-натуралиста капитану второго ранга В.М. Головнину, предпринявшему кругосветную экспедицию на шлюпе «Камчатка». «Сверх морских чиновников старанием г-на президента Академии художеств определён на шлюп молодой, но искусный живописец г-н Тиханов... чтобы документально и ярко запечатлеть жизнь народов, с которыми предстояло познакомиться русским мореплавателям...» – так вспоминает Головнин о Михаиле Тиханове [1, с. 26].

Буквально с первых дней путешествия Тиханов начинает вдохновенно работать. В единственном сохранившемся письме художника президенту Академии художеств А.Н. Оленину сообщается: «Долгом считая исполнять данную Вами мне инструкцию,

я со всевозможным усердием упражняюсь в рисовании предметов, предписанных Вами, наблюдая с точностью характерические черты лиц разных народов, не опуская ни малейшей подробности и в одеянии их; также рисую птиц, рыб, отдалённые острова, изящные местоположения, значительные здания и бедные хижины; всё, что природа производит странного и красивого, стараюсь изображать в точном её виде, и никак не смею украшать оную малым воображением своим...» [5, с. 536]. Наполненный новыми яркими впечатлениями, Михаил Тиханов благодарит Оленина: «...Вы открыли случай видеть мне Англию, Бразилию и Перу...» [5, с. 536].

Коллекция экспедиционных рисунков М.Т. Тиханова. За время кругосветного плавания на шлюпе «Камчатка» Михаил Тиханов исполнил более 40 акварельных рисунков, отражающих практически все его этапы. Одним из первых рисунков экспедиции стал «Водопад в Тижук близ Рио-де-Жанейро» (рис. 1). Этот романтический пейзаж овеян искренним чувством восторга перед красотой и могуществом лика природы – Тиханов изображает покрытые густыми лесами скалы, несущиеся мощные потоки воды. Среди миниатюрных человеческих фигурок, населяющих пейзаж, художник представил собственный автопортрет: в левом нижнем углу рисунка виден сидящий господин в цилиндре, который, склонив в старании голову, что-то рисует на большом листе бумаги.



Рис. 1. М.Т. Тиханов. Водопад в Тижук близ Рио-де-Жанейро. 1817 г. Бумага, акварель. Научно-исследовательский музей Российской академии художеств.

Fig. 1. M.T. Tikhonov. Waterfall in Tijuca near Rio de Janeiro. 1817. Paper, watercolor. Museum of the Academy of Arts.

Впечатления М.Т. Тиханова от Перу раскрылись в этнографических рисунках-сценках «Перуанская дама» (рис. 2) и «Перуанские дамы с кавалером на водах в Каллао близ

Лимы». Как и надлежит художнику-натуралисту фиксировать всё увиденное как можно точнее и подробнее, Тиханов скрупулёзно передаёт причудливый вид местных жителей, особенности их национальных костюмов.

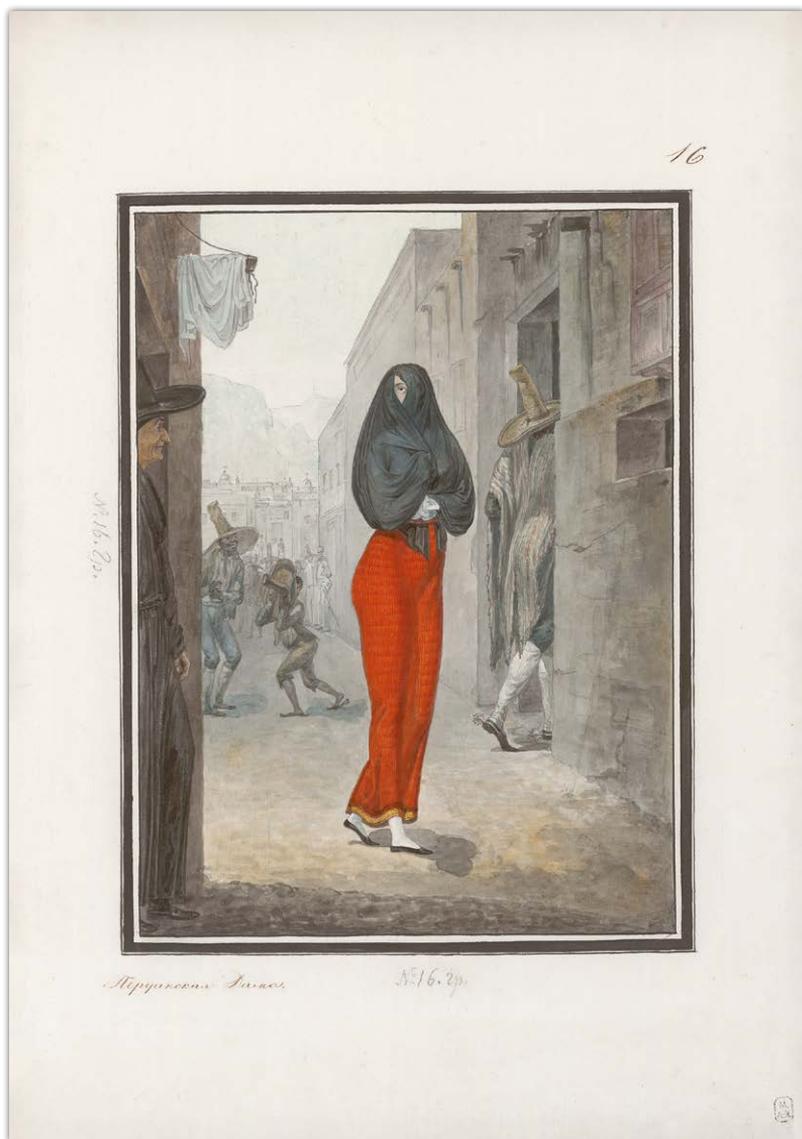


Рис.2. М.Т. Тиханов. Перуанская дама. 1818 г. Бумага, акварель. Научно-исследовательский музей Российской академии художеств.

Fig. 2. M.T. Tikhonov. A Peruvian woman. 1818. Paper, watercolor. Museum of the Academy of Arts.

Почти половина путевых рисунков мастера посвящена жизни Алеутского архипелага. Длительное пребывание «Камчатки» в Русской Америке выражено обширной галереей портретных образов жителей островов Кадьяк, Ситка, различных районов Алеутских островов. Выразительные и яркие рисунки «Тойон с полуострова Аляска

по имени Аячунк, в крещении Андрей» (рис. 3), «Житель реки Коппер на полуострове Аляска», «Житель полуострова Аляска» представляются ценнейшим этнографическим источником. Живость и непосредственность передачи народных образов отличают изображения индейцев колошей «Старшина колюжей с острова Баранова в воинской одежде», «Тойон колюжей с острова Баранова по имени Котлеан с женой» (рис. 4),



Рис. 3. М.Т. Тиханов. Тойон с полуострова Аляска по имени Аячунк, в крещении Андрей. 1818 г. Бумага, акварель. Научно-исследовательский музей Российской академии художеств.

Fig. 3. M.T. Tikhonov. Toyon from the Alaska Peninsula, named Ayachunk, baptized Andrew. 1818. Paper, watercolor. Museum of the Academy of Arts.



Рис. 4. М.Т. Тиханов. Тойон колюжей с острова Баранова по имени Котлеан с женой. 1818 г. Бумага, акварель. Научно-исследовательский музей Российской академии художеств.

Fig. 4. M.T. Tikhonov. Toyon of the Koloshi from the Baranov Island, named Kotlean, with his wife. 1818. Paper, watercolor. Museum of the Academy of Arts.

«Семейство колюжей с острова Баранова». М.Т. Тиханов тщательно прорисовывает все детали одежды, украшений местных жителей, старается передать особенности черт их лиц, то и дело подчёркивая грубоватость мужской или мягкость женской внешностей. Каждое портретное изображение Тиханов дополняет пейзажным фоном, создающим ощущение природной среды, в которой живут герои его рисунков.

Интересны акварели Тиханова, повествующие о коренном населении Калифорнии. Жанровые сценки, показывающие незатейливый быт индейцев, населявших берега залива Румянцева (Бodega), портреты пронизаны симпатией художника к этим необычным и добродушным людям (рис. 5).

Тиханов никогда не пренебрегает точностью: предметы быта, вооружения, одежды изображены в его акварелях практически документально. Головнин высоко ценил труд художника в экспедиции: «Во всех подобных путешествиях такой человек весьма нужен,

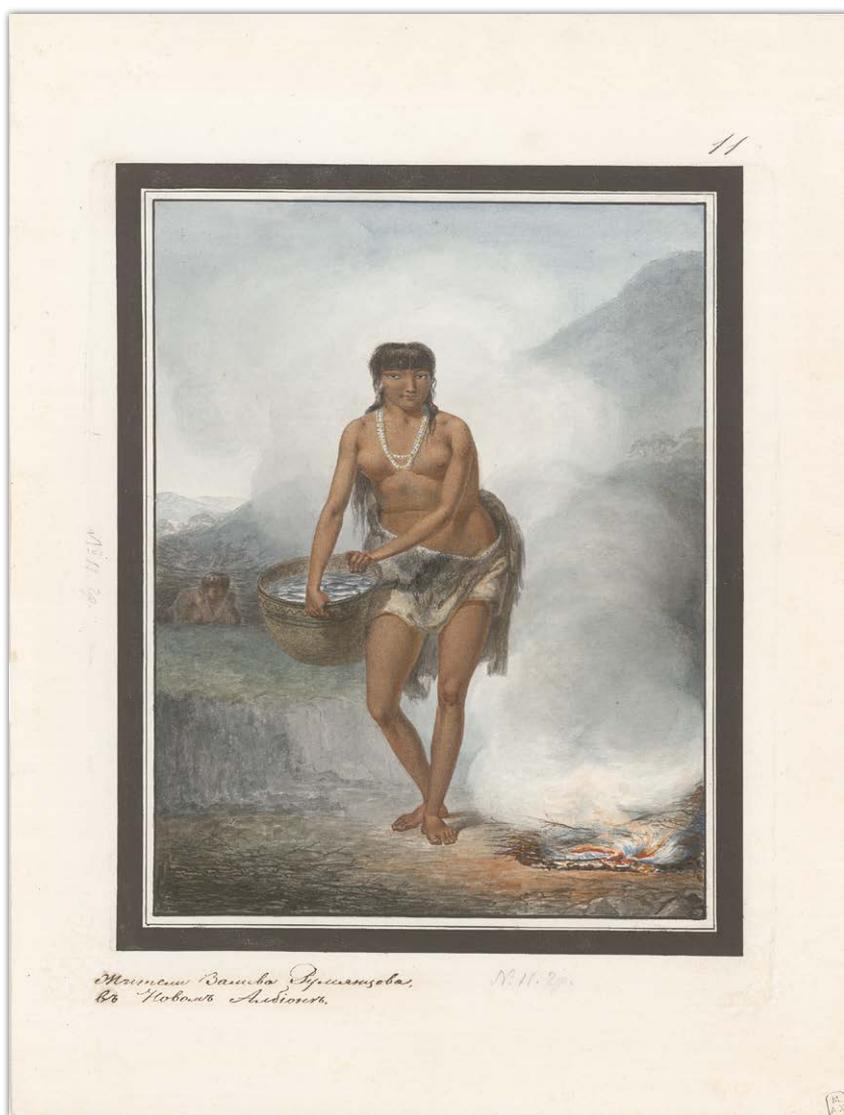


Рис. 5. М.Т. Тиханов. Женщина залива Румянцева. 1818 г. Бумага, акварель. Научно-исследовательский музей Российской академии художеств.

Fig. 5. M.T. Tikhanov. A Rummyantsev Bay woman. 1818. Paper, watercolor. Museum of the Academy of Arts.

ибо много есть вещей в отдалённых частях света, которых образцов невозможно привезти и самое подробное описание коих не в состоянии сообщить об них надлежащего понятия; в таком случае одна живопись может несколько заменить сии недостатки» [1, с. 26].

Из Калифорнии путешественники последовали на Гавайские (Сандвичевы) острова. Здесь Михаил Тиханов исполнил «Портрет Тамеамеа I, первого короля Сандвичевых островов» (рис. 6), подчеркнув экзотическую внешность героя в сочетании с европейской одеждой. Одной из жемчужин путевого альбома М.Т. Тиханова без преувеличения можно назвать рисунок «Девушка с Сандвичевых островов» (рис. 7), отличающийся особым изяществом, душевностью образа и прекрасным колористическим решением.

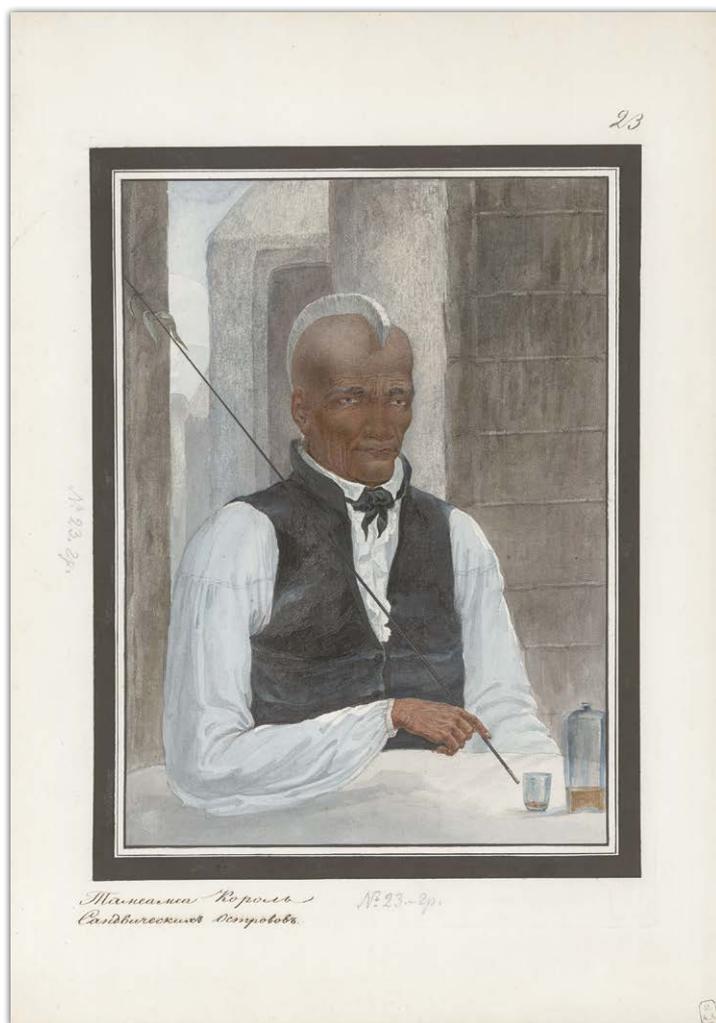


Рис. 6. М.Т. Тиханов. Портрет Тамеамеа I, первого короля Сандвичевых островов. 1818 г. Бумага, акварель. Научно-исследовательский музей Российской академии художеств.

Fig. 6. M.T. Tikhanov. Portrait of Kamehameha the Great, the first ruler of the Sandwich Islands. 1818. Paper, watercolor. Museum of the Academy of Arts.

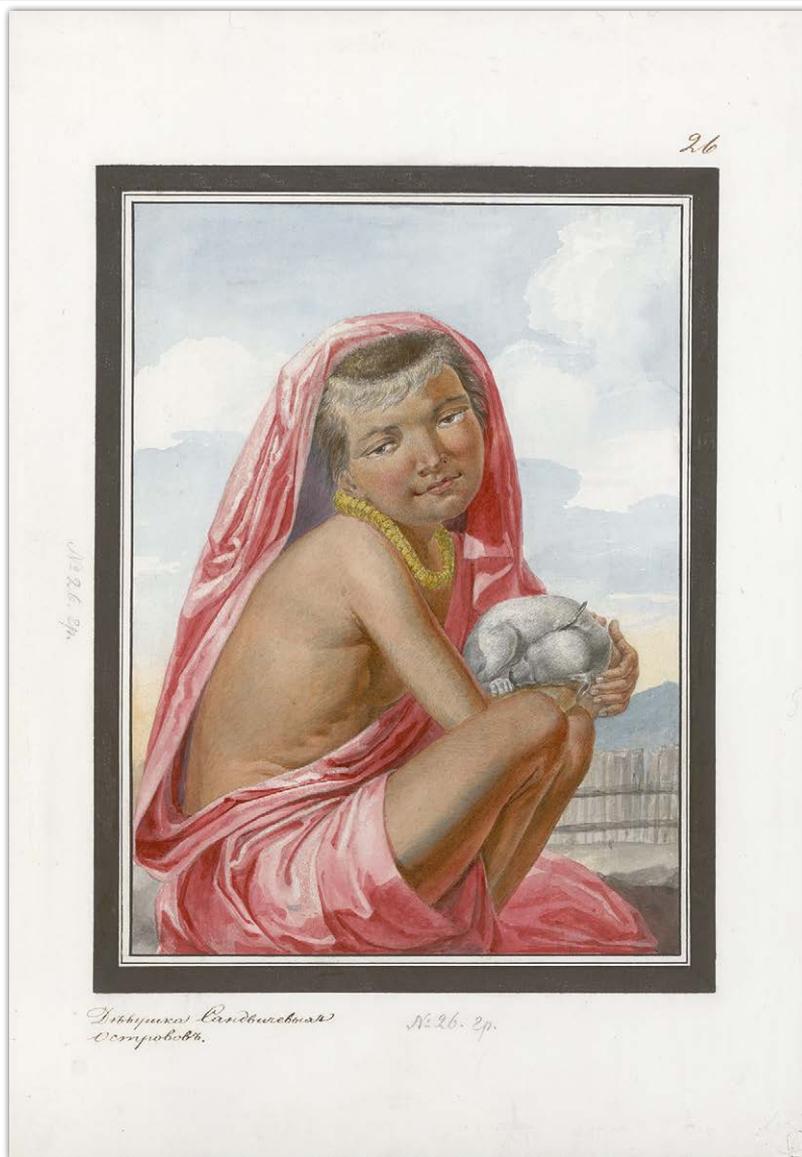


Рис. 7. М.Т. Тиханов. Девушка с Сандвичевых островов. 1818 г. Бумага, акварель. Научно-исследовательский музей Российской академии художеств.

Fig. 7. M.T. Tikhonov. A girl from the Sandwich Islands. 1818. Paper, watercolor. Museum of the Academy of Arts.

