ЖИЗНЬ ЗЕМЛИ

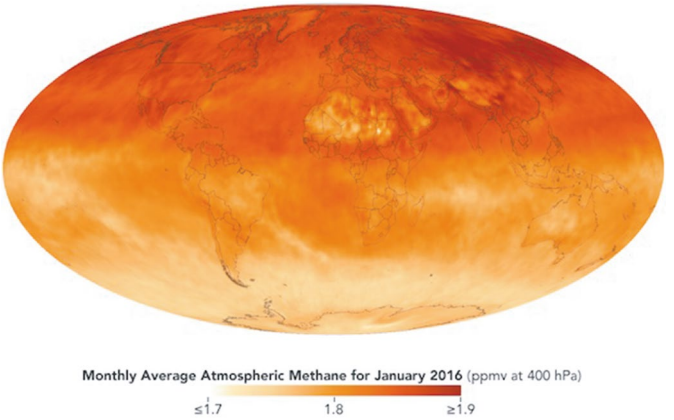
ISSN 0514-7468

Музей землеведения МГУ
The Earth Science Museum

39 (4) 2017

ЖИЗНЬ ЗЕМЛИ
2017 39 (4)

МЕТАН В АТМОСФЕРЕ: ДИНАМИКА И ИСТОЧНИКИ
(см. с. 365–380)



Метан в атмосфере Земли на высоте 6 км (2016) по данным NASA

«Дверь в преисподнюю» – рукотворная достопримечательность Туркмении

В ночном освещении Земли участвуют метановые факелы

ISSN 0514-7468

ЖИЗНЬ ЗЕМЛИ

2017
Т. 39, № 4

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Выходит 4 раза в год
Издаётся с 1961 года

Редакционный совет:
В.А. Садовничий (председатель Совета), А.В. Смуров (зам. председателя Совета), Н.А. Абакумова, А.П. Бужилова, М.И. Бурлыкина, И.Л. Ган, С.А. Добролюбов, М.В. Калякин, Н.С. Касимов, М.П. Кирпичников, А.И. Клюкина, А.С. Орлов, В.Е. Подольский, Д.Ю. Пущаровский, Н.Г. Рыбальский, В.В. Снакин, А.А. Федянин, Э.И. Черняк, С.А. Шоба

Редакционная коллегия:
А.В. Смуров (гл. редактор), В.В. Снакин (зам. гл. редактора), Л.В. Алексеева (отв. секретарь), Е.П. Дубинин, А.В. Иванов, В.В. Козодёров, Н.Н. Колотилова, Е.С. Полковникова, Л.В. Попова, А.П. Садчиков, С.А. Слободов, В.Р. Хрисанов, П.А. Чехович

ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКОВСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА
2017

Адрес редакции:
119991, Москва, Ленинские Горы, МГУ,
Музей землеведения;
Тел.: +7 (495) 939-14-15; +7 (495) 939-12-21;
e-mail: zhizn_zemli@mail.ru
www: zhiznzemli.mes.msu.ru
http://msupress.com/catalogue/magazines/pedagogika/1982/

ISSN 0514-7468

ZHIZN' ZEMLI

2017
V. 39 (4)

[THE LIFE OF THE EARTH]

It turns out 4 times a year
Published since 1961

INTERDISCIPLINARY SCIENTIFIC AND PRACTICAL JOURNAL

Editorial council:

V.A. Sadovnichy (Council Chairman), A.V. Smurov (deputy Chairman), N.A. Abakumova, A.P. Buzhilova, I.L. Gan, M.I. Burlykina, S.A. Dobrolyubov, M.V. Kalyakin, N.S. Kasimov, M.P. Kirpichnikov, A.I. Klyukina, A.S. Orlov, V.E. Podolsky, D.Y. Pushcharovsky, N.G. Rybalskiy, V.V. Snakin, A.A. Fedyanin, E.I. Chernyack, S.A. Shoba

Editorial team:

A.V. Smurov (Ch. Editor), V.V. Snakin (deputy Ch. Editor), L.V. Alekseeva (Resp. Secretary), E.P. Dubinin, A.V. Ivanov, V.V. Kozoderov, N.N. Kolotilova, E.S. Polkovnikova, L.V. Popova, A.P. Sadchikov, S.A. Slobodov, V.R. Khrisanov, P.A. Chekhovich

PUBLISHING
Moscow State University
2017

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
www: zhiznzemli.mes.msu.ru
http://msupress.com/catalogue/magazines/pedagogika/1982/

СОДЕРЖАНИЕ

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГЕОСФЕР

Снакин В.В., Доронин А.В., Фрейбергс Г., Щербицкис И., Власова И.В., Чудовская И.В. Метан в атмосфере: динамика и источники 365

Фёдоров В.М. Анализ временных откликов приповерхностной температуры воздуха на многолетнюю изменчивость инсоляции Земли 381

ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНАЯ МУЗЕОЛОГИЯ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

Громалова Н.А., Чехович П.А., Аксёнов С.М., Никишаева Н.Д. Пиритовые конкреции из нижнемеловых отложений Северного Кавказа: первые результаты изучения новой музейной коллекции 392

Березнер О.С., Скрипко К.А. Эти загадочные игнимбриты: текстурно-структурные особенности и происхождение 403

МУЗЕЙНАЯ ПЕДАГОГИКА

Колесова Е.В. Экологическое образование в России: вклад неформального сектора 411

ВЕСТИ ИЗ МУЗЕЕВ

Абакумова Н.А. Государственному музею истории космонавтики им. К.Э. Циолковского – 50 лет 416

Максимов Ю.И. Выставка «Советский туристический плакат 1920–80-х гг.» 422

Снакин В.В. Выставка «60 лет в Космосе» 425

ИСТОРИЯ НАУКИ

Кононова Н.К. Экспедиция «Северный полюс» и глобальная типизация циркуляции атмосферы 429

Джобадзе Т.Ф., Максимов Ю.И. Экспедиции Д.Н. Анучина к истокам Волги и Западной Двины в 1894–95 гг. (по материалам Фотоархива Музея землеведения МГУ) 444

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Максимов Ю.И., Кривичев А.И. Мир в 2017 году по прогнозу К.Э. Циолковского (к 160-летию со дня рождения учёного) 458

ХРОНИКА. СОБЫТИЯ

70 лет профессору Николаю Николаевичу Марфенину *(Л.В. Попова)* 462

100 лет со дня рождения Г.К. Скрябина *(Н.Н. Колотилова)* 464
Памяти И.А. Двигубского *(Т.Г. Смурова)* 465
Выставка «Две даты в жизни Московского университета: 1911/1917. Возвращение» *(Н.Н. Колотилова)* 466
XII Международная Ландшафтная конференция *(В.А. Караваев)* 467
XVII Международная конференция молодых учёных «Леса Евразии – Леса Поволжья» *(В.В. Козодёров)* 469
Первый Российский микробиологический конгресс *(Н.Н. Колотилова)* 470

КНИЖНОЕ ОБОЗРЕНИЕ 472

TABLE OF CONTENTS 477

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГЕОСФЕР

УДК 551.510.41:504.06:622.272:622.28

МЕТАН В АТМОСФЕРЕ: ДИНАМИКА И ИСТОЧНИКИ

В.В. Снакин, А.В. Доронин, Г. Фрейбергс, И. Щербицкис, И.В. Власова, И.В. Чудовская[1]

Рассматривается проблема роста концентрации в атмосфере одного из опасных парниковых газов – метана, основного компонента природного газа. Приведены главные природные и антропогенные источники эмиссии метана. Анализируется динамика развития нефтегазовой отрасли и возможные потери природного газа в цепочке: нефтегазоразведка – добыча – транспортировка – подземное хранение. Количественные оценки потерь метана в указанной цепи свидетельствуют о ведущей роли нефтегазовой промышленности в динамике метана в атмосфере Земли за последние полвека. Предлагаются возможные пути снижения эмиссии метана в атмосферу.

Ключевые слова: *природный газ, попутный нефтяной газ, метан в атмосфере, источники эмиссии метана, нефтегазовая промышленность, подземное хранение газа, метанотрофы.*

METHANE IN THE ATMOSPHERE: DYNAMICS AND SOURCES

V.V. Snakin[1,2,3], A.V. Doronin[2], G. Freibergs[4], I. Sherbitskis[4], I.V. Vlasova[2], I.V. Chudovskaya[2]
[1] Lomonosov Moscow State University; [2] 'Energodiagnostika' LLC, Moscow; [3] RAS Institute of fundamental biological problems, Pushchino; [4] Inchukalnskoe UGS AS Conexus Baltic Grid (Latvia)

This article is dedicated to the problem of the atmospheric concentration increase of one of the most dangerous greenhouse gases – methane, the main component of natural gas. The main natural and anthropogenic sources of methane emission are described in the article. The dynamics of oil and gas industry development and possible losses of natural

[1] Снакин Валерий Викторович – д.б.н., проф. МГУ имени М.В. Ломоносова, зав. лабораторией ландшафтной экологии Института фундаментальных проблем биологии РАН (г. Пущино), начальник отдела экологии ООО «Энергодиагностика» (Москва), *snakin@mail.ru*; Доронин Алексей Викторович – начальник экспертно-аналитического отдела ООО «Энергодиагностика», *mr.doroninav@bk.ru.ru*; Гинтс Фрейбергс – член правления AS Conexus Baltic Grid (Латвия); Иварс Щербицкис – руководитель Инчукалнского ПХГ AS Conexus Baltic Grid (Латвия); Власова Инна Владимировна – начальник юридического отдела; Чудовская Ирина Васильевна – начальник информационно-аналитического отдела ООО «Энергодиагностика», *ichudovskaya@gmail.com*.

gas are analyzed by the authors in the chain: oil and gas exploration – production – transportation – underground storage. Quantitative estimates of methane losses in this chain indicate the leading role of oil and gas industry in the methane increasing dynamics in the Earth's atmosphere over the last 50 years. The ways of possible reduction of methane emission into the atmosphere are suggested in the final part of the article.

Keywords: *natural gas, associated gas, methane in the atmosphere, methane emission sources, oil and gas industry, underground gas storage, methanotrophs.*

Введение. Одной из серьёзных экологических проблем современности является постоянное и существенное увеличение концентрации метана (CH_4) в атмосфере, что рассматривается как возможный существенный фактор глобальных изменений климата (метан – второй по значению после углекислого газа парниковый газ Киотского протокола, поскольку аккумулирует энергию инфракрасного излучения в 30 раз эффективнее углекислоты). Этот простейший насыщенный ациклический углеводород (бесцветный и без запаха) – основной компонент природных (77–99 %), попутных нефтяных (31–90 %), рудничного и болотного газов. Нетоксичен; наркотический эффект при больших концентрациях; опасность смеси с воздухом связана со снижением концентрации кислорода. С воздухом образует взрывоопасные смеси.

Для предупреждения роста содержания метана в атмосфере нужно понять источники этого роста. Однако на этот счёт нет единого мнения, учитывая множество природных и антропогенных процессов с участием этого соединения.

Динамика содержания метана в атмосфере. Метан присутствует в атмосфере в невысоких концентрациях (1,58–1,68 ppm[2]), однако его атмосферное содержание ежегодно возрастает в среднем на 1 % за счёт дисбаланса между продукцией и окислением [13, 15, 26, 29]. До XVII века концентрация метана в атмосфере была практически постоянной, затем стала медленно расти и особенно бурный рост начался с 1950-х гг. С этого времени скорость прироста концентрации метана в атмосфере практически удвоилась.

С начала эпохи промышленного развития концентрация метана в атмосфере возросла с 700 до 1775 ppb [27], существенно меняясь в суточном и сезонном циклах (максимум в ночные часы, а также осенью и зимой). Некоторые исследователи отмечали замедление роста концентрации метана в атмосфере в период 2000–06 гг. [28, 32]. Тем не менее, в работе [22] отмечали продолжение роста концентрации метана в 2008–11 гг. для территории Польши со скоростью 0,4–1, 45 % в год.

Данные, собранные НАСА (рис. 1), подтверждают приведённые колебания динамики содержания метана в атмосфере в период между 1984 и 2014 гг. С 1980-х по 1992 гг. количество метана не возрастало больше чем на 12 ppb в год. Потом, примерно на десятилетие, рост замедлился и составлял не более 3 ppb в год. В период между 2000 и 2007 гг. концентрация метана в атмосфере стабилизировалась. Начиная с 2007 г. она вновь начала расти со скоростью около 6 ppb в год.

Рост концентрации метана в атмосфере при этом однозначно связывается с увеличением численности населения (рис. 2) и хозяйственной деятельностью человека [11]. При этом рост концентрации метана происходит практически вдвое быстрее в сравнении с углекислым газом.

Росту концентрации метана в атмосфере противостоят химические процессы его разложения, но эффективность этого пути невысока [2]. Вымывание метана из атмосферы происходит медленно из-за его невысокой растворимости в воде. Более существенную роль в разложении метана играют метанокисляющие бактерии (метанотрофы), «работающие» в верхних аэрируемых слоях почвы.

[2] ppm – единица для отражения малых концентраций вещества, одна частица на миллион смеси; ppb – одна частица на миллиард.

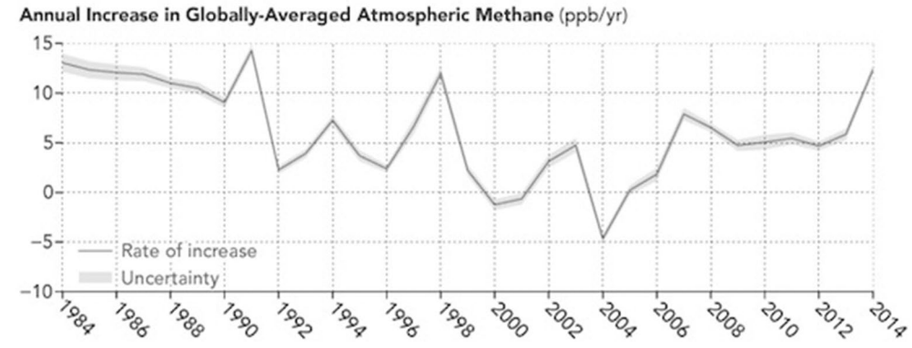


Рис. 1. Динамика ежегодного прироста концентрации метана в атмосфере в мире по данным NASA [23].

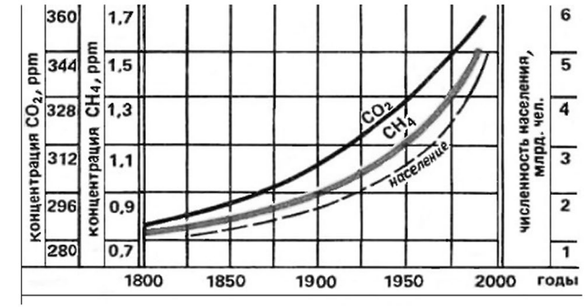


Рис. 2. Изменение содержания углекислого газа и метана в атмосфере Земли и рост населения во времени [11].

Глобальное распределение метана на нашей планете представлено на рис. 3. Концентрация метана выше в Северном полушарии, поскольку и природные, и антропогенные источники метана там более мощные.

Источники поступления метана в атмосферу. Оценки эмиссии метана в атмосферу по данным различных источников значительно различаются. В табл. 1 приведены оценочные данные о размерах поступления метана в атмосферу из некоторых природных и антропогенных источников как биогенного, так и абиогенного происхождения, заимствованные из работы [25].

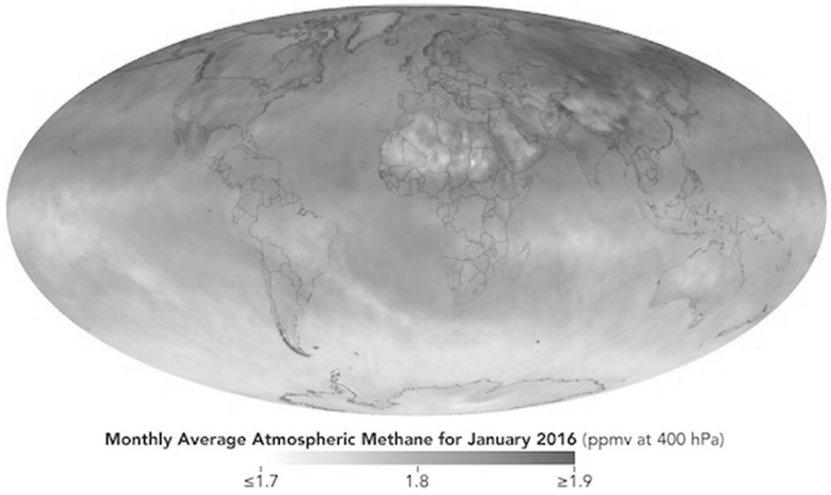


Рис. 3. Распределение метана в январе 2016 г. в окружающем планету воздушном пространстве на высоте около 6 км, по данным NASA [23].

Таблица 1. Источники атмосферного метана [25]

Источник	Годовая эмиссия CH_4, млн т
Биогенные источники метана	302–665
Болота	120–200
Термиты	25–150
Океаны	1–20
Тундра	1–5
Рисовые поля	70–120
Животноводство	80–100
Полигоны ТБО	5–70
Абиогенные источники метана	48–155
Метановые газогидраты	2–4
Вулканы	0,5
Угольные разработки	10–35
Утечка природного газа	10–30
Индустриальные потери и утечка из скважин	15–45
Сжигание биомассы	10–40
Автомобили	0,5
Биогенные и абиогенные источники метана	350–820

Основными природными источниками метана в атмосфере являются болотные системы – до 30 % всего объёма поступления. Однако в связи с широкомасштабным осушением болот доля этого источника в общей эмиссии метана снижается и не может быть причиной наблюдающегося роста его концентрации в атмосфере. Так, в настоящее время осушено около 60 % болот полесья России и Беларуси. За последнее столетие площадь болотных систем в Беларуси за счёт перевода в сельскохозяйственные земли сократилась с 4,13 до 2,3 млн га. В Европе ~ 20 % болот исчезли, а более 50 % не продуцируют торф. В Дании и Нидерландах в естественном состоянии сохранилось менее 1 % болот, а в Финляндии 60 % болот осушено в целях лесоводства [7].

Ещё одним участником системы миграции метана в атмосфере являются газогидраты (метангидраты), огромные не оценённые в полной мере залежи которых имеются на больших глубинах в водоёмах в зоне вечной мерзлоты. С одной стороны, образование газогидратов можно воспринимать как сток метана из атмосферы; с другой стороны, учитывая их нестабильность при повышении температуры, как возможный источник поступления метана в атмосферу. Дискутируется вопрос о возможном резком высвобождении метана из газогидратных залежей при глобальном потеплении климата (т.н. «метановая бомба»); имеются сведения [33] о современных выбросах метана в атмосферу в Северном Ледовитом океане в виде «метановых гейзеров», глобальные масштабы которых предстоит уточнить.

Основными источниками антропогенного поступления метана являются полигоны твёрдых бытовых отходов (ТБО), сельское хозяйство и нефтегазовая промышленность (разработка нефтяных и газовых месторождений, транспортировка, хранение и использование природного газа).

На полигонах твёрдых бытовых отходов образуется широкий спектр газообразных соединений, основным из которых является биогаз, состоящий преимущественно из метана (40–60 %) и CO_2 (30–45 %), нескольких процентов азота, а также большого количества микропримесей. Активное газообразование на полигоне ТБО начинается после его закрытия, обычно через несколько лет, когда сформировался сбалансированный метаногенез, продолжающийся на протяжении 20–30 лет, постепенно затухая. По данным IPCC, эмиссия метана с поверхности полигонов ТБО составляет 35–73 млн т в год, что соответствует 6–12 % общей и 10–20 % антропогенной эмиссии этого газа в атмосферу. В мировой практике на полигонах ТБО используют системы извлечения и сбора образующегося биогаза. В России такие системы не внедряют даже на крупные полигоны, поскольку использование биогаза сдерживается себестоимостью вырабатываемой электроэнергии, которая в 2–2,5 раза выше, чем при сжигании ископаемого топлива или на АЭС [15].

Существенным источником метана в атмосфере является *сельскохозяйственное производство*. Это прежде всего *животноводство*, поскольку жизнедеятельность многих животных (ферментация пищи крупным рогатым скотом, овцами, верблюдами, свиньями) сопровождается выделением метана. Так, в желудочно-кишечном тракте одной коровы за сутки может образоваться сотня литров метана. Ещё одним источником метана является рисоводство. В условиях переувлажнения в течение существенной части сезона на рисовых чеках в анаэробных условиях, аналогично болотным системам, образуется болотный газ. По оценкам, приведённым в табл. 1, в сумме эти два процесса вносят примерно 150–220 млн т метана в год.

Ещё один важный антропогенный источник эмиссии метана в атмосферу – бурно развивающаяся в последние десятилетия *нефтегазовая промышленность*. Добыча природного газа в мире непрерывно растет (рис. 4). С 1950 г. по настоящее время она выросла более чем в 18 раз! Причиной тому является высокая экологичность этого источника энергии: при его сжигании образуется меньше вредных выбросов, чем при сжигании дизельного топлива и бензина – на 75 % и на 50 % соответственно; выхлопные газы метановых двигателей менее вредны для человека и практически не содержат канцерогенных компонентов.

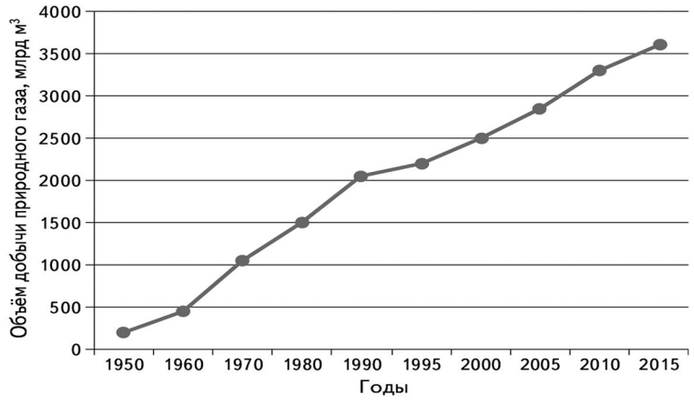


Рис. 4. Динамика мировой добычи природного газа, млрд м³.

В процессах бурения, транспортировки газа и нефти, удаления и неполного сжигания попутных газов, утечек из подземных хранилищ газа (ПХГ), аварийных ситуаций в атмосферу попадает огромное количество природного газа. Согласно табл. 1, суммарно они поставляют в атмосферу 25–75 млн т метана ежегодно (т. е. около 9 % общего поступления). Однако рассмотрим этот источник подробнее.

Метан в атмосфере и развитие нефтегазовой отрасли. По данным ряда авторов [24], в газопроводы поступает около 83 % добытого газа, т. е. до 17 % сырья (или 440 млн т) теряется ежегодно. И это только в начале пути газа потребителю!

Цикл добычи метана начинается с *геологоразведочной деятельности*, которая порой может привести к выбросам значительного количества природного газа в атмосферу в результате технологических потерь и аварий (рис. 5).

Аварийные ситуации при этом имеют, как правило, разовый характер и, скорее всего, не вносят большой вклад в эмиссию метана в атмосферу. При всей неопределённости этого источника поступления метана можно согласиться с данными табл. 1 о потерях 15–45 млн т в год.

Рис. 5. Скважина Дарваза́ (диаметр кратера ~ 60 м, глубина ~ 20 м), или «Дверь в преисподнюю» – рукотворная достопримечательность современной Туркмении. Образовалась в 1971 г. в результате провала при неудачном бурении разведочной скважины, и с тех пор подожжённый природный газ непрерывно горит и днём и ночью [8].

На стадии ***добычи и подготовки нефти*** выделяется т. н. попутный нефтяной газ (ПНГ), состоящий до 2/3 из метана. В зависимости от района добычи из 1 т нефти получают от 25 до 800 м³ попутного нефтяного газа. При мировой добыче нефти около 4,4 млрд т в год (2015), ориентировочно возможное количество попутного газа составляет до 1,3 млрд т в год. Попутный нефтяной газ отделяют от нефти для соответствия требуемым стандартам и в дальнейшем либо утилизируют, либо сжигают (рис. 6).

Рис. 6. Типичный факел при сжигании попутного нефтяного газа.

По данным Министерства энергетики Российской Федерации (2016), нормативы потерь добываемого в стране ПНГ сокращались с 1,14 % в 2010 г. до 0,33 % в 2016 г. Т.е. минимальные оценки современных потерь метана в составе ПНГ в мире могут составить около 10 млн т метана в год.

По данным Министерства природных ресурсов и экологии РФ (МПР), из 55 млрд м³ (ок. 39 млн т) ежегодно добываемого в России ПНГ лишь 26 % (14 млрд м³) направляется в переработку, 47 % (26 млрд м³) идёт на нужды промыслов либо *списывается на технологические потери*, и 27 % (15 млрд м³) сжигается в факелах. Сколько из 26 млрд м³ попадает в атмосферу – неизвестно; если принять за основу 50 % указанной величины, то оценка равна 13 млрд м³, или около 10 млн т в год только для России. Важно отметить, что уровень полезного использования ПНГ в последние годы заметно растёт (рис. 7).

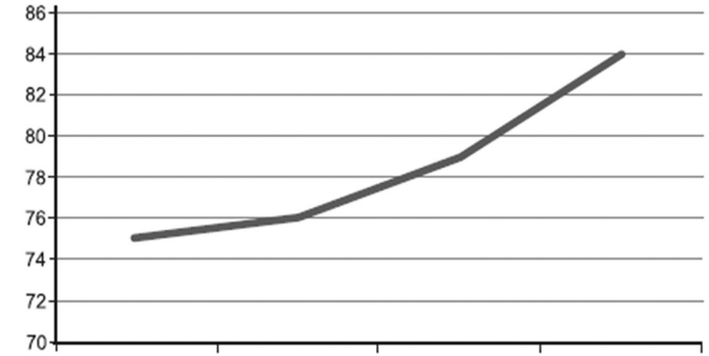


Рис. 7. Уровень полезного использования ПНГ, % общих ресурсов ПНГ в России в динамике за 1911–2014 гг., по данным Минэнерго РФ [16].

При этом необходимо учитывать неполноту сгорания газа в факелах, выделяющих помимо несгоревшего метана целый комплекс опасных загрязняющих веществ (активная сажа, угарный газ и др.). Объём выбросов сажи при сжигании ПНГ оценивается приблизительно в 0,5 млн т в год [18]. По данным органов исполнительной

власти, доля факельных установок, оснащённых замерными устройствами сжигания ПНГ, в России составляет около 50 %. При этом оснащённость в отдельных регионах составляет менее 20 % [16].

Следует заметить, что сжигание ПНГ достигло таких размеров, что стало существенным фактором светового загрязнения (рис. 8), как это наблюдается в Западной Сибири.

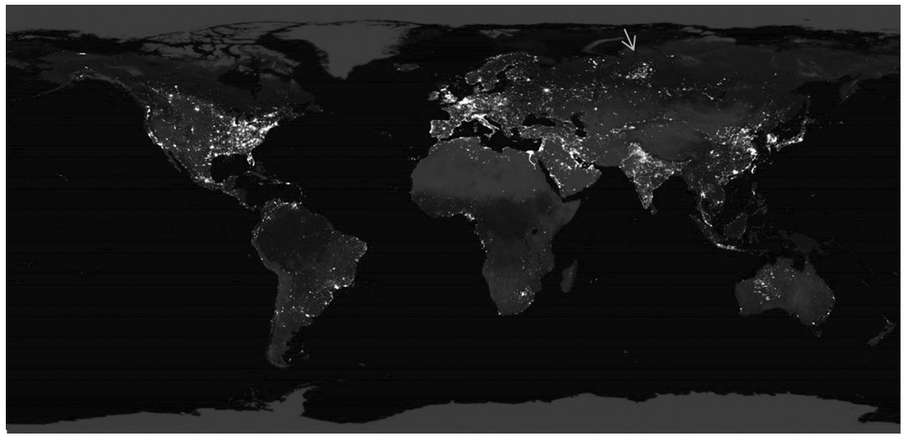


Рис. 8. Комбинированный космоснимок светового загрязнения Земли в ночное время, по снимкам НАСА, 2012 г. Стрелка показывает световое пятно в Западной Сибири в местах интенсивной нефтедобычи [31].

В недалёкой перспективе дополнительным источником поступления метана в атмосферу станет планируемая добыча газогидратов. Так, в 2013 г. компания Japan Oil, Gas & Metals National Corp. (Jogmec) заявила о начале пробной эксплуатации подводного газогидратного месторождения [20]; при этом полномасштабное освоение месторождения планируется начать в 2018 г. после разработки пригодной для промышленного использования технологии добычи.

Потери природного газа при транспортировке (в трубопроводах). Весьма существенные потери природного газа происходят в процессе эксплуатации оборудования транспортных газовых магистралей. Это – технические затраты газа, возникающие при отладке и проверках газового узла, установке и ремонте аппаратуры, различных аварийных ситуациях. Часть газа теряется из-за несовершенства технологического оборудования или методов, применяемых в газотранспортных узлах. При этом потери и затраты газа условно можно разделить на явные и неявные [24].

Явные потери можно обнаружить по звуковому эффекту, увидеть по проявлению вторичных признаков, непосредственно замерить или рассчитать, зная параметры соответствующего технологического процесса. На линейной части магистрального газопровода основными явными потерями принято считать утечки газа, выходящего через свищи, микротрещины, неплотности запорной арматуры; потери при стравливании газа и продувке труб в процессе подключения отводов, перемычек, импульсных трубок и др. технологических линий; потери при периодической очистке внутренней полости газопроводов; потери аварийные и при ремонтных работах, связанных с опорожнением участков трубопровода.

На компрессорных станциях явными потерями газа в основном являются потери газа при стравливании и продувке обвязки нагнетателей в процессе пусков и остановок газоперекачивающих агрегатов (ГПА); потери при продувке конденсатосборников, пылеуловителей, импульсных трубок контрольно-измерительных приборов и автоматики; потери в системе уплотнений нагнетателей ГПА и др. оборудования.

О количественных соотношениях основных видов потерь при магистральном транспорте газа можно судить по табл. 2, которая показывает, что более половины потерь газа (54–56 %) происходит вследствие нарушения герметичности конструкций, и, следовательно, это именно та часть потерь метана, которая попадает в атмосферу. Суммарно эти потери составляют 894–988 млн м^3, или с учётом плотности метана (~0,72) 644–711 млн т в год.

Таблица 2. Основные виды потерь природного газа при его транспортировке по магистральным газопроводам [9].

Основные причины потерь газа	Потери, млн м^3	% потерь
При ремонте линейной части	7–8	–
При разрывах и разрушениях газопроводов	170–180	18–19
Через неплотности газопровода	80–90	–
Через неплотности в обвязке КС	340–350	35–40
При пусках и остановках ГПА	17–18	–
В пылеуловителях	200–250	22–25
Всего	894–988	100

Неявные (скрытые) потери и затраты газа трудно обнаружить и замерить, а определить их количество можно только косвенным путем: перерасход топливного газа на компрессорных станциях при снижении гидравлической эффективности линейных участков газопроводов; потери при отклонении режимов ГПА от оптимальных; затраты топливного газа при наличии перетоков компримированного газа в обвязках нагнетательных и входных коммуникаций ГПА и компрессорных станциях (КС); потери газа в результате фазовых превращений в газопроводе (образование жидкой фазы и гидратов); утечки из-за образовавшихся в газопроводе конденсата и воды в процессе очистки и разгазирования в утилизаторах; потери при эксплуатации на КС безрегенеративных ГТУ.

Примерно 24–27 % потерь газа имеют место в ходе технологических операций на компрессорных станциях. Самые большие потери газа при транспорте по магистральным газопроводам происходят в виде затрат топливного газа на компримирование (ок. 80 % этого газа на КС сжигается в камерах сгорания – это потери производительные, остальные 20 % – непроизводительные затраты товарного газа). Сокращение данного вида потерь – задача конкретная и требует разработки специальных технологий.

Потери природного газа при подземном хранении. На начало 2016 г. в мире действовало 680 подземных хранилищ газа (ПХГ) суммарной рабочей ёмкостью 413 млрд м^3, что соответствует 12 % глобального потребления газа в 2015 г. [5]. Из ПХГ потребляют примерно 15 % природного газа в России, в Германии – 20 %, в Италии – 26 %, во Франции – 29 %, в Украине – 40 % [17].

В России на 01.01.2010 количество объектов подземного хранения газа в эксплуа-

тации – 25, с объёмом товарного газа 64,0 млрд м^3; потенциальная суточная производительность на начало сезона отбора (2009–2010 гг.) составила 620 млн м^3/сут. [1].

В ходе функционирования ПХГ происходит эмиссия метана через негерметичные технологические узлы, через неплотные геологические породы, перекрывающие хранилища, а также в результате нештатных ситуаций.

Так, 23 октября 2015 г. утечка произошла в одной из 115 скважин, связанных с огромным подземным хранилищем природного газа в Калифорнии в каньоне Алисо, пятым по величине в США. Из-за аварии 11 тысяч человек были эвакуированы. В момент максимальной активности выброса газа удвоилась скорость выбросов метана во всём округе Лос-Анджелес. Утечку перекрыли 18 февраля; к этому времени почти 100 тыс. т метана попало в атмосферу [30].

Данные о технологических потерях газа при его подземном хранении противоречивы. Имеются ориентировочные сведения о потерях 1,5–3 % активного объёма хранения [12]. В то же время показано, что геолого-технологическая структура пластовых потерь и затрат газа на ПХГ определяется геолого-промысловым типом хранилища и схемой его эксплуатации. Наиболее значительные пластовые потери характерны для ПХГ, созданных в водоносном пласте в пологозалегающей залежи, которые могут составлять порядка 50 % общего объёма газа. Для хранилищ, созданных в водоносных пластах в антиклинальных ловушках, потери могут составить до 30 % общего объёма газа [14]. При этом погрешность расчётов объёма газа в пласте балансовыми и объёмными методами, в зависимости от конкретных характеристик объекта, может достигать 20 % общего объёма газа.

В литературе приводятся данные о том, что на одном из газохранилищ за 30-летний период его эксплуатации потери природного газа достигли 1,5 млрд м^3 [4]. Т. е. 0,036 млн т метана в год только для одного ПХГ! При таких масштабах для всех 680 ПХГ в мире это уже составит потерю около 24 млн т в год. И, по всей вероятности, это минимальная оценка.

Однако учёт этих потерь связан с большими трудностями, так как невозможно с достаточной степенью точности определить объём газа, находящегося в хранилище. Общая сумма потерь газа в системе хранения может быть не выявлена в течение ряда лет до тех пор, пока это не станет заметным.

При просачивании метана через покрывающие породы непосредственно в атмосферу поступает не весь этот объём газа, поскольку некоторая его часть окисляется метанотрофными бактериями в почвенном горизонте. Подсчёты утечек метана из искусственных газовых залежей показывают, что почвенный покров задерживает от 6 до 10 % метана из недр [3].

Активность бактериального окисления метана почвами динамична во времени: весной окисления не происходит, летом оно максимально, в осенний период снижается. Величина эмиссии метана зависит от гидротермических условий и меняется по сезонам, а также в сухие и влажные годы. По данным [10], оценки поглощения метана почвами имеют весьма большие погрешности, что явно свидетельствует о плохой изученности проблемы поглощения почвенного метана. Тем не менее, представляется, что в качестве значения годичного поглощения метана почвами РФ, наиболее близкого к оценкам различных авторов, можно принять 3,6 Мт/год.

О реальности эмиссии метана через перекрывающие ПХГ породы свидетельствуют результаты изотопного исследования углерода в газах, выделенных из проб воды, отобранных из водозаборных скважин близ Инчукалнского подземного газохранилища (Латвия). Расчёты показали наличие в разных пробах от 40 до 75 % техногенного метана, т. е. именно того метана, что был закачан в ПХГ [19].

Суммируя итоги проведённого анализа можно примерно оценить возможные размеры поступления метана (природного газа) в атмосферу в результате деятельности нефтегазовой промышленности (исключая аварийные ситуации). Данные табл. 3 показывают, что эмиссия метана (природного газа) в атмосферу в результате потерь нефтегазового комплекса планеты может составить 693–790 млн т в год, что намного превышает оценки, показанные в табл. 1. И это без учёта постоянно происходящих в разных странах нештатных (аварийных) ситуаций!

Таблица 3. Оценка эмиссии метана (природного газа) в атмосферу в результате деятельности нефтегазовой промышленности

Основные причины потерь	Потери, млн т в год
Геолого-разведочные работы	15–45
Потери попутного нефтяного газа	10
Потери природного газа в ходе транспортировки (трубопроводы)	644–711
Потери природного газа при подземном хранении	24
Суммарные потери	693–790

Приведённые в табл. 3 оценки возможного поступления метана в атмосферу от нефтегазовой промышленности показывают, что мы имеем дело с самым мощным фактором пополнения атмосферного метана, намного превосходящим все биогенные природные источники вместе взятые.

Пути предотвращения роста концентрации метана в атмосфере. *Непроизводительные потери метана при транспортировке* можно уменьшить, применяя современное оборудование и специальные технологии: сведя к минимуму аварийные потери газа на линейной части магистральных газопроводов (МГ) и компрессорных станций (КС); применив современные технологии утилизации газовых выбросов из системы магистральных газопроводов; понизив расход топливного газа на нерасчётных режимах путем оптимизации параметров оборудования КС; исключив перерасход топливного газа вследствие физического износа оборудования путём реконструкции КС и модернизации ГПА; совершенствуя количественный учёт газа, применяя надёжные способы замера производительности МГ.

Поэтому первоочередной задачей является сокращение больших потерь газа через неплотности как в обвязке компрессорных станций, так и на линейных участках газопроводов. Для этого необходимо совершенствовать конструкции узлов с целью повышения герметичности, а также изыскивать методы и разрабатывать специальные приборы для определения мест утечек газа и их последующего устранения.

Важным моментом сокращения потерь природного газа является *максимально возможное использование нефтяного попутного газа*, что на территории России в значительной степени связано с активной деятельностью холдинга «СИБУР» – крупнейшего производителя в области нефтегазохимии. Активизации этого процесса способствует принятое Правительством РФ постановление № 7 от 08.01.2009, в котором заложено требование по доведению уровня утилизации попутного газа до 95 %. В США, Канаде, Франции и других странах приняты законы, запрещающие добычу и подготовку нефти без утилизации попутного нефтяного газа.

При подземном хранении газа важным фактором снижения риска потерь является

подбор мест размещения ПХГ для минимизации пластовых потерь, предотвращение нарушения герметичности трубопроводов и технологических узлов хранилища.

Для предупреждения риска загрязнения метаном в результате функционирования ПХГ специалистами ООО «Энергодиагностика» предложено использование метанотрофов – бактерий, питающихся метаном [6, 21]. Разработанное предложение (патент RU 2591118 C 2 от 06.03.2014) заключается в дистанционном мониторинге содержания метана в приземной атмосфере и в зонах технологических узлов, по результатам которого в зонах с повышенной концентрацией метана в приземной атмосфере грунт обрабатывают суспензией метанотрофных бактерий в солевом растворе, а в критических зонах технологических узлов дополнительно создают грунтовые «воротники», в которые циклически закачивают при определённых давлении и температуре суспензии метанотрофных бактерий в солевом растворе. Этот приём позволяет снизить концентрацию метана и тем самым уменьшить не только риск возгорания, но и загрязнение атмосферы одним из самых действенных парниковых газов. Дальнейшая разработка этого предложения сможет стать существенным дополнением в реальное обеспечение одобренного 12 декабря 2015 г. в Париже 195 странами проекта Всемирного пакта о борьбе с глобальным потеплением.

При этом основной задачей становится увеличение эффективности деятельности метанотрофных бактерий путём активизации имеющихся в природных условиях видов метанотрофов, а также изменения соотношения в их видовом составе в пользу метанотрофов, эффективно «работающих» при низких температурах.

Как показали наши предварительные эксперименты с естественными (природными) метанотрофами, выделенными из почвы вблизи Инчукалнского подземного хранилища газа (Латвия), потенциальная метанокисляющая способность почвенного слоя ~0,5 м составляет около 150 т/га метана в год. Анализ метанокисляющей способности почв показал возможность увеличения активности природных метанотрофов, что, несомненно, может привести к существенному улучшению экологической ситуации на ПХГ за счёт предотвращения попадания метана в атмосферу.

Заключение. Исследование динамики содержания метана в атмосфере Земли показывает неуклонный рост его концентрации, особенно в последние полвека, что ведёт к неоправданно высокому содержанию одного из опаснейших парниковых газов.

Среди природных источников поступления метана в атмосферу (болота, вулканы, дикие животные) отсутствуют факторы, которые могли бы быть ответственными за наблюдаемый рост содержания метана в атмосфере. Более того, роль этих факторов в метанообразовании неуклонно сокращается.

В то же время динамика концентрации метана в атмосфере очевидно совпадает с возрастающей активностью деятельности человека. Среди антропогенных источников метана главными являются сельскохозяйственная активность (животноводство и рисоводство) и нефтегазовая промышленность.

Проведённый в данной работе анализ потерь метана (основного компонента природного газа) *на разных стадиях деятельности нефтегазового комплекса показал, что суммарные потери природного газа, связанные с возможностью попадания метана в атмосферу,* составляют величину около 700 млн т в год (без учёта аварийных ситуаций), что намного превышает все остальные источники эмиссии метана в атмосферу. Источником дополнительной эмиссии метана в атмосферу может также стать планируемая добыча метаногидратов.

Вполне естественно, что речь идёт о приблизительной величине оценки, учитывая многозначность факторов потерь и порой невозможность их точного подсчёта. Но эта оценка связывает наблюдаемый в последние 50–70 лет рост концентрации метана в атмосфере именно с неуклонно растущей добычей природного газа.

Наблюдаемое в начале текущего века снижение интенсивности роста концентрации метана в атмосфере вполне объясняется несколькими причинами, среди них рост использования попутного нефтяного газа, упорядочение работы трубопроводного транспорта, а также некоторое снижение темпов роста газодобычи.

Тем не менее, предстоит ещё большая работа по уменьшению экологического риска, связанного с ростом метана в атмосфере, что в значительной мере связано с необходимостью ужесточения контроля потерь природного газа в магистральных трубопроводах и технологических узлах, а также с перспективами использования метанокисляющих бактерий (метанотрофов) в местах неуправляемой эмиссии природного газа, особенно при подземном хранении.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Аксютин О.Е.* 50 лет подземному хранению газа в России (http://www.gazprom.ru/f/posts/27/233865/50-years-underground-gas-storage-russia-ru.pdf).
2. *Бажин Н.М.* Метан в атмосфере // Соровский образовательный журнал. 2000. № 3. С. 52–57.
3. *Бухгалтер Э.Б., Будников Б.О., Можарова Н.В.* Герметичность объектов подземного хранения природного газа по данным почвенно-экологического мониторинга (http://www.ooomzm.ru/articles/38/).
4. *Бухгалтер Э.Б., Дедиков Е.В., Бухгалтер Л.Б., Хабаров А.В., Будников Б.О.* Экология подземного хранения газа. М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2002. 431 с.
5. *Виноградова О.* Индустрия хранения газа // Нефтегазовая Вертикаль. 2016. № 19 (http://www.ngv.ru/magazines/article/industriya-khraneniya-gaza/?sphrase_id=6361587).
6. *Власов С.В., Снакин В.В., Власова И.В., Чудовская И.В.* Способ обеспечения экологической безопасности подземного хранилища газа // Изобретения. Полезные модели. Официальный бюллетень Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам. 2015. № 26. С. 43.
7. *Вомперский С.Э.* Болото // Большая российская энциклопедия. Т. 3. М.: Большая Российская энциклопедия, 2005. С. 733–736.
8. Газовый кратер Дарваза, Туркменистан (http://www.advantour.com/rus/turkmenistan/darvaza-gas-crater.htm).
9. *Гаррис Н.А.* Ресурсосберегающие технологии при эксплуатации оборудования насосных и компрессорных станций. 2015 (http://studopedia.org/11-36556.html).
10. *Глаголев М.В., Филиппов И.В.* Инвентаризация поглощения метана почвами // Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата. 2011. Т. 2, № 2(4). 20 с.
11. Глобальное потепление климата Земли и парниковый эффект (http://www.poteplenie.ru/).
12. *Елизарова Г.С.* Концепция ресурсосберегающей стратегии развития подземного хранения природного газа // Проблемы современной экономики. 2011. № 4 (40) (http://www.m-economy.ru/art.php?nArtId=3850).
13. *Заварзин Г.А., Кларк У.* Биосфера и климат глазами биологов // Природа. 1987. № 6. С. 65–77.
14. *Исхаков А.Я.* Контроль пластовых потерь и герметичности подземных хранилищ газа на основе геофизических методов и геолого-технологического моделирования. Дисс. на соиск. уч. ст. к.т.н. М.: ВНИИГАЗ, 2013. 120 с.
15. *Каллистова А.Ю.* Аэробное окисление метана в покрывающей почве полигона твёрдых бытовых отходов. Дисс. на соиск. уч. ст. к.б.н. М., 2007. 141 с.
16. *Книжников А.Ю., Тетельмин В.В., Бунина Ю.П.* Аналитический доклад по проблеме рационального использования попутного нефтяного газа в России. М.: WWF России, 2015. 62 с.
17. *Полохало В.* О подземных хранилищах газа на территории страны (http://www.stoletie.

ru/politika/kolonialnoe_nasledie_ukraini_2009-03-02.htm).

18. Попутные нефтяные газы. 2010 (https://ria.ru/economy/20100201/206673791.html).

19. *Прасолов Е.М., Сергеев С.А.* О происхождении метана в пробах воды из скважин вблизи Инчукалнского газохранилища. Заключение по данным изучения изотопного состава углерода. С.-Пб., 2005. 2 с.

20. *Смирнов С.* Япония встала на путь «гидратной революции» // Ведомости, 12.03.2013 (http://www.vedomosti.ru/technology/articles/2013/03/12/yaponskaya_jogmec_vpervye_v_mire_dobyla_gaz_iz_gidrata).

21. *Снакин В.В., Власов С.В., Чудовская И.В., Власова И.В., Черничкин Р.В.* Использование метанотрофов при подземном хранении природного газа с целью снижения экологического риска // Современные проблемы физиологии, экологии и биотехнологии микроорганизмов. Сб. материалов Всерос. симпозиума. М., 2014. С. 210.

22. *Степневска С., Степневский В.* Нестабильность атмосферной концентрации метана и её последствия // Глобальные экологические процессы: Материалы междунар. науч. конф. / Под ред. В.В. Снакина. М.: Academia, 2012. С. 92–100.