Следующей остановкой шляпа после Марианских островов стали Филиппинские острова. Удивительные типажи, колорит местных традиций не могли не увлечь художника. Чувствуется, что листы «Индейцы в Маниле наблюдают за петушиным боем», «Малайцы Арей и Томас с острова Лукония, живущие в Маниле» были созданы художником быстро, буквально на одном дыхании. Особенно примечателен рисунок «Индец в Маниле крадёт у Тиханова шляпу» (рис. 8) – сценка, запечатлевшая возмутительный



Рис. 8. М.Т. Тиханов. Индеец в Маниле крадёт у Тиханова шляпу. 1818–1819 гг. Бумага, акварель. Научно-исследовательский музей Российской академии художеств.

Fig. 8. M.T. Tikhonov. An Indian in Manila is stealing Tikhonov's hat. 1818–1819. Paper, watercolor. Museum of the Academy of Arts.

поступок местного хулигана, жертвой которого оказался сам художник! И вновь в виде крохотного мотива предстаёт здесь автопортрет Михаила Тиханова, изображающий его вскинувшим в изумлении руки вслед убегающему воришке.

Важно отметить, что М.Т. Тиханов стал первым русским художником, запечатлевшим филиппинских жителей и экзотическую жизнь Манилы [5].

После Филиппинских островов художественная «летопись» М.Т. Тиханова обрывается. Капитан В.М. Головнин оставляет в своём дневнике полные тревоги строки: «...на возвратном пути в Россию в июне месяце на островах Азорских он начал более обыкновенного предаваться задумчивости, потом чрез несколько дней впал в ипохондрию и, наконец, имел несчастье совсем лишиться ума, и в сём положении привезён в Кронштадт» [5, с. 534]. Что явилось причиной пошатнувшегося здоровья художника – неизвестно... По возвращении из экспедиции М.Т. Тиханов был помещён в лазарет Академии художеств, где даже продолжил работу над некоторыми из своих путевых рисунков. Но вскоре здоровье художника ухудшилось, и его перевели в лечебницу для душевнобольных. К творческой работе Тиханов уже больше не возвращался. С 1822 г. и до самой смерти художника о нём заботилась семья его друга и соученика по Академии художеств – живописца И.В. Лучанинова. Михаил Тиханов умер 6 (7) октября 1862 г. [5].

Отправляясь в плавание на шлюпе «Камчатка», художник Тиханов написал в своём письме к президенту Академии художеств А.Н. Оленину: «...прошу Вас — не требуйте от меня журнала или моих замечаний... Мой журнал — природа... А мне лишь должно замечать, удивляться и сколько можно подражать ей» [5, с. 536].

Заключение. Действительно, замечательные акварельные рисунки Тиханова часто наполнены романтическим ощущением восторга, преклонения перед многоликостью природы. Но в то же время они и сегодня имеют большую значимость как научный, документальный материал, фиксирующий важнейшие результаты кругосветной экспедиции В.М. Головнина. Наряду с творениями художников-путешественников П.Н. Михайлова, Е.М. Корнеева, Л.А. Хориса, В.Г. Тилезиуса, рисунки М.Т. Тиханова являются яркой частью ценнейшего наследия, повествующего об открытиях русских мореплавателей.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Головнин В.М.* Путешествие вокруг света, совершённое на военном шлюпе «Камчатка» в 1817, 1818 и 1819 годах флота капитаном Головниным. М.: Мысль, 1965. 384 с.
2. *Дивин В.А.* В.М. Головнин. М.: Географгиз, 1952. 39 с.
3. *Дивин В.А.* Повесть о славном мореплавателе. М.: Мысль, 1976. 111 с.
4. *Зубов Н.Н.* Отечественные мореплаватели – исследователи морей и океанов. М.: Географгиз, 1954. 476 с.
5. *Рутенко Ю.С.* М.Т. Тиханов (1789(?)-1862) – первый русский живописец, побывавший на Филиппинах // *Pilipinasmuna! Филиппины прежде всего! К 80-летию Геннадия Евгеньевича Рачкова* (Маклаевский сборник; вып. 4). СПб: МАЭ РАН, 2011. 648 с.
6. Сборник материалов для истории Имп. С.-Петербургской академии художеств за сто лет её существования 1811–1843 / Под ред. П.Н. Петрова. СПб: Изд-во ИАХ, 1864. 613 с.

REFERENCES

1. *Golovnin, V.M., Captain Golovnin's world cruise on the sloop-of-war Kamchatka in 1817, 1818 and 1819 by* (Moscow: Mysl, 1965) (in Russian).
2. *Divin, V.A., V.M. Golovnin* (Moscow: Geografgiz, 1952) (in Russian).
3. *Divin, V.A., Tale of the glorious navigator* (Moscow: Mysl, 1976) (in Russian).
4. *Zubov, N.N., Russian navigators – explorers of the seas and oceans* (Moscow: Geografgiz, 1954) (in Russian).
5. *Rutenko, Y.S., "M.T. Tikhonov (1789(?)-1862) as the first Russian painter who visited the Philippines", Philipinasmuna! Philippines first of all!: To the 80th anniversary of Gennady Evgenievich Rachkov* (St. Petersburg: MAE RAN, 2011) (*Bulletin of the Museum of Anthropology and Ethnography of the Russian Academy of Sciences*) (in Russian).
6. *Petrov, P.N., Collection of materials for the history of the St. Petersburg Academy of Arts for a hundred years of its existence 1811–1843* (St. Petersburg: IAKH, 1864) (in Russian).

УДК 523.68

DOI 10.29003/m3123.0514-7468.2022_44_4/487-497

МЕТЕОРИТНЫЕ ЭКСПЕДИЦИИ СОТРУДНИКОВ МУЗЕЯ ЗЕМЛЕВЕДЕНИЯ В 2022 г.

М.А. Винник, А.А. Коснырева, Ю.И. Галушкин, Т.Н. Галушкина*

В статье кратко описаны результаты весенней и летней поисковых экспедиций 2022 г. в село Царёв Волгоградской области (метеоритный дождь «Царёв») и Каменск-Шахтинский район Ростовской области (Каменская астроблема). Целью экспедиций был поиск и сбор метеоритов и импактитов для пополнения образцами экспозиции научно-учебного Музея землеведения МГУ имени М.В. Ломоносова.

Ключевые слова: метеориты, метеорит Царёв, метеориты России, импактиты, астроблема, Каменская астроблема, астероиды, ударные кратеры, астроблемы России.

Ссылка для цитирования: Винник М.А., Коснырева А.А., Галушкин Ю.И., Галушкина Т.Н. Метеоритные экспедиции сотрудников Музея землеведения в 2022 г. // Жизнь Земли. 2022. Т. 44, № 4. С. 487–497. DOI: 10.29003/m3123.0514-7468.2022_44_4/487-497.

Поступила 17.10.2022 / Принята к публикации 16.11.2022

METEORITE EXPEDITIONS OF THE PERSONNEL OF THE MUSEUM OF EARTH SCIENCE IN 2022

*M.A. Vinnik, Dr. Sci (Pedagogic), A.A. Kosnyreva,
Yu.I. Galushkin, Dr. Sci (Technical science), T.N. Galushkina
Lomonosov Moscow State University (Earth Science Museum)*

The paper briefly describes the results of the 2022 spring and summer search expeditions to the village of Tsarev, the Volgograd region (the meteorite shower “Tsarev”) and the Kamensk-Shakhtinsky district of the Rostov region (the Kamenskaya impact crater). The purpose of the expeditions was to search for and collect meteorites and impactites to replenish the exposition of the Earth Science Museum of Lomonosov Moscow State University with samples.

Keywords: meteorites, Tsarev meteorite, Russian meteorites, impactites, impact crater, Kamenskaya impact crater, asteroids, Russian impact craters.

For citation: Vinnik, M.A., Kosnyreva, A.A., Galushkin, Yu.I., Galushkina, T.N., “Meteorite expeditions of the personnel of the Museum of Earth science in 2022”, *Zhizn Zemli [Life of the Earth]* 44, no 4, 487–497 (2022) (in Russ., abstract in Engl.). DOI: 10.29003/m3123.0514-7468.2022_44_4/487-497.

Введение. В апреле 2022 г. сотрудниками Музея землеведения МГУ была предпринята поисковая экспедиция в Волгоградскую область, посвящённая 100-летию выпадения метеоритного дождя «Царёв». Целью экспедиции были поиски новых фрагментов метеорита Царёв для пополнения метеоритной коллекции Музея (рис. 1).

Экспедиция увенчалась успехом – был найден индивидуальный образец метеорита размерами 7×4,5×5 см и массой 262 г, который стал украшением коллекции Музея землеведения (рис. 2 А, Б).

* Винник Михаил Анатольевич – д.пед.н., в.н.с., vin_nik@mail.ru; Коснырева Анастасия Александровна – н.с., kosnyreva1990@mail.ru; Галушкин Юрий Иванович – д.тех.н., в.н.с., yu_gal@mail.ru; Галушкина Татьяна Николаевна – инженер, yu_gal@mail.ru; Музей землеведения МГУ.



Рис. 1. Поиски фрагментов метеорита Царёв. Фото М.А. Винника.
Fig. 1. Searching for fragments of the Tsarev meteorite (photo by M.A. Vinnik).



А



Б

Рис.2. (А–Б). Образец метеорита Царёв. Фото М.А. Винника.
Fig. 2. (А–Б). Sample of the Tsarev meteorite (photo by M.A. Vinnik).

История метеорита Царёв началась 6 декабря 1922 г., когда огромный метеоритный дождь выпал недалеко от села Царев Царицынской губернии (ныне Ленинский район Волгоградской области). Слух об этом событии разошёлся по всей России. На предполагаемое место падения отправились многочисленные экспедиции, но найти метеорит никому не удавалось: так как траектория и расстояние до болида были оценены неверно, поиски по горячим следам проводились не в том месте [1].

В итоге метеорит был найден только в 1968 г. совершенно случайно при распахке полей совхоза Ленинский, а первое сообщение о находке было получено ещё через 11 лет. В последующие годы в Волгоградскую область постоянно отправлялись экспедиции. В середине 1980-х гг. было собрано 82 образца общим весом 1,6 т на площади около 15 км². Найденные фрагменты позволили приблизительно оценить начальную массу «Царёва» (порядка 10 т) и уточнить конфигурацию эллипсоида рассеивания, в частности, определить длину его продольной оси – 4,62 км (рис. 3) [1].



Рис. 3. Схема района находок метеорита Царёв с направлением движения болида [1].
Fig. 3. Scheme of the Tsarev meteorite find area with the fireball movement direction [1].

Исследование эллипсоида рассеивания подтвердило свидетельства очевидцев о направлении полёта болида в целом с юга на север, поскольку наиболее крупные фрагменты были найдены в северной части области падения.

Следует отметить, что метеорит Царёв – наибольший по массе каменный метеорит, найденный в России в XX веке и третий в мире. Объект имел скорость вхождения в атмосферу 9,4 км/сек и распался на высоте 19 км. Сам метеорит представляет собой типичный каменный метеорит хондритового типа L5: 40 % SiO_2 , 25 % MgO и 22,3 % никелистого железа. Плотность вещества метеорита колеблется в пределах от 3,3 до 3,5 г/см³ [1].

В июне 2022 г. была организована вторая экспедиция в Каменск-Шахтинский район Ростовской области на Каменскую астроблему. Целью экспедиции были поиски космогенных горных пород – импактитов для пополнения коллекции Музея землеведения МГУ.

Если коснуться истории происхождения кратера, то предполагается, что Каменское событие произошло в мелководном морском бассейне около 49 млн лет назад. В результате удара астероида о землю образовался кратер диаметром около 25 км и глубиной 750 м. Расположен кратер на Донецком кряже в бассейне реки Северский Донец, примерно в 10–15 км от города Каменск-Шахтинский (рис. 4, 5). Следует отметить, что примерно в 13 км от этого кратера располагается спутниковый Гусевский кратер диаметром около 3 км. Считается, что кратеры возникли одновременно в результате падения главного астероида и его спутника.

Благодаря точным координатам выхода импактных пород, которые любезно предоставили наши коллеги из ГЕОХИ, экспедиция прошла весьма плодотворно. Было найдено значительное количество образцов общей массой более 50 кг. Из привезённого в Москву собранного материала были отобраны наиболее интересные образцы для размещения их в экспозиции Музея землеведения.

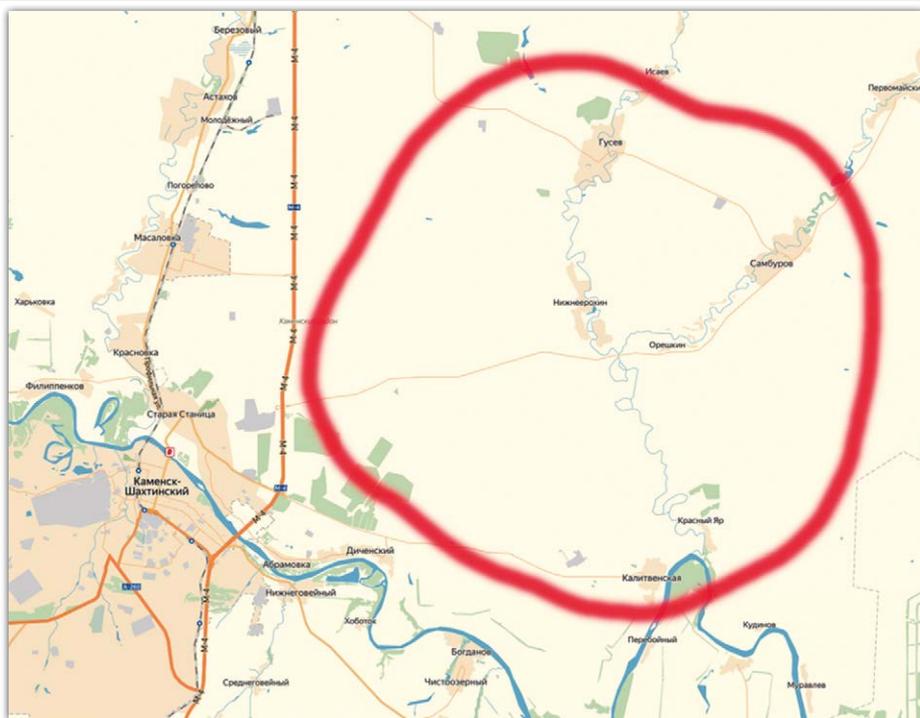


Рис. 4. Примерная карта Каменской астроблемы [3].
Fig. 4. An approximate map of the Kamensk impact crater [3].

Первой точкой нашего поиска (точка 1) стало место, расположенное неподалеку от трасы М4 «Дон», где расположены два небольших заброшенных карьера (координаты места: $48^{\circ}24,928'N$ $40^{\circ}19,849'E$ и $48^{\circ}24,974'N$ $40^{\circ}19,746'E$). В этих карьерах вскрыта глубокинская свита (постударные отложения, заполняющие кратер), а в ней – захороненные многотонные блоки брекчированного известняка. Поскольку точка находится в краевой части кратера, это, по сути, сползшая в него часть выбросов. Как видно на фото, величина фрагментов брекчии наглядно демонстрирует грандиозность данного ударного события (рис. 6 А–В).

Однако для экспозиции мы решили отобрать не столь глобальные образцы (рис. 7 А–В). В данных образцах тоже хорошо просматривается «спекание» земных пород, вызванное огромной температурой в момент соударения космического тела с поверхностью Земли.

Вторым местом нашего поиска (точка 2) стал старый овраг, координаты которого следующие: $48^{\circ}28,745'N$, $40^{\circ}27,745'E$. По всей вероятности, некоторое время назад продолжительные дожди образовали сильный поток, который сделал глубокую врезку в овраге и обнажил очень интересные импактиты, часть из которых мы отобрали для коллекции Музея (рис. 8 А–В).

Следующие образцы мы отобрали для экспозиции Музея землеведения (рис. 9 А–В).

Заключительная точка нашей экспедиции (точка 3) находилась на левой надпойменной террасе реки Северский Донец напротив хутора Перебойный (координаты: $48^{\circ}16,259'N$, $40^{\circ}31,367'E$). Часть образцов была найдена непосредственно на берегу реки Северский Донец (рис. 10, 11).

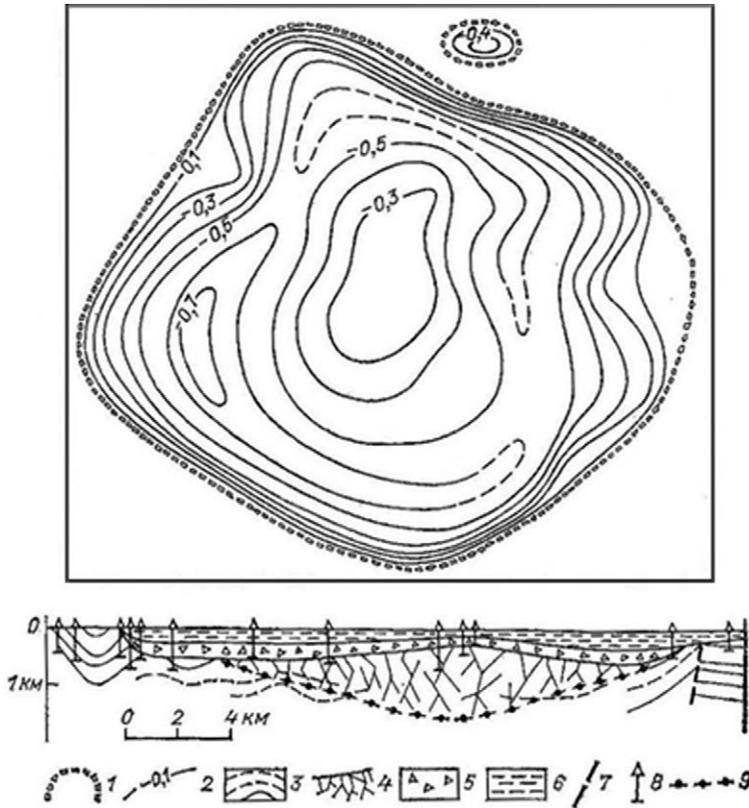


Рис. 5. Схема изогипс истинного дна Каменской и Гусевской астроблем и геологический разрез Каменской астроблемы (под данным Е.В. Мовшовича и А.Е. Милиявского). Условные обозначения: 1) контур распространения аллогенной брекчи под отложениями заполняющего и перекрывающего комплексов; 2) изогипсы поверхности истинного дна (подошвы аллогенной брекчи); 3) складчатые карбоновые и пермские отложения (на разрезе); 4) раздробленные породы цокольного комплекса (аутигенная брекчия); 5) аллогенная глыбовая брекчия; 6) заполняющий и перекрывающий комплексы – кайнозойские отложения; 7) разрывные нарушения; 8) скважины; 9) предполагаемый контур распространения аутигенной брекчи на глубине [2].