23. Странное поведение метана в атмосфере Земли. 2016 (http://www.planet-nwes.ru/strannoe-povedenie-metana-v-atmosfere-zemli/)

24. *Шишко Г.Г.* Потери природного газа при эксплуатации систем газоснабжения. Киев: ИПК Госжилкомхоза Украины, 1991. 112 с.

25. *Barber R.D. and Ferry J.G.* Methanogenesis // Encyclopedia of life science. Nature Publishing Group, 2001 (www.els.net).

26. *Blake D.R. and Rowland F.S.* Continuing worldwide increase in tropospheric methane, 1978 to 1987 // Science. 1988. V. 239 (4844). P. 1129–1131.

27. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. IPCC Working Group I Contribution to AR5. Bern (Switzerland), 2016. P. 465–570.

28. *Dlugokencky E. J., Arlene M. Fiore, Larry W. Horowitz and West J. Jason.* Impact of meteorology and emissions on methane trends, 1990–2004 // Geophysical Research Letters. 2006. V. 33. 4 pp.

29. *GalchenkoV.F., Lein A., Ivanov M.* Biological Sinks of methane // Exchange of trace gases between terrestrial ecosystems and the atmosphere / M.O. Andreae and D.S. Schimel (Eds.). John Wiley & Sons Ltd. 1989. P. 59–71.

30. GISMETEO. Новости 27.02.2016 б (https://www.gismeteo.ru/news/proisshestviya/18138-utechka-metana-v-kalifornii-byla-krupneyshey-za-istoriyu-ssha/).

31. Nighttime lights of the world. 2014 (http://genby.livejournal.com/306801.html)

32. *Rigby M., Prinn R.G., Fraser P.J., Simmonds P.G., Langenfelds R.L., Huang J., Cunnold D.M., Steele L.P., Krummel P.B., Weiss R.F., O'Doherty S., Salameh P.K., Wang H.J., Harth C.M., Mühle J., and Porter L.W.* Renewed growth of atmospheric methane // Geophysical Research Letters. 2008. V. 35. 6 pp.

33. *Shakhova N., Semiletov I., Salyuk A., Kosmach D. and Bel'cheva N.* Methane release on the Arctic East Siberian shelf // Geophysical Research Abstracts. 2007. 9, 01071.

REFERENCES

1. Aksyutin O.E. *50 years of underground gas storage in Russia* (http://www.gazprom.ru/f/posts/27/233865/50-years-underground-gas-storage-russia-ru.pdf) (in Russian).

2. Bazhin N.M. Methane in the atmosphere. *Soros Educational Journal*. **3**, 52–57 (2000) (in Russian).

3. Buhgalter E.B., Budnikov B.O., Mozharova N.V. The tightness of underground gas storage facilities based on soil-ecological monitoring data (http://www.ooomzm.ru/articles/38/) (in Russian).

4. Buhgalter E.B., Dedikov E.V., Buhgalter L.B., Khabarov A.V., Budnikov B.O. *Ecology of underground gas storage*. 431 p. (Moscow: MAIK «Nauka / Interperiodica», 2002) (in Russian).

5. Vinogradova O. The gas storage industry. *Neftegazovaya vertical'*. **19** (2016) (http://www.ngv.ru/magazines/article/industriya-khraneniya-gaza/?sphrase_id=6361587) (in Russian).

6. Vlasov S.V., Snakin V.V., Vlasova I.V., Chudovskaya I.V. The way to ensure ecological safety of underground gas storage. *Izobreteniya. Poleznye modeli.* Official Bulletin of the Federal Service for Intellectual Property, Patents and Trademarks. **26**, 43 (2015) (in Russian).

7. Vompersky S.E. Marsh. *The Great Russian Encyclopedia*. **3**, 733–736 (Moscow: Bol'shaya Rossijskaya Enciklopedia, 2005) (in Russian).

8. *Darvaz Gas Crater, Turkmenistan* (http://www.advantour.com/rus/turkmenistan/darvaza-gas-crater.htm) (in Russian).

9. Harris N.A. *Resource-saving technologies in the operation of equipment of pumping and compressor stations.* 2015 (http://studopedia.org/11-36556.html) (in Russian).

10. Glagolev M.V., Filippov I.V. Inventory of Methane Absorption by Soils. *Dynamics of the Environment and Global Climate Change*. **2** (2), 20 (2011) (in Russian).

11. *Global warming of the Earth's climate and the greenhouse effect* (http://www.poteplenie.ru/) (in Russian).

12. Elizarova G.S. The concept of a resource-saving strategy for the development of underground storage of natural gas. *Problemy sovremennoj economiki.* **4** (40) (2011) (http://www.m-economy.ru/art.php?nArtId=3850) (in Russian).

13. Zavarzin G.A., Clark W. Biosphere and climate in the eyes of biologists. *Priroda*. **6**, 65–77 (1987) (in Russian).

14. Iskhakov A.Ya. *Control of reservoir losses and tightness of underground gas storage facilities on the basis of geophysical methods and geological and technological modeling.* PhD dissertational work. 120 p. (Moscow: VNIIGAZ, 2013) (in Russian).

15. Kallistova A.Yu. *Aerobic oxidation of methane in the covering soil of the landfill for solid household waste.* PhD dissertational work. 141 p. (Moscow, 2007) (in Russian).

16. Knizhnikov A.Yu., Tetel'min V.V., Bunina Yu.P. *Analytical report on the problem of rational use of associated petroleum gas in Russi*a. 62 p. (Moscow: WWF of Russia, 2015) (in Russian).

17. Polokhalo V. *On underground gas storage facilities in the country* (http://www.stoletie.ru/politika/kolonialnoe_nasledie_ukraini_2009-03-02.htm) (in Russian).

18. *Associated petroleum gases.* 2010 (https://ria.ru/economy/20100201/206673791.html) (in Russian).

19. Prasolov E.M., Sergeev S.A. *On the origin of methane in water samples from wells near the Inčukalns gas storage facility.* Conclusion from the study of the isotope composition of carbon. 2 pp. (S.-Petersburg, 2005) (in Russian).

20. Smirnov S. Japan took the path of the «hydrate revolution». *Vedomosti*, 12.03.2013 (http://www.vedomosti.ru/technology/articles/2013/03/12/yaponskaya_jogmec_vpervye_v_mire_dobyla_gaz_iz_gidrata) (in Russian).

21. Snakin V.V., Vlasov S.V., Chudovskaya I.V., Vlasova I.V., Chernichkin R.V. Use of metanotrophs in the underground storage of natural gas to reduce environmental risk. *Modern problems of physiology, ecology and biotechnology of microorganisms.* Materials of the All-Russian Symposium. P. 210 (Moscow, 2014) (in Russian).

22. Stępniewska Z., Stępniewski W. Variability of atmospheric methane and its Consequences. *Global environmental processes.* Materials of the international scientific conference. Ed. by V.V. Snakin. P. 92–96 (Moscow: Academia, 2012).

23. *Strange behavior of methane in the Earth's atmosphere.* 2016 (http://www.planet-nwes.ru/

strannoe-povedenie-metana-v-atmosfere-zemli/) (in Russian).

24. Shishko G.G. *Loss of natural gas in the operation of gas supply systems.* 112 p. (Kiev: IPK Goszhilkomkhoza Ukrainy, 1991) (in Russian).

25. Barber R.D. and Ferry J.G. Methanogenesis. *Encyclopedia of life science* (Nature Publishing Group, 2001) (www.els.net).

26. Blake D.R. and Rowland F.S. Continuing worldwide increase in tropospheric methane, 1978 to 1987. *Science*. **239** (4844), 1129–1131 (1988).

27. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. *IPCC Working Group I Contribution to AR5.* P. 465–570 (Bern, Switzerland, 2016).

28. Dlugokencky E. J., Arlene M. Fiore, Larry W. Horowitz and West J. Jason. Impact of meteorology and emissions on methane trends, 1990–2004. *Geophysical Research Letters.* **33**, 4 pp. (2006).

29. *GalchenkoV.F., Lein A., Ivanov M.* Biological Sinks of methane. Exchange of trace gases between terrestrial ecosystems and the atmosphere. Ed. by M.O. Andreae and D.S. Schimel. P. 59–71. (John Wiley & Sons Ltd., 1989).

30. GISMETEO. News 27.02.2016 (https://www.gismeteo.ru/news/proisshestviya/18138-utechka-metana-v-kalifornii-byla-krupneyshey-za-istoriyu-ssha/) (in Russian).

31. *Nighttime lights of the world.* 2014 (http://genby.livejournal.com/306801.html).

32. Rigby M., Prinn R.G., Fraser P.J., Simmonds P.G., Langenfelds R.L., Huang J., Cunnold D.M., Steele L.P., Krummel P.B., Weiss R.F., O'Doherty S., Salameh P.K., Wang H.J., Harth C.M., Mühle J., and Porter L.W. Renewed growth of atmospheric methane. *Geophysical Research Letters*. 2008. **35**, 6 pp.

33. Shakhova N., Semiletov I., Salyuk A., Kosmach D. and Bel'cheva N. Methane release on the Arctic East Siberian shelf. *Geophysical Research Abstracts*. **9**, 01071 (2007).

УДК 3+502.52+55

АНАЛИЗ ВРЕМЕННЫХ ОТКЛИКОВ ПРИПОВЕРХНОСТНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА НА МНОГОЛЕТНЮЮ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ИНСОЛЯЦИИ ЗЕМЛИ

В.М. Фёдоров[1]

Исследуются временные отклики изменчивости годовой и месячной приповерхностной температуры воздуха (ПТВ) на многолетнюю изменчивость годовой и месячной инсоляции Земли. Показано, что многолетняя изменчивость месячной аномалии ПТВ Земли в среднем на 65,5 % определяется многолетней изменчивостью годовой ИК Земли (на 53,7 % в Северном и на 71,7 % в Южном полушарии). Минимальные оценки связи отмечаются для января, максимальные для мая. В период с мая по июль (при положении Земли вблизи афелия) многолетняя изменчивость месячной аномалии ПТВ Земли в среднем на 75,0 % определяется многолетней изменчивостью месячной ИК Земли. В период с декабря по февраль значения коэффициента детерминации заметно снижаются (Земля в это время находится вблизи перигелия орбиты) и в среднем составляют 56,4 %. В летнее полугодие в Южном полушарии многолетней изменчивостью месячной ИК в среднем определяется 68,9 % многолетней изменчивости месячной аномалии ПТ, в Северном – 60,5 %. Многолетней изменчивостью инсоляции в зимнее полугодие в Южном полушарии в среднем определяется 74,5 % многолетней изменчивости месячной аномалии ПТВ, в Северном – всего 46,3 %.

Из анализа пространственно-временных связей ПТВ и инсоляции Земли следует, что изменения глобального климата Земли определяются естественными причинами. Важнейшей из них является изменение наклона оси вращения и связанное с этим усиление межширотного теплообмена (усиление работы «тепловой машины первого рода»). В связи с полученными результатами, представления об антропогенном факторе изменения глобального климата не представляются убедительными.

Ключевые слова: *инсоляция Земли, солярный климат, приповерхностная температура воздуха, корреляционный анализ, временная изменчивость.*

THE ANALYSIS OF TIME RESPONSES OF THE NEAR-SURFACE AIR TEMPERATURE (NSAT) TO THE PERENNIAL VARIABILITY OF THE EARTH'S SOLAR IRRADIANCE

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

The article gives some information on the global and regional responses of the near-surface air temperature (NSAT) to the perennial variability of the Earth's solar irradiance. It is shown that the long-term variability of the Earth's monthly NSAT anomaly is 65.5 % on average determined by the long-term variability of the annual infrared radiation (IR) of the Earth (by 53.7 % in the Northern and 71.7 % in the Southern Hemisphere). Minimal evaluation estimates are marked for January, the maximum is determined for May. In the period from May to July (when the Earth is located near the aphelion), the long-term

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

variability of the Earth's monthly NSAT anomaly is 75.0 % on average depends on the long-term variability of the monthly Earth's IR. In its turn, from December till February the values of the determination coefficient are dramatically reduced (when the Earth is situated near the orbit perihelion). The value of the determination coefficient during this period is 56.4 % on average. In the summer half-year in the Southern Hemisphere, the long-term variability of the monthly IR is determined on average by 68.9 % of the perennial variability of the monthly NSAT anomaly, in the Northern one it makes up 60.5 %. Long-term variability of insolation in the winter half-year in the southern hemisphere is determined on average by 74.5 % of the perennial variability of the monthly anomaly of the PTV, in the North it is only 46.3 %. Thus, according to the spatio-temporal relations between NSAT and solar irradiance the global Earth's climate changes are determined by natural causes. The main natural agent is variations of the Earth's axial inclination, which are closely connected with intensification of inter-latitude heat exchange, boosting of natural heat engine. The human factor of this change, according to this, does not seem to be convincing.

Keywords: *solar irradiance, solar climate, near-surface air temperature (NSAT), correlation analysis, time variability.*

Введение. Проблема изменения современного глобального климата и, прежде всего, его температурных характеристик представляется актуальной для современной науки и практики [15]. Эта проблема определяется необходимостью прогнозирования последствий климатических изменений для природной среды и общества. Наиболее важным в проблеме исследования и прогнозирования изменений климата является вопрос о причинах, вызывающих эти изменения [4, 5, 9].

Климат – это состояние природной системы, которое характеризуется осреднёнными по времени для некоторого района (или Земли в целом) гидрометеорологическими, почвенно–биологическими и другими показателями. Важнейшей характеристикой климата является температурный режим, определяющий многие особенности жизни населения и окружающей природной среды. Приповерхностная температура воздуха (ПТВ) и температура поверхности Мирового океана (ТПО) характеризуют термическое состояние климатической системы Земли, которое в основном определяется приходящей от Солнца лучистой энергией и парниковым эффектом планеты. Изменения глобальной температуры являются важнейшим показателем изменения климата.

Солнечная радиация – основной источник энергии, определяющий радиационный и тепловой баланс Земли [2–6, 8, 9]. С широтными особенностями распределения солнечной радиации связано расположение климатических поясов (широтная зональность). В древности Гиппархом (древнегреческий астроном, географ и математик II-го века до н. э.) было дано объяснение годовой смене климатических сезонов. Эта смена объяснялась изменением угла падения солнечных лучей, связанным с орбитальным движением Земли и наклоном оси её вращения[2]. Кроме этого, отмечаются межгодовые и многолетние изменения климата, причины которых пока однозначно не определены.

Приходящая к Земле лучистая энергия испытывает изменения как во времени, так и в пространстве. В регулировании поступления солнечной радиации к Земле и распределении её по земной поверхности (солярный климат Земли) выделяются два механизма, имеющие различную физическую природу. Один механизм связан с изменением активности Солнца. Другой определяется небесно-механическими процес-

[2] «Климат» в переводе с греческого языка означает «наклон».

сами, изменяющими элементы земной орбиты (расстояние Земля – Солнце, продолжительность тропического года и др.), наклоном оси вращения и связанными с ними изменениями в инсоляции Земли. Именно этот механизм учитывается в данной работе. В перераспределении тепла в климатической системе Земли (в атмосфере и океане) участвуют механизмы межширотного теплообмена («тепловая машина первого рода»), теплообмена в системе океан – материк, связанного с реверсивной сезонной сменой областей холода и тепла («тепловая машина второго рода»), в системе океан – атмосфера и др. [14]. Важным фактором в регулировании термического режима Земли является состав атмосферы (прежде всего, содержание H_2O), определяющий роль парникового эффекта и его изменения [1, 7, 9].

В XX веке отмечена тенденция повышения глобальной приповерхностной температуры, однако причины этого однозначно не определены [16]. 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]. В то же время, не подвергается сомнению то, что солнечная радиация имеет важнейшее значение в генезисе климата.

На исследование причин изменения климата направлен ряд международных научных программ, например, координируемые Международным советом научных союзов, ЮНЕСКО и Всемирной метеорологической организацией Всемирная климатическая программа и Всемирная программа исследования климата. Повышенное внимание в настоящее время уделяется исследованиям изменения аномалии ПТВ в связи с усилением парникового эффекта планеты [15]. В то же время вопросы изменения аномалии ПТВ в связи с пространственными и временными вариациями инсоляции исследованы ещё недостаточно.

Основная задача работы – определение влияния инсоляции и её пространственно-временных изменений, связанных с небесно-механическими процессами, на формирование и изменение аномалии ПТВ, отражающей современное состояние и динамику термического режима климатической системы Земли. Пространственные аспекты этой задачи рассмотрены в работе [13]. В данной статье анализируются временные аспекты связи ПТВ с инсоляцией и инсоляционной контрастностью (ИК). Проведённый анализ, таким образом, позволяет получить полную картину изменчивости связи ПТВ и инсоляции как в пространстве, так и во времени.

В качестве исходных данных использовались значения аномалии ПТВ, приведённые в массиве HadCRUT4 университета Восточной Англии и метеобюро Хэдли. HadCRUT4 – это трёхмерный массив месячных значений аномалии ПТВ (относительно нормы 1961–1990 гг.) с разрешением по пространству 5×5 градусов. Нами рассматривался период достоверных данных с 1900 по 2014 гг. [13, 16]. По этому массиву рассчитывались средние годовые, полугодовые и месячные значения аномалии ПТВ для Земли, полушарий и пяти градусных широтных зон. Данные по инсоляции (Дж/м^2) рассчитывались автором совместно с А.А. Костиным [10–12].

Анализ многолетней изменчивости месячных ПТВ с годовой инсоляцией и ИК Земли. Проведён анализ многолетних изменений месячной аномалии ПТВ Земли и полушарий в связи с многолетней изменчивостью годовой инсоляции и инсоляционной контрастности Земли и полушарий. При этом первый месяц тропического года сопоставлялся с апрелем календарного года, второй с маем месяцем и т. д.

Обнаружена невысокая отрицательная связь многолетней изменчивости месячной аномалии ПТВ с многолетней изменчивостью годовой инсоляции Земли. Значе-

ние коэффициента корреляции (R) в среднем для месяца составляет -0,467, находясь в пределах от -0,417 до -0,512. Тесная положительная связь в многолетней изменчивости месячной аномалии ПТВ обнаружена с годовой ИК Земли (рис. 1). Инсоляционная контрастность – это разность между инсоляцией области, являющейся источником тепла (0°–45°), и инсоляцией области стока тепла (45°–90°) в полушарии (для Земли ИК определяется как среднее по полушариям).

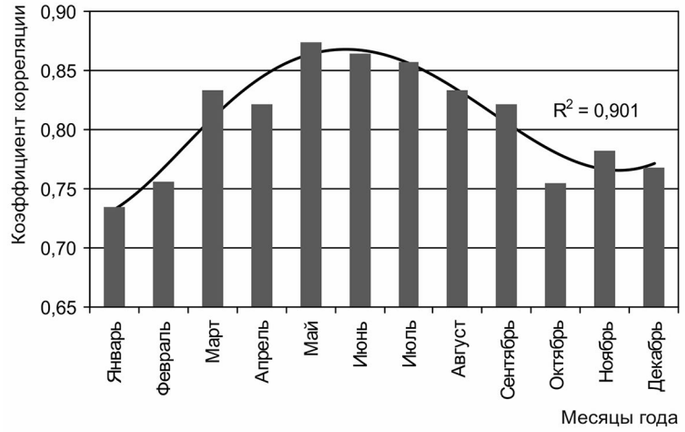


Рис. 1. Годовой ход коэффициента корреляции многолетней изменчивости месячной аномалии ПТВ Земли и многолетней изменчивости годовой ИК Земли.

Значение R изменяется в годовом ходе от 0,734 до 0,874, в среднем составляя 0,808. При этом в летнее для Северного полушария полугодие в среднем значения R (0,845) превышают значения, полученные для зимнего полугодия (0,771). Для Северного

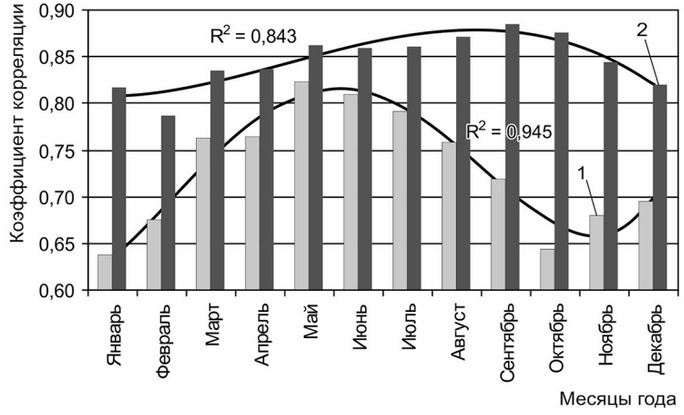


Рис. 2. Годовой ход коэффициента корреляции между многолетней изменчивостью месячной аномалии ПТВ Северного (1) и Южного (2) полушария и многолетней изменчивостью годовой ИК соответствующего полушария.

полушария также обнаруживается слабая отрицательная связь в многолетней изменчивости месячной аномалии ПТВ и многолетней изменчивости годовой инсоляции полушария. Значения R изменяются в годовом ходе от -0,353 до -0,405, в среднем составляя -0,405. Связь с многолетней изменчивостью годовой ИК полушария высокая и положительная (рис. 2).

Значение R в годовом ходе в Северном полушарии изменяется в интервале от 0,638 до 0,823 при среднем значении, равном 0,730.

В Южном полушарии также отмечается невысокая отрицательная связь многолетней изменчивости месячной аномалии ПТВ полушария с многолетней изменчивостью годовой инсоляции полушария. При среднем значении R, равном -0,447, в годовом ходе он изменяется в пределах от -0,388 до -0,531. Также проявляется высокая положительная связь многолетней изменчивости месячной аномалии ПТВ Южного полушария с многолетней изменчивостью годовой ИК полушария (см. рис. 2). Значения R изменяются в годовом ходе от 0,787 до 0,885; среднее значение составляет 0,846.

Проведённый анализ также показывает, что связь многолетней изменчивости месячной аномалии ПТВ в полушариях в годовом ходе определяется многолетней изменчивостью летней для полушария ИК. Таким образом, годовой ход R, рассчитанный на основе многолетней изменчивости годовой ИК полушария (рис. 2), совпадает с годовым ходом R, рассчитанным на основе многолетней изменчивости летней ИК полушария. Связь многолетней изменчивости месячной аномалии ПТВ в полушариях с многолетней изменчивостью зимней в полушариях ИК по абсолютным значениям R совпадает со значениями R, полученными для летней ИК полушария. Однако значения R, рассчитанные на основе зимней ИК, имеют отрицательный знак. Таким образом, многолетняя изменчивость месячных значений аномалии ПТВ Земли и полушарий в годовом ходе определяется многолетней изменчивостью годовой и летней для полушария ИК (табл. 1).

Из полученной оценки следует, что многолетняя изменчивость месячной аномалии ПТВ Земли в среднем на 65,5 % определяется многолетней изменчивостью годовой ИК Земли. Минимальные оценки связи отмечаются для января, максимальные – для мая.

Таблица 1. Оценка влияния ИК полушарий и Земли в целом (R^2) на многолетнюю изменчивость месячной аномалии ПТВ

Месяцы года	Земля	Северное полушарие	Южное полушарие
Январь	0,539	0,407	0,668
Февраль	0,572	0,456	0,619
Март	0,695	0,581	0,697
Апрель	0,675	0,584	0,700
Май	0,763	0,677	0,744
Июнь	0,747	0,657	0,738
Июль	0,735	0,626	0,741
Август	0,694	0,575	0,760
Сентябрь	0,675	0,517	0,784
Октябрь	0,570	0,415	0,767
Ноябрь	0,611	0,462	0,714
Декабрь	0,589	0,483	0,673
Среднее	***0,655***	***0,537***	***0,717***

Анализ многолетней изменчивости месячных значений ПТВ с соответствующими месячными значениями инсоляции и ИК. При анализе многолетней изменчивости месячной аномалии ПТВ и многолетней изменчивости соответствующей месячной инсоляции Земли связь между ними не обнаружена. Однако обнаружена связь в многолетней изменчивости месячной аномалии ПТВ с изменчивостью месячной инсоляции полушарий (рис. 3).

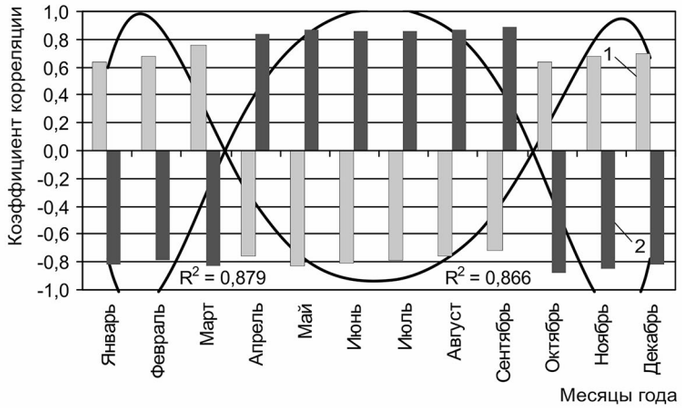


Рис. 3. Годовой ход связи (R) многолетних изменений месячных значений аномалии ПТВ с изменениями соответствующих месячных значений инсоляции в полушариях: 1 – Северное, 2 – Южное полушария.

Положительная корреляция месячной аномалии ПТВ с многолетней изменчивостью месячной инсоляции отмечается в зимние для полушарий полугодия, отрицательная – в летние. При этом в Северном полушарии в зимнее полугодие R изменяется от 0,635 до 0,758, при среднем значении, равном 0,679. В Южном полушарии в зим-

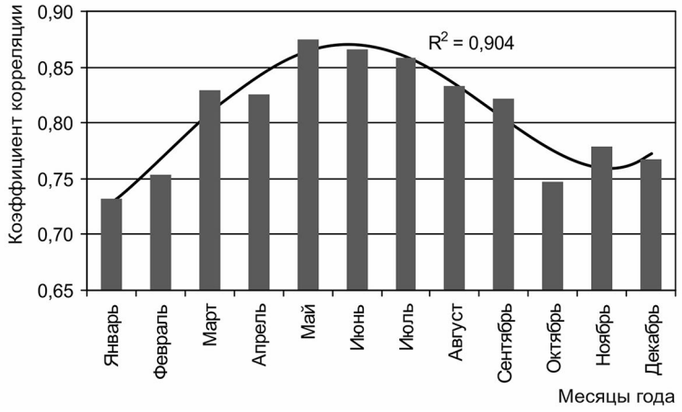


Рис. 4. Годовой ход коэффициента корреляции многолетней изменчивости месячной аномалии ПТВ и многолетней изменчивости месячной ИК.

нее для него полугодие значения R существенно выше. Они изменяются в пределах от 0,838 до 0,885, в среднем составляя 0,863.

Обнаружена связь многолетней изменчивости месячной аномалии ПТВ с многолетней изменчивостью соответствующих месячных значений инсоляционной контрастности для Земли и полушарий (рис. 4). При этом ИК Земли рассчитывалась на каждый месяц по разности суммарной инсоляции областей 0°–45° и 45°–90° в каждом полушарии (области источника и стока тепла). Затем усреднением полушарных значений находилось среднее для Земли месячное значение ИК.

Связь многолетней изменчивости месячной аномалии ПТВ с многолетней изменчивостью месячной ИК Земли в течение года положительная и высокая. Значения R меняются в течение года от 0,732 до 0,874. Среднее значение R составляет 0,807. В летнее для Северного полушария полугодие в среднем отмечаются более высокие значения R (0,846), чем в зимнее (0,768). При расчёте полугодовых ИК для отдельных месяцев учитывалось пространственное смещение областей источника и стока тепла в полушариях. При этом использовалась схема, приведенная в табл. 2.

Таблица 2. Схема пространственных соотношений областей источника и стока тепла в полушариях в годовом ходе (в градусах широты)

Месяцы года	Северное полушарие		Южное полушарие	
	Источник тепла	Сток тепла	Источник тепла	Сток тепла
Январь	00–30	30–90	00–60	60–90
Февраль	00–35	35–90	00–55	55–90
Март	00–40	40–90	00–45	45–90
Апрель	00–45	45–90	00–35	35–90
Май	00–50	50–90	00–35	35–90
Июнь	00–55	55–90	00–30	30–90
Июль	00–60	60–90	00–30	30–90
Август	00–55	55–90	00–35	35–90
Сентябрь	00–45	45–90	00–40	40–90
Октябрь	00–35	35–90	00–45	45–90
Ноябрь	00–35	35–90	00–50	50–90
Декабрь	00–30	30–90	00–55	55–90

Положительная связь многолетней изменчивости месячных ИК с многолетней изменчивостью месячной аномалии ПТВ отмечается в летние для полушарий полугодия, отрицательная – в зимние (с инсоляцией наоборот) (рис. 5, табл. 3).

Значения коэффициента корреляции в Северном полушарии в летнее полугодие изменяются в пределах от 0,719 до 0,822. Среднее для месяца значение R составляет 0,777. В Южном полушарии в летнее для него полугодие значения R заметно выше, чем в Северном. Здесь значения R находятся в пределах от 0,787 до 0,875, при среднем для месяца значении R, равном 0,830. Таким образом, тесная положительная связь многолетней изменчивости месячной аномалии ПТВ и многолетней изменчивости месячной ИК отмечается в летние для полушарий полугодия, при этом в Южном полушарии эта связь выражена сильнее (табл. 3).

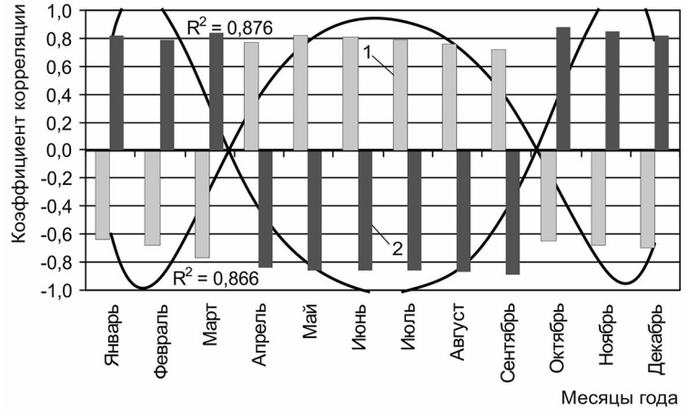


Рис. 5. Годовой ход R многолетней изменчивости месячных значений ИК и соответствующих месячных значений аномалии ПТВ: 1 – Северное, 2 – Южное полушария.

Таблица 3. Оценка вклада (R^2) многолетней изменчивости месячной инсоляции и ИК в изменчивость месячной аномалии ПТВ

Месяцы года	Инсоляция		Инсоляционная контрастность		
	Северное полушарие	Южное полушарие	Северное полушарие	Южное полушарие	Земля
Январь	0,407			0,667	0,536
Февраль	0,453			0,619	0,568
Март	0,574			0,696	0,689
Апрель		0,703	0,584		0,681
Май		0,746	0,677		0,764
Июнь		0,738	0,656		0,750
Июль		0,742	0,625		0,737
Август		0,759	0,573		0,693
Сентябрь		0,783	0,516		0,675
Октябрь	0,404			0,766	0,558
Ноябрь	0,459			0,714	0,607
Декабрь	0,482			0,673	0,588
Среднее	***0,463***	***0,745***	***0,605***	***0,689***	***0,654***

Таким образом, в целом для Земли многолетние изменения месячной аномалии ПТВ в среднем на 65,5 % определяются многолетними изменениями инсоляционной контрастности в соответствующие месяцы. В период с мая по июль (при положении Земли вблизи афелия) многолетняя изменчивость месячной аномалии ПТВ в среднем на 75,0 % определяется многолетней изменчивостью месячной ИК Земли. В период с декабря по февраль значения коэффициента детерминации заметно снижаются (Земля в это время находится вблизи перигелия орбиты) и в среднем составляют 56,4 %.

В многолетней изменчивости годовой аномалии глобальной ПТВ (общей за год для Земли и полушарий, то есть при уменьшении пространственного и временного разрешения) Земли в целом, Северного и Южного полушария значения коэффициента корреляции с соответствующими значениями ИК увеличиваются и составляют для Земли 0,835, Северного полушария – 0,785, Южного полушария – 0,857. При сглаживании ИК (по 21-летнему скользящему среднему) R принимает значения 0,888, 0,833 и 0,914, соответственно. Именно эта многолетняя изменчивость глобальной температуры [15, 16] вызывает озабоченность МГЭИК[3], и её понижение является основной целью Парижского соглашения по климату. Многолетняя изменчивость годовой аномалии ПТВ Земли, Северного и Южного полушарий определяется многолетней изменчивостью ИК на 78,9 %, 69,4 % и 83,5 %, соответственно. Таким образом, антропогенные возможности влияния на изменение (понижение) аномалии глобальной ПТВ существенно ограничиваются.

Заключение. Проведённый анализ показывает, что многолетняя изменчивость месячной аномалии ПТВ Земли в среднем на 65,5 % определяется многолетней изменчивостью годовой ИК Земли. Минимальные оценки связи отмечаются для января, максимальные для мая. В Северном полушарии многолетняя изменчивость месячной аномалии ПТВ в среднем на 53,7 % определяется многолетней изменчивостью годовой (или летней) ИК полушария. В Южном полушарии многолетняя изменчивость месячной аномалии ПТВ на 71,7 % в среднем определяется многолетней изменчивостью годовой (или летней) ИК полушария. Положительная корреляция месячной аномалии ПТВ с многолетней изменчивостью месячной инсоляции отмечается в зимние для полушарий полугодия. Положительная связь многолетней изменчивости месячных ИК с многолетней изменчивостью месячной аномалии ПТВ отмечается в летние для полушарий полугодия, отрицательная – в зимние (с инсоляцией наоборот).

Таким образом, в целом для Земли многолетние изменения месячной аномалии ПТВ в среднем на 65,5 % определяются многолетними изменениями инсоляционной контрастности в соответствующие месяцы. В период с мая по июль (при положении Земли вблизи афелия) многолетняя изменчивость месячной аномалии ПТВ в среднем на 75,0 % определяется многолетней изменчивостью месячной ИК Земли. В период с декабря по февраль значения коэффициента детерминации заметно снижаются (Земля в это время находится вблизи перигелия орбиты) и в среднем составляют 56,4 %.

В летнее полугодие в Южном полушарии многолетней изменчивостью месячной ИК в среднем определяется 68,9 % многолетней изменчивости месячной аномалии ПТВ. В Северном полушарии в летнее полугодие многолетней изменчивостью месячной ИК в среднем определяется 60,5 % многолетней изменчивости месячной аномалии ПТВ. Многолетней изменчивостью инсоляции в зимнее полугодие в Южном полушарии в среднем определяется 74,5 % многолетней изменчивости месячной аномалии ПТВ. В Северном полушарии в зимнее полугодие всего 46,3 % многолетней изменчивости месячной аномалии ПТВ определяется многолетней изменчивостью месячной инсоляции.

Поскольку солнечная радиация является основным источником тепла на Земле, найденные корреляционные связи являются и причинно-следственными. Найденные

[3] МГЭИК – Межправительственная группа экспертов по изменению климата.

связи в основном отражают известные тенденции изменения солярного климата Земли в настоящее время: усиление широтной контрастности и сглаживание сезонных различий [11, 12]. Для современного солярного климата характерно сокращение поступления радиации в летние полугодия и увеличение в зимние. С тенденциями этих характеристик солярного климата Земли связаны найденные соотношения многолетней изменчивости аномалии ПТВ и многолетней изменчивости инсоляции и ИК в пространстве и во времени. Отмеченные достаточно высокие характеристики связи глобальной аномалии ПТВ и ИК с увеличением пространственного и временного разрешения в целом снижаются в связи с увеличением влияния местных факторов на формирование многолетних региональных и сезонных термических условий.

Ранее получена оценка связей в пространстве [13]. Из анализа пространственно-временных связей ПТВ и инсоляции Земли следует, что *изменения глобального климата Земли определяются естественными причинами*. Важнейшей из них является изменение наклона оси вращения и связанное с этим усиление межширотного теплообмена (усиление работы «тепловой машины первого рода») [12, 14]. Представления об антропогенном факторе изменения глобального климата в связи с полученными результатами не представляются убедительными.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Алексеев Г.В.* Проявление и усиление глобального потепления в Арктике // Фундаментальная и прикладная климатология. 2015. № 1. С. 11–26.

2. *Будыко М.И.* Радиационные факторы современных изменений климата // Известия АН СССР. Сер. географ. 1968. № 5. С. 36–41.

3. *Будыко М.И.* Климат в прошлом и будущем. Л.: Гидрометеоиздат, 1980. 351 с.

4. *Кондратьев К.Я.* Радиационные факторы современных изменений глобального климата. Л.: Гидрометеоиздат, 1980. 279 с.

5. *Кондратьев К.Я.* Глобальный климат. СПб.: Наука, 1992. 359 с.

6. *Лоренц Э.Н.* Природа и теория общей циркуляции атмосферы. Л.: Гидрометеоиздат, 1970. 260 с.

7. *Малинин В.Н., Гордеева С.М.* Изменчивость влагосодержания атмосферы над океаном по спутниковым данным // Исследование Земли из Космоса. 2015. № 1. С. 3–11

8. *Монин А.С.* Введение в теорию климата. Л.: Гидрометеоиздат, 1982. 246 с.

9. *Монин А.С., Шишков Ю.А.* Климат как проблема физики // Успехи физических наук. 2000. Т. 170, № 4. С. 419–445.

10. *Фёдоров В.М.* Периодические возмущения и малые вариации солярного климата Земли // Доклады РАН. 2014. Т. 457, № 2. С. 222–225.

11. *Фёдоров В.М.* Пространственные и временные вариации солярного климата Земли в современную эпоху // Геофизические процессы и биосфера. 2015. Т. 14, № 1. С. 5–22.

12. *Фёдоров В.М.* Инсоляция Земли и современные изменения климата. М.: Физматлит, 2017. 192 с.

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

14. *Шулейкин В.В.* Физика моря. М.: АН СССР, 1953. 990 с.

15. Электронный ресурс Международной группы экспертов по изменению климата (http://www.ipcc.ch/).

16. Электронный ресурс Университета Восточной Англии и метеобюро Хэдли (http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/temperature).

REFERENCES

1. Alekseev G.V. The manifestation and amplification of global warming in the Arctic region. *Fundamental'naja i prikladnaja klimatologija.* **1**, 11–26 (2015) (in Russian).

2. Budyko M.I. Radiation factors of current climate change. *Izvestija AN SSSR. Serija geograficheskaja*. **5**, 36–41 (1968) (in Russian).

3. Budyko M.I. *The past and future climate.* 351 p. (Leningrad: Gidrometeoizdat, 1980) (in Russian).

4. Kondrat'ev K.Ja. *Radiation factors of modern global climate changes*. 279 p. (Leningrad: Gidrometeoizdat, 1980) (in Russian).

5. Kondrat'ev K.Ja. *Global climate*. 359 p. (S.-Peterburg: Nauka, 1992) (in Russian).

6. Lorenc Je.N. *The origin and theory of the global atmospheric circulation*. 260 p. (Leningrad: Gidrometeoizdat, 1970) (in Russian).

7. Malinin V.N., Gordeeva S.M. The variability of the atmospheric water vapor content over ocean from satellite data. *Issledovanie Zemli iz Kosmosa*. **1**, 3–11 (2015) (in Russian).

8. Monin A.S. *Introduction to the theory of climate*. 246 p. (Leningrad: Gidrometeoizdat, 1982) (in Russian).

9. Monin A.S., Shishkov Ju.A. Climate as a problem of physics. *Uspehi fizicheskih nauk*. **170** (4), 419–445 (2000) (in Russian).

10. Fedorov V.M. Periodic perturbations and small variations of the solar climate of the Earth. *Doklady RAN*. **457** (2), 222–225 (2014) (in Russian).

11. Fedorov V.M. Spatial and temporal variations of the solar climate of the Earth in the modern era. *Geofizicheskie processy i biosfera*. **14** (1), 5–22 (2015) (in Russian).

12. Fedorov V.M. *Insolation of the Earth and current climate change*.192 p. (Moskva: Fizmatlit, 2017) (in Russian).

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

14. Shulejkin V.V. *Physics of the sea.* 990 p. (Moskva: AN SSSR, 1953) (in Russian).

15. *International Panel on Climate Change* (http://www.ipcc.ch/).

16. *University of East Anglia and Hadley Centre* (UK Met Office) (http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/temperature).

ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНАЯ МУЗЕОЛОГИЯ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

УДК 069.8 + 543.422 + 620.179

ПИРИТОВЫЕ КОНКРЕЦИИ ИЗ НИЖНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА: ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ НОВОЙ МУЗЕЙНОЙ КОЛЛЕКЦИИ

Н.А. Громалова, П.А. Чехович, С.М. Аксёнов, Н.Д. Никишаева[1]

Материал из новой коллекции образцов с аутигенной сульфидной минерализацией, экспонируемых в Музее землеведения МГУ, исследован методами рентгенофлуоресцентного и рентгеноструктурного анализов, сканирующей электронной микроскопии и энергодисперсионного микроанализа. В результате исследования установлен вещественный состав конкреций и получена информация о кристалломорфологических особенностях объектов.

Ключевые слова: *конкреции пирита, рентгенофлуоресцентная спектроскопия, сканирующая электронная микроскопия, энергодисперсионный микроанализ, портативные анализаторы, рентгеноструктурный анализ, музейные фонды.*

PYRITE NODULES FROM LOWER CRETACEOUS SEQUENCES OF THE NORTHERN CAUCASUS: INVESTIGATION OF LATEST MUSEUM COLLECTION

N.A. Gromalova[1], P.A. Chekhovich[1], S.M. Aksyonov[2], N.D. Nikishaeva[3]
Lomonosov Moscow State University ([1]Earth Science Museum, [3]Faculty of Geology),
[2]Crystallography and Photonics Federal Centre, Russian Academy of Sciences

The MSU Earth Sciences Museum has mounted an exposition of the latest collection of samples with authigenic sulphide mineralization. The materials from the collection were studied by means of X-ray fluorescence analysis, X-ray diffraction analysis, scanning electron microscopy and energy dispersive X-ray spectrometry. As a result of these investigations the mineral and chemical composition of nodules was determined, and information of the crystal morphology features was obtained. The analyses identified two generations of pyrite within the nodules. The earlier generation is represented by micro grained cubic and cuboctahedron crystals forming the nodules. The later generation of pyrite forms large skeleton-like crystals which make up an external layer of the nodules. This layer is composed by acicular and columnar crystals radially diverged from the central core. The crystals have traces of growth dislocations known as splitting. A wedge shape of crystals and pyrite poly-crystalline aggregates indicate tight growth conditions and rapid crystallization. While being scanned by an electron microscope, crystal faces of pyrite poly-crystalline aggregates clearly demonstrated striation. This may be a result of mineral growth environment changing.

Keywords: *pyrite nodules, X-ray fluorescence spectroscopy, scanning electron microscopy, energy dispersive X-ray microanalysis, handheld analyzers, X-ray diffraction analysis, museums' collections.*

[1] Громалова Наталья Александровна – к.г.-м.н., с.н.с. Музея землеведения МГУ, *gromalnat@ mail.ru*; Чехович Пётр Андреевич – д.г.-м.н., зав. сектором минерагении и истории Музея землеведения МГУ, *p.chekhovich@gmail.com*; Аксёнов Сергей Михайлович – к.г.-м.н., н.с. ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН, *aks.crys@gmail.com*; Никишаева Надежда Дмитриевна – студентка 4 курса геологического ф-та МГУ им. М.В. Ломоносова.

Введение. В 2014–2015 годах на российском рынке коллекционных минералов начали появляться необычные геологические образцы, в которых эффектным образом соединились минералогическая и палеонтологическая тематики. Они представляют собой сферические или субсферические конкреции сульфидов железа (преимущественно пирита), нарастающие на фронтальную часть белемнитовых ростров, образуя своеобразные «скипетры». Образцы почти сразу же попали на обложки популярных минералогических изданий (рис. 1), в каталоги и на интернет-ресурсы крупнейших зарубежных фирм, торгующих коллекционными минералами, и, судя по всему, вызвали большой ажиотаж у любителей минералогических редкостей – практически все изображения неизменно отмечены комментарием «sold» (продано). Между тем, сведений о минералогических исследованиях или какой-либо иной диагностике этого уникального коллекционного материала до сих пор нет, и, возможно, предлагаемая статья – одна из первых попыток восполнить указанный пробел[2].

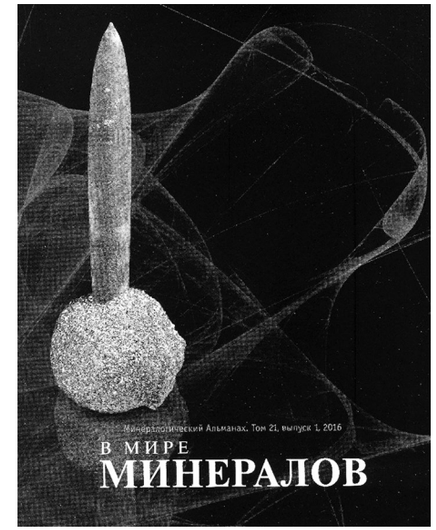


Рис. 1. Обложка журнала «Минералогический альманах» за 2016 год с фотографией белемнитового ростра из нижнемеловых отложений в ущелье р. Джеганас.

Геологическая характеристика материала. Все образцы происходят из местонахождения, приуроченного к выходам чёрных глин альбского возраста (нижний мел, ~110–100 млн лет) в долине р. Джеганас (правый приток Кубани, Карачаево-Черкесия), примерно в 20 км к югу от Черкесска (рис. 2). Долина реки прорезает толщу верхнемеловых известняков сеноманского возраста, образуя почти на всем своём протяжении каньонообразное ущелье (рис. 3). Чёрные глины и песчаники нижнего мела, содержащие пиритизированные окаменелости, обычно обнажаются в основании береговых уступов и во многих местах интенсивно размываются течением, особенно в периоды сезонных паводков.

Нижнемеловой интервал регионального разреза подробно изучен как в стратиграфическом, так и в литолого-минералогическом отношении, поскольку с ним связана промышленная нефтегазоносность

[2] Этой возможностью мы обязаны в первую очередь М.Н. Васильеву (г. Черкесск) и А.А. Сухомлинову (г. Ставрополь) – минералогам-любителям, передавшим в дар Музею землеведения МГУ собранные и отпрепарированные ими уникальные образцы.