Fig. 5. Scheme of isohypses of the true bottom of the Kamenskaya and Gusevskaya impact craters and a geological section of the Kamenskaya impact crater (according to E.V. Movshovich and A.E. Milyavsky). Symbols: 1) the contour of the distribution of allochthonous breccia under the deposits of the filling and overlying complexes; 2) isohypses of the true bottom surface (bottoms of allochthonous breccia); 3) folded Carboniferous and Permian deposits (on the section); 4) crushed rocks of the basement complex (authigenic breccia); 5) allochthonous blocky breccia; 6) filling and overlying complexes (Cenozoic deposits); 7) discontinuous violations; 8) wells; 9) the proposed contour of the distribution of authigenic breccia at depth [2].

Однако следует отметить, что, пожалуй, самые интересные с точки зрения экспозиции образцы были найдены чуть дальше, на холмах, образованных ударно-взрывным воздействием, примерно в полукилometре от реки. Эти образцы, скорее всего, станут главными претендентами на пополнение коллекции Музея землеведения МГУ (рис. 12 А–В).

Таким образом, цели обеих поисковых экспедиций были полностью достигнуты. Благодаря первой экспедиции (в Волгоградскую область) коллекция Музея землеведе-



А



Б



В

Рис. 6 (А-В). Фрагменты брекчии на месте обнаружения (точка 1). Фото М.А. Винника.

Fig. 6 (A-B). Fragments of breccia at the location of discovery (point 1) (photo by M.A. Vinnik).



А



Б



В

Рис. 7(А–В). Пример породы импактного происхождения (точка 1). Фото М.А. Винника.
Fig. 7 (A–B). An example of a rock of impact origin (point 1) (photo by M.A. Vinnik).



А



Б



В

Рис. 8 (А-В). Пример породы импактного происхождения (точка 2). Фото М.А. Винника.
Fig. 8 (A-B). An example of a rock of impact origin (point 2) (photo by M.A. Vinnik).



А



Б



В

Рис. 9 (А-В). Образцы, отобранные для экспозиции Музея землеведения. Фото М.А. Винника.
Fig. 9 (А-В). Samples selected for the exposition of the Museum of Earth Science (photo by M.A. Vinnik).



Рис. 10. Поиск образцов на берегу реки Северский Донец (точка 3). Фото Т.Н. Галушкиной.
Fig. 10. Searching for samples on the bank of the Seversky Donets River (point 3) (photo by T.N. Galushkina).



Рис. 11. Пример породы импактного происхождения (точка 3). Фото М.А. Винника.
Fig. 11. An example of a rock of impact origin (point 3) (photo by M.A. Vinnik).



А



Б



В

Рис. 12. Образцы – главные претенденты на пополнение коллекции Музея землеведения МГУ. Фото М.А. Винника.

Fig. 12. Samples which are the main contenders for replenishment of the collection of the Museum of Earth Science, Moscow State University (photo by M.A. Vinnik).

ния МГУ пополнилась индивидуальным образцом метеоритного дождя «Царёв». В результате второй экспедиции (в Ростовскую область) Музейная коллекция импактитов пополнилась тремя образцами из Каменской астроблемы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Колисниченко С.В. Метеориты России: Материалы для энциклопедии. М.: «Санарка», 2019. 304 с.
2. Масайтис В.Л., Данилин А.Н., Мащак М.С. и др. Геология астроблем. Л.: Недра, 1980. 231 с.
3. Примерная карта Каменской астроблемы (<https://meotyda.ru/node/1135>).

REFERENCES

1. Kolisnichenko, S.V., *Meteorites of Russia: Materials for the encyclopedia* (Moscow: «Sanarka», 2019) (in Russian).
2. Masaitis, V.L., Danilin, A.N., Mashchak, M.S., et al., *Geology of impact craters* (Leningrad: Nedra, 1980) (in Russian).
3. *Approximate map of the Kamenskaya impact crater* (<https://meotyda.ru/node/1135>).

УДК 55(092)

DOI 10.29003/m3124.0514-7468.2022_44_4/498-504

К 200-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ЛУИ ПАСТЕРА. ВЫСТАВКА В МУЗЕЕ ЗЕМЛЕВЕДЕНИЯ МГУ

Н.Н. Колотилова*

Приводится краткое описание выставки «Луи Пастер и развитие естествознания. К 200-летию со дня рождения», организованной в Музее землеведения МГУ. На ней отражены научные достижения Пастера, которые привели к созданию и развитию важнейших направлений современной науки: кристаллографии и стереохимии, микробиологии и биотехнологии, гигиены и микробной экологии, ветеринарии и медицины, иммунологии и вирусологии. Подчёркнута роль Пастера в организации высшего образования и науки. Отмечены вопросы увековечения памяти великого французского учёного.

Ключевые слова: Луи Пастер, Институт Пастера, музей Пастера, микробиология.

Ссылка для цитирования: Колотилова Н.Н. К 200-летию со дня рождения Луи Пастера. Выставка в Музее землеведения МГУ // Жизнь Земли. 2022. Т. 44, № 4. С. 498–504. DOI: 10.29003/m3124.0514-7468.2022_44_4/498-504.

Поступила 03.11.2022 / Принята к публикации 16.11.2022

EXHIBITION IN THE MOSCOW STATE UNIVERSITY'S EARTH SCIENCE MUSEUM, DEDICATED TO THE 200TH ANNIVERSARY OF THE BIRTH OF LOUIS PASTEUR

N.N. Kolotilova, Dr. Sci (Biol.)

Lomonosov Moscow State University (Earth Science Museum)

The paper describes the exhibition “Louis Pasteur and the development of natural sciences: on the 200th anniversary of his birth” organized in the MSU Earth Science Museum. It reflects Pasteur’s scientific achievements which led to the formation and development of such important branches of modern science as crystallography and stereochemistry, microbiology and biotechnology, hygiene and microbial ecology, veterinary and medicine, immunology and virology. The role of Pasteur in the organization of science and education is highlighted. The perpetuation of memory of the great French scientist is pointed out.

Keywords: Louis Pasteur, Pasteur Institute, Pasteur Museum, microbiology.

For citation: Kolotilova, Natalia N., “Exhibition in the Moscow State University’s Earth Science Museum, dedicated to the 200th anniversary of the birth of Louis Pasteur”, *Zhizn Zemli [Life of the Earth]* 44, no 4, 498–504 (2022) (in Russ., abstract in Engl.). DOI: 10.29003/m3124.0514-7468.2022_44_4/498-504.

*Культ наук в самом высоком смысле этого слова, возможно, ещё более необходим для нравственного, чем для материального процветания нации.
Луи Пастер*

Введение. В 2022 г. исполняется 200 лет со дня рождения великого французского учёного, основателя микробиологии Луи Пастера (1822–1895). В преддверии юбилея Пастера в Музее землеведения МГУ была организована выставка, рассказывающая об основных вехах его научного и жизненного пути. В материалах выставки отражены

* Колотилова Наталья Николаевна – д.б.н., в.н.с. Музея землеведения МГУ, ORCID 0000-0001-7980-9344; kolotilovan@mail.ru.

достижения Пастера, которые привели к созданию и развитию важнейших направлений современной науки. Центральную часть экспозиции занимает стенд «Луи Пастер и развитие естествознания: к 200-летию со дня рождения» (рис. 1). В витрине представлены

Луи Пастер и развитие естествознания: к 200-летию со дня рождения

1. Детство и юность
Луи Пастер родился 27 декабря 1822 г. в городе Доль (департамент Кра, Франция). С юности он обнаружил несомненные художественные способности, но предпочел близкий науку.

2. Кристаллография
В 1847 г. Пастер окончил Высшую нормальную школу в Париже и в 1849 г. защитил диссертацию о вращательной полярности кислот. Своим первым открытием Пастер сделал еще в студенческие годы, обнаружив оптическую асимметрию молекул. Стремясь друг от друга под микроскопом две кристаллические формы винной кислоты, он показал, что они представляют собой оптические антиподы (право- и левозакрученные формы). Это исследование легло в основу стереохимии – нового направления структурной химии. Позже Пастер установил, что оптическая изомерия характерна для многих органических соединений, при этом природные продукты, в отличие от синтетических, представляют только одной из двух изомерных форм. Следующим шагом стало открытие оптической (асимметричной) изомерии живого, обнаружение способности микроорганизмов синтезировать и избирательно использовать оптически активные вещества. Это открытие было взято не только для изучения метаболизма, например, биохимии, но и приобрело общеприкладное значение для понимания особенностей живой материи. Исследования по кристаллографии Пастер носили около 20 работ.

3. Изучение брожения
С 1856 г. Пастер начал изучать брожения (молочнокислое, спиртовое, маслянокислое), образование микроорганизмов уксусной кислоты, гниение и разложение мясных. В этих работах он впервые доказал, что безуглеродные брожения являются жизнью существа, и они способны развиваться в отсутствие воздуха. Открытие жизни без кислорода стало новой, неожиданным страницей в истории биологии. Исследования анаэробных микроорганизмов в XX – XXI вв. привели не только к открытию новых типов анаэробного метаболизма, но и в формированию новых представлений о роли анаэробов, в том числе симбионтов, в природных процессах, об их распространении на нашей планете, об анаэробной биосфере планеты.

Огромное методическое значение имело установление Пастером специфичности брожения в каждой из винных кислот, вызываемого определенным видом микробов. Это позволило утверждать наличие вида у бактерий, что многие учеными подвергалось сомнению. Постоянство оптической специфичности является выдающимся мастерством, и это позволяет свидетельствовать о власти открытий Пастера и о будущем развития геномики.

Работы по Брожениям и разработка методов стерилизации, как и все исследования Пастера, имели непосредственное и очень большое практическое значение (для виноделия, производства уксуса, пивоварения).

4. Природоведение
С 26-летнего возраста началась активная педагогическая деятельность Пастера. Он был назначен профессором физики в Дижон (1847-1848), а затем – профессором химии в Страсбургском университете (1849-1854), директором физико-математического факультета только что организованного университета в Лиulle (1854), наконец, профессором Высшей нормальной школы (1857), наместка перешел в Париж. Как преподаватель, Пастер всегда уделял большое внимание качеству обучения, демонстрировал лабораторных экспериментов.

Пастер много занимался и административными вопросами, организацией занятий, созданием учебных программ и даже урегулированием условий студенческого быта. Он внес большой вклад в организацию реформы высшего образования во Франции, настаивая на внедрении лабораторных практик для студентов естественнонаучных специальностей. Будучи непреклонным экспериментатором, Пастер был убежден в необходимости экспериментальной подготовки студентов и добивался (вплоть до правительственного уровня) создания учебных лабораторий, их оснащения и финансирования: «Лаборатория и открытая книга – рука об руку», – подчеркивал он. В наибольшей степени педагогические устремления Пастера были реализованы при создании в 1889 г. знаменитых Микробиологических курсов в Институте Пастера.

5. Проблема самозарождения
В 1858 г. Пастер возмущался исследованием проблемы самозарождения и блестяще решил ее. В эти работы развивалась методология проведения экспериментов, огромное внимание уделялось постановке опытных и контрольных вариантов (контроль). Не касаясь философских проблем происхождения жизни, изобретение и использование сосудов «с лебедушкой» позволило однозначно показать, что развитие микроорганизмов в протеригиальной среде происходит не в результате «самозарождения», но только в случае попадания их из воздуха. Несомненная тщательность и добросовестность, поставив задачу, позволила Пастеру не только получать блестящие результаты, но и объективно признавать ошибочные результаты и оппонировать.

Пастером была установлена связь микробов с чистыми гниль. Выгоднее чем больше пыли, тем больше микробов», стал шагом на пути развития гигиены.

Изучение Пастером распространения микробов в воздухе привело к развитию городов и сел, равнин и высокогорий стало считать предельной микробной географией.

Многочисленные исследования Пастера по отношению микробов органических веществ привели к тезису о роли микробов как деструкторов в природе, преобразующую возобновляемое запасы микроорганизмов – одного из ключевых направлений современной экологии.

6. Медицина
Необходимо отметить огромное количество достижений Пастера в области медицины и ветеринарии, снижающих ему славу «продукта человечества». В 1855 г. он заново изучил возбудителя болезни тутового шелкопряда, и в результате многочисленных исследований разработал методы их предотвращения.

От болезни шелководных червей Пастер перешел к вопросам медицины: изучению сибирской язвы, риднейской горячки, курьей холеры, краснухи свиней, малярии, бешенства, тифоза устриц, что он выявляет специфическими возбудителями. На основе развитого им представления об иммунитете он предложил метод предохранительных прививок, в частности, вакцинировал против сибирской язвы (1881), а в 1885 г. его сорганизины были успешно сделаны перово предохранительных прививка от бешенства. Победа над бешенством была настолько восторженным, что в 1886 г. в Париже был открыт знаменитый Пастеровский институт, который стал Международным научным центром, культивирующим микробиологию и вирусологию, иммунологию и экспериментальную медицину, генетику и молекулярную биологию.

1. Детство и юность
Луи Пастер родился 27 декабря 1822 г. в городе Доль (департамент Кра, Франция). С юности он обнаружил несомненные художественные способности, но предпочел близкий науку.

2. Кристаллография
В 1847 г. Пастер окончил Высшую нормальную школу в Париже и в 1849 г. защитил диссертацию о вращательной полярности кислот. Своим первым открытием Пастер сделал еще в студенческие годы, обнаружив оптическую асимметрию молекул. Стремясь друг от друга под микроскопом две кристаллические формы винной кислоты, он показал, что они представляют собой оптические антиподы (право- и левозакрученные формы). Это исследование легло в основу стереохимии – нового направления структурной химии. Позже Пастер установил, что оптическая изомерия характерна для многих органических соединений, при этом природные продукты, в отличие от синтетических, представляют только одной из двух изомерных форм. Следующим шагом стало открытие оптической (асимметричной) изомерии живого, обнаружение способности микроорганизмов синтезировать и избирательно использовать оптически активные вещества. Это открытие было взято не только для изучения метаболизма, например, биохимии, но и приобрело общеприкладное значение для понимания особенностей живой материи. Исследования по кристаллографии Пастер носили около 20 работ.

3. Изучение брожения
С 1856 г. Пастер начал изучать брожения (молочнокислое, спиртовое, маслянокислое), образование микроорганизмов уксусной кислоты, гниение и разложение мясных. В этих работах он впервые доказал, что безуглеродные брожения являются жизнью существа, и они способны развиваться в отсутствие воздуха. Открытие жизни без кислорода стало новой, неожиданным страницей в истории биологии. Исследования анаэробных микроорганизмов в XX – XXI вв. привели не только к открытию новых типов анаэробного метаболизма, но и в формированию новых представлений о роли анаэробов, в том числе симбионтов, в природных процессах, об их распространении на нашей планете, об анаэробной биосфере планеты.

Огромное методическое значение имело установление Пастером специфичности брожения в каждой из винных кислот, вызываемого определенным видом микробов. Это позволило утверждать наличие вида у бактерий, что многие учеными подвергалось сомнению. Постоянство оптической специфичности является выдающимся мастерством, и это позволяет свидетельствовать о власти открытий Пастера и о будущем развития геномики.

Работы по Брожениям и разработка методов стерилизации, как и все исследования Пастера, имели непосредственное и очень большое практическое значение (для виноделия, производства уксуса, пивоварения).

4. Природоведение
С 26-летнего возраста началась активная педагогическая деятельность Пастера. Он был назначен профессором физики в Дижон (1847-1848), а затем – профессором химии в Страсбургском университете (1849-1854), директором физико-математического факультета только что организованного университета в Лиulle (1854), наконец, профессором Высшей нормальной школы (1857), наместка перешел в Париж. Как преподаватель, Пастер всегда уделял большое внимание качеству обучения, демонстрировал лабораторных экспериментов.

Пастер много занимался и административными вопросами, организацией занятий, созданием учебных программ и даже урегулированием условий студенческого быта. Он внес большой вклад в организацию реформы высшего образования во Франции, настаивая на внедрении лабораторных практик для студентов естественнонаучных специальностей. Будучи непреклонным экспериментатором, Пастер был убежден в необходимости экспериментальной подготовки студентов и добивался (вплоть до правительственного уровня) создания учебных лабораторий, их оснащения и финансирования: «Лаборатория и открытая книга – рука об руку», – подчеркивал он. В наибольшей степени педагогические устремления Пастера были реализованы при создании в 1889 г. знаменитых Микробиологических курсов в Институте Пастера.

5. Проблема самозарождения
В 1858 г. Пастер возмущался исследованием проблемы самозарождения и блестяще решил ее. В эти работы развивалась методология проведения экспериментов, огромное внимание уделялось постановке опытных и контрольных вариантов (контроль). Не касаясь философских проблем происхождения жизни, изобретение и использование сосудов «с лебедушкой» позволило однозначно показать, что развитие микроорганизмов в протеригиальной среде происходит не в результате «самозарождения», но только в случае попадания их из воздуха. Несомненная тщательность и добросовестность, поставив задачу, позволила Пастеру не только получать блестящие результаты, но и объективно признавать ошибочные результаты и оппонировать.

Пастером была установлена связь микробов с чистыми гниль. Выгоднее чем больше пыли, тем больше микробов», стал шагом на пути развития гигиены.

Изучение Пастером распространения микробов в воздухе привело к развитию городов и сел, равнин и высокогорий стало считать предельной микробной географией.

Многочисленные исследования Пастера по отношению микробов органических веществ привели к тезису о роли микробов как деструкторов в природе, преобразующую возобновляемое запасы микроорганизмов – одного из ключевых направлений современной экологии.

6. Медицина
Необходимо отметить огромное количество достижений Пастера в области медицины и ветеринарии, снижающих ему славу «продукта человечества». В 1855 г. он заново изучил возбудителя болезни тутового шелкопряда, и в результате многочисленных исследований разработал методы их предотвращения.

От болезни шелководных червей Пастер перешел к вопросам медицины: изучению сибирской язвы, риднейской горячки, курьей холеры, краснухи свиней, малярии, бешенства, тифоза устриц, что он выявляет специфическими возбудителями. На основе развитого им представления об иммунитете он предложил метод предохранительных прививок, в частности, вакцинировал против сибирской язвы (1881), а в 1885 г. его сорганизины были успешно сделаны перово предохранительных прививка от бешенства. Победа над бешенством была настолько восторженным, что в 1886 г. в Париже был открыт знаменитый Пастеровский институт, который стал Международным научным центром, культивирующим микробиологию и вирусологию, иммунологию и экспериментальную медицину, генетику и молекулярную биологию.

Рис. 1. Основной стенд выставки «Луи Пастер и развитие естествознания: к 200-летию со дня рождения» (дизайн В.В. Родионова).

Fig. 1. Main exhibition poster «Louis Pasteur and the development of natural sciences: on the 200th anniversary of his birth» (designed by V.V. Rodionov).

многочисленные публикации Пастеровского института разных лет издания, книги о Пастере, медали с его барельефами (рис. 2). К уникальным экспонатам выставки относится микроскоп эпохи Пастера, изготовленный на рубеже XIX–XX вв.



Рис. 2. Витрина выставки. Фото А.В. Сочивко.

Fig. 2. An exhibition show-case (photo by A.V. Sochivko).

Детство и юность. Луи Пастер родился 27 декабря 1822 г. в городе Доль (департамент Юра, Франция) [5]. Среднее образование он получил в колледже в Арбуа, куда семья переехала вскоре после его рождения. Юноша обнаруживал несомненные художественные способности, но решил посвятить свою жизнь науке [9].

В 1843 г. Пастер поступил в Эколь Нормаль (Высшую нормальную школу) в Париже, где учился у знаменитых химиков того времени Дюма, Баляра, кристаллографа Био. По окончании Эколь Нормаль им были защищены (1847) сразу две диссертации: по химии (о соединениях мышьяка) и по физике (о вращательной поляризации жидкостей) [2].

Кристаллография. Интересы Пастера лежали в области кристаллографии; его первое исследование было связано с изучением оптических свойств виноградной и винной кислот. Своё первое открытие Пастер сделал ещё в студенческие годы, обнаружив оптическую асимметрию молекул этих кислот. Отделив друг от друга под микроскопом две кристаллические формы винной кислоты, он показал, что они представляют собой оптические антиподы (право- и левовращающие формы). Эти исследования легли в основу стереохимии – нового направления структурной химии. Позднее Пастер установил, что оптическая изомерия характерна для многих органических веществ, при этом природные соединения, в отличие от синтетических продуктов, представлены только одной из двух изомерных форм [3].

Следующим шагом стало открытие оптической (молекулярной) асимметрии живого, обнаружение способности микроорганизмов синтезировать и избирательно использовать оптически активные вещества. Это открытие было важно не только для

изучения микробного метаболизма, но приобрело общепhilософское значение для понимания особенностей строения живой материи. Исследованиям по кристаллографии Пастер посвятил около 20 работ [3].

Преподавание. С 26-летнего возраста началась активная педагогическая деятельность Пастера. Он был назначен профессором физики в Дижоне (1847–1848), а затем – профессором химии в Страсбургском университете (1849–1854), деканом физико-математического факультета только что организованного университета в Лилле (1854), наконец, профессором Высшей нормальной школы (1857), навсегда переехав в Париж [9].

Пастер всегда уделял большое внимание наглядности обучения, демонстрации лабораторных экспериментов. Всегда серьёзный, он был строгим и требовательным преподавателем, не допускавшим нарушений дисциплины и легкомысленного отношения к учёбе. По долгу службы он много занимался административными вопросами, организацией занятий, созданием учебных программ и даже урегулированием условий студенческого быта, всегда очень серьёзно относясь к своим обязанностям [9].

Пастер внёс важный вклад в организацию реформы высшего образования во Франции, настояв на введении лабораторных практикумов для студентов естественнонаучных специальностей. Будучи непревзойдённым экспериментатором, он был убеждён в необходимости экспериментальной подготовки студентов и добивался (вплоть до правительственного уровня) создания учебных лабораторий, их оснащения и финансирования. «*Лаборатория и открытия идут рука об руку*», – подчёркивал Пастер. В наибольшей степени его педагогические устремления были реализованы при создании в 1889 г. знаменитых Микробиологических курсов в Институте Пастера [10].

Изучение брожений. С 1854 г. Пастер начал изучать брожения (молочнокислород, спиртовое, маслянокислород), образование микроорганизмами уксусной кислоты, гниение и разложение мочевины. В этих работах он впервые доказал, что возбудителями брожений являются живые существа, и они способны развиваться в отсутствие воздуха [5]. Открытие жизни без кислорода стало новой, неожиданной страницей в истории биологии. Исследования анаэробных микроорганизмов в XX–XXI вв. привели не только к открытию новых типов анаэробного метаболизма, но и к формированию новых представлений о роли анаэробов, в т. ч. симбиотрофных, в природных процессах, об их распространении на нашей планете, об анаэробной биосфере прошлого.

Огромное методологическое значение имело установление Пастером специфичности брожений: каждый вид брожения вызывается определённым видом микробов. Это позволило утверждать наличие вида у бактерий, что многими учёными подвергалось сомнению. Постоянство химической специфичности является выражением наследственности, и это положение свидетельствует о важности открытий Пастера и для будущего развития генетики.

Работы по брожениям и разработка методов стерилизации, как и все исследования Пастера, имели безусловное значение для решения практических задач, для развития биотехнологии (виноделия, производства уксуса, пивоварения, а позднее шелководства и т. д.).

Проблема самозарождения. В 1861 г. Пастер взялся за исследование «проблемы самозарождения» и блестяще решил её. В этих работах развивалась методология проведения эксперимента, огромное внимание уделялось постановке в эксперименте контрольных вариантов. Использование сосудов «с лебедиными шейками» позволило однозначно показать, что развитие микроорганизмов в простерилизованной среде

происходит не в результате «самозарождения», но лишь в случае попадания их из воздуха. Необыкновенная тщательность и продуманность постановки опытов позволила Пастеру не только получать блестящие результаты, но и объяснять причины ошибочных результатов у оппонентов [9].

Гигиена и экология микроорганизмов. Пастером была установлена связь микробов с частицами пыли. Вывод «чем больше пыли, тем больше микробов» стал шагом на пути развития гигиены. А изучение Пастером распространения микробов в воздухе домов и улиц, городов и сёл, равнин и высокогорий можно считать предтечей микробной географии.

Многочисленные исследования Пастера по разложению микробами органических веществ привели к идее о роли микробов как деструкторов в природе, предвещающей возникновение экологии микроорганизмов – одного из ключевых направлений современной науки. Хорошо известна ставшая крылатой фраза Пастера: «Роль бесконечно малых в природе представляется мне бесконечно большой». Лекция Пастера «О самопроизвольном зарождении», прочитанная 7 апреля 1964 г. на конференции «Научные вечера в Сорбонне», заканчивается созвучными ей символическими словами: *«Теперь, господа, у нас был бы прекрасный сюжет для обсуждения: а именно, о роли в общей экологии природы некоторых из этих маленьких существ, которые являются причиной брожения, причиной гниения и разрушения всего живого на поверхности земного шара. Эта роль необъятна, великолепна, поистине волнующа»* [8, с. 144].

Ветеринария и медицина. Необходимо отметить огромное количество достижений Пастера в области медицины и ветеринарии, снискавших ему славу «благодетеля человечества». В 1865 г. он занялся изучением болезней тутового шелкопряда, и в результате многолетних исследований разработал методы успешной борьбы с ними [1].

От болезней шелковичных червей Пастер перешёл к вопросам медицины: изучению сибирской язвы, родильной горячки, куриной холеры, краснухи свиней, наконец, бешенства, твёрдо установив, что они вызываются специфическими возбудителями. На основе развитого им представления об иммунитете он предложил метод предохранительных прививок, в частности, вакцинацию против сибирской язвы (1881), а в 1885 г. его сотрудником была успешно сделана первая предохранительная прививка от вирусного заболевания – бешенства [4].

Институт Пастера. Победа над бешенством была настолько востребована, что в 1887 г. в Париже был создан знаменитый Институт Пастера, торжественно открытый в ноябре 1888 г. Он стал Международным научным и учебным центром, колыбелью микробиологии и вирусологии, иммунологии и экспериментальной медицины, генетики и молекулярной биологии [1, 10]. В XX в. восемь сотрудников Института были удостоены Нобелевской премии, в наше время их число ещё более возросло.

Один из знаменитых «пастеровцев», нобелевский лауреат (1965) Андре Львов, неоднократно указывал на революционный характер открытий Пастера, подчёркивая их мировоззренческое значение: *«В самом деле, Пастеру принадлежит заслуга глубокого преобразования взглядов своих современников»* [7, с. 90].

Память. В последние годы жизни Пастер жил в здании Пастеровского института. В 1935 г. в нём был создан его мемориальный музей: восстановлен интерьер комнат, в частности, воссозданы кабинет Пастера и библиотека, оформлен зал истории научных исследований, в экспозиции которого отражены основные работы Пастера, представлено лабораторное оборудование того времени [6]. Фотографии некоторых экспонатов музея представлены на выставке в МЗ МГУ.

В нижнем этаже здания института (крипте) находится усыпальница Пастера, выполненная по проекту архитектора Ш.-Л. Жиро, художника Л.О. Мерсона; автор мозаики О. Гильберт-Мартен. Купол усыпальницы создан в византийском стиле. Стены покрыты полихромными мозаиками, отражающими научные достижения Пастера в борьбе с куриной холерой, сибирской язвой; на центральной стене знаменитая сцена борьбы мальчика (Жюпиля) с бешеным волком символизирует победу над бешенством. Орнаменты из виноградных лоз, хмеля и листьев тутового дерева напоминают о победах Пастера над болезнями вина, пива, шелковичных червей [6]. На парусе купола — четыре крылатые фигуры: Вера, Надежда, Милосердие и Наука. Ниже перечислены основные достижения Пастера: молекулярная диссимметрия (1848), изучение брожений (1857), самопроизвольное зарождение (1862), изучение вина (1863), болезни шелковичных червей (1865), изучение пива (1871), заразные болезни (1877), вакцины (1880), бешенство (1885). Над входом слова Пастера: *«Счастлив тот, кто несёт в себе идеал Бога, идеал Красоты и с ним идеалы Искусства, Науки, Родины, Евангельских добродетелей».*

Пастер был выдающимся патриотом и гражданином, в самом высоком смысле этого слова. Особое значение его имя приобрело в годы первой мировой войны, став для французов символом национальной гордости и самосознания. После окончания войны, в мае 1923 г., во Франции (с небольшим опозданием) было торжественно отмечено 100-летие со дня рождения Пастера, ставшее национальным праздником. Торжества были организованы в Париже, Страсбурге, Лилле, во многих городах были поставлены памятники великому учёному. В юбилейные дни в старинном городке Бри-Конт-Робер под Парижем был открыт Сельскохозяйственный, или Почвенный филиал Пастеровского института, руководителем которого стал знаменитый русский микробиолог С.Н. Виноградский. В Советской России также отмечалось 100-летие Пастера, ставшее для молодой республики одним из этапов в восстановлении и развитии международных научных связей. Имя Пастера было присвоено микробиологическим институтам в Петрограде (ныне Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. Пастера) и Москве (Государственный научный институт народного здравоохранения, существовавший до 1930-х гг.). Торжественно были отмечены и многие другие пастеровские юбилейные даты: 150-летие со дня рождения (1972), 100-летие со дня смерти (1995), 100-летие Пастеровского института (1988).

Имя Пастера всемирно известно, оно увековечено в названиях многочисленных научных учреждений и школ, улиц, парходов, его носят кратеры на Луне и на Марсе. Память о нём хранят многие музеи.

Заключение. Научное бессмертие. С деятельностью Л. Пастера связано становление многочисленных научных направлений, оказавших кардинальное влияние на развитие науки и даже цивилизации в XIX веке и продолжающих активно развиваться в наши дни. Это стереохимия и кристаллография, экспериментальная биология и медицина, микробиология и биотехнология, иммунология и вирусология. К числу важнейших научных достижений Пастера относятся: обнаружение молекулярной диссимметрии, изучение брожений, открытие существования микроорганизмов в отсутствие кислорода, создание методов стерилизации и использование их в биотехнологии, доказательство невозможности самозарождения микробов, осознание экологической роли микроорганизмов, создание основ гигиены, разработка способов борьбы с бактериальными заболеваниями насекомых, создание вакцин против болез-

ней животных и человека, наконец, огромный вклад в систему высшего образования во Франции и организация Пастеровского института. Жизнь Пастера была научным подвигом, и ореол славы вокруг его имени не меркнет со временем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Африкан Э.Г. Содружество во имя науки и человека // Российские биологи в Институте Пастера. Научный каталог выставки. М.: Архив РАН, 2010. С. 26–30.
2. Гутина В.Н. Жизнь, творчество и личность Л. Пастера // Научное наследие Луи Пастера и современность. К 100-летию со дня смерти Луи Пастера. Сб. докладов междунар. симпозиума. Москва, 16–17 октября 1995. М., 1995. С. 9–19.
3. Гутина В.Н., Кузьмин В.В. Теория молекулярной диссимметрии Л. Пастера. История и современность. М.: Наука, 1990. 215 с.
4. Измайлова Е.С., Атабеков И.Г. Развитие эколого-физиологических идей Луи Пастера в вирусологии // Научное наследие Луи Пастера и современность. К 100-летию со дня смерти Луи Пастера. Сб. докладов междунар. симпозиума. Москва, 16–17 октября 1995. М., 1995. С. 104–113.
5. Имшенецкий А.А. Л. Пастер // Л. Пастер. Избранные труды в 2 т. М.: АН СССР, 1960. Т. 2. С. 709–774.
6. Колотилова Н.Н. Великий французский естествоиспытатель Луи Пастер и музей его памяти (к 190-летию со дня рождения) // Ломоносовские чтения. Секция музеологии. М., 2012. С. 25–27.
7. Львов А.М. Пастер – творец научного метода в медицине // Природа. 1973. № 7. С. 85–92.
8. Пастер Л. О самопроизвольном зарождении // Л. Пастер. Избранные труды в 2 т. М.: АН СССР, 1960. Т. 2. С. 123–144.
9. Debré P. Louis Pasteur. Paris, Flammarion. 1994. 304 p.
10. Opinel A. Teaching microbiology in the Pasteur Institute: the application of the pedagogical principle (1889–1939) // Research in Microbiology. 2008. V. 159. P. 36–39.

REFERENCES

1. Afrikan, E.G., “Friendship for the science and mankind”, *Russian biologists in the Pasteur Institute. Scientific catalogue of the exposition* (Moscow: Archives RAS, 2010, p. 26–30) (in Russian).
2. Gutina, V.N., “Life, activity and personality of L. Pasteur”, *The scientific heritage of Louis Pasteur and modernity. On the 100th anniversary of his death. Collection of reports of the International Symposium* (Moscow, 1995, p. 9–19) (in Russian).
3. Gutina, V.N., Kuzmin, V.V., *L. Pasteur’s theory of molecular dissymmetry. History and modern time* (Moscow: Nauka, 1990) (in Russian).
4. Izmaylova, E.S., Atabekov, I.G., “Development of Louis Pasteur’s ecologo-physiological ideas in virology”, *Scientific heritage of Louis Pasteur and modernity. On the 100th anniversary of his death. Collection of reports of the International Symposium* (Moscow, 1995, p. 104–113) (in Russian).
5. Imshenetsky, A.A., “L. Pasteur”, *L. Pasteur, selected works 2*, 709–774 (Moscow, AN SSSR, 1960) (in Russian).
6. Kolotilova, N.N., “Great French naturalist Louis Pasteur and the museum dedicated to his memory (on the 190th anniversary of his birth)”, *Lomonosov readings, museology section, Moscow State University* (Moscow: Lomonosov MSU, 2012) (in Russian).
7. Lwoff, A.M., “Pasteur is the creator of the scientific method in medicine”, *Priroda* [Nature] 7, 85–92 (1973) (in Russian).
8. Pasteur, L., “On the spontaneous conception”, *L. Pasteur, selected works 2*, 123–144 (Moscow: AN SSSR, 1960) (in Russian).
9. Debré, P., *Louis Pasteur* (Paris: Flammarion, 1994).
10. Opinel, A., “Teaching microbiology in the Pasteur Institute: the application of the pedagogical principle (1889–1939)”, *Research in Microbiology* 159, 36–39 (2008).

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 069.01; 070.1; 050

DOI 10.29003/m3125.0514-7468.2022_44_4/505-511

ЖУРНАЛ «ЖИЗНЬ ЗЕМЛИ» В ИНФОРМАЦИОННОМ МУЗЕЙНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

В.В. Снакин, И.К. Митрофанов*

Проведён анализ научной журнальной периодики в области музеологии на основании Российского индекса научного цитирования (материалов информационно-аналитического портала eLIBRARY.RU). Музейным сообществом страны издаются два научно-практических журнала – «Жизнь Земли» и «Музей», научно-теоретический – «Вопросы музеологии», научный – «Музей. Памятник. Наследие», научно-популярный – «Мир музея». Из них только междисциплинарный журнал «Жизнь Земли» представлен в списке ВАК и показывает значительный рост популярности в научной среде, в частности, увеличение за десятилетие импакт-фактора РИНЦ более чем в пять раз. Предлагается ряд мероприятий по увеличению значимости музеологической периодики в стране.

Ключевые слова: музеология, музейная периодика, журнал «Жизнь Земли».

Ссылка для цитирования: Снакин В.В., Митрофанов И.К. Журнал «Жизнь Земли» в информационном музейном пространстве // Жизнь Земли. 2022. Т. 44, № 4. С. 505–511. DOI: 10.29003/m3125.0514-7468.2022_44_4/505-511.