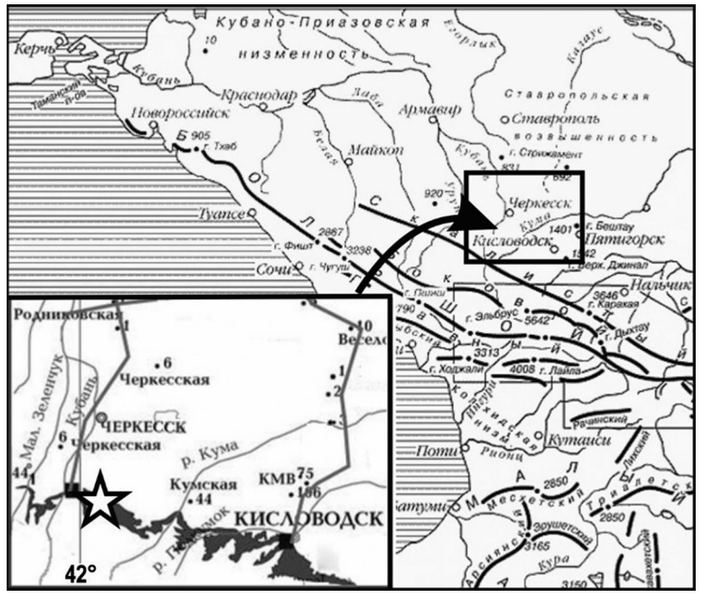


Рис. 2. Схема расположения разреза нижнемеловых отложений в долине р. Джеганас. На врезке в левом нижнем углу чёрной заливкой показаны контуры выходов нижнего мела. Местоположение находок отмечено звёздочкой.

Рис.3. Каньон р. Джеганас, Карачаево-Черкесия. Стенки каньона сложены известняками сеномана (верхний мел), перекрывающими чёрные глины альбского возраста. Фото: Андрей Азаров (http://static.panoramio.com/photos/large/92125826.jpg).

Центрального Предкавказья – одного из старейших добывающих регионов России. Существенный вклад в его геологическое изучение внесли учёные Московского университета: Е.Е. Милановский, В.Е. Хаин, В.В. Друщиц, И.А. Михайлова, Д.П. Найдин, Т.Н. Горбачик, Т.Н. Смирнова, Е.Ю. Барабошкин и многие другие.

Основы современных представлений о стратиграфии и палеонтологии мезозойских отложений Северного Кавказа заложены в работах Н.П. Луппова [9], Т.А. Мордвилко [10], В.В. Друщица и И.А. Михайловой [7]. В.А. Гроссгейм [5, 6] обобщил материал по петрографии мезозойско-кайнозойских отложений, составил серию карт терригенно-минералогических провинций и карт распространения отдельных минералов. Рентгенодифрактометрические исследования тонкопелитовой фракции нижнемеловых аргиллитов и глин из разрезов Центрального Предкавказья [11, 12] показали, что, как правило, её слагает двухкомпонентная смесь из монтмориллонита и гидрослюды, утратившая первичные седиментационные признаки.

Апт-альбская последовательность Северного Кавказа содержит свидетельства серии глобальных аноксических событий, оставивших следы в разрезах практически всех седиментационных бассейнов бореального и тетисного поясов [15, 16, 8 и др.]. Большая часть этого интервала представлена конденсированным разрезом, формировавшимся в низкоэнергетической обстановке в условиях дефицита обломочного материала. Бескислородная среда в придонных слоях глубоководного морского бассейна обуславливала угнетённый характер бентосных сообществ и высокое содержание тонкодисперсных сульфидов [2].

Особенностью исследованных экспонатов являются их исключительные формы, определяющие такие важные свойства музейного предмета как привлекательность и информативность. Коллекция состоит из тринадцати образцов (рис. 4), из которых восемь представляют собой конкреции сферической, субсферической и цилиндрической формы. Оценка их состояния и отбор для включения в коллекцию собственноручно проводился одним из авторов этого сообщения. Конкреции образованы микрокристаллами, наросшими на переднюю часть белемнитовых ростров. Все фоссилии при-

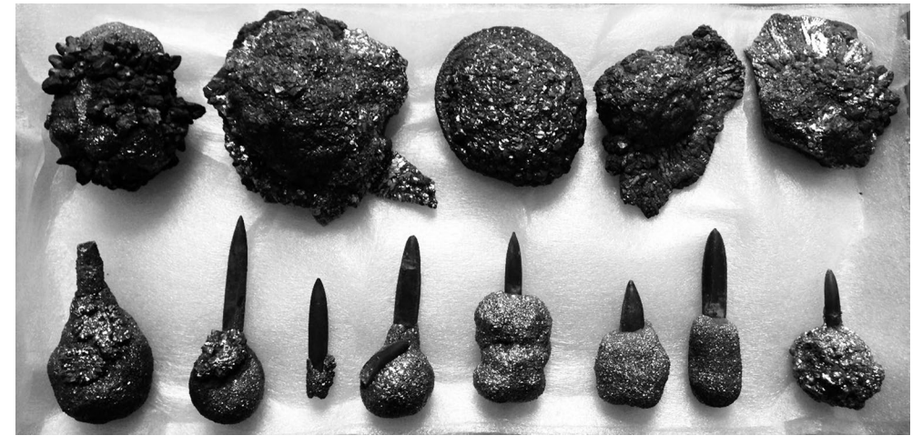


Рис. 4. Отпрепарированные конкреции и стяжения на белемнитовых рострах Neohibolites из нижнемеловых отложений в долине р. Джеганас, Карачаево-Черкесия. Музей землеведения МГУ.

надлежат, по всей видимости, роду Neohibolites. Представители этого рода являются ведущим компонентом в составе мало разнообразного белемнитового ценоза из чёрных глин альбского возраста, повсеместно развитых в верховьях Кубани [7, 1, 13, 14]. О видовом составе фоссилий по имеющемуся материалу судить невозможно, поскольку диагностичные для более точного таксономического определения альвеолы (конические углубления в передней части ростров) скрыты в агрегате конкреций, которые, скорее всего, представляют псевдоморфозы по остаткам мягких тканей моллюска.

В неотпрепарированном виде большая часть остатков головоногих выглядит как плотные глинистые стяжения, включённые в пластичную массу. Пластичность вмещающей глины объясняется присутствием в её составе монтмориллонита [12]. Стяжения имеют вытянутую цилиндрическую форму с закруглёнными торцами; их длина обычно составляет 5–6 см, диаметр 1–2 см. Препарирование стяжений – наиболее трудоёмкий и зачастую весьма длительный процесс, заключающийся в постепенной отмывке плотной глинистой массы и высвобождении хрупкой фоссилии, увенчанной мелкокристаллическим агрегатом. Наиболее эффектно выглядят образцы с идеально сферической формой конкреции. Рыночная стоимость таких «скипетров» может доходить до нескольких сотен долларов и даже выше. Обычно лишь очень небольшой фрагмент фронтальной части рострa включён в мелкозернистый агрегат конкреции, и это зачастую приводит к разрушению отмываемого образца. Сборка скипетра с использованием клеящих мастик существенно снижает цену коллекционного товара.

Пять других экспонатов, добытых из разреза на р. Джеганас (рис. 4), представлены субсферическими, сферическими, сфероидально-уплощёнными конкрециями, обросшими шлейфообразным агрегатом более крупных игольчатых и шестоватых кристаллов, радиально расходящихся от центрального ядра.

Аналитические методики и результаты исследования. Охарактеризованная выше коллекция образцов отнесена к основному фонду Музея землеведения и, согласно федеральному законодательству, подлежит изучению методами профильных дисциплин. С этой целью нами были использованы рентгенофлуоресцентная спектрометрия (РФА, XRF), энергодисперсионная спектрометрия (ЭДС, EDS), функционирующая в комплексе с настольным сканирующим электронным микроскопом (СЭМ, SEM), и рентгеновская монокристальная дифрактометрия (SCXRD).

Рентгенофлуоресцентная и энергодисперсионная спектрометрия, сканирующая электронная микроскопия. Для исследования элементного состава использовался портативный рентгенофлуоресцентный анализатор X-MET 7500 производства Oxford Instruments (Финляндия–Великобритания), а также настольный сканирующий электронный микроскоп Phenom-World B.V (Голландия), технические характеристики которых были изложены ранее [3, 4]. По данным рентгенофлуоресцентного анализа все кристаллы имеют чистый состав, свободный от примесей, отвечающий формуле FeS_2. Это согласуется с более детальными определениями состава в локальных зонах, выполненными на настольном сканирующем электронном микроскопе (рис. 5). Содержание железа в кристаллах варьирует от 43,89 до 45,18 %, серы – от 53,59 до 56,11%.

Дифрактометрия. Фрагменты кристаллов различной формы изучены методом рентгеноструктурного анализа с использованием дифрактометра Xcalibur Oxford Diffraction, оснащённого двухкоординатным CCD-детектором. Полученные значения параметра, а кубических элементарных ячеек находились в диапазоне

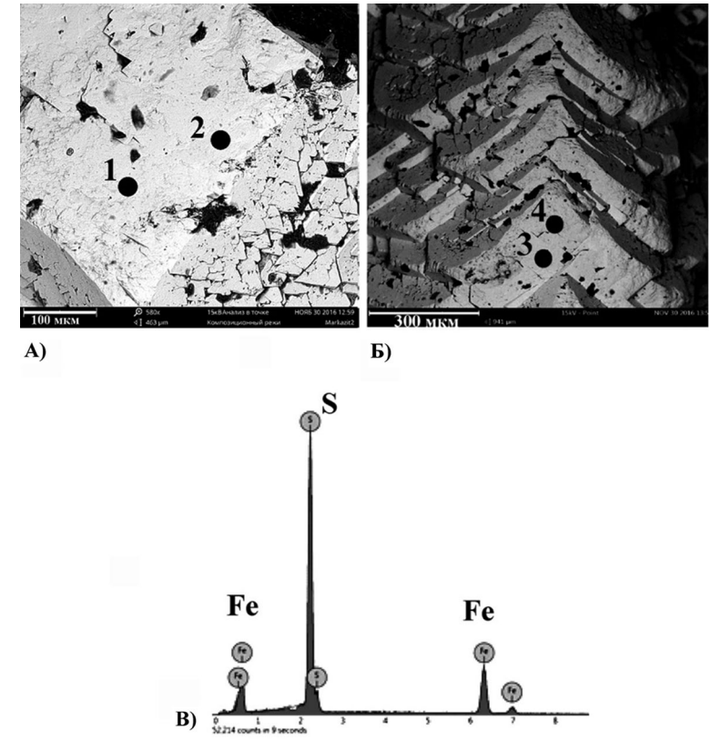


Рис. 5. Образец из коллекции Музея землеведения МГУ: А, Б – фотографии в отражённых электронах кристаллов пирита; 1–4 локальные зоны, в пределах которых выполнены определения состава; В – характерный энергодисперсионный спектр элементного состава в зонах 1–4. Изображение получено с помощью настольного СЭМ в техническом центре компании «ООО Мелитэк».

5.413–5.420 Å. Таким образом, несмотря на различие в морфологии, все индивиды представляют собой пирит.

Для детального рентгеноструктурного исследования был отобран фрагмент кристалла изометричной формы. Экспериментальный набор интенсивностей получен при комнатной температуре в полной сфере обратного пространства. Обработка эксперимента проводилась с использованием программы CrysAlis [18]. Параметр элементарной ячейки – 5.4176(2) Å, объем – 159.012(9) $Å^3$, пространственная группа $Pa\bar{3}$. Кристаллическая структура уточнена до итогового значения R_1 = 2,19 % в анизотропном приближении атомных смещений с использованием 96 $I > 2\sigma(I)$. Все расчёты выполнены с использованием пакета программ Jana 2006 [20]. Кристаллическая структура пирита полностью соответствует таковой для ранее изученных природных и синтетических образцов [15, 21].

Различная морфология и размер кристаллов заставляют предполагать наличие как минимум двух генераций кристаллов пирита, слагающих конкреции (рис. 6–7).

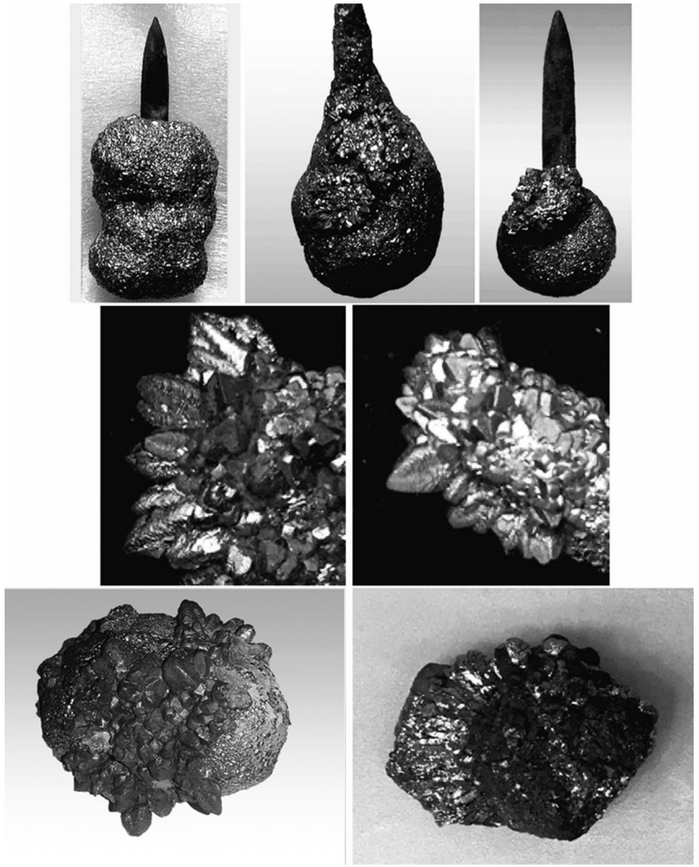


Рис. 6. Кристалломорфология пирита изучаемых объектов. Образцы из коллекции Музея землеведения МГУ. Длина ростров (фото в верхнем ряду) вместе с агрегатом конкреций 8 см. Их основная матрица сложена преимущественно кубическими, кубооктаэдрическими, реже октаэдрическими кристаллами FeS_2 генерации ***I***. Кристаллы FeS_2 генерации ***II*** образуют периферию конкреций, состоящую из игольчатых и шестоватых кристаллов (фото внизу справа; размер образца по длинной оси – 7,5 см), а также представлены крупными октаэдрическими, скелетными кристаллами, нарастающими на микрозернистую массу пирита генерации ***I*** (внизу слева; размер по длинной оси – 5,5 см). На врезке в центре показаны увеличенные фрагменты таких «наростов».

Как видно из изображений, приведённых на рис. 5–7, для конкреций хорошо выделяются две зоны, сложенные кристаллами пирита. Пирит генерации ***I*** представлен микрозернистыми кубическими, кубооктаэдрическими, реже октаэдрическими кристаллами, выполняющими основной объём конкреции. В большинстве коллекционных образцов присутствуют более крупные скелетные кристаллы пирита генерации ***II***, которые часто образуют своеобразные конфигурации, типа «цветов» или «скипетров», нарастающих на более мелкие кристаллы пирита генерации ***I*** (рис. 6). Пирит генерации ***II*** также выполняет периферию конкреций, образуя их внешнюю оболочку,

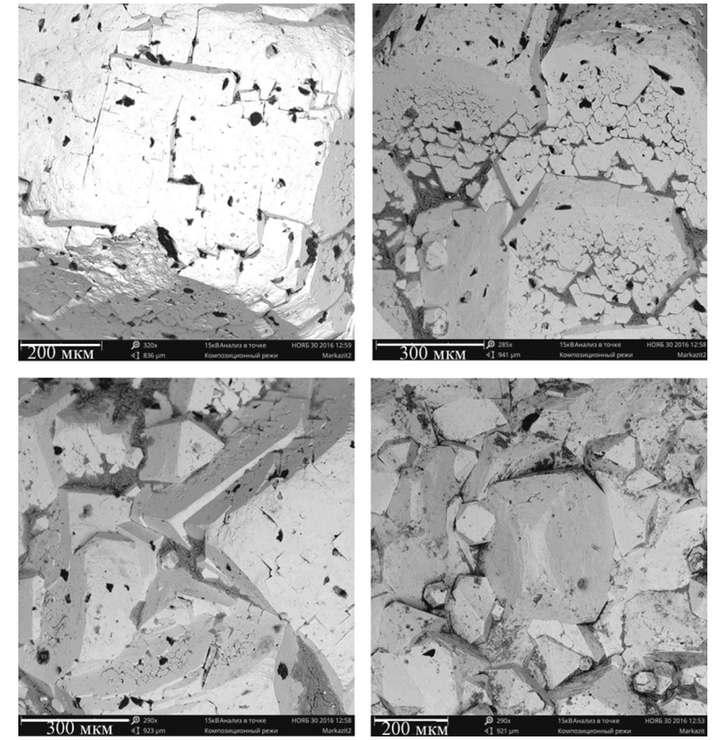


Рис. 7. Кристаллы различного облика и габитуса, слагающие конкреции и «наросты». Образцы из коллекции Музея землеведения МГУ. Фотографии в отражённых электронах. Изображение получено с помощью настольного СЭМ в техническом центре компании «ООО Мелитэк».

состоящую из игольчатых и шестоватых кристаллов, радиально расходящихся от центрального ядра (рис. 6, правый нижний образец). Минеральные индивиды, слагающие радиально-лучистые агрегаты, в большинстве своём характеризуются клиновидным обликом, который обусловлен сужением кристаллов в нижней или верхней частях. Многие из них имеют следы ростовых деформаций в виде расщепления. Формирование клиновидного облика кристаллов и образование пиритовых полиагрегатов указывают на условия стеснённого роста и быстрой кристаллизации.

При детальном исследовании кристаллов на сканирующем электронном микроскопе (рис. 5, 7) на гранях пиритовых полиагрегатов чётко прослеживается своеобразная штриховка. Эта интересная деталь может являться следствием изменения условий минералообразования и поэтому требует дальнейших специальных исследований.

Заключение. Изучение минеральных биоморфоз, проведённое с использованием рентгеноструктурного анализа, XRF-спектрометрии и микрозондирования на настольном СЭМ, позволило получить важную информацию как о кристалломорфологических особенностях, так и о составе аутигенного пирита из нижнемеловых отложений Северного Кавказа. В результате изучения новой коллекции установлен минералогический и химический состав образцов.

Важно также подчеркнуть, что эта небольшая коллекция, созданная совместными усилиями собирателей минералов, сотрудников фондов и хранителей Музея землеведения, имеет принципиальное значение для учебной геологической экспозиции. Оно состоит в том, что в изученных образцах с аутигенной сульфидной минерализацией запечатлён хорошо известный глобальный процесс, который на протяжении миллиардов лет поддерживал циклический обмен между живым веществом биосферы и твёрдыми оболочками Земли. Выяснение деталей этого фундаментального процесса и природы минерализации составляет задачу дальнейших исследований.

Благодарности. Авторы выражают благодарность за сотрудничество и помощь в аналитических исследованиях О.А. Набелкину, заведующему лабораторией рентгеноспектрального флуоресцентного анализа ФГУП «ИМГРЭ» – разработчику оригинального программного обеспечения для калибровки портативного рентгеноспектрального анализатора. Мы также признательны руководству компании ООО «Мелитэк» за предоставленную возможность проведения исследований на новейшем аналитическом оборудовании – сканирующем электронном микроскопе Phenom ProX. Нам хотелось бы также поблагодарить сотрудников кафедры кристаллографии и кристаллохимии геологического факультета МГУ – профессора Н.И. Леонюка и доцента Е.А. Волкову за ценные советы и консультации. Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Совета при Президенте РФ по грантам и финансовой поддержке молодых кандидатов наук (грант МК-8033.2016.5).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Барабошкин Е.Ю.* Новая биостратиграфическая схема альбских отложений Северного Кавказа // Докл. РАН. 1999. Т. 366, № 6. С. 785-789..

2. *Барабошкин Е.Ю.* Палеогеография Восточно-Европейской платформы и её южного обрамления в раннем мелу // 400 миллионов лет геологической истории южной части Восточной Европы / Под ред. А.Ф. Морозова. М.: Геокарт, ГЕОС, 2005. С. 201–232.

3. *Громалова Н.А., Набелкин О.А., Чехович П.А., Иванова Т.К.* Неразрушающий элементный анализ в практике естественнонаучного музея. Рентгенофлуоресцентная спектрометрия образцов минерализованной древесины из Аризоны, США // История техники и музейное дело: Материалы IX Межд. научно-практ. конф. Т. 8. Москва, 2016. С. 97–101.

4. *Громалова Н.А., Чехович П.А.* Минералого-геохимическое изучение материалов из музейных коллекций методами неразрушающего экспресс-анализа // Жизнь Земли. 2016. Т. 38, № 2. С. 167–175.

5. *Гроссгейм В.А.* История терригенных минералов в мезозое и кайнозое Северного Кавказа и Предкавказья. Л.: Гостоптехиздат, 1961. 376 с.

6. *Гроссгейм В.А.* Терригенное осадконакопление в мезозое и кайнозое Европейской части СССР (в связи с поисками литологических залежей нефти и газа) // Тр. ВНИГРИ. Вып. 314. Л.: Недра, 1972. 248 с.

7. *Друщиц В.В., Михайлова И.А.* Биостратиграфия нижнего мела Северного Кавказа. М.: Изд-во Московского университета, 1965. 190 с.

8. *Конюхов А.И.* Океанские аноксические события мелового периода и их роль в формировании нефтематеринских отложений на окраинах материков // Георесурсы. 2017. Спецвыпуск. Ч. 1. С. 43–55.

9. *Луппов Н.П.* Нижнемеловые отложения Северо-Западного Кавказа и их фауна // Труды ВНИГРИ. Вып. 65. Л. –М.: Гостоптехиздат, 1952. 272 с.

10. *Мордвилко Т.А.* Нижнемеловые отложения Северного Кавказа и Предкавказья. М. –Л.: Изд-во АН СССР, 1960. 240 с.

11. *Назаревич Б.П., Назаревич И.А., Стафеев А.Н.* История стадиального развития нижнемеловых отложений Центрального и Восточного Предкавказья и их нефтегазоносность // Успехи в развитии осадочно-миграционной теории нефтегазообразования. М.: Наука, 1983. С. 120–132.

12. *Назаревич Б.П., Назаревич И.А.* Мезозойские формации Восточного и Центрального Предкавказья как отражение эволюции осадконакопления и становления Скифской плиты // Обстановки осадконакопления и их эволюция. М.: Наука, 1984. С. 150–162.

13. *Энсон К.В.* К корреляции апт-альбских отложений центральной части Северного Кавказа и Предкавказья. 1. Особенности состава и распространения пород // Вестник МГУ. Сер. 4., геол. 2009. № 3. С. 46–50.

14. *Baraboshkin E.J.* Albian ammonite biostratigraphy of the Northern Caucasus // N. Jahrb. Geol. Palaeont. 1999. Bd. 212, Hf. 1–3. P. 175–210.

15. *Baylis P.* Crystal structure refinement of a weakly anisotropic pyrite cubic model // American Mineralogist. 1977. V. 62. P. 1168–1172.

16. *Bralower T. J., Sliter W.V., Arthur M.A., Leckie R.M., Allard D., Schlanger S.O.* Dysoxic/anoxic episodes in the Aptian-Albian (Early Cretaceous) // The Mesozoic Pacific: Geology, Tectonics, and Volcanism. American Geophysical Union, Schlanger Memorial Volume, Monograph 77. P. 5–37.