Поступила 01.11.2022 / Принята к публикации 24.11.2022

“LIFE OF THE EARTH” JOURNAL IN THE MUSEUM INFORMATIONAL SPACE

V.V. Snakin, Dr. Sci (Biol.), I.K. Mitrofanov

*Lomonosov Moscow State University (Earth Science Museum),
Institute of Basic Problems of Biology, Russian Academy of Sciences*

An analysis of scientific periodicals in the field of museology was carried out on the basis of the Russian Science Citation Index (materials of the information-analytical portal eLIBRARY.RU). The museum community of the country publishes two scientific and practical journals (“Life of the Earth” and “Museum”), one scientific-theoretical journal (“Questions of Museology”), one scientific journal (“Museum. Monument. Heritage»), and one popular scientific journal (“Museum World”). Of them, only the interdisciplinary journal “Life of the Earth” is included into the Russian Supreme Attestation Committee list

* Снакин Валерий Викторович – д.б.н., проф., Музей земледения МГУ, Институт фундаментальных проблем биологии РАН, snakin@mail.ru; Митрофанов Иван Кириллович – системный аналитик, инженер Музея земледения МГУ, ivan@mitrofanov.org.

and shows a significant increase in popularity in the scientific community, in particular, the increase in the RSCI impact factor by more than five times over a decade. A number of measures are proposed to increase the importance of museological periodicals in the country.

Keywords: museology, museum periodicals, "Life of the Earth" journal.

For citation: Snakin, V.V., Mitrofanov, I.K., "«Life of the Earth» journal in the museum informational space", *Zhizn Zemli [Life of the Earth]* 44, no 4, 505–511 (2022) (in Russ., abstract in Engl.). DOI: 10.29003/m3125.0514-7468.2022_44_4/505-511.

Введение. Публикации в научных журналах, наряду с прямым обменом информацией в ходе научно-практических совещаний, представляют собой важнейшие элементы современной научной коммуникации, в т. ч. и в музейной сфере.

Музеи сегодня не только выставляют свои коллекции и проводят выставки, не только реализуют образовательную и просветительскую функции, но и организуют собственные информационные пространства, объединяющие единомышленников: различные online и offline конференции, встречи, интерактивные проекты, развивают диалог с посетителями. И всё это находит отражение в соответствующих периодических изданиях.

Музейная журнальная периодика служит целям социального ориентирования, представляя актуальную информацию о жизни музейного сообщества в различных её проявлениях. Важно также отметить, что для сотрудников музеев соответствующие журналы представляют не только возможность получения информации о современном состоянии и достижениях в области музеологии, но и являются площадкой для представления и обсуждения своих достижений в указанной области.

В нашем сообщении мы попытались сделать небольшой обзор современных отечественных периодических изданий в области музеологии с акцентом на научно-практический журнал «Жизнь Земли», опираясь на Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) и информационно-аналитический портал *eLIBRARY.RU*¹.

Журналы музеологической ориентации. Научно-популярный журнал «*Мир музея*» – один из старейших отечественных периодических изданий в области музеологии. С 1931 г. журнал выходил под названием «Советский музей», в 1993 г. был переименован в «Мир музея». Ежемесячный рецензируемый журнал рассказывает о выставочной, экспозиционной, фондовой, исследовательской, образовательной и общественной деятельности российских и зарубежных музеев всех профилей и направлений. Журнал сотрудничает с Российским государственным гуманитарным университетом на основании соответствующих соглашений в сфере сохранения и изучения культурного наследия. Рубрикатор ГРНТИ 13.51.00 «Музейное дело. Музееведение». В базе данных *eLibrary.Ru* доступен архив за 1986–2021 гг.; всего выпусков 87, статей – 149, цитирований – 1166. Импакт-фактор отсутствует.

Международный научно-теоретический журнал «*Вопросы музеологии*» издаётся два раза в год с 2010 г. Учредитель – Санкт-Петербургский государственный университет. На основании междисциплинарного подхода на страницах издания анализируются основные направления современной науки о музеях и музеальности. Рецензируемый журнал призван развивать оригинальные, независимые и объективные научные исследования в области музеологии и охраны объектов культурного и природного наследия. Особый акцент делается на изучении теоретической и практической музеологии, истории музейного дела, введении в научный оборот новых архивных источников. В базе данных *eLibrary.Ru* доступен архив за 2010–2021 гг.; всего выпусков 24, статей – 422; число цитирований – 1545; двухлетний импакт-фактор РИНЦ – 0,212 (2021 г.).

¹ *eLIBRARY.RU* – Жизнь Земли – Анализ публикационной активности.

Научно-практический журнал **«Музей»** – официальный информационный партнёр Союза музеев России, Национального комитета ИКОМ, MUSEUM International, а также его профессионального органа Museum International. Основан в 1981 г., с 2006 г. издаётся Издательским домом «Панорама». Журнал посвящён состоянию, перспективам развития, теории и практике музейного дела. Тематические рубрики не назначены. В базе данных *eLibrary.Ru* доступен архив за 1981–2022 гг.; всего выпусков – 93, статей – 481; число цитирований – 1561, двухлетний импакт-фактор РИНЦ – 0,027 (2021 г.).

Научный международный рецензируемый журнал **«Музей. Памятник. Наследие»** выходит два раза в год и публикует статьи, посвящённые широкому кругу вопросов, связанных с историей, теорией и практикой сохранения культурного наследия и музейного дела в России и за рубежом. Журнал учреждён Российским комитетом Международного союза музеев с 2017 г. Цель журнала заключается в том, чтобы на современном этапе развития научного гуманитарного знания исследовать широкий спектр важнейших вопросов музейного знания и музейного дела, таких как феномен музея в культуре и социуме, философия музея, формы актуализации культурного наследия и его аксиологический статус, специфика музейного предмета и особенности его восприятия в экспозиции, образовательные и коммуникативные стратегии музея. Тематические рубрики: 13.00.00 «Культура. Культурология», 13.51.00 «Музейное дело. Музееведение», 13.61.00 «Охрана памятников истории и культуры». В базе данных *eLibrary.Ru* доступен архив за 2012–2022 гг.; всего выпусков – 11, статей – 173; число цитирований – 89, двухлетний импакт-фактор РИНЦ – 0,127 (2021 г.).

Научный рецензируемый журнал **«Музей. Традиции. Этничность»** с 2012 г. издаёт Российский этнографический музей. Журнал посвящён проблемам изучения этнической истории и этнических традиций, феноменов этничности и межэтнических контактов, а также деятельности музеев по изучению, сохранению и презентации этнографических коллекций. Главная цель журнала – расширить поле профессиональной коммуникации этнографов и специалистов в смежных областях знания, предоставить возможность ознакомления с результатами исследований по указанной проблематике широкому кругу заинтересованных читателей. Тематические рубрики: 03.00.00 «История. Исторические науки», 13.00.00 «Культура. Культурология», 13.51.00 «Музейное дело. Музеология». В базе данных *eLibrary.Ru* доступен архив за 2012–2017 гг.; всего выпусков – 7, статей – 28; число цитирований – 101, импакт-фактор отсутствует.

Междисциплинарный ежеквартальный научно-практический журнал **«Жизнь Земли»** учреждён в 2016 г. Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова и является продолжением сборника научных работ «Жизнь Земли», издававшегося Музеем земледения МГУ с 1961 г. Гриф периодического ежегодного печатного издания (ISSN 0514-7468) получен в 1983 г. Для вузовских музеев это было долгое время единственное в стране периодическое научное издание, освещающее научные труды, учебную и музейно-методическую деятельность музеев. Основные разделы: «Взаимодействие геосфер» (междисциплинарный естественнонаучный раздел, вмещающий статьи по глобальным природным процессам, комплексно рассматривающие их географические, геологические и биологические особенности с позиции современной науки. Раздел служит фундаментальной базой для формирования музейных экспозиций); «Музейная педагогика» (публикации, рассматривающие образовательный процесс с использованием музейных экспозиций); «Естественнонаучная музеология» (статьи по теоретическим основам музейного дела и его практического применения); «История науки» (материалы о крупных учёных, внёсших заметный

вклад в естествознание и музейное дело, представляющие интерес для формирования музейных экспозиций); «Вести из музеев» (знакомит с научно-практическим опытом работы различных музеев, важным с позиции совершенствования деятельности музейного сообщества); «Хроника. События» (знакомит с новостями естественнонаучной и музейной жизни за текущий период: персоналии, научные мероприятия, новые выставки); «Книжное обозрение». В базе данных *eLibrary.Ru* доступен архив за 1961–2022 гг.; всего выпусков – 61, статей – 1260; число цитирований – 888, двухлетний импакт-фактор РИНЦ – 0,371 (2021 г.).

Журнал «*Вестник Сахалинского музея*» публикует оригинальные научные статьи, документы, сообщения и обзоры, посвящённые вопросам научного изучения музейных предметов и коллекций, разнообразных аспектов природы и истории Сахалина и Курильских островов, сопредельных территорий российского и зарубежного Дальнего Востока, а также деятельности музеев Сахалинской области. Рецензируемый журнал издаётся Сахалинским областным краеведческим музеем с 1995 г. В базе данных *eLibrary.Ru* доступен архив за 1995–2022 гг.; всего выпусков – 38, статей – 1205; число цитирований – 945, двухлетний импакт-фактор РИНЦ – 0,102 (2021 г.).

Кроме того, в базе данных *eLibrary.Ru* содержится информация по более 40 периодическим изданиям, имеющим отношение к музейному делу. В их числе: «*Вестник Кемеровского государственного университета культуры и искусств*» (69 выпусков, подготовленных Кемеровским государственным институтом культуры, двухлетний импакт-фактор РИНЦ – 0,465); «*Учёные записки музея-заповедника “Томская Писаница”*» (14 выпусков, подготовленных Кузбасским музеем-заповедником «Томская Писаница» с 2015 г. дважды в год, двухлетний импакт-фактор РИНЦ – 0,333); «*Культурный ландшафт регионов*» (13 выпусков, подготовленных частным учреждением «Краснодарский многопрофильный институт дополнительного образования», двухлетний импакт-фактор РИНЦ – 0,294); «*Дизайн. Материалы. Технология*» (67 выпусков, подготовленных С.-Петербургским государственным университетом промышленных технологий и дизайна, двухлетний импакт-фактор РИНЦ – 0,173); «*Вестник сектора древнерусского искусства*» (5 выпусков, подготовленных Государственным институтом естествознания, Москва, двухлетний импакт-фактор РИНЦ – 0,115); «*Научные труды Санкт-Петербургской академии художеств*» (67 выпусков, двухлетний импакт-фактор РИНЦ – 0,089); «*Труды Государственного музея религии*» (С.-Петербург, 15 выпусков, двухлетний импакт-фактор РИНЦ – 0,045); «*Художественное наследие. Исследования. Реставрация. Хранение*» (7 выпусков, подготовленных Государственным НИИ реставрации, Москва); «*Реликвия (реставрация, консервация, музей)*» (13 выпусков, подготовленных редакцией журнала, С.-Петербург); «*Музейный вестник национального музея РМЭ им. Т. Евсеева*» (Йошкар-Ола, 3 выпуска); «*Этнография Алтая и сопредельных территорий*» (один выпуск, подготовленный Алтайским государственным педагогическим университетом, г. Барнаул) и др.

Из перечисленных выше журнал «Жизнь Земли» является единственным музейным изданием, входящим в перечень ВАК, поэтому остановимся на его характеристике подробнее.

Журнал «Жизнь Земли» имеет чёткую музеологическую и образовательную направленность, а в естественноисторическом плане является продолжателем журнала «Землеведение», образованного стараниями профессора Д.Н. Анучина при Географическом отделении Императорского общества любителей естествознания, антропологии и этнографии и вышедшего под его редакцией с 1884 по 1917 г.

Журнал «Жизнь Земли» включён в систему цитирования РИНЦ (договор 75-02/2017 от 15.02.2017) и в систему *КиберЛенинки* – российской научной электронной библиотеки, построенной на концепции открытой науки. Журнал включён в «Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёной степени доктора наук» (Перечень ВАК). С 2022 г. журнал также входит в Перечень рецензируемых изданий, утверждённых Учёным советом МГУ имени М.В. Ломоносова по следующим отраслям наук: 1.5.15 «Экология», 1.6.1 «Общая и региональная геология. Геотектоника и геодинамика», 1.6.2 «Палеонтология и стратиграфия», 1.6.4 «Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых», 1.6.9 «Геофизика», 1.6.12 «Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов», 1.6.14 «Геоморфология и палеогеография», 5.6.6 «История науки и техники», 5.10.2 «Музееведение, консервация и реставрация историко-культурных объектов».

Журнал издаётся Музеем землеведения МГУ при содействии Неправительственного экологического фонда имени В.И. Вернадского и при взаимодействии с Евразийской ассоциацией университетов. Учредитель журнала – Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова.

За последние 5 лет число просмотров статей «Жизни Земли» выросло в 10 раз (рисунок). Следует учитывать, что это данные только по посещениям портала *elibrary.ru*, но значительная часть читателей знакомится с журналом по бумажной версии; полные тексты выпусков журнала также просматриваются на сайтах самого журнала *zhiznzemli.ru*, *КиберЛенинки*, издательства Московского университета *msu.ru*, на международных информационных платформах *ResearchGate* и др.



Рис. Динамика просмотров и цитирований журнала «Жизнь Земли» по данным РИНЦ в 2016–2021 гг.

Figure. Dynamics of views and citations of the “Life of the Earth” journal according to the RSCI data for 2016–2021.

Динамика библиографических показателей (табл. 1) отражает неуклонный рост основных индексов журнала за последние 10 лет. Показатель журнала в рейтинге SCIENCE INDEX вырос более чем в 30 раз, двухлетний импакт-фактор РИНЦ – почти на порядок, а пятилетний – в 15 раз! Растёт также число новых авторов журнала; при этом отмечается значительный (вдвое) рост среднего индекса Хирша авторов публикаций (табл. 2).

Таблица 1. Динамика показателей журнала «Жизнь Земли» в 2012–2021 гг. по данным РИНЦ
Table 1. Dynamics of the RSCI indicators of the “Life of the Earth” journal in 2012–2021

Показатели журнала	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Число статей в РИНЦ	32	0	26	31	18	32	37	36	34	34
Число номеров журнала в РИНЦ	1	0	1	1	2	4	4	4	4	4
Показатель журнала в рейтинге SCIENCE INDEX	0,004	-	0,004	0,002	0,002	0,004	0,015	0,023	0,132	0,135
Место журнала в рейтинге SCIENCE INDEX	2550	-	3110	3425	3696	3852	3751	3705	2439	2481
Общее число цитирований журнала в текущем году:	5	1	10	11	8	12	28	43	59	67
Двухлетний импакт-фактор РИНЦ	0,068	-	-	0,077	0,070	0,122	0,340	0,319	0,411	0,371
Десятилетний индекс Хирша	2	2	3	3	3	6	8	10	12	15

Таблица 2. Сведения об авторах журнала в 2012–2021 гг. по данным РИНЦ
Table 2. Information about the authors of the journal in 2012–2021 according to RSCI

Показатель	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Число новых авторов	17	0	7	21	11	21	42	23	36	43
Средний возраст авторов	56,1	-	63,0	61,4	60,9	59,4	59,4	60,3	58,5	60,9
Средний индекс Хирша авторов	5,1	-	5,9	4,9	6,5	6,5	9,2	7,9	6,9	10,9

Топ-10 самых публикуемых авторов в журнале с 1961 г.: Е.П. Дубинин (55 публикаций), Н.Г. Комарова (50), Е.Д. Никитин (44), В.В. Снакин (44), К.А. Скрипка (33), С.А. Ушаков (32), Н.Н. Колотилова (27), Л.В. Ромина (26), А.В. Смуров (26), О.П. Иванов (25).

Заключение. Музейная журнальная периодика служит целям социального ориентирования, представляя сведения о жизни музейного сообщества во всех её проявлениях, несёт аудитории актуальную информацию, важную как для работников музейной сферы, так и для широких слоёв общественности, интересующихся сохранением природного и культурного наследия.

В настоящее время музейным сообществом страны издаётся несколько достаточно различных журналов: два научно-практических журнала – «Жизнь Земли» и «Музей», научно-теоретический – «Вопросы музеологии», научные – «Музей. Памятник. Наследие» и «Вестник Сахалинского музея», научно-популярный – «Мир музея». Из них только один («Жизнь Земли») представлен в списке ВАК Российской Федерации.

Приведённые данные о музейных отечественных журналах показывают в целом не самый высокий уровень их библиографических показателей. Продвинутое в группе отечественной периодики музеологической направленности в этом отношении журналы

«Учёные записки музея-заповедника “Томская Писаница”» и «Жизнь Земли» занимают в рейтинге SCIENCE INDEX только 2030 и 2481-е места (2021 г.), соответственно.

Следует отметить значительный рост популярности журнала «Жизнь Земли», увеличившего за десятилетие импакт-фактор более чем в пять раз и привлекающего в качестве авторов всё более признанных специалистов. Отмечается, что одной из важных причин этого является значительная доля статей, посвящённых естественнонаучной тематике и служащих фундаментальной базой для формирования музейных экспозиций.

Для повышения эффективности музейной деятельности в стране было бы целесообразным скоординировать деятельность музейных журналов. Одной из возможных баз для обсуждения этого могла бы быть Секция музеологии Московского общества испытателей природы (МОИП). Ещё одной площадкой для взаимодействия в области музейной научной периодики могли бы стать как регулярный Петербургский исторический форум, так и ежегодная конференция «Наука в вузовском музее» на базе МГУ им. М.В. Ломоносова.

Журнал «Жизнь Земли» открыт для музейной общественности и представителей музейной периодики для обсуждения предложений по взаимодействию с целью повышения эффективности коммуникации музейного сообщества страны.

Благодарности и источники финансирования. Авторы благодарны неуклонно развивающейся системе Российского индекса научного цитирования (РИНЦ), которая становится всё более полезной и популярной в стране и занимает всё более твёрдые позиции в международном информационном пространстве.

Исследование выполнено в рамках темы госзадания АААА-А16-116042710030-7 «Музееведение и образование музейными средствами в области наук о Земле и жизни» Музея землеведения МГУ.

УДК 574; 598.2

DOI 10.29003/m3126.0514-7468.2022_44_4/512-515

ВЫСОТКА МГУ КАК МОДЕЛЬНЫЙ ОБЪЕКТ ИЗУЧЕНИЯ ОРНИТОФАУНЫ КРЫШ

Д.А. Борискин*

Предлагается использовать балкон 24-го этажа (135–140 м от поверхности земли) Главного здания МГУ им. М.В. Ломоносова как модельный объект для изучения орнитофауны крыши городских строений. Всего здесь в 2021–22 гг. зафиксировано 5 видов птиц (~10 % всех гнездящихся в окрестностях МГУ птиц) в период гнездования. Это сизые голуби (*Columba livia*), белые трясогузки (*Motacilla alba*) и горихвостки-чернушки (*Phoenicurus ochruros*). Сапсан (*Falco peregrinus*) и, периодически, ворон (*Corvus corax*) гнездятся выше балкона 24-го этажа. Зарянка (*Erithacus rubecula*) и жёлтая трясогузка (*Motacilla flava*) периодически и иногда залетают на балкон в тёплый период года, а большая синица (*Parus major*) — зимой. Во время осеннего пролёта на балконе был замечен козодой (*Caprimulgus europaeus*). Таким образом, в многоэтажной городской застройке имеется своеобразная орнитофауна крыши, которую предлагается включать в наземные учётные фондовые видов птиц.

Ключевые слова: Главное здание МГУ им. М.В. Ломоносова, крыша, орнитофауна, сапсан, ворон, сизый голубь, белая трясогузка, горихвостка-чернушка, большая синица.

Ссылка для цитирования: Борискин Д.А. Высотка МГУ как модельный объект изучения орнитофауны крыш // Жизнь Земли. 2022. Т. 44, №4. С. 512–515. DOI: 10.29003/m3126.0514-7468.2022_44_4/512-515.

Поступила 07.11.2022 / Принята к публикации 16.11.2022

MSU MAIN BUILDING AS A MODEL OBJECT FOR STUDYING THE ROOFTOP AVIFAUNA

D.A. Boriskin

Lomonosov Moscow State University (Earth Science Museum)

It is proposed to use the 24th floor balcony (135–140 m from the ground) of the Main Building of Moscow State University as a model object for studying the roof avifauna of urban buildings. 5 bird species (~10% of all birds nesting in the vicinity of Moscow State University) were recorded there during their nesting period in 2021–22. These were *Columba livia*, *Motacilla alba*, and *Phoenicurus ochruros*. *Falco peregrinus* and occasionally *Corvus corax* nested above the 24th floor balcony. *Erithacus rubecula* and *Motacilla flava* periodically and occasionally fly onto the balcony during the warm season, and *Parus major* does it in winter. *Caprimulgus europaeus* was seen on the balcony during its autumn migration. Thus, there is a peculiar roof avifauna in multi-storey urban buildings, which is proposed to be included in ground counts of bird species.

Keywords: Main building of Moscow State University named after M. V. Lomonosov, roof, avifauna, peregrine falcon, raven, blue dove, white wagtail, redstart, big tit.

For citation: Boriskin, D.A., “MSU main building as a model object for studying the rooftop avifauna”, *Zhizn Zemli* [Life of the Earth] 44, no 4, 512-515 (2022) (in Russ., abstract in Engl.). DOI: 10.29003/m3126.0514-7468.2022_44_4/512-515.

За последние десятилетия в поле зрения орнитологов всё активной стали попадать городские поселения. Всё больше появляется публикаций об орнитофауне городских застроек, в том числе атласы птиц ряда крупных городов и даже постоянные проекты, регулярно фиксирующие городских птиц. Для этих работ проводятся учётные городские

* Борискин Дмитрий Анатольевич – инженер Музея землеведения МГУ им. М.В. Ломоносова, boriskin2priroda@mail.ru.

орнитофауны, как правило, различными наземными методами. Но в таком случае из поля зрения орнитологов выпадают крыши городских строений в многоэтажной городской застройке.

Своего рода модельным объектом для изучения орнитофауны крыш городских строений может служить Главное здание МГУ им. М.В. Ломоносова (ГЗ) и, в частности, балкон 24-го этажа – как один из интересных объектов исследований. Этот обширный балкон представляет собой плоскую крышу на высоте около 135–140 м от поверхности земли. Над балконом в его центре возвышается ряд этажей Музея землеведения МГУ и шпиль главного корпуса, четыре большие скульптуры с постаментами и декоративные ограждения. На балконе имеется множество инженерных коммуникаций. Всего на балконе 24-го этажа главного корпуса МГУ и выше в 2021–22 гг. зафиксировано 5 видов птиц в период гнездования и гнездящихся. Это около 10 % всех птиц, гнездование которых в окрестностях МГУ достоверно установлено.

На высоте главного корпуса МГУ, выше балкона 24-го этажа, регулярно гнездятся сапсан (*Falco peregrinus*) [1–4, 8–11] и, периодически, ворон (*Corvus corax*) [1, 2]. Помещение для гнездования сапсана оборудовано видеокамерами, из которых осуществляется видеотрансляция в реальном времени. Гнездо ворона с уже выкармливаемыми птенцами на момент апреля 2022 г. отмечено под макетом герба СССР с северной стороны высотки МГУ. Зброшенное подобное гнездо имеется с восточной стороны. Непосредственно на балконе периодически отмечаются места кормёжек сокола-сапсана и отдыха — для обоих видов. В литературе описаны довольно сложные взаимоотношения сапсанов и воронов на высоте ГЗ МГУ [1, 2]. В 2017 и 2022 гг. в Музее землеведения при участии ректора МГУ им. М.В. Ломоносова академика В.А. Садовниченко были окольцованы птенцы сапсана, вылупившиеся на высоте МГУ [9].

Наблюдения непосредственно на балконе 24-го этажа в течение 2021–2022 гг. регулярно фиксировали сизых голубей (*Columba livia*), которые, скорее всего, гнездятся в расположенных здесь же помещениях постаментов скульптур. В период гнездования ежедневно отмечаются белые трясогузки (*Motacilla alba*) и горихвостки-чернушки (*Phoenicurus ochruros*), как кормящиеся, так и токующие весной, в т. ч. проявляющие явное гнездовое поведение: например, 25 апреля 2022 г. пара белых трясогузок атаковала ворона, отгоняя его от северо-западной части балкона. Причём ни белая трясогузка, ни горихвостка-чернушка на территории МГУ на Воробьёвых горах ранее заселения сокола-сапсана в 2005 г. не встречались [3]. Ни один из этих двух видов не выявлен в числе объектов охоты сокола-сапсана [1, 2]. Если в гнездовой период 2021 г. на балконе фиксировалась только одна пара горихвостки-чернушки, то белых трясогузок было несколько, как минимум, две. Отмечались и молодые особи белой трясогузки. Этим видам балкон и его строения и сооружения вполне подходят для гнездования. Поведение белой трясогузки показывает, что весь сезонный цикл, связанный с размножением и выкармливанием птенцов, может проходить на указанном балконе. Это говорит о том, что подобное может иметь место и на любой другой крыше с подходящими для гнездования условиями, включая и высотные строения.

Из периодически и иногда залетающих на балкон видов встречены зарянка (*Erithacus rubecula*) и жёлтая трясогузка (*Motacilla flava*) в тёплый период, а также большая синица (*Parus major*) — зимой. 27 апреля 2022 г. большая синица активно токовала на балконе. Во время осеннего пролёта на балконе пару недель держался козодой (*Caprimulgus europaeus*). В течение лета 2021 г., когда погода позволяла открывать дверные проёмы, случались залёты птиц в музейные помещения. Наиболее часто это были сизые голуби:

они в 2021 г. не менее трёх раз они залетали или заходили в помещения. Кроме того, по одному разу залетали зарянка и горихвостка-чернушка.

Приведённые данные свидетельствуют о наличии своеобразной орнитофауны крыш в многоэтажной городской застройке, которая, несмотря на сведения о гнездовании на некоторых крышах московских домов огарей, зачастую не фиксируется при проведении наземных учётов фоновых видов, в частности, белой трясогузки. Т. е. в таком случае можно предположить, что численность белой трясогузки в городских поселениях недоучтена. Если данные учётов в Москве и Московской области в десятилетней динамике фиксируют, что доля видов со снижающейся численностью оказалась выше среди птиц открытых биотопов [6], то не исключён вариант и их вертикального перемещения на крыши домов разной этажности. Кроме того, практически полное отсутствие на балконе 24-го этажа воробьёв, хотя в окрестностях МГУ отмечены оба вида, натолкнуло ещё на одну гипотезу снижения их численности, связанную с увеличением этажности городской застройки, которую не могут освоить мелкие зерноядные птицы, вынужденные кормиться на земле. Это может быть связано с чисто поведенческими особенностями, и тогда подобное может быть преодолено поведенческой изменчивостью. Либо метаболизм энергетически не позволяет или препятствует этим видам освоить высокие этажи застройки.

Для проверки выдвинутых гипотез было бы оптимальным использовать многоуровневые крыши главного корпуса МГУ, т. е. исследовать орнитофауну этих вертикально-площадных объектов, которых в главном корпусе пять–шесть.

Благодарности и источники финансирования. Исследование выполнено при финансовой поддержке государственного задания Музея землеведения МГУ АААА-А16-116042010089-2 «Биосферные функции экосистем, их компонентов и рациональное природопользование».

ЛИТЕРАТУРА

1. Калякин В.Н. Сапсаны *Falco peregrinus* на Главном здании МГУ в 2005–2009 годах // Русский орнитологический журнал. 2014. Т. 23. Экспресс-выпуск 1047. С. 2842–2848.
2. Калякин В.Н. Сапсаны *Falco peregrinus* на Главном здании Московского университета в 2009–2011 годах // Русский орнитологический журнал. 2013. Т. 22. Экспресс-выпуск 904. С. 2074–2076.
3. Калякин В.Н. Чем интересны сапсаны и другие пернатые хищники, обитающие на территории МГУ // Жизнь Земли. 2011. Т. 33. С. 67–72.
4. Калякин М.В., Волцит О.В. Атлас «Птицы Москвы и Подмосковья» // София–Москва: Pensoft, 2006. 472 с.
5. Калякин М.В., Волцит О.В., Гроот Куркамн Х., Морозов Н.С. Атлас птиц города Москвы. М.: Фитон XXI, 2014. 332 с.
6. Морковин А.А. Мониторинг птиц в Москве и Подмосковье. Что изменилось за десять лет? // Москва. Новости программы «Птицы Москвы и Подмосковья». № 35, апрель 2022 г. С. 9–11.
7. Нумеров А.Д., Венгеров П.Д., Киселёв О.Г., Борискин Д.А., Ветров Е.В., Киреев А.В., Смирнов С.В., Соколов А.Ю., Успенский К.В., Шилов К.А., Яковлев Ю.В. Атлас гнездящихся птиц города Воронежа. Воронеж: Изд-во «Научная книга», 2013. 360 с.
8. Программа «Птицы Москвы и Подмосковья» 2019. Атлас птиц Москвы (http://birdsmoscow.net.ru/proekt_atlas.html).
9. Смуров А.В., Козлов С.В. Самая быстрая птица на Земле гнездится в МГУ // Жизнь Земли. 2022. Т. 44. № 3. С. 383–385.

10. Сорокин А.Г. Ряды университетских сапсанов пополнились! // Жизнь Земли. 2020. Т. 42, № 2. С. 241–243.

11. Сорокин А.Г., Шилина А.П., Бородин А.И. Сапсан в Москве: прошлое, настоящее, будущее // Орнитология: история, традиции, проблемы и перспективы. Мат. Всеросс. конф., посвящённой 120-летию со дня рождения проф. Г.П. Дементьева. М.: КМК, 2018. С. 356–363.

REFERENCES

1. Kalyakin, V.N., “*Falco peregrinus* on the Main Building of Moscow State University in 2005–2009”, *Russian Ornithological J.* **23** (Express Issue 1047), 2842–2848 (2014) (in Russian).
2. Kalyakin, V.N., “*Falco peregrinus* on the Main building of Moscow University in 2009–2011”, *Russian Ornithological J.* **22**. (Express issue 904), 2074–2076 (2013) (in Russian).
3. Kalyakin, V.N., “What is interesting about peregrine falcons and other feathered predators living on the territory of Moscow State University”, *Zhizn Zemli* [Life of the Earth] **33**, 67–72 (2011) (in Russian).
4. Kalyakin, M.V., Voltsit, O.V., *Atlas “Birds of Moscow and the Moscow Region”* (Sofia–Moscow: Pensoft, 2006) (in Russian).
5. Kalyakin, M.V., Voltsit, O.V., Groot Kurkamp, H., Morozov, N.S. (eds.), *Atlas of birds of the city of Moscow* (Moscow: Fiton XXI, 2014) (in Russian).
6. Morkovin, A.A., “Monitoring of birds in Moscow and the Moscow region. What has changed during ten years?” *Moskovka. News of the program “Birds of Moscow and Moscow Region”* **35**, 9–11 (April 2022) (in Russian).
7. Numerov, A.D., Vengerov, P.D., Kiselyov, O.G., Borisкин, D.A., Vetrov, E.V., Kireyev, A.V., Smirnov, S.V., Sokolov, A.Yu., Uspensky, K.V., Shilov, K.A., Yakovlev, Yu.V., *Atlas of the nesting birds of the city of Voronezh* (Voronezh: Nauchnaya Kniga, 2013) (in Russian).
8. Program “*Birds of Moscow and the Moscow Region.*” *Atlas of Birds of the city of Moscow, 2019* (http://birdsmoscow.net.ru/proekt_atlas.html) (in Russian).
9. Smurov, A.V., Kozlov, S.V., “The fastest birds on Earth nest in MSU”, *Zhizn Zemli* [Life of the Earth] **44**, no 3, 383–385 (2022) (in Russian).
10. Sorokin, A.G., “The ranks of university peregrine falcons have replenished!”, *Zhizn Zemli* [Life of the Earth] **42**, no 2, 241–243 (2020) (in Russian).
11. Sorokin, A.G., Shilina, A.P., Borodin, A.I., “Peregrines in Moscow: past, present, future”, *Ornithology: history, traditions, problems and prospects*. Materials of the All-Russian conference dedicated to the 120th anniversary of the birth of Professor G.P. Dementiev (Moscow: KMK, 2018, p. 356–363) (in Russian).

ХРОНИКА. СОБЫТИЯ

В преддверии 160-летия В.И. Вернадского. On the eve of V.I. Vernadsky's 160th anniversary.

В следующем (2023) году человечество будет отмечать 160-летие со дня рождения нашего гениального соотечественника, великого мыслителя, учёного-натуралиста, основоположника научных школ, организатора и руководителя научно-технических проектов государственного масштаба, академика Владимира Ивановича Вернадского – русского гения, принадлежащего всему миру.

В юбилейный год Неправительственный экологический фонд имени В.И. Вернадского проявил гражданскую инициативу и предложил объединить усилия единомышленников, которым важно сохранить память о В.И. Вернадском, его трудах и исследованиях для нынешнего и будущих поколений. В связи с этим Фондом был создан Программный комитет по подготовке к празднованию юбилея великого учёного, в который на сегодняшний день вошли 20 представителей ведущих вузов и научных учреждений, образовательных, общественных, творческих организаций Российской Федерации.

В План на 2023 год вошло более 50 мероприятий: научные конференции вузов всероссийского и международного уровня, заседания Секции по изучению научного наследия академика В.И. Вернадского, Комиссии РАН по изучению научного наследия выдающихся учёных, творческие проекты, школьные и студенческие форумы, выпуск журналов и сборников трудов учёных, студентов и аспирантов.

Во время заседаний Программного комитета обсуждаются текущие результаты начатых масштабных проектов, формы проведения научных и образовательных мероприятий, возможные варианты объединения партнёров, поиск интересных идей для сохранения памяти выдающегося русского учёного.

Программный комитет заинтересован в масштабировании общественной идеи чествования академика Владимира Ивановича Вернадского во всех вузах и школах Российской Федерации, проведении открытых очных и онлайн-уроков, посвящённых научной созидательной деятельности учёного, открытию интерактивных страниц в соцсетях, блогах и сайтах, рассказывающих о его исследованиях в области биогеохимии, ноосферы, почвоведения, кристаллографии, ядерной энергетики, геологии, минералогии, агрохимии, геоботаники, биохимии и других наук на благо России.

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

Международная научная конференция, посвящённая 90-летию Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси.

International scientific conference dedicated to the 90th anniversary of the Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus.

28 июня – 1 июля 2022 г. в г. Минске состоялась Международная научная конференция, посвящённая 90-летию со дня образования Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси «Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия флоры»¹. В конференции приняли участие более 180 специалистов из РФ, Беларуси и Кыргызстана. Открытие конференции состоялось на торжественном заседании в Большом конференц-зале Президиума Национальной академии наук Беларуси. Первый доклад на пленарном заседании на тему «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси: история, достижения, перспективы инновационного развития» сделал директор ЦБС НАН Беларуси В.Г. Шатравко.

На пленарном заседании и сессиях шести тематических секций, проходивших на базе Центрального ботанического сада НАН Беларуси, было сделано более 60 докладов. Основные направления работы конференции: теоретические основы и практические результаты интродукции растений; экология, физиология и биохимия интродуцированных растений; биотехнологические и молекулярно-генетические аспекты изучения и использования биоразнообразия растений; решение вопросов защиты растений в ботанических садах; научное, прикладное и просветительское значение ботанических коллекций; современные направления ландшафтного дизайна и зелёного строительства. На сессии секции «Научное, прикладное и просветительское значение ботанических коллекций» к.б.н., с.н.с. Музея земледения К.А. Голиков сделал доклад «Ботаническая составляющая экспозиции Музея земледения МГУ имени М.В. Ломоносова». По итогам конференции опубликован сборник трудов.

К.А. Голиков

Торжественное заседание Секции музеологии МОИП, посвящённое 100-летию Государственного биологического музея имени К.А. Тимирязева.

Ceremonial meeting of the Museology Section of the Moscow Society of Naturalists dedicated to the 100th anniversary of the State Biological Museum named after K.A. Timiryazev.

20 сентября 2022 г. в павильоне № 31 на ВДНХ состоялось Объединённое торжественное заседание Секции музеологии МОИП и учёного совета Государственного биологического музея имени К.А. Тимирязева, посвящённое 100-летию Музея.

Открыл заседание директор Музея Игорь Степанович Рябоконт, который коснулся в своём выступлении истории создания Музея, осветил его современное состояние и планы на дальнейшее развитие, рассказал о проектах и перспективах, которые раскрываются при получении им нового музейного пространства на ВДНХ, об использовании современных технологий и возможностей при создании экспозиций, которые, в частности, были использованы в создании постоянной выставки «12 признаков живого», развёрнутой в этом павильоне.