17. *Navidtalab A., Rahimpour-Bonab H., Nazari-Badii A.* et al. Challenges in deep basin sequence stratigraphy: a case study from Early-Middle Cretaceous of SW Zagros // Facies. 2014. V. 60. P. 195–215.

18. Oxford Diffraction. CrysAlisPro. Oxford Diffraction Ltd, Abingdon, Oxfordshire, UK. 2009.

19. *Palatinus L.* Structure Solution by Charge Flipping // Kolb U., Shankland K., Meshi L., Avilov A., David W. (eds). Uniting Electron Crystallography and Powder Diffraction. NATO Science for Peace and Security Series B: Physics and Biophysics. Springer, Dordrecht. 2012. Pp. 105–116 (https://doi.org/10.1007/978-94-007-5580-2_10).

20. *Petříček V., Dušek M., Palatinus L.* JANA 2006, Structure determination software programs. Praha (Czech Republic): Institute of Physics, 2006.

21. *Schmid-Beurmann P., Lottermoser W.* ^{57}Fe-Moessbauer spectra, electronic and crystal structure of members of the CuS2-FeS2 solid solution series // Physics and Chemistry of Minerals. 1993. V. 19. P. 571–577.

REFERENCES

1. Baraboshkin E.J. New Albian biostratigraphic scheme of the North Caucasus. *Doclady RAN (Reports of Russian Academy of Sciences)*. **366** (6), 785-789 (1999) (in Russian).

2. Baraboshkin E.J. Paleogeography of the East European Platform and southern framing during Early Cretaceous. *400 million years of geologic history of southern part of Eastern Europe. Series analytical rewievs «Essay on regional geology of Russia»*. **1**, 201–232 (Moscow: Geokart Press, 2005) (in Russian).

3. Gromalova N.A., Nabelkin O.A., Chekhovich P.A., Ivanova T.K. X-ray spectrometry in natural history museum practice. Initial results. *Proceedings of the Ninth International Scientific Conference «History of technology and museum experience»*. P. 25–26 (Moscow: IIET RAN, 2015) (in Russian).

4. Gromalova N.A., Chekhovich P.A. Mineralogical and geochemical investigation of museum specimens through non-destructive express analysis. *Zhizn' Zemli (The Life of the Earth)*. **38** (2), 167–175 (2016) (in Russian).

5. Grossheim V.A. *A history of terrigenous minerals in the Mesozoic and Cenozoic of the Northern Caucasus and Ciscaucasia*. 371 p. (Leningrad: Gostoptekhizdat, 1961) (in Russian).

6. Grossheim V.A. Terrigenous sedimentation during Mesozoic and Cenozoic in European part of the USSR (in connection with prospecting for oil and gas pool). *Trydy VNIGRI (Proc. of VNIGRI)*. **314**. 248 p. (Leningrad: Nedra, 1972) (in Russian).

7. Drushchits V.V., Mikhailova I.A. *Lower Cretaceous biostratigraphy of the Northern Caucasus*. 190 p. (Moscow University Publishing House, 1965) (in Russian).

8. Konyukhov A.I. Oceanic anoxic events of the Cretaceous period and their role in the formation of source rocks in the basins of continental margins. *Georesursy (Georesources)*. Special issue. Part 1. P. 43–55 (2017) (in Russian).

9. Luppov N.P. Lower Cretaceous deposits and faunas of the West-Northern Caucasus. *Trydy VNIGRI (Proc. of VNIGRI)*. **65**. 272 p. (Leningrad–Moscow: Gostoptekhizdat, 1952) (in Russian).

10. Mordvilko T.A. *Lower Cretaceous deposits of the Northern Caucasus and Ciscaucasia*. 240 p. (Moscow-Leningrad: Izdatel'stvo AN SSSR, 1960) (in Russian).

11. Nazarevich B.P., Nazarevich I.A., Stafeev A.N. A history of stadial development of Lower Cretaceous deposits in the Central and Eastern Ciscaucasia and their petroleum potential. *Advances in the development of the petroleum migration theory*. P. 120–132 (Moscow: Nauka, 1983).

12. Nazarevich B.P., Nazarevich I.A. Mesozoic formations of the Eastern and Central Ciscaucasia as a reflection of the sedimentation and Scythian Platform development. *Development and Evolution of Sedimentary Environments*. P. 150–162 (Moscow: Nauka, 1983) (in Russian).

13. Enson K.V. On correlation of the Aptian/Albian sequences of the Northern Caucasus Central Part and Ciscaucasia. Paper I. A composition and distribution patterns. *Vestnik MGU, geol*. **64** (3), 46–50 (2009) (in Russian).

14. Baraboshkin E.J. Albian ammonite biostratigraphy of the Northern Caucasus. *N. Jahrb. Geol. Palaeont*. **212** (1–3), 175–210 (1999).

15. Baylis P. Crystal structure refinement of a weakly anisotropic pyrite cubic model. *American Mineralogist*. **62**, 1168–1172 (1977).

16. Bralower T. J., Sliter W.V., Arthur M.A., Leckie R.M., Allard D., Schlanger S.O. Dysoxic/anoxic episodes in the Aptian-Albian (Early Cretaceous). *The Mesozoic Pacific: Geology, Tectonics, and Volcanism. American Geophysical Union*. Schlanger Memorial Volume, Monograph 77. 5–37. DOI: 10.1029/GM077p0005.

17. Navidtalab A., Rahimpour-Bonab H., Nazari-Badii A. et al. Challenges in deep basin sequence stratigraphy: a case study from Early-Middle Cretaceous of SW Zagros. *Facies*. **60**. 195–215 (2014).

18. *Oxford Diffraction*. CrysAlisPro. Oxford Diffraction Ltd, Abingdon, Oxfordshire, UK (2009).

19. Palatinus L. Structure Solution by Charge Flipping. In: Kolb U., Shankland K., Meshi L., Avilov A., David W. (eds). Uniting Electron Crystallography and Powder Diffraction. *NATO Science for Peace and Security*. Series B: Physics and Biophysics. P. 105–116 (Springer, Dordrecht, 2012) (https://doi.org/10.1007/978-94-007-5580-2_10).

20. Petříček V., Dušek M., Palatinus L. JANA 2006, Structure determination software programs (Institute of Physics, Praha, Czech Republic, 2006).

21. Schmid-Beurmann P., Lottermoser W. 57Fe-Moessbauer spectra, electronic and crystal structure of members of the CuS2-FeS2 solid solution series. *Physics and Chemistry of Minerals*. **19**. 571–577 (1993).

УДК 551.21

ЭТИ ЗАГАДОЧНЫЕ ИГНИМБРИТЫ: ТЕКСТУРНО-СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ПРОИСХОЖДЕНИЕ

О.С. Березнер, К.А. Скрипко[1]

В статье анализируется история более чем 80-летнего изучения игнимбритов, одной из интереснейших разновидностей вулканогенно-обломочных образований кислого состава, иногда по-прежнему называемых спекшимися вулканическими туфами. Они обладают флюидально-обломочной текстурой, характерной как для вулканических туфов, так и для кластолав, и микроструктурой, сложный рисунок которой вызывает противоречивые толкования генезиса этих пород. Несмотря на то, что игнимбриты достаточно широко распространенны в земной коре, за исторический период не удалось наблюдать извержения, их порождающие. В связи с этим вопрос о происхождении игнимбритов по-прежнему остаётся предметом дискуссий. В последнее время к двум ранее обсуждавшимся гипотезам – пирокластической и ликвационной – добавилась флюидогенная гипотеза, отдающая главную роль в образовании игнимбритов механизму перемещения (течения) смесей твёрдых частиц и диспергированного расплава в струе сжатого газа. В статье предложены петрографические признаки, которые позволяют однозначно отличать игнимбриты от схожих с ними кластолав и пепловых туфов, что даёт возможность чётко ограничить предмет обсуждения в дискуссиях о генезисе.

Ключевые слова: *игнимбрит, фьямме, пепловый туф, кластолава, флюидолит.*

MYSTERIOUS IGNIMBRITES: THEIR ORIGIN AND TEXTURE AND STRUCTURAL FEATURES

O.S. Berezner, K.A. Scripko
Lomonosov Moscow State University (Earth Science Museum)

The article analyzes the 80-year history of ignimbrites study. Ignimbrites are one of the most interesting varieties of pyroclastic formations of acid composition, which are sometimes called welded volcanic tuffs. They have a fluidal texture, which is characteristic for both volcanic tuffs and clastolavas, and a microstructure, the complex pattern of which leads to conflicting interpretations of these rocks genesis. Despite the fact that ignimbrites are quite widespread in the Earth's crust, nobody has ever observed volcanic eruptions that would generate ignimbrites throughout recorded time. Consequently, the ignimbrite origin has remained a matter of debate for nearly 80 years. Recently, the fluidogenic hypothesis has been added to the two previously discussed pyroclastic and segregation hypotheses. According to the fluidogenic hypothesis, the main role in the formation of ignimbrites is played by a displacement mechanism of mixtures of solid particles and dispersed molten material in a cold gas jet. The article offers petrographic features that make it possible to surely distinguish ignimbrites from clastolavas and ash tuffs that are similar to them, which, in its turn, makes it possible to clearly limit the subject of discussions about genesis of these rocks.

Keywords: *ignimbrite, fiamme, ignispumite, ash tuff, tuffolava, clastolava, fluidolith, incandescent avalanches, nuée ardente, scorching clouds.*

[1] Березнер Оксана Сергеевна – научный сотрудник, *oksana.berezner@mail.ru*; Скрипко Константин Андреевич – научный сотрудник сектора геодинамики Музея землеведения МГУ, *kscripko@mail.ru*.

Игнимбриты в экспозиции Музея землеведения МГУ. В коллекциях вулканических пород, экспонируемых в Музее землеведения МГУ, достаточно часто встречаются горные породы кислого состава, относящиеся к группе игнимбритов. Например, в витрине ВГ-274 на 24 этаже Музея, в разделе «Северная Америка», экспонируются образцы игнимбритов из Йеллоустонского национального парка, США (сборы О.С. Березнер 2009 г.). Но большая часть таких пород нашла себе место, естественно, в витринах 28 этажа, где вулканические горные породы рассматриваются подробно и с самых разных позиций. В зале 6 «Горные породы», в витрине ВГ-20, посвящённой текстурам вулканических пород, находятся четыре образца игнимбритов, демонстрирующие лентикулярную, эвтакситовую и фьямме-текстуры этих пород. В зале 5 «Тектоника» в витрине ВГ-53, посвящённой горным породам активных окраин континентов андийского типа, семь из 43 образцов магматических пород Охотско-Чукотского вулканогенного пояса являются игнимбритами. Ещё два образца игнимбритов в этом зале характеризуют вулканизм коллизионного этапа в Кавказском секторе конвергентной зоны океана Тетис. Несколько образцов игнимбритов, в том числе два демонстрируемых в открытом доступе, украшают и зал 4 «Магматизм». Один их этих образцов, выставленный в витрине «Кислые вулканиты: пемзы и обсидианы», происходит из разреза вулкана Эльбрус (образец из коллекции Н.В. Короновского), ещё пять отобраны из потоков и покровов, обнажающихся у подножья вулкана Арагац (Алагёз) в Армении. Самый крупный штуф в этом зале, подаренный в 1957 г. работниками карьера «Артик-туф» (Армения), назван, в соответствии с представлениями того времени, «игниспумит (туфолава)». Четыре других образца, находящиеся в витрине ВГ-37 «Спекшиеся и сцементированные пирокласты», привезены в музей Кавказской экспедицией НИИ геологии МГУ в начале 1950-х годов. Примечательно, что эти четыре образца, имеющие характерную для игнимбритов фьямме-текстуру и отобранные в одном районе Армении – у подножья вулкана Арагац, названы по-разному. В сопровождающих их этикетках значатся такие данные им в поле и сохранённые доныне названия: обр. ВФ 128, ВФ 129 – игнимбрит (спекшийся «пламенный» туф), ВФ 130 – игниспумит (туфолава), ВФ 135 – пепловый вулканический туф.

Эти разночтения неслучайны и не являются просто результатом недоразумения или недосмотра. Они отражают происходившие в 1950–60-е годы научные споры о такой непростой проблеме в геологии вулканизма, как генезис игнимбритов, то есть являются отголоском активных дискуссий о механизме образования этих пород – пирокластическом или лавовом.

История вопроса. Термин «игнимбрит» (от лат. *ignis* – огонь и *imber* – ливень) был введён в научный оборот в 1932–1935 гг. британским геологом П. Маршаллом, изучавшим вулканические породы Риолитового плато на острове Северный Новой Зеландии. По его мнению, игнимбриты образовались из обломочного материала раскалённых лавин и палящих туч, испытавшего последующее сплавление и спекание. Пирокластическую гипотезу происхождения игнимбритов поддержал А.Н. Заварицкий, её придерживались многие советские исследователи игнимбритов (Е.К. Устиев, И.М. Сперанская, Е.Ф. Малеев и др.), а вслед за ними и большинство советских геологов.

Однако изучение того же петротипа игнимбритов на новозеландском острове Северный породило и другую точку зрения относительно их происхождения. Согласно А. Стейнеру [8], игнимбриты – не пирокластические, а лавовые образования – продукты застывания специфического высокоподвижного расплава, претерпевшего расщепление на две несмешивающиеся жидкости. Среди отечественных геологов лавовой

гипотезы образования игнимбритов (с различными вариациями механизмов процесса) придерживались Д.С. Белянкин, В.И. Влодавец, А.М. Курчавов; не признаёт пирокластическое происхождение игнимбритов и Н.В. Короновский.

С середины прошлого века, времени острых дискуссий о происхождении игнимбритов, прошло более полстолетия, а окончательная точка в этом вопросе, похоже, так и не поставлена.

Петрографическим кодексом, изданным ВСЕГЕИ в 2008 г., игнимбриты отнесены к пирокластолитам [7]. Как пирокластическую породу – продукт извержения высокотемпературного пеплового потока, или палящей тучи, трактует игнимбрит и посвящённая ему статья в Геологическом словаре [1]. Однако статья «Игнимбрит» в Российской геологической энциклопедии [4] исключает принадлежность игнимбритов к пирокластическим образованиям, поддерживая точку зрения об их лавовой природе.

Игнимбриты образуют обширные покровы с платообразной верхней поверхностью, занимающие значительные площади и достигающие мощности в сотни метров (до 600 м). В их крутых обрывах часто наблюдается столбчатая (призматическая) отдельность (рис. 1 а), внешне похожая на столбчатую отдельность базальтов. Кроме того, игнимбриты слагают и рвущие – экструзивные, жерловые – тела.

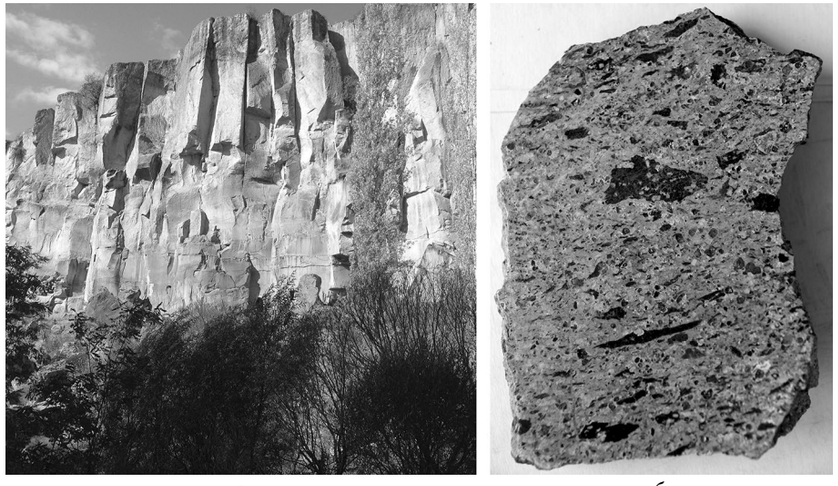
Игнимбриты – породы отнюдь не редкие: они достаточно часто встречаются среди продуктов извержений вулканов активных континентальных окраин, зрелых островных дуг, континентальных рифтов и зон плюмового магматизма. По оценкам учёных, «на долю игнимбритов приходится не менее половины объёма вулканитов кислого состава и около 20 % объёма всех вулканических пород вообще» [5, с. 63].

При детальном исследовании продуктов сильнейших извержений вулканов, произошедших за последние два тысячелетия, игнимбриты не были обнаружены ни среди пепловых потоков, затопивших Помпею и Геркуланум в 79 г. н.э., ни среди отложений раскалённых газово-пепловых лавин и палящих туч, извергнутых вулканами Мон-Пеле в 1902 г. и Катмай в 1912 г., ни среди продуктов сотен подобных извержений других вулканов мира [5]. Это не даёт возможности использовать для решения проблемы происхождения игнимбритов принцип актуализма.

Петрографические особенности игнимбритов. Помимо проблемы образования игнимбритов, не всё однозначно и в петрографическом определении этих пород. Имеющиеся определения часто грешат использованием генетических признаков (чаще всего – непременной связи с пирокластическим потоком) вместо чисто петрографических. Между тем и полевым геологам, работающим в районах распространения вулканических пород, и нам, занимающимся популяризацией науки о горных породах, необходимо ясное представление о том, что же такое игнимбрит именно как горная порода. Представляется, что выявление текстурно-структурных особенностей игнимбритов и отличий их от других горных пород сообщества богатых кремнезёмом вулканитов – пепловых туфов, кластолав – в какой-то мере облегчит и задачу выяснения генезиса игнимбритов. Попробуем суммировать свойства игнимбритов, необходимые для их чисто петрографической макро- и микродиагностики.

Игнимбриты – это вулканиты кислого и умеренно-кислого состава (от риолитов до андезидацитов), однако, в отличие от лав того же состава, которым, как известно, не свойственна большая подвижность из-за их высокой вязкости, форма залегания игнимбритов свидетельствует о высокой подвижности материала, их образовавшего.

Игнимбриты обладают флюидально-обломочной текстурой (характерной как для вулканитов эксплозивно-обломочного происхождения – пепловых вулканических ту-



а б

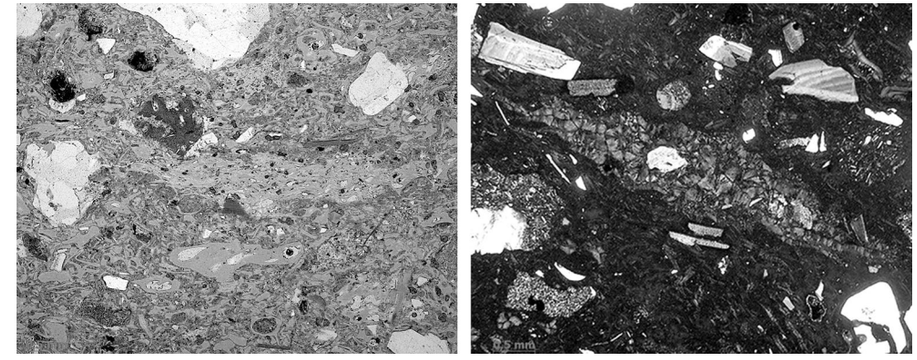
Рис. 1. Макроскопические особенности игнимбритов: а – столбчатая отдельность игнимбритов. Долина Ихлара, Турция, фото О.С. Березнер; б – фьямме в образце игнимбрита (8×5 см). Охотско-Чукотский вулканогенный пояс, обр.13462 из коллекции Музея землеведения МГУ.

фов, так и для эффузивно-обломочных пород – кластолав). В образцах игнимбритов видно, что это горные породы сложного строения, в которых, как в туфах, в переменном количестве присутствуют обломки кристаллов, горных пород и вулканических стёкол (кристалло-, лито- и витрокласты). В то же время в них наблюдается текстура течения (флюидальная текстура), как в лавах. Прежде всего, флюидальную текстуру подчёркивают так называемые фьямме – макроскопически различимые субпараллельно ориентированные линзы тёмного стекловатого вещества, расщепляющиеся на концах (рис. 1 б), что придаёт им специфическую пламеневидную форму (отсюда и название их от итальянского *fiamma* – огонь, пламя).

Фьямме «дважды флюидальны»: они не только подчёркивают общую флюидальную текстуру игнимбрита, но и сами нередко состоят из тонкофлюидального вулканического стекла (рис. 2 а), что, вероятно, и приводит к образованию у этих линз пламеневидных окончаний. При раскристаллизации линз иногда возникает сферолитовая структура (рис. 2 б), характерная для быстро охлаждённых стёкол.

По мнению А.М.Курчавова, много лет изучавшего игнимбриты разного возраста в различных регионах мира, фьямме возникают в процессе дифференциации магмы в условиях её движения; их образование происходит многократно, в ранние, промежуточные и поздние стадии эволюции расплава, с плавным изменением петрохимических и геохимических характеристик от ранних обособлений к поздним [3, 4].

Окружающий линзы фьямме базис (матрикс) в свою очередь неоднороден, что хорошо видно в шлифах под микроскопом (рис. 2 б, 3 б, в). Неоднородность эта проявляется в специфической структуре базиса, свойственной всем игнимбритам мира. Главное свойство этой структуры, называемой игнимбритовой, состоит в том, что, будучи стекловатой, она всегда двухфазна. Более ранняя фаза присутствует в виде обломочных частиц стекла – так называемых игнимбритовых частиц. Вторая фаза занимает пространство между игнимбритовыми частицами. Игнимбритовые частицы имеют



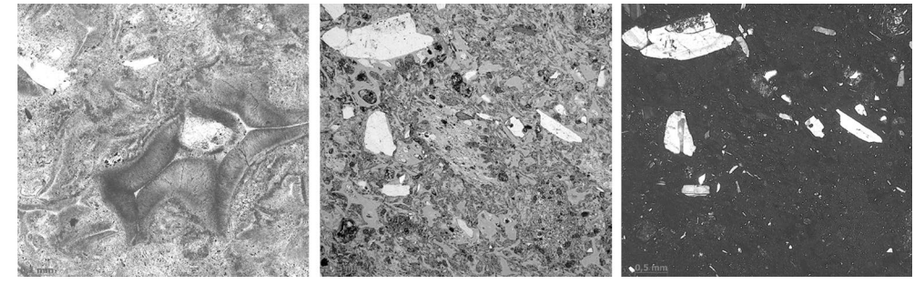
а б

Рис. 2. Фьямме в шлифах игнимбритов: а – с тонкофлюидальной текстурой, без анализатора; б – со сферолитовой структурой, в скрещенных николях. Гёреме, Турция. Шлифы из коллекции Музея землеведения МГУ.

либо полосовидную, либо серповидную, либо многократновогнутую, часто рогульчатую форму. Стекло игнимбритовых частиц обнаруживает тенденцию к очень характерной раскристаллизации: от краев к центру, перпендикулярно стенкам частиц, нарастает полевой шпат – параллельнопластинчатый, на изгибах лучистый, а вдоль оси частиц сохраняется щелеобразная пустота (рис. 3 а), чаще всего заполняемая кварцем. Если раскристаллизации не происходит, что в игнимбритах наблюдается достаточно редко (рис. 3 б, в), игнимбритовые частицы сложены изотропным (не пропускающим свет при скрещенных николях) стеклом.