¹ <https://cbgarden.by/conferences/2040>

Затем выступил председатель Секции музеологии, директор Музея землеведения МГУ Андрей Валерьевич Смузов (рис. 1), который поздравил присутствующих со 100-летием Музея и рассказал о тесных связях и многолетнем сотрудничестве Музея землеведения и ГБМ, о том, что заседания Секции музеологии неоднократно проходили в старом здании на Малой Грузинской, и он надеется, что нынешнее заседание – не последнее. Андрей Валерьевич подарил Музею статуэтку из глины в виде двух рысят – работу юного биолога из кружка при Биофаке МГУ.



Рис. 1. На заседании Секции музеологии МОИП 20.09.2022.

Fig. 1. At the meeting of the Moscow Society of Naturalists, September 20, 2022.

По окончании заседания заместитель директора по науке Марина Владимировна Куликова провела для участников Секции экскурсию по выставке «12 признаков живого», открытой в мае 2022 г. к 100-летию со дня основания Государственного биологического музея имени К.А. Тимирязева. Экспозиция выставки рассказывает о том, что такое жизнь с научной точки зрения, и пробует ответить на важные вопросы, интересующие практически каждого человека. Марина Владимировна рассказала о творческом взаимодействии сотрудников музея и художников-оформителей, о новых идеях и новациях, использованных в оформлении выставки.

Новая территория, полученная Музеем на ВДНХ, а это не только павильон 31, расширяет перспективы по созданию современных экспозиций и выставок, улучшит ситуацию с хранением его богатейших фондов и даст возможность работать с посетителями посредством внедрения современных музейных технологий.

Н.И. Крупина

II международная научно-практическая конференция «Ботанические коллекции Беларуси: сохранность, использование и перспективы развития гербариев».
Second International Scientific-Practical Conference “Botanical collections of Belarus: preservation, use and development prospects of herbariums”.

С 20 по 23 сентября 2022 г. состоялась II Международная научно-практическая конференция «Ботанические коллекции Беларуси: сохранность, использование и перспективы развития гербариев», посвящённая 100-летию со дня основания Гербария Института экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси (MSK).

Работа конференции после пленарного заседания проходила по пяти секциям: гербарные коллекции в современной ботанике (новые возможности); функционирование гербарных коллекций (новые и перспективные направления работы, авторские права), коллекции культур растений и грибов, их генетический потенциал; коллекции ботанических садов как источник материала для генетических исследований; ботанические коллекции как средство познания и использования биологического разнообразия (базы данных, сетевое взаимодействие, использование гербария для публикации). Специалистами из научных учреждений и вузов Беларуси, Российской Федерации, Узбекистана, ПМР, Турции и ЮАР было представлено около 40 докладов².

В конференции приняли участие сотрудники МГУ им. М.В. Ломоносова: на пленарном заседании в.н.с. кафедры высших растений Биологического факультета д.б.н. А.П. Сухоруков выступил с докладом «Гербарные коллекции как основной способ изучения признаков строения плодов и семян» (соавтор – М.А. Кушунина). С.н.с. Музея земледелия МГУ к.б.н. К.А. Голиков на заседании секции «Гербарные коллекции в современной ботанике: новые возможности» представил доклад «Гербарий как фактор рефлексивного управления в музейном пространстве».

Для участников конференции были организованы экскурсии по Институту экспериментальной ботаники и Центральному Ботаническому саду НАН Беларуси, а также в Музей Института искусствоведения, этнографии и фольклора им. К. Крапивы. В рамках программы конференции состоялся Съезд общественного объединения «Белорусское ботаническое общество». По материалам конференции опубликован сборник трудов.³

К.А. Голиков

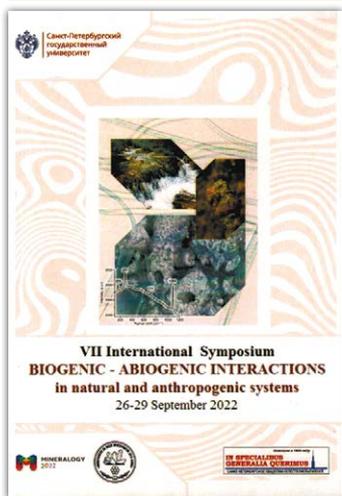
VII Международный симпозиум «Биокосные взаимодействия в природных и антропогенных системах».

Seventh International Symposium “Biogenic–abiogenic interactions in natural and anthropogenic systems”.

26–29 сентября 2022 г. в Санкт-Петербурге состоялся VII Международный симпозиум «Биокосные взаимодействия в природных и антропогенных системах» («Biogenic – abiogenic interactions in natural and anthropogenic systems»), организованный Санкт-Петербургским государственным университетом, Санкт-Петербургским обществом естествоиспытателей и Российским минералогическим обществом. Время проведения симпозиума выбрано не случайно: 2022 г. объявлен Международным

² <https://botany.by/news/2022/09/ii-mezhdunarodnoj-nauchno-prakticheskoy-konferencii-botanicheskie-kollekcii-belarusi-sohrannost-ispolzovanie-i-perspektivy-razvitiya-gerbariev/>

³ Ботанические коллекции Беларуси: сохранность, использование и перспективы развития гербариев: материалы II Международной научно-практической конференции (Минск, 20–23 сентября 2022 г.) / Ред. кол. В.И. Парфёнов [и др.]. Минск: ИВЦ Минфина, 2022. 244 с.



годом минералогии как год 200-летия со дня смерти выдающегося французского минералога Рене Гаюи (René Just Haüy, 1743–1822) и выхода в свет его трактатов по минералогии и кристаллографии «*Traité de minéralogie*» и «*Traité de cristallographie*».

Симпозиум традиционно является междисциплинарным и охватывает следующие научные направления: «Философские и исторические аспекты междисциплинарных исследований»; «Геохимия биокосных систем»; «Биоминерализация»; «Медицинская геология»; «Органическая минералогия»; «Биоминеральные взаимодействия в почве»; «Действие микроорганизмов на природные и искусственные материалы». Участниками симпозиума сделано 70 устных и 70 стендовых докладов; из МГУ имени М.В. Ломоносова с сообщениями выступили Н.Н. Колотилова (Музей землеведения) и

Н.Е. Кошелева (Географический факультет). Сборник тезисов докладов⁴ насчитывает 240 авторов из многих городов России, а также Германии, Испании, Индии, Вьетнама, Израиля, США.

По завершении симпозиума состоялась 3-дневная экскурсия по Выборгу и его окрестностям с посещением естественных выходов и мест добычи гранита, природных памятников «Гром-камень» (рис. 2), «Казачий камень» и других геологических объектов.

Н.Н. Колотилова



Рис. 2. Участники экскурсии на фоне Гром-камня, одного из «кандидатов» на постамент памятника «Медный всадник».

Fig. 2. Participants of the excursion near the Thunder-Stone, one of the candidates for the pedestal of the monument “The Bronze Horseman”.

⁴ Biogenic – abiogenic interactions in natural and anthropogenic systems. VII International Symposium. Saint-Petersburg: Skifia-Print. 2022. 134 p. ISBN 978-5-00197-059-0.

7-я Всероссийская научная конференция с международным участием «Наука в вузовском музее».

Seventh All-Russian Scientific Conference with international participation “Science in the university museum”.

С 22 по 24 ноября 2022 г. в Музее земледедения МГУ проходила 7-я ежегодная Всероссийская научная конференция с международным участием «Наука в вузовском музее». Учредителями конференции являются Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Евразийская ассоциация университетов и Московское общество испытателей природы. Конференция включала пленарную сессию, посвящённую фундаментальным научным исследованиям, а также 4 тематические секции: «Отражение достижений в области естественных наук в учебной экспозиции», «Музеология и музейная педагогика», «Научное обоснование формирования и изучения музейных фондов как базы фундаментальных знаний», «Научные исследования и история науки».

Работа конференции проходила в смешанном формате: в очном режиме и дистанционно. Открыл конференцию директор Музея земледедения, профессор А.В. Смуров, который охарактеризовал коллекции, хранящиеся в вузовских музеях, как неотъемлемую и значимую часть общего культурного, исторического и научного наследия страны, а также отметил актуальные проблемы функционирования вузовских музеев в России. А.В. Смуров зачитал письменное приветствие участникам конференции от проректора МГУ А.А. Федянина. С приветственным словом к участникам также обратились: проректор МГУ С.Ю. Егоров, декан Факультета глобальных процессов МГУ, первый вице-президент МОИП И.В. Ильин, от Неправительственного экологического фонда имени В.И. Вернадского – генеральный директор фонда О.В. Плямина и заместители генерального директора Т.В. Августманова и А.А. Чешев.

На конференцию было подано 65 заявок на участие от представителей вузовских и других ведомственных музеев России и сопредельных стран. В работе конференции приняли участие более ста человек из различных организаций Москвы, Калининграда, Архангельска, Санкт-Петербурга, Белгорода, Саратова, Сыктывкара, Нижнего Новгорода, Казани, Томска, а также из Баку (Азербайджан) и Караганды (Казахстан). На конференции были сделаны 50 докладов. На заключительном заседании 24 ноября состоялось подведение итогов и принятие проекта Резолюции конференции, в которой подчёркнута роль и значимость конференции как общей площадки для консолидации действий вузовских музеев, дающей возможность рассказать о своих достижениях, проблемах, поделиться опытом и новыми методами работы с посетителями, новациями в вопросах музейной педагогики, привлечения студентов к музейной деятельности и по другим вопросам. Сборник материалов конференции представлен на сайте Музея земледедения МГУ www.mes.msu.ru.

Н.И. Крупина

100-летие основания и 30-летие возрождения Общества изучения русской усадьбы.

100th anniversary of foundation and 30th anniversary of the revival of the Society for the Study of the Russian Estate.

В Белокаменных палатах XVII века (здание Государственного музея А.С. Пушкина) 21 мая 2022 г. открылась уникальная выставка «Венок усадьям... К 100-летию осно-

вания и 30-летию возрождения Общества изучения русской усадьбы (ОИРУ)». Сроки проведения выставки с 21 мая по 2 октября 2022 г. Название выставки посвящено тем, кто изучал русскую усадьбу, а также самим памятникам архитектуры.

Общество ОИРУ было создано в Москве в 1922 г. благодаря искусствоведу В.В. Згуре⁵ (рис. 3) как общественная научно-просветительская организация, которая объединила краеведов-любителей и профессиональных искусствоведов, занимавшихся изучением и описанием усадебных памятников, оказавшиеся после революции на грани уничтожения.



Рис. 3. Владимир Васильевич Згура (27.03[09.04].1903–17.09.1927).

Fig. 3. Vladimir Vasilievich Zgura (27.03[09.04].1903–17.09.1927).

Место проведения выставки было выбрано не случайно. Дело в том, что палаты в Чертольском переулке стали жилым флигелем. В 1924 г. на верхнем этаже поселился основатель ОИРУ со своей матерью и братом. Впоследствии здесь собирались члены Общества до трагической кончины В.В. Згуры (сначала ОИРУ собирались на квартире семейства в доме 25 по 1-му Знаменскому переулку, ныне 1-му Колобовскому). За суровый облик здания и высокую лестницу постоянные гости прозвали этот дом «башней Згуры».

Благодаря архивным материалам на выставке представлены судьбы и активная деятельность членов-энтузиастов ОИРУ, среди которых были не только архитекторы, реставраторы, но и историки, литераторы, научные сотрудники, т. е. люди самых разных профессий и специальностей. Тем не менее, они смогли сформировать новую научную дисциплину «усадьбоведение». Программа деятельности предусматривала не только комплексное обследование усадеб, картографирование, издательскую деятельность (путеводители, книги), но и экскурсионно-популяризаторскую работу (публичные лекции, общедоступные экскурсии, концерты «усадебной» музыки). В 1926 г. открылись первые при общественной организации двухгодичные историко-художественные курсы по истории русского искусства XVII–XIX вв. Большой вклад был внесён ОИРУ в изучение русской культуры, а также ими были созданы первые музеи-усадьбы.

На экспозиции показан период работы Общества в 1922–1930 гг. Размещены издания, посвящённые непосредственным создателям ОИРУ (В.В. Згура, А.Н. Греч, П.П. Вейнер, Ю.Б. Шмаров и др.), классикам современного усадебоведения, архивные материалы, а также представлен период возрождения с 1992 г. по настоящее время. Продемонстрированы публикации, фотоматериалы таких сподвижников, как Л.В. Иванов, Ю.А. Веденин, М.В. Нащокина, Г.Д. Злочевский и др. Отдельно хочется выделить интерактивный экспонат, в котором размещено много различных материалов по истории ОИРУ, сведения о конкретных членах ОИРУ, о трагичных страницах истории Общества, когда в августе 1930 г. решением НКВД РСФСР официально было ликвидировано «Общество изучения русской усадьбы», многие члены подверглись политическим репрессиям или заплатили своей жизнью.

⁵ Владимир Васильевич Згура (27 марта [9 апреля] 1903–17 сентября 1927 г.) – советский искусствовед, историк, москвовед. Основатель и первый председатель (1922–1927 гг.) ОИРУ.

На выставке представлены уникальные экспонаты, книги, фотографии, художественные произведения, связанные с историей и выдающимися личностями ОИРУ, архивные материалы, хранящиеся в Государственном музее А.С. Пушкина, а также в Государственной Третьяковской галерее, Государственном музее изобразительных искусств им. А.С. Пушкина, Государственном историческом музее, Государственном музее архитектуры им. А.В. Щусева.

И.П. Таранец

Выставка «Кабинет редкостей» Московского университета в ГМИИ им. А.С. Пушкина.

Exhibition “Cabinet of rarities” of Moscow University in the State Museum of Fine Arts named after A.S. Pushkin.

С 1 июля 2022⁶ г. в Государственном музее изобразительных искусств имени А.С. Пушкина открылась выставка «Кабинет редкостей», на которой представлены нечасто экспонирующиеся произведения скульптуры и декоративно-прикладного искусства. Название выставки отсылает к Кабинету изящных искусств и классических древностей Московского университета, созданному в 1850-х гг. и ставшему одним из предшественников Пушкинского музея. Дело в том, что Музей изящных искусств имени Александра III (первое название ГМИИ им. А.С. Пушкина) изначально создавался при университете. Одним из его инициаторов, активным организатором был профессор кафедры теории и истории искусства Московского университета, доктор римской словесности и истории искусства И.В. Цветаев. Почему дано название «камеры», «кабинет»? «Кунсткамеры», или «камеры», «кабинеты», галереи появились в XVI–XVII вв. как отражение чаще всего любознательности, когда коллекционировались редкие и ценные предметы. Собиратели таких кабинетов в эпоху Возрождения (учёные, ценители искусства, знатные люди) представляли модель окружающего мира как бы в «миниатюре», отражая тем самым интерес к миру природы. В дальнейшем такие коллекции сыграли важную роль в фундаментальных исследованиях природы.

На выставке демонстрируются различные предметы: от древнекитайского ритуального бронзового сосуда, созданного ещё до н. э., до произведений западноевропейского декоративно-прикладного искусства XVII–XIX вв. н. э. На первый взгляд, предметы выглядят разрозненно, т. к. они из разных стран и разных эпох. Однако они дают наглядное представление, что такое «кабинет редкостей», или вундеркамеры – «собрания диковин». Все эти музейные предметы объединяет уникальность каждого из них. Здесь можно вспомнить историю появления «кабинетов» в Московском университете. С самого основания у университета были «благотворители», которые жаловали не только деньги,



⁶ Выставка открылась при поддержке мецената Елены Колесник.

но и дарили подарки, коллекции. Например, Прокофий, Григорий и Никита Демидовы в феврале 1755 г. в газете «Санкт-Петербургские ведомости» заявили о намерении подарить минералогическую коллекцию (6000 образцов) российскому университету, и в 1759 г. она поступила в Московский университет. «В 1802 г. университет получил в дар кабинет натуральной истории. В 1807 г. опубликовано сообщение о даре Е.Р. Дашковой. Она подарила Московскому университету кабинет натуральной истории и коллекцию редкостей, которую собирала более 30 лет. Кабинет содержал более 15 тысяч предметов, для которых отвели «отдельную залу»». К сожалению, из-за войны 1812 года многие коллекции и экспонаты были утрачены. Однако наследие Музея естественной истории Московского университета всё же отчасти сохранилось. Кроме того, многие экспонаты Кабинета изящных искусств и древностей Московского университета (античные вазы, нумизматическая коллекция, специальная библиотека и др.) также сохранились, благодаря чему стали основой открывшегося в 1912 г. Музея изящных искусств имени Александра III⁷.

Открывшаяся выставка – это часть интереснейшей истории, которая соединилась в музейном пространстве. На ней каждый посетитель может прикоснуться к разным эпохам, где ценные экспонаты могут «рассказать» о разных событиях, скрытых символах или религиозных культах.

И.П. Таранец

Пресс-конференция «Экологическая безопасность при освоении морских нефтегазовых месторождений в Арктике и на Дальнем Востоке. Возможно ли сотрудничество науки и бизнеса?».

Press Conference “Environmental safety in the development of offshore oil and gas fields in the Arctic and the Far East. Is cooperation between science and business possible?”

3 октября 2022 г. в зале «Дальний» ММПЦ «Россия сегодня» (Москва, Zubovskiy bulvar, d. 4) прошла пресс-конференция на тему «Экологическая безопасность при освоении морских нефтегазовых месторождений в Арктике и на Дальнем Востоке. Возможно ли сотрудничество науки и бизнеса?» Проведение пресс-конференции приурочено к завершению экспедиционного сезона и морских рейсов в акваториях Баренцева, Карского и Охотского морей. Учёные географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова и специалисты по экологической безопасности в период с июня по сентябрь 2022 г. исследовали более 100 тыс. км² акваторий в районах разведки и добычи углеводородов. Они отобрали более тысячи проб морских вод и донных отложений, изучили состояние атмосферного воздуха, оценили условия жизни рыб, морских млекопитающих и птиц.

В мероприятии приняли участие: Добролюбов Сергей Анатольевич, академик РАН, декан географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова; Слободян Владимир Юрьевич, координатор программы мониторинга состояния окружающей среды в морях Арктики и Дальнего Востока географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова; Шабалин Николай Вячеславович, заместитель директора Беломорской биологической станции им. Н.А. Перцова биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова.