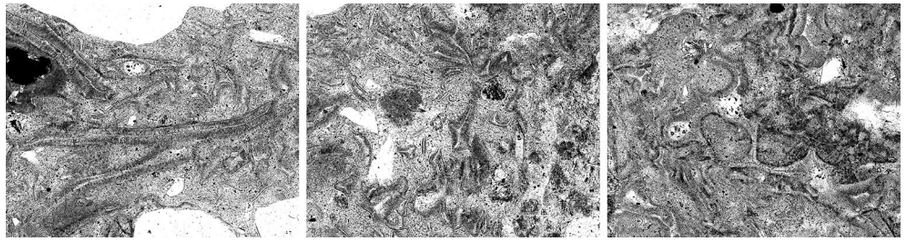
Именно раскристаллизация с образованием кварцевых «осей» вдоль вытянутых игнимбритовых частиц обусловливает характерную аксиолитовую структуру игнимбритов (от лат. *axis* – ось). Относительно более крупные удлинённые игнимбритовые частицы с плоской вытянутой осью мы называем «аксиолитами», более мелкие, многократновогнутые – «рогульчатыми частицами» (рис. 4 а, б, в).

Рогульчатые частицы – это фрагменты разрушенных оболочек, окружавших некие округлые элементы структуры, представляющие собой либо пустоты от газо-



а б в

Рис. 3. Стекловатые многократновогнутые частицы в игнимбритах: а – раскристаллизация игнимбритовых частиц, шлиф, без анализатора; б, в – нераскристаллизованные игнимбритовые частицы в шлифе (б – без анализатора, в – в скрещенных николях). Гёреме, Турция. Шлифы из коллекции Музея землеведения МГУ.



а б в

Рис. 4. Форма игнимбритовых частиц в двухфазном матриксе игнимбритов: а – аксиолиты; б – рогульчатые частицы; в – многократновогнутые частицы, окружающие капли стекла. Гёреме, Турция. Шлифы из коллекции Музея землеведения МГУ.

вых пузырей, позже занятые стеклом, либо каплевидные частицы стекла размером 0,1–0,3 мм, иногда сферические, иногда неправильной формы, но всегда с выпуклыми контурами. В каком состоянии было вещество внутри этих оболочек – газообразном или жидком (расплавленном) – это, собственно, и есть вопрос вопросов для решения проблемы происхождения игнимбритов. Если это фрагменты стенок газовых пузырьков – расплав прошёл через «вскипание» (возможно, кратковременное), стенки пузырей отвердели, а затем разрушились в динамичной газовой среде. Если это фрагменты стенок, окружавших капельки отделившегося расплава, позже растащенные при движении этой двухфазной жидкости – расплав прошёл через стадию ликвации, и обе фазы отвердели (с остеклованием) одновременно.

Итак, для диагностики игнимбритов необходимо и достаточно присутствие трёх петрографических признаков: линз фьямме, флюидальной текстуры и стекловатых игнимбритовых частиц. Полный набор этих особенностей свойствен только игнимбритам. Кластолавы и туфы, внешне с ними сходные, имеют лишь по одному из этих признаков: кластолавы – текстуру течения, пепловые туфы – рогульчатые витрокласты (табл.). Присутствие лито- и кристаллокластов, свойственное всем трём названным типам вулканитов, отличительной диагностической особенностью не является.

Таблица. Петрографические признаки игнимбритов и сходных с ними пород

Типы вулканитов	Фьямме	Текстура течения	Рогульчатые витрокласты
Игнимбриты	+	+	+
Кластолавы	-	+	-
Пепловые туфы	-	-	+

Согласно предложенной нами петрографической характеристике игнимбритов все перечисленные в начале статьи музейные образцы горных пород, содержащие линзы фьямме, должны быть отнесены к игнимбритам. Способ их образования (до настоящего времени гипотетический) в данном случае значения не имеет и к диагностическим признакам не относится. Такой, несколько, может быть, формальный метод диагностики, без привлечения представлений о генезисе, кажется нам более строгим.

Заключение. Что же касается происхождения игнимбритов, о котором можно судить по их формальным петрографическим свойствам, то именно присутствие рогульчатых частиц (стекла первой фазы), действительно очень напоминающих по форме типичные витрокласты пепловых туфов, служит петрографическим доказательством пирокластического процесса их образования, когда предполагается, что стекло первой фазы переносится раскалённым воздухом. Стекло второй фазы, цементирующее игнимбритовые частицы и отличающееся от стекла первой фазы составом (показателем преломления) и иной структурой при раскристаллизации, считается в этом случае результатом вторичного плавления.

Но эти же петрографические свойства игнимбритов могут быть объяснены и с точки зрения их лавового происхождения. Неоднородность состава и структуры стекла в этом случае считается связанной с распадом магматического расплава на две несмешивающиеся жидкости. Стекловатые рогульчатые частицы трактуются в этом случае как обломки дезинтегрированного стекла первой фазы (разрушенные стенки пузырей газа или капель расплава), которые цементирует стекло второй фазы расплава.

В последнее время в проблеме происхождения игнимбритов наметился новый поворот. Собственно говоря, новая гипотеза не совсем нова и основана на высказанной ещё в пятидесятые годы идее о возможности существования таких геологических процессов, как передвижение вещества в особом жидкоподобном агрегатном состоянии, схожим с состоянием, известным в процессах промышленной технологии как флюидизация [9]. В последнее время процессы флюидизации (псевдоожижения), обеспечивающие жидкоподобное течение твёрдо-газовых суспензий и капельных расплавно-газовых эмульсий, привлекаются к объяснению механизмов образования горных пород не только группы так называемых туффизитов (интрузивных пирокластолитов, псевдоконгломератов, эксплозивных брекчий, в том числе кимберлитовых), но и игнимбритов [2, 6].

Для горных пород, образованных твёрдо-газовыми или флюидно-расплавными смесями, газонасыщенность которых обеспечивает исключительно быстрое их перемещение (течение) и извержение, предлагаются такие обобщающие названия, как флюидолиты, флюидизаты, литофлюидиты. Первая попытка «законодательно» признать «флюидогенные породы» (флюидолиты) новым типом эндогенных горных пород предпринята в Петрографическом кодексе 2008 г. [7]. Дискуссия продолжается…

ЛИТЕРАТУРА

1. Геологический словарь / Под ред. О.В. Петрова. Т. 1. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2010. 432 с.

2. *Голубева И.И.* Магматогенные флюидизатно-эксплозивные образования севера Урала. Екатеринбург: УрО РАН, 2003. 140 с.

3. *Курчавов А.М.* Проблемы формирования полосчатости кремнекислых вулканитов // Литосфера. 2010. № 3. С. 128–134.

4. *Курчавов А.М.* Игнимбрит // Российская геологическая энциклопедия. В 3 т. Т. 1. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2010. С. 603–604.

5. *Махлаев Л.В., Голубева И.И.* Флюидизаты требуют внимания // Природа. 2001. № 9. С. 59–68.

6. *Махлаев Л.В., Голубева И.И.* Псевдоожижение (флюидизация) как особый геологический процесс и его роль в породообразовании и металлогении // XI Всероссийское петрографическое совещание «Магматизм и метаморфизм в истории Земли». Тез. докл. Т. 2. Екатеринбург, 2010. С. 58–59.

7. Петрографический кодекс России. Магматические, метаморфические, метасоматические, импактные образования. Изд. 2-е. СПб.: ВСЕГЕИ, 2008. 200 с.

8. *Стейнер А.* Происхождение игнимбритов острова Северный, Новая Зеландия. Петрографическая концепция // Сб.: Проблемы палеовулканизма. М.: Изд-во ИЛ. 1963. С. 490–532.

9. *Reynolds D.L.* Fluidization as a geological process and its bearing on the problem of intrusive granites // American Journal of Science. 1954. Vol. 252, No 10, P. 577–614.

REFERENCES

1. *Geological Vocabulary*. Ed. by O.V. Petrov. **1**. 432 p. (St. Petersburg: Publishing house VSEGEI, 2010) (in Russian).

2. Golubeva I.I. *Magmatogenic fluidizate-explosive formations of the north Urals*. 140 p. (Ekaterinburg: Urals Branch of RAS, 2003) (in Russian).

3. Kurchavov A.M. Problems of banding of silicic volcanics. *Litosfera*. **3**, 128–134 (2010) (in Russian).

4. Kurchavov A.M. Ignimbrite. *Russian Geological Encyclopedia*. **1**, 603–604 (St. Petersburg: Izdatel'stvo VSEGEI, 2010) (in Russian).

5. Makhlaev L.V., Golubeva I.I. Fluidizates require attention. *Priroda*. **9**, 59–68 (2001) (in Russian).

6. Makhlaev L.V., Golubeva I.I. Pseudoozhizhenie (fluidization) as a special geological process and its role in rock formation and metallogeny. *XI All-Russian petrographic conference "Magmatism and metamorphism in the history of the Earth" (abstr.)*. **2**, 58–59 (Ekaterinburg, 2010) (in Russian).

7. *Petrographic Code of Russia. Magmatic, metamorphic, metasomatic, impact rock-assemblages.* 200 p. (St. Petersburg: Izdatel'stvo VSEGEI, 2008) (in Russian).

8. Steiner A. Origin of ignimbrites of North Island, New Zealand: a new petrogenetic concept. *New Zealand Geological Survey Bulletin*. **68**. 42 p. (1960).

9. Reynolds D.L. Fluidization as a geological process and its bearing on the problem of intrusive granites. *Amer. J. of Science*. **252** (10), 577–614 (1954).

МУЗЕЙНАЯ ПЕДАГОГИКА

УДК 502.34:37.047

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В РОССИИ: ВКЛАД НЕФОРМАЛЬНОГО СЕКТОРА

Е.В. Колесова[1]

В настоящее время вклад сектора неформального образования в сферу экологического образования в целом становится всё более существенным и привлекательным, особенно в связи с бурным развитием информационных технологий.

Ключевые слова: *экологическое просвещение, формальное и неформальное образование, экологические акции, международный процесс.*

ENVIRONMENTAL EDUCATION IN RUSSIA: THE INFORMAL SECTOR CONTRIBUTION TO ENVIRONMENTAL EDUCATION

E.V. Kolesova, PhD
Environmental education center 'Vorobyovy Gory' (Mospriroda), Working group of the Interregional Association of Education for Environment and Sustainable Development

At present, especially in connection with the rapid development of information technology, the prevalence of non-formal environmental education over formal education can be observed in Russia. This seems to be a natural process in a situation when, on the one hand, there is a request for environmental knowledge from the part of the society, and on the other hand, there is little interest from the part of the government in making environmental education an obligatory and independent direction in the formal general education system. In its turn, the request for environmental knowledge is dictated by the current level of development of Russia and other countries of the world, where ecology has become or is becoming a priority of modern development. Besides that, such a request is a result of the changing people's attitude towards education in general, when education is considered not only as an indispensable condition for successful professional activity, but also as a factor of self-identification and inner stability.

Keywords: *environmental education; formal and non-formal education; environmental actions; international process.*

[1] Колесова Екатерина Вячеславовна – канд. пед. наук, начальник эколого-просветительского центра «Воробьёвы горы» ГПБУ «Мосприрода», секретарь рабочей группы Межрегиональной ассоциации образования и просвещения по экологии и устойчивому развитию; *ekolesova@mail.ru*.

Введение. Чтобы наиболее адекватно оценить состояние экологического образования (ЭО) в России в настоящее время, необходимо рассмотреть всю сферу этого вида образования, включая формальное и неформальное (информальное), а также провести анализ его содержания с учётом факторов быстро меняющегося мира и приоритетов развития.

О разделении сферы образования на формальное и неформальное (информальное) говорилось в шестом докладе ЮНЕСКО [1]. В России такая классификация официально не принята, но на практике, учитывая состояние и специфику современного образования, она вполне обоснована, особенно учитывая быстрорастущее влияние информационных технологий.

К формальному образованию относится образование, определяемое государственными образовательными стандартами [2] и программами [3]; оно завершается выдачей общепризнанного диплома или аттестата. Именно этот сектор образования был с 1994 г. призван стать основным для реализации главных задач ЭО, таких как формирование экологической грамотности, мировоззрения и культуры населения страны. Однако в настоящее время стало очевидным, что эти надежды не оправдываются по разным причинам.

Неформальное образование (обучение) происходит вне образовательных учреждений и обычно не ведёт к официальной сертификации. Его характерной чертой является многообразие учебных программ, добровольное участие в них, использование в обучении личностно-ориентированных методов. Неформальным обучением следует считать любую образовательную активность вне формальной системы. К такому виду обучения можно отнести обучение в клубах, кружках, различные курсы, тренинги, короткие программы, а также процесс, в котором люди наблюдают за поведением других людей и его последствиями, соответствующим образом изменяя свое поведение. К неформальному образованию можно отнести информированность населения из средств массовой информации, интернета, в том числе социальных сетей. Большую роль в неформальном экологическом образовании традиционно играют музеи естественнонаучной направленности.

К экологическому неформальному образованию в России можно отнести следующие виды активности: различные виды экологического просвещения, экологический туризм (как и любой познавательный туризм с экологическими элементами в содержании программы), экологические общественные движения (например, движение экологических волонтёров), деятельность общественных экологических организаций, ведение блогов и обсуждений в соцсетях, а также экологические акции и рекламу, маркетинг, пиар, форумы, конференции и т. д.

Всё большую популярность приобретают экологические лагеря для детей и взрослых и/или экологические смены в детских лагерях отдыха. Так, например, в 2016 году экологическая смена была проведена в международном детском центре «Артек».

Экологическое просвещение. Согласно определению, экологическое просвещение – это распространение экологических знаний, информации о состоянии окружающей среды и использовании природных ресурсов в целях формирования экологической культуры.

В настоящее время существует большое разнообразие форм экологического просвещения, среди них деятельность музеев, включающая экскурсии по экспозициям, временные выставки, тематические занятия и мастер-классы, свободные для посещения лектории, семинары, круглые столы и т. д. В организации этой деятельности

принимают участие не только музеи, но и библиотеки, общественные организации, большой вклад вносят эколого-просветительские центры и отделы экопросвещения на особо охраняемых природных территориях (ООПТ).

Так, в Москве в настоящее время работают шесть эколого-просветительских центров (ЭПЦ): «Битцевский лес», «Воробьёвы горы», «Царская пасека», «Конный двор», «Скворечник», «Кусково». За 2016 год через экскурсии, тематические занятия и другие виды деятельности ЭПЦ «Воробьёвы горы» прошло более 30 000 человек (в основном школьников).

В 2016 году Департаментом природопользования и охраны окружающей среды города Москвы и подведомственным ему учреждением ГПБУ «Мосприрода» было организовано и проведено 7689 эколого-просветительских мероприятий, с числом участников более 600 тыс. человек. Разработано более 300 эколого-просветительских программ, ориентированных на различные группы населения. В целях экологического образования и просвещения активно используется потенциал ООПТ города – созданы экологические тропы общей протяженностью более 50 км, в том числе три из них оборудованы для людей с ограниченными возможностями. Всего в 2016 году на экотропах ООПТ было проведено 1325 экскурсий.

В ряде субъектов РФ сложилась интересная и эффективная практика взаимодействия региональных органов управления образования и природопользования (экологии), которая позволяет более полно использовать управленческий, организационный и содержательный потенциал обоих ведомств. Так, более 48 000 образовательных организаций, подведомственных Департаменту образования города Москвы, стали участниками экологических акций и мероприятий, проводимых Департаментом природопользования и охраны окружающей среды г. Москвы совместно с Департаментом образования города, в том числе:

- в городской экологической акции «Час Земли в Москве» приняли участие более 8500 школьников;
- в акции по раздельному сбору бытовых отходов «Разделяй и используй» участвовали около 4000 школьников;
- в акции по сбору макулатуры «Бумажный бум» участвовали около 4000 школьников;
- в экологических акциях «Субботник», «Чистая территория», в т. ч. на природных территориях города – парках, скверах, ООПТ, приняли участие более 15 000 школьников.

Экологические акции. В настоящее время экологические акции являются лидером по охвату участников среди других активностей неформального экологического образования. Они призваны обратить внимание общественности на ту или иную экологическую проблему. Однако, как показывает практика, далеко не всегда акции, заявленные как экологические, таковыми являются.

Среди акций, ставших традиционными, можно отметить следующие:

Акция «Зеленый офис» – эколого-просветительская кампания Правительства Москвы, призванная помочь государственным учреждениям, коммерческим и общественным организациям оптимизировать внутреннюю экономическую политику, снизить затраты на содержание офисов, «экологизировать» рабочее пространство, а значит и уменьшить нагрузку на окружающую среду.

Акция по раздельному сбору мусора, способствующая повышению осведомлённости населения о раздельном сборе твёрдых бытовых отходов и вовлечению широких слоёв населения в дело охраны окружающей среды.

Акция «Час Земли в Москве». После отключения архитектурно-художественной подсветки перед зданием Мэрии Москвы состоялся флеш-моб: около 100 человек, используя светодиодные свечи, сформировали число «60» – символ международной акции «Час Земли». В рамках акции был организован велозаезд, цель которого – ещё раз напомнить о негативном воздействии автомобильного транспорта на окружающую среду и сподвигнуть как можно большее количество людей воспользоваться альтернативными средствами передвижения.

К экологическим акциям, связанным с транспортом, можно отнести *«Всемирный день без автомобиля»; автопробег* классических, гибридных и электромобилей *«Из прошлого в будущее»*.

К эколого-просветительским мероприятиям относятся общегородские экологические праздники, такие как День Земли, Экофест, День эколога и другие. С целью привлечения посетителей для отдыха на ООПТ и формирования экологической культуры и мировоззрения, в Москве на территориях природно-исторических парков «Кузьминки-Люблино», «Царицыно», «Москворецкий» и ландшафтного заказника «Теплый Стан» проводятся кинопоказы – *«Экологическое кино под открытым небом»*.

Большая работа ведётся по размещению информации экологической направленности в СМИ, сети Internet, на информационных щитах и т. д.

К неформальному образованию в существенной степени можно отнести такой новый вид активности, как деятельность порталов «Москва наш город» и «Активный гражданин», которые разработаны с целью улучшения качества жизни горожан и облика Москвы через активное участие москвичей в жизни столицы. На этих порталах большое внимание уделяется экологической составляющей. По активности жителей столицы, касающейся различных аспектов и проблем экологического характера, можно в определённой степени оценивать процесс формирования и развития экологической культуры и роли экологического образования в целом в жизни жителей.

Существенный вклад в неформальное экологическое образование для специалистов вносят различные конференции, форумы.

Международный процесс. Всё большую значимость реализация программ в области экологического образования и просвещения приобретает в ключе последних международных и национальных инициатив [4]. Среди них принятые на уровне ООН документы: Повестка дня до 2030 года и Цели устойчивого развития, Международная инициатива «Хартия Земли», новые программы образования для устойчивого развития. В 2014 г. завершилось Десятилетие образования в интересах устойчивого развития, объявленного ООН как важное международное образовательное мероприятие по реализации Стратегии Европейской экономической комиссии (ЕЭК) ООН для образования в интересах устойчивого развития. В настоящее время идёт реализация Дорожной карты образования в интересах устойчивого развития до 2030 года в соответствии с 17 Целями устойчивого развития. Россия поддержала Стратегию ЕЭК ООН для образования в интересах устойчивого развития (ОУР); на практике реализация этого процесса ограничивается ведением курса «Устойчивое развитие» в ряде вузов страны, таких как МГУ им. М.В. Ломоносова, МГИМО, РХТУ им. Д.И. Менделеева, РМОУ, отдельными публикациями по данной тематике, деятельностью некоторых организаций, среди которых Центр устойчивого развития бизнеса в Московской школе управления СКОЛКОВО, Центр экологической политики и культуры (Москва), Институт стратегии устойчивого развития (Санкт-Петербург), Открытая школа устойчивого развития, Российское отделение сети по поиску

решений в целях устойчивого развития (SDSN), недавно начавшее свое развитие при РАНХиГС, и другие.

Существенную роль в продвижении образования для устойчивого развития в России играет Всероссийская олимпиада школьников по экологии. Уже более десяти лет в олимпиадных заданиях регионального и заключительного этапов присутствуют задачи, связанные с концепцией устойчивого развития.

Заключение. Таким образом, в настоящее время в России можно наблюдать превалирование неформального экологического образования (включая просвещение) над формальным. Это представляется естественным процессом в ситуации, когда, с одной стороны, есть запрос на экологические знания со стороны социума, а с другой – в стране не явлена политическая воля на то, чтобы экологическое образование стало обязательным и самостоятельным направлением в секторе формального общего образования.

В свою очередь, запрос на экологические знания продиктован современным уровнем развития нашей страны и других стран мирового сообщества, где экология является или становится приоритетом современного развития. А также меняющимся отношением к образованию вообще, когда образование рассматривается не только как обязательное условие успешной профессиональной деятельности, но и как фактор самоидентификации и внутренней стабильности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шестой доклад ЮНЕСКО о ситуации с образованием в мире (http://gtmarket.ru/news/state/2007/11/29/1482).

2. Федеральные государственные образовательные стандарты (http://минобрнауки.рф).

3. Реестр примерных основных общеобразовательных программ (http://fgosreestr.ru).

4. *Колесова Е.В.* Цели и задачи межрегиональной ассоциации экологического образования и просвещения // Гуманитарные и естественнонаучные факторы решения экологических проблем и устойчивого развития: материалы одиннадцатой международной научно-практич. конф. (Новомосковск, 26–27 сентября 2014 г.). Новомосковск: Ун-т РАО, 2014. Ч. 1. С. 88–91.

REFERENCES

1. *Sixth UNESCO report on the world education situation* (http://gtmarket.ru/news/state/2007/11/29/1482) (in Russian).

2. *Federal State Educational Standards* (http://минобрнауки.рф) (in Russian).

3. *Register of sample basic general education programs* (http://fgosreestr.ru) (in Russian).

4. Kolesova E.V. Goals and objectives of the Interregional Association for Environmental Education and Education. *Humanitarian and natural science factors in solving environmental problems and sustainable development*: materials of the eleventh international scientific and practical conference (Novomoskovsk, 26–27.09.2014). **1**, 88–91 (2014) (in Russian).

ВЕСТИ ИЗ МУЗЕЕВ

УДК 069.4; 629.7

ГОСУДАРСТВЕННОМУ МУЗЕЮ ИСТОРИИ КОСМОНАВТИКИ ИМ. К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО – 50 ЛЕТ

Н.А. Абакумова[1]

В 1967 г. в Калуге открылся первый в мире музей, посвящённый космической тематике, большую поддержку при создании которого оказали академик С.П. Королёв и первый космонавт Ю.А. Гагарин. Основой нового музея стал мемориальный музей основоположника теоретической космонавтики К.Э. Циолковского. За прошедшие десятилетия музей стал уникальным собранием истории космонавтики, насчитывающим более 50 тыс. единиц основного фонда. Музей ведёт активную научно-просветительскую работу, включающую ставшие традиционными Чтения памяти К.Э. Циолковского. В настоящее время реализуется крупный государственно-инвестиционный проект «Строительство Второй очереди Государственного музея истории космонавтики», который позволит расширить экспозиционно-выставочные площади и создать современную инфраструктуру для приёма посетителей.

Ключевые слова: *музеология, космонавтика, К.Э. Циолковский, национальное наследие.*

THE 50TH ANNIVERSARY OF TSIOLKOVSKY STATE MUSEUM OF THE HISTORY OF COSMONAUTICS

N.A. Abakumova
Tsiolkovsky State Museum of the History of Cosmonautics

In 1967 in Kaluga with the direct participation of Academician S.P. Korolev and the first cosmonaut Yu.A. Gagarin the world's first museum dedicated to space exploration was opened. The basis for the new museum became Tsiolkovsky Memorial Museum (K.E. Tsiolkovsky was one of the founders of theoretical astronautics). Over the past decades, the Museum has turned into a unique collection of the space exploration historical evidence, with more than 50 thousand items of the main storage fund. The museum conducts active scientific and educational work, including traditional annual Tsiolkovsky Conference. Currently, a major state-invested project named The Second Stage of The History of Astronautics State Museum Construction is being implemented, which will expand the exhibition area and create modern infrastructure for reception of visitors.