В ходе мероприятия были представлены новые результаты экологического мониторинга морей Арктики и Дальнего Востока. Они помогут разработать превентивные

⁷ С 1923 г. Музей изящных искусств имени Александра III был выведен из подчинения университета и стал Государственным музеем изящных искусств, в 1932 г. получил название Государственного музея изобразительных искусств, а в 1937 г. ему было присвоено имя А.С. Пушкина.



меры для обеспечения экологической безопасности и бережного освоения человеком северных и дальневосточных регионов.

Также эксперты рассказали о возможностях и перспективах сотрудничества научных коллективов с нефтегазовыми компаниями. Участие в проектах разведки и освоения месторождений даёт учёным возможность актуализировать собственные наблюдения, изучить процессы и явления, связанные с региональным откликом природной среды на глобальное потепление и хозяйственным освоением территорий.

Подводя итог пресс-конференции, С.А. Добролюбов сказал: «Роль бизнеса в России очень многообразна. К сожалению, взаимодействие бизнеса и науки пока не очень хорошо развивается. Видимо, бизнес не видит большой выгоды от того, что будет взаимодействовать с фундаментальной наукой. Мы знаем, что у больших компаний есть и свой флот, и свои научные институты. И всё-таки такие центры образования и науки, как Московский университет, в котором великолепный набор исследователей, причём по комплексным проблемам, он должен ставиться во главу угла, когда речь идёт о том, чтобы провести исследования, особенно в труднодоступных районах, действительно высокого уровня. Если мы хотим получить независимую оценку того, что творится в районе наших будущих лицензионных участков, понять, что с ними будет происходить в ближайшие десятилетия, нам нужны такие флагманы науки, как Московский университет, как Академия наук в целом, для того чтобы эта оценка была действительно независимой. Тогда и фундаментальная, и прикладная наука будут приносить, в том числе, и доход нашим компаниям в Арктическом бассейне».

С.В. Козлов

**120 лет со дня рождения Н.А. Базилевской.
120 years since the birth of N.A. Bazilevskaya.**

6 июня 2022 г. в зале Ротонда МГУ открылась временная экспозиция, посвящённая 120-летию со дня рождения Нины Александровны Базилевской (1902–1997) – профессора, ученицы Н.И. Вавилова, ботанико-географа, систематика растений, растениевода, историка науки, директора Ботанического сада МГУ (1952–1964), организатора экспозиций на новой территории Сада, 70 лет основания которой как компоненты архитектурно-ландшафтного комплекса МГУ на Ленинских (Воробьевых) горах исполняется в 2022 г.

По инициативе Н.А. Базилевской для работы по созданию коллекций декоративных растений Сада была приглашена Анастасия Антоновна Сосновец (1902–1977), 120 лет со дня рождения которой также исполняется в 2022 г. – цитогенетик, селекционер декоративных растений, основоположник отечественной селекции древовидных пионов, цветок которого ныне является эмблемой основной территории биологического факультета МГУ.

На открытии экспозиции были представлены живые экспонаты сортов древовидных пионов, выведенные преемницей А.А. Сосновец – нынешним куратором этой уникальной коллекции Сада М.С. Успенской, в т. ч. сорта, в названиях которых отражена история Ботанического сада Московского университета: ‘Анастасия Сосновец’, ‘300 лет Ботсаду МГУ’ и ‘Тит Трофимов’.

Экспозиция подготовлена сотрудниками сектора музейно-методической работы и фондов К.А. Голиковым, Т.Г. Смуровой, А.В. Сочивко и Е.М. Лаптевой в рамках выставки «Музей землеведения в зеркале истории МГУ», приуроченной к 70-летию создания Музея землеведения. На открытии экспозиции на заседании секции музеологии МОИП, приуроченной ко Дню эколога и Всемирному дню охраны окружающей среды, выступил директор Музея землеведения МГУ проф. А.В. Смуров.

К.А. Голиков

**110 лет со дня рождения Л.Н. Гумилёва.
110 years since the birth of L.N. Gumilyov.**



1 октября 2022 г. исполнилось 110 со дня рождения русского самобытного учёного Льва Николаевича Гумилёва (1912–1992). Сын знаменитых опальных поэтов Николая Гумилёва и Анны Ахматовой, Лев Николаевич прожил нелёгкую жизнь: он не раз был арестован, работал в нечеловеческих условиях на севере в лагерях, подвергался идеологическому давлению. Несмотря на это, он внёс значительный вклад в развитие культуры. Л.Н. Гумилёв известен как писатель, переводчик, археолог, историк, востоковед, географ, этнолог, философ. Л.Н. Гумилёву принадлежат монографии по археологии Хазарии, истории народа хунну и древних тюрков, исторической географии. Но в историю естественных и общественных наук он вошёл, прежде всего, как создатель оригинальной всеобъемлющей концепции – пассионар-

ной теории этногенеза. Наиболее полно эта теория изложена в его книге «Этногенез и биосфера Земли», написанной в 1975 г.

Несколько наиболее значимых книг Л.Н. Гумилева представлены на небольшой временной выставке, организованной в Музее землеведения МГУ в связи с юбилеем учёного. Уместно отметить, что памяти Л.Н. Гумилёва посвящены два музея: в Бежецке, где прошло его детство, и в Санкт-Петербурге, в последней квартире учёного.

Н.Н. Колотилова

90 лет Сергею Алексеевичу Несмеянову. Sergei A. Nesmeyanov is 90 years old.

5 декабря 2022 г. исполнилось 90 лет известному учёному, доктору геолого-минералогических наук Сергею Алексеевичу Несмеянову.

С.А. Несмеянов окончил геологический факультет МГУ в 1956 г. Его молодые годы и первые шаги в геологической науке проходили в стенах Музея землеведения. Свою деятельность он начинал в отделе эндогенных процессов под руководством В.А. Апродова, В.Е. Хаина и др. В 60-х и 70-х гг. Сергей Алексеевич был постоянным автором сборника «Жизнь Земли», публикуя в нём результаты своих исследований по стратиграфии моласс Тянь-Шаня, геологии палеолитических стоянок Средней Азии, палеоклиматам аридных областей, неотектонике и структурной геологии.

Дальнейшая деятельность С.А. Несмеянова была связана с инженерно-геологическими изысканиями. Он участвовал в разномасштабных геологических съёмках, тематических работах по стратиграфии, геоморфологии, тектонике, сейсмичности, палеогеографии и палеоэкологии. Районы его исследований охватывали Казахстан, Среднюю Азию, Сибирь, Монголию, Китай, Кавказ, Урал, Сахалин, Русскую равнину. В сферу деятельности С.А. Несмеянова входили также экологические экспертизы материалов по проектированию ряда ответственных объектов промышленного строительства.

Собранный им фактический материал стал базой для диссертационных работ, защита которых проходила на Геологическом факультете МГУ: в 1966 г. – кандидатская диссертация по неотектонике Западной Ферганы, в 1979 г. – докторская работа, посвящённая этапам тектоники и палеоклиматам аридных областей. Исследования С.А. Несмеянова характеризуют комплексность и междисциплинарный подход. Они находятся на стыке геотектоники и инженерной геологии, стратиграфии и генетического анализа, геологии и археологии.

В библиотеке Музея землеведения хранится монография «Генетические комплексы континентальных отложений» с дарственной надписью и автографом С.А. Несмеянова. В дни юбилея хочется пожелать Сергею Алексеевичу бодрости и крепкого здоровья, вдохновения, оптимизма, сил и энергии для дальнейшего воплощения ярких творческих идей.

П.А. Чехович

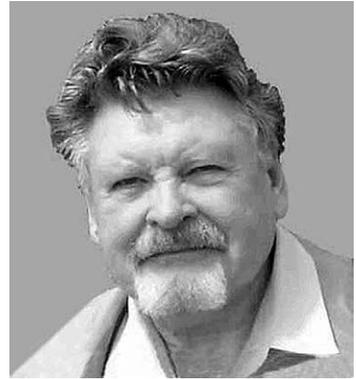


TABLE OF CONTENTS

INTERACTION OF GEOSPHERES

INFLUENCE OF ANTHROPOGENIC CARBON DIOXIDE ON THE THERMAL REGIME OF THE ATMOSPHERE AND ITS CHANGES *V.M. Fedorov, I.V. Altunin, D.M. Frolov* (pp. 402–414)

BLUE ECONOMY AS THE BASIS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE ARCTIC REGION OF RUSSIA *A.I. Krivichev, D.D. Nyudleev, V.N. Sidorenko* (pp. 415–424)

CURRENT STATE OF MOISTURE RESOURCES AGAINST THE BACKGROUND OF CLIMATE CHANGES ON THE NORTHEASTERN SLOPE OF THE GREAT CAUCASUS (WITHIN THE REPUBLIC OF AZERBAIJAN) *M.M. Maharramova* (pp. 425–432)

MESOTROPHIC VALLEY SWAMPS ON THE NORTHERN MACROSLOPE OF THE CENTRAL CAUCASUS *Karavayev V.A., Voskova A.V., Seminozhenko S.S.* (pp. 433–439)

NATURAL SCIENCE MUSEOLOGY: THEORY AND PRACTICE

ANDIJAN EARTHQUAKE OF 1902 ACCORDING TO THE PHOTO ARCHIVE OF THE EARTH SCIENCE MUSEUM (MSU) *L.V. Alekseyeva, A.V. Ivanov, Yu.I. Maximov* (pp. 440–455)

STRUCTURAL AND MORPHOLOGICAL FEATURES OF THE TUSKS OF THE WOOLLY MAMMOTH *MAMMUTHUS PRIMIGENIUS*: A REVIEW OF RESULTS AND RESEARCH PERSPECTIVES *T.F. Klimovskaya* (pp. 456–464)

MUSEUM EDUCATION

50 YEARS OF THE TOMPONSKY TRAINING GROUND NAMED AFTER V.I. KOROSTELEV, A GEOLOGICAL STAFF FORGE *O.G. Tretyakova, M.F. Tretyakov, V.R. Filippov, S.S. Rozhin, N.M. Tretyakova* (pp. 465–474)

MUSEUM NEWS

AROUND THE WORLD ON THE SLOOP KAMCHATKA. CAPTAIN V.M. GOLOVNIN'S EXPEDITION IN THE DRAWINGS BY M.T. TIKHANOV. BASED ON THE MATERIALS OF THE EXHIBITION AT THE WORLD OCEAN MUSEUM *P.S. Matviets, P.V. Matviets* (pp. 475–486)

METEORITE EXPEDITIONS OF THE PERSONNEL OF THE EARTH SCIENCE MUSEUM IN 2022 *M.A. Vinnik, A.A. Kosnyreva, Yu.I. Galushkin, T.N. Galushkina* (pp. 487–497)

EXHIBITION IN THE MOSCOW STATE UNIVERSITY'S EARTH SCIENCE MUSEUM, DEDICATED TO THE 200TH ANNIVERSARY OF THE BIRTH OF LOUIS PASTEUR *N.N. Kolotilova* (pp. 498–504)

BRIEF

"LIFE OF THE EARTH" JOURNAL IN THE MUSEUM INFORMATIONAL SPACE *V.V. Snakin, I.K. Mitrofanov* (pp. 505–511)

MSU MAIN BUILDING AS A MODEL OBJECT FOR STUDYING ROOFTOP AVIFAUNA *D.A. Boriskin* (pp. 512–515)

CHRONICLE OF EVENTS

On the eve of V.I. Vernadsky's 160th anniversary. International Scientific Conference dedicated to the 90th anniversary of the Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus. Ceremonial meeting of the Museology Section of the Moscow Society of Naturalists dedicated to the 100th anniversary of the State Biological Museum named after K.A. Timiryazev. Second International Scientific-Practical Conference "Botanical collections of Belarus: preservation, use and development prospects of herbariums". Seventh International Symposium "Biogenic-abio-genic interactions in natural and anthropogenic systems". Seventh All-Russian Scientific Conference with international participation "Science in the university museum". 100th anniversary of foundation and 30th anniversary of the revival of the Society for the Study of the Russian Estate. Exhibition "Cabinet of rarities" of Moscow University in the State Museum of Fine Arts named after A.S. Pushkin. Press Conference "Environmental safety in the development of offshore oil and gas fields in the Arctic and the Far East. Is cooperation between science and business possible?" 120 years since the birth of N.A. Bazilevskaya. 110 years since the birth of L.N. Gumilyov. Sergei A. Nesmeyanov is 90 years old (pp. 516–527)

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Журнал «Жизнь Земли» публикует результаты научно-исследовательской и музейно-методической работы сотрудников МГУ имени М.В. Ломоносова, музеев высших учебных заведений и других ведомств по взаимодействию геосфер, естественнонаучной музеологии, музейной 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, для раздела «Краткие сообщения» – не более 0,25 а. л. Языки: русский, английский.

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

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

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

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

К рукописи прилагаются:

- название статьи и место работы авторов на английском языке, а также транслитерация фамилий авторов;
- аннотация статьи и ключевые слова к ней на русском и английском языках (желательно англоязычный вариант резюме делать более подробным);
- список литературы на английском языке (references);
- англоязычные варианты подписей рисунков и таблиц;
- при публикации статьи на английском языке предоставляются: расширенная аннотация на русском языке, перевод названий рисунков и таблиц на русском языке, англоязычный список литературы (references);
- авторская справка и данные для связи с автором(ами): ФИО, должность, звание, адрес, телефон, электронный адрес.

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

Рукописи рецензируются.

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

Публикуемые материалы могут не отражать точку зрения редколлегии.

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

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



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



Жизнь Земли: Междисциплинарный научно-практический журнал.
Ж71 Т. 44, № 4. — М.: Издательство Московского университета; МАКС Пресс,
2022. — 132 с.

ISSN 0514-7468

ISBN 978-5-317-06907-0

ББК 26.3

DOI 10.29003/m28.0514-7468

DOI 10.29003/m3114.0514-7468.2022_44_4



<https://elibrary.ru/ttzcoo>

ЖИЗНЬ ЗЕМЛИ

Междисциплинарный научно-практический журнал

Том 44, № 4

2022 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 12.12.2022 г.

Формат 70×100 1/16. Усл.печ.л. 9,26. Тираж 100 экз. Заказ № 179

Издательство ООО «МАКС Пресс»

Лицензия ИД N 00510 от 01.12.99 г.

119992, ГСП-2, Москва, Ленинские горы, МГУ им. М.В. Ломоносова,

2-й учебный корпус, 527 к.

Тел. 8(495)939-3890/91. Тел./Факс 8(495)939-3891.

Отпечатано в полном соответствии с качеством
предоставленных материалов в ООО «Фотоэксперт»
109316, г. Москва, Волгоградский проспект, д. 42,
корп. 5, эт. 1, пом. I, ком. 6.3-23Н

**ПОПОЛНЕНИЕ КОЛЛЕКЦИИ МЕТЕОРИТОВ
МУЗЕЯ ЗЕМЛЕВЕДЕНИЯ МГУ
(см. с. 487–497)**

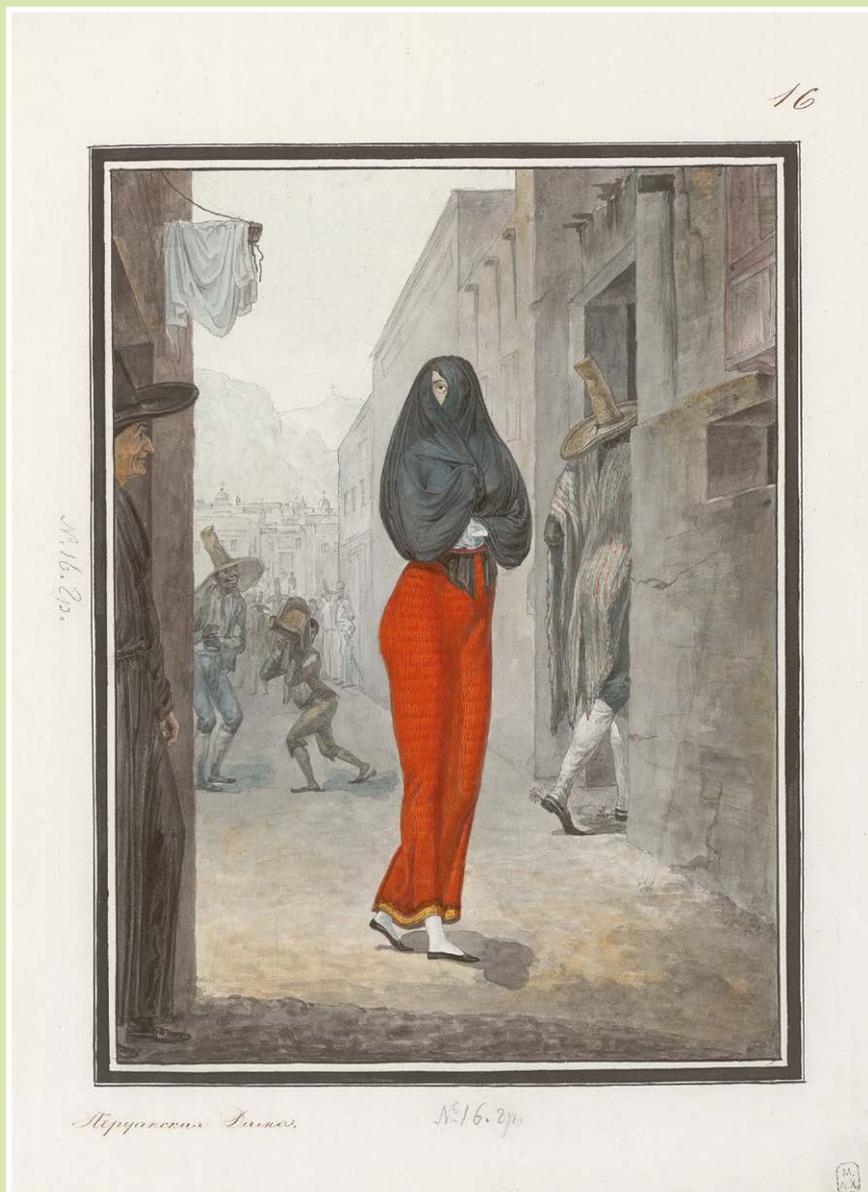


Фрагмент метеорита Царёв.



Образец породы импактного происхождения.

ЭКСПЕДИЦИЯ В.М. ГОЛОВНИНА (1817–1919)
В РИСУНКАХ М.Т. ТИХАНОВА
(см. с. 475–486)



М.Т. Тиханов. Перуанская дама. 1818 г. Бумага, акварель.