Keywords: *museology, cosmonautics, astronautics, K.E. Tsiolkovsky, national heritage.*

[1] Абакумова Наталья Алексеевна – директор Государственного музея истории космонавтики имени К.Э. Циолковского, *abakumova@gmik.ru.*

История освоения космоса богата знаменательными датами, событиями, именами. Хранителями этой памяти во всём мире являются музеи, многие из которых широко известны. Особенное место среди них занимают те, где есть сакральная и мемориальная составляющие, или, как принято говорить, «гений места».

Древний город Калуга в средней части обширного российского пространства у многих ассоциируется как родина – колыбель космонавтики. Здесь долгие годы жил и работал Константин Циолковский, гениальный учёный-самоучка, уникальная личность которого оставила свой яркий неповторимый след во всемирной истории.

Именно здесь, в 1967 г., был открыт первый в мире музей космической тематики (рис. 1), большую поддержку при создании которого оказали С.П. Королёв и Ю.А. Гагарин.

Рис. 1. Здание Государственного музея истории космонавтики им. К.Э. Циолковского.

Но всё начиналось гораздо раньше. Мемориальный музей основоположника теоретической космонавтики и учёного-энциклопедиста Константина Эдуардовича Циолковского был открыт в доме, в котором он прожил 29 лет, с 1904-го по 1933 гг. Циолковский ушёл из жизни 19 сентября 1935 г., а несколько месяцев спустя было принято Постановление Президиума Московского областного исполнительного комитета советов рабочих, крестьянских и красноармейских депутатов «Об увековечивании

памяти умершего учёного и изобретателя Константина Эдуардовича Циолковского», которое предусматривало создание музея. Спустя год, в 1936 г., в значительной степени благодаря доброй воле и трудам родных и близких учёного, музей принял первых посетителей.

Изначально экспозиция музея рассказывала об истории жизни, научной и творческой деятельности К.Э. Циолковского.

С началом Великой Отечественной войны экспозицию предполагалось эвакуировать, но сделать этого не успели. Во время немецко-фашистской оккупации в доме жили солдаты немецкой армии. Несмотря на то, что часть наиболее ценных экспонатов была сотрудниками и родственниками сохранена, огромной утратой стало уничтожение многих мемориальных предметов. После освобождения Калуги в декабре 1941 г. город сделал всё возможное для скорейшего открытия музея, которое состоялось уже в марте 1942 г.

В сентябре 1957 г. страна широко отмечала 100-летие со дня рождения Циолковского. Обновлением экспозиции в это время занималась группа специалистов, которую возглавлял главный конструктор ракетно-космических систем С.П. Королёв. Благодаря академику Королёву на основе скромного музея в Калуге была заложена идея создания на калужской земле первого в мире музея космонавтики.

3 октября 1967 г. состоялось торжественное открытие преобразованного музея в новом здании – Государственного музея истории космонавтики им. К.Э. Циолковского. Первоначально музей задумывался и планировался как мемориальный, но за полгода до открытия были изменены название и концепция. Предметом экспозиции стала история космонавтики. Залы музея приняли крупногабаритные экспонаты – образцы ракетно-космической техники, искусственные спутники Земли. Изначально одним из основных разделов экспозиции стал зал, посвящённый научному наследию К.Э. Циолковского. Экспозиция нового музея стала профессиональным событием в музейном деле.

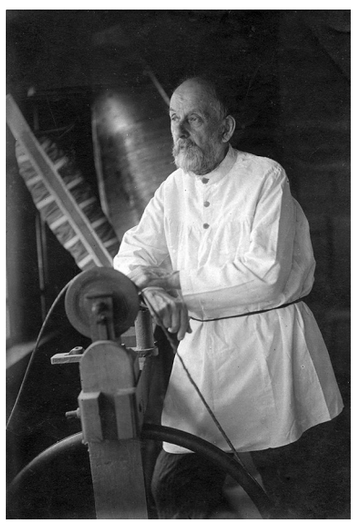


Рис. 2. К.Э. Циолковский в своей мастерской. Калуга, 1930–31 гг. Фото А.Г. Нетужилина.

За прошедшие десятилетия музей сформировал интересное, во многом уникальное собрание по космической тематике, которое насчитывает более 50 тыс. единиц основного фонда. Музей является хранителем рукописей Циолковского, его эпистолярного наследия, личных документов, мемориальной библиотеки. Особо ценные прижизненные издания учёного, снимки, сделанные самим Циолковским, фотографии с его автографами составляют гордость музейного собрания (рис. 2). Большую ценность имеют мемориальные вещи – набор слесарных и столярных инструментов, часть из которых изготовлена самим учёным, а часть инструментов заводского производства, доработанная Циолковским. Уникальны личные вещи и мемориальные предметы семьи учёного. Музей бережно хранит реликвии, активно занимается комплектованием, пополняет коллекцию художественными произведениями живописи, графики, декоративно-прикладного искусства, воспроизводящими образ Циолковского.

За эти годы музей организовал десятки выставок, посвящённых выдающимся достижениям отечественной космонавтки, героям освоения космоса, которые посетили сотни тысяч человек. Особое значение придается воспитанию молодого поколения. Научно-просветительская работа с молодёжью направлена на сохранение истории нашей страны, на воспитание у молодого поколения гордости за своё отчество.

Наиболее значимым мероприятием, ставшим традиционным, является проведение научных Чтений памяти К.Э. Циолковского. В сентябре 1966 г. по инициативе научной общественности было принято решение ежегодно в Калуге проводить Чтения, посвящённые разработке научного наследия и развитию идей К.Э. Циолковского. Организаторами Чтений выступили Всесоюзный Комитет космонавтики ДОСААФ СССР, Государственный Музей К.Э. Циолковского, Институт истории естествознания и техники Академии наук СССР, Комиссия по разработке научного наследия К.Э. Циолковского при Президиуме АН СССР и Институт медико-биологических проблем Министерства здравоохранения СССР.

В тематику Чтений решено включать исследования, посвященные изучению творчества К.Э. Циолковского, развитию идей великого учёного, истории авиационной и ракетной науки и техники, а также современные научные исследования, представляющие собой дальнейшее развитие идей К.Э. Циолковского. Поскольку отличительной чертой творчества основоположника ракетной техники и космонавтики была широта и смелость научных исследований, устремлённых в далекое будущее, организаторами было решено открыть доступ на Чтения работам, относящимся к далёким, перспективным проблемам науки и освещению гипотез, только намечающих постановку научных задач, к реализации которых человечество может быть приступит в будущем.

Впервые Чтения состоялись в Калуге 17 и 18 сентября 1966 г. в дни 109-летней годовщины со дня рождения Циолковского, т.е. спустя неделю после принятия решения об их проведении. Подготовка чтений была возложена на «временную оргкомиссию», куда вошли директор музея А.Т. Скрипкин и сотрудники музея И.С. Короченцев (зам. директора музея), А.В. Костин (заведующий мемориальным домом К.Э. Циолковского, внук учёного), учёный секретарь В.С. Зотов. Были представлены 17 докладов и сообщений, по итогам в 1967 г. выпущен сборник. В 2017 году Чтения проводились в 52-й раз. На 11 секциях прозвучали 247 докладов.

На протяжении многих лет оргкомитет чтений возглавляли выдающиеся учёные – А.А. Благонравов, Б.М. Кедров, В.С. Авдуевский. С 2006 г. оргкомитет возглавляет академик М.Я. Маров. Во многом благодаря профессионализму, знаниям и организаторскому таланту членов оргкомитета форум завоевал авторитет в научном мире. Была заложена славная традиция, которая продолжается уже более 50 лет.

С самого начала Государственный музей истории космонавтики в организации Чтений играл ведущую роль, разделяя ответственность за уровень проведения форума. Специалисты Музея внесли весомый вклад в изучение наследия Циолковского. За эти годы с докладами на Чтениях выступили 46 сотрудников Музея, опубликованы тезисы 355 докладов.

В настоящее время Чтения – это современная площадка для знакомства с новейшими техническими достижениями в области ракетно-космической отрасли, заинтересованного обсуждения вопросов философского блока, экологии космоса, культуры и образования. Для Музея материалы Чтений – это тот инструмент, который научный коллектив привлекает и которым пользуется в научной, экспозиционной и просветительской деятельности.

В части сохранения и популяризации наследия К.Э. Циолковского музей планирует выступить как международный музейный центр по представлению наследия учёного. В 2017 г. было подписано соглашение о сотрудничестве с крупнейшим европейским музеем – Музеем науки в Лондоне. В планах организация тематических выставок, перевод на английский язык трудов Циолковского.

В 1982 г. Советский Союз посетил выдающийся немецкий учёный и инженер в области космонавтики и ракетостроения Герман Оберт (рис. 3), на которого большое впечатление произвело всеобщее признание заслуг Константина Циолковского: памятники, названия улиц, музеи. Подводя итог посещения Музея космонавтики в Калуге, Оберт сказал: «Можно лишь радоваться, когда видишь, что страна умеет столь достойно ценить заслуги своих сыновей».

Рис. 3. Г. Оберт, немецкий учёный, один из основоположников ракетно-космической техники, космонавт Д. Прунариу (Румыния) и сопровождающие их лица в Доме-музее К.Э. Циолковского, на веранде, служившей учёному мастерской. Справа налево: Э.М. Радская, научный сотрудник ГМИК им. К.Э. Циолковского; А.В. Костин, заведующий Домом-музеем К.Э. Циолковского, внук учёного; Г. Оберт; Д. Прунариу; Г. Барт, биограф К.Э. Циолковского; Эрна Рот-Оберт, дочь Г. Оберта; Б.В. Раушенбах, чл.-корр. АН СССР. Калуга, 24 сентября 1982 г. Фото Л.Е. Чиркова.

Для музея увековечивание памяти К.Э. Циолковского, сохранение памятных мест, создание новой современной стационарной экспозиции – приоритетные направления деятельности.

Сегодня Музей в Калуге переживает судьбоносный период своей истории, сопоставимый по значимости с годами его создания. Реализуется крупнейший государственно-инвестиционный проект «Строительство Второй очереди Государственного музея истории космонавтики им. К.Э. Циолковского» (рис. 4, фото на 4 стр. обложки журнала). Введение в строй в 2018 г. нового музейного комплекса откроет перед Музеем новые возможности, позволит решить главную проблему, которая долгое время сдерживала его развитие – расширить экспозиционно-выставочные площади, увеличить площадь помещений для хранения экспонатов, создать современную инфраструктуру для приёма посетителей.

Проект нового комплекса разработан российскими архитекторами ОАО «Воронежпроект» под руководством В.Л. Исаева. За концепцию архитектурно-планировочной организации здания взята идея всеобщей невидимой связи мироздания, которая отражена в виде закономерности и расположения основных музейных помещений. Вместе с существующим зданием, новый комплекс Второй очереди образует единый ансамбль.

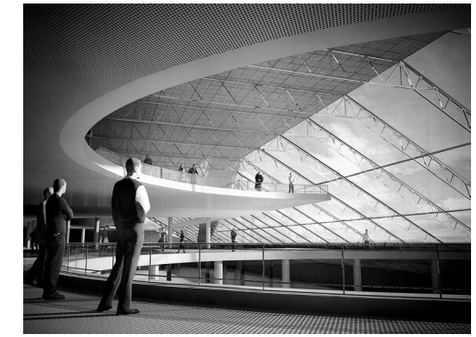


Рис. 4. Проект Второй очереди Государственного музея истории космонавтики.

При проектировании был учтён архитектурный ансамбль основного здания – памятника истории и культуры федерального значения, особенности прилегающей ландшафтно-рекреационной зоны – живописного парка Циолковского с могилой-обелиском учёного, сквера и природного склона с прекрасными видами на Яченское водохранилище и реликтовый сосновый бор.

В 2015 г. Музеем совместно с ООО «Экокультура» была разработана концепция развития Музея на ближайшие пять лет. Миссия Музея – приблизить человека к звёздам, увлечь посетителя космосом и наукой – общим делом всего человечества.

Для успешного долгосрочного развития Музей должен адаптироваться к современным экономическим условиям и общемировым тенденциям музейной деятельности. Ожидаемый результат реализации концепции модернизации Музея:

- в Калуге на базе Музея создаётся научно-культурный кластер «Калуга космическая», который создаст культурно-познавательную среду, ориентирующую молодёжь на работу в наукоёмких областях;
- в Калужской области заработает инновационный объект культурно-познавательного туризма, связанный с освоением Россией космического пространства;
- регион укрепит свой имидж «Родины космонавтики»;
- музей укрепит свои позиции ведущего космического музея России в представлении истории космонавтики и роли России в освоении Космоса.

УДК 069.5; 338.48; 769.91

ВЫСТАВКА «СОВЕТСКИЙ ТУРИСТИЧЕСКИЙ ПЛАКАТ 1920–80-х гг.»

Ю.И. Максимов[1]

В Ротонде Музея землеведения МГУ им. М.В. Ломоносова с 19 по 27 сентября 2017 г. состоялась выставка «Советский туристический плакат 1920–80-х гг.». В экспозиции были представлены плакаты советских художников, посвящённые различным видам туризма, туристические карты, путеводители и другие экспонаты времён СССР, связанные с туризмом.

Ключевые слова: *экспозиционно-выставочная деятельность, художники, плакаты, туризм, СССР.*

THE EXHIBITION 'SOVIET TOURIST POSTER IN 1920–1980s'

Yu.I. Maksimov, PhD
Moscow State University (Earth Sciences Museum)

On September 19–27, 2017 the Earth Sciences Museum Rotunda was hosting the exhibition 'Soviet Tourist Poster in 1920–1980s'. The exhibition assembled together posters of Soviet artists dedicated to different types of tourism, USSR tourist maps and guidebooks, and other subject-related exhibits.

Keywords: *exhibition activities, artists, posters, tourism, USSR.*

В Ротонде Музея землеведения МГУ им. М.В. Ломоносова с 19 по 27 сентября 2017 г. проходила выставка «Советский туристический плакат 1920–80-х гг.», приуроченная к Всемирному дню туризма (27 сентября). Плакаты для выставки были представлены группой туристических компаний «Кандагар» (президент – Борис Валерьевич Зелинский), галереей «Арт-Бульвар», а также отделениями Российского Союза Туриндустрии в Крыму и Севастополе. Выставка была поддержана зав. кафедрой рекреационной географии и туризма МГУ Виктором Ивановичем Кружалиным.

Рис. 1. Плакат «Чтобы тело и душа были молоды». А.И. Чекмарёв, 1959.

[1] Максимов Юрий Игоревич – к.э.н., с.н.с. Музея землеведения МГУ имени М.В. Ломоносова, *deforestation75@mail.ru.*

Авторы плакатов: Л.Ф. Голованов (1904–80), Б.А. Зеленский (1914–84), Г.Е. Кирке (1926–93), Ф.Г. Качелаев (1916–90), М.А. Нестерова-Берзина (1897–1965), П.С. Пономарёв (1898–1972) и другие советские художники.

В СССР действовала настоящая школа, где специально и систематически учили искусству создания агитационного плаката, благодаря чему были созданы неоспоримые шедевры, поднявшие искусство плаката на небывалую высоту. Достижения советских художников в этой области признаны мировым сообществом и по достоинству оценены искусствоведами; плакаты советских времён пользуются популярностью у зарубежных коллекционеров, а также входят в собрания крупнейших музеев мира.

«Рассматривая туризм как особую форму социальной активности по освоению новой культурной среды, установлению контактов с новыми людьми, следует иметь в виду, что большей частью смыслы, вносимые в это понятие, означают различного рода виды и формы межкультурной коммуникации как путешествий, сочетающих отдых и познание мира с элементами спорта»[2].

Тематика представленных плакатов раскрывает многогранное понятие «туризм» с самых разных сторон. Это познавательный (экскурсионный), спортивный и любительский туризм (рис. 1). По способу передвижения туризм может быть пешеходный, велосипедный, лыжный, автомобильный, железнодорожный и т. д. Но при этом туризм мог быть и в значительной степени статичным: отдых на курортах, в пансионатах, санаториях, пионерских лагерях. В зависимости от места туризм может быть внутренним, выездным и въездным. Несмотря на условия «железного занавеса» некоторые плакаты приглашали граждан СССР посетить зарубежные страны («Советские граждане могут совершить туристскую поездку за границу»: изображены достопримечательности Амстердама, Афин, Бухареста, Дели, Неаполя, Праги, Рима, Софии); другие, наоборот, звали иностранцев посетить Москву, Ленинград и прочие уголки СССР («Добро пожаловать в Советский Союз!») – и это было объяснимо, т. к. страна нуждалась в валюте (рис. 2).

И всё же большая часть плакатов посвящена внутреннему туризму, а почти половина из них призывает туристов ходить в походы самостоятельно, с рюкзаками и палатками. У этого вида туризма в СССР была своя специфика, которую невозможно было отобразить на плакатах по идеологическим причинам.

Интересно сопоставить оптимистические призывы советских плакатов («Будь туристом!», «Путешествуй по родной стране», «Турист – друг природы», «Чтобы тело и душа были молоды», «Проводите свой отпуск в путешествиях», «Туризм – спорт и отдых миллионов», «Изучай свой край», «Туризм – спорт, здоровье, познание родного края») с высказываниями о внутреннем любительском и спортивном туризме:

Рис. 2. Плакат «Отдыхайте в Ялте и Сочи – в лучших советских санаториях». Интурист. 1971.

[2] Суханова Н.Е. Туризм как форма социальной активности // Вестник НГЛУ. Актуальные проблемы философии, истории и социальной коммуникации. 2012. Вып. 20. С. 202–210.

1. «Каждые выходные толпы «туристов» (слово закавычено, поскольку большинство участников не было туристами; для этого явления ухода в леса нет термина) поездами и автобусами устремлялись за город, как правило, не слишком далеко, ведь главное было залезть туда, где кроме своих никого нет в радиусе хотя бы одного километра. Жгли костры, ночевали в палатках, пели песни под гитару и беседовали без оглядки на «доброжелателей» из всем известной организации» (Яков Сапожников[3]).

2. «Это неосознанная, скрытая форма социального протеста. По крайней мере, так обстояло дело у нас в шестидесятые и семидесятые годы. Уходя из города в горы, в тундру, в лес, они (туристы – Ю.М.) выпадали из социума и создавали собственную модель общества по своим законам нравственности, где каждый человек стоил ровно столько, сколько он стоил, где все они получали полной мерой и полной мерой отдавали себя – всё по самому большому счёту. Где в человеке отступало всё мелкое и открывалось всё самое человеческое и настоящее, ибо таков закон выживания в тех условиях, которые они добровольно выбирали себе на месяц отпуска» (Надежда Крупп[4]).

Первая цитата, скорее, относится к походам выходного дня (любительский туризм), вторая – к многодневным походам (спортивный туризм) различной категории сложности. Неудивительно, что благодаря этим видам туризма в СССР широкое распространение получило туристское направление авторской песни, а гитара была непременным атрибутом многих походов, начиная с 1960-х годов. Гитару мы на плакатах практически не видим, но зато, сравнивая плакаты разных лет, внимательный зритель может проследить эволюцию туристского снаряжения и одежды.

Туристические плакаты на выставке были органично дополнены туристическими картами и путеводителями советского периода, представленными сотрудниками сектора музейно-методической работы и фондов Музея землеведения. Карты тех лет не отличались большой точностью и в ряде случаев даже назывались туристскими схемами. Особое место в экспозиции занял портативный транзисторный радиоприёмник «Спидола» – модель 1960 года, выпущенная рижским заводом ВЭФ, долгое время считавшаяся одним из самых значительных достижений советской радиопромышленности и пользовавшаяся большой популярностью у туристов из-за своей портативности и высокого качества.

[3] http://sashkale.blogspot.ru/2010/06/blog-post.html

[4] *Крупп А.Я.* И женщины красивы, и мужчины ... / Сост. Н. Крупп. 2001. 352 с.

УДК 069.4; 629.7

ВЫСТАВКА «60 ЛЕТ В КОСМОСЕ»

В.В. Снакин[1]

В честь 60-летия полёта Первого искусственного спутника Земли в Музее землеведения МГУ открылась выставка «60 лет в Космосе», подготовленная совместными усилиями МГУ имени М.В. Ломоносова и Музеем истории космонавтики им. К.Э. Циолковского (г. Калуга) при участии туристической фирмы «Кандагар» (г. Севастополь). Значительное место на выставке отведено замечательным русским учёным К.Э. Циолковскому, С.П. Королёву и А.Л. Чижевскому, внёсшим неоценимый вклад в развитие космонавтики. На выставке представлены достижения в изучении космоса МГУ имени М.В. Ломоносова – единственного в мире университета, имеющего сеть собственных искусственных спутников Земли.

Ключевые слова: *первый искусственный спутник Земли, космонавтика, К.Э. Циолковский, А.Л. Чижевский, С.П. Королёв.*

THE EXHIBITION «60 YEARS IN SPACE»

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

The exhibition «60 Years in Space» opened in the MSU Earth Sciences Museum commemorates the 60th anniversary of the launch of the first artificial Earth satellite. It is through joint efforts of Moscow State University and Tsiolkovsky State Museum of The History of Cosmonautics (Kaluga) as well as the Sebastopol-based tour operator 'Kandagar' that the exposition was mounted. A significant part of the exhibition is dedicated to K.E. Tsiolkovsky, A.L. Tchizhevsky and S.P. Korolev, founding fathers of Russian astronautics. The exhibition also features the astronautics studies done by MSU, which is the only university in the world that possesses a whole chain of artificial Earth satellites.

Keywords: *the first artificial Earth satellite, astronautics, cosmonautics, K.E. Tsiolkovsky, A.L. Tchizhevsky, S.P. Korolev.*

С 4 октября 2017 г. по 14 апреля 2018 г. в Музее землеведения МГУ имени М.В. Ломоносова (Ротонда, 31 этаж ГЗ МГУ) открыта выставка «60 лет в Космосе», посвящённая 60-летию запуска Первого искусственного спутника Земли, а также круглым датам со дня рождения замечательных русских учёных, внёсших неоценимый вклад в проникновение в космические просторы: 160-летию К.Э. Циолковского (17.09.1857–19.09.1935), 120-летию А.Л. Чижевского (07.02.1897–20.12.1964) и 110-летию С.П. Королёва (12.01.1907–14.01.1966).

Выставка организована Государственным музеем истории космонавтики им. К.Э. Циолковского (ГМИК, г. Калуга), Музеем землеведения, ГАИШ и Музеем истории МГУ им. М.В. Ломоносова при участии Группы туристических компаний «Кандагар» (г. Севастополь). Презентация состоялась 9 октября 2017 г. (рис. 1).

Проникновение в Космос и его исследование – обширнейшая тематика, достойная не одного десятка больших и интересных выставок. Здесь же освещены лишь некоторые аспекты.

[1] Снакин Валерий Викторович – д.б.н., профессор, зав. сектором Музея землеведения МГУ; зав. лабораторией ландшафтной экологии Института фундаментальных проблем биологии РАН, *snakin@mail.ru*.

Рис. 1. На презентации выставки «60 лет в Космосе». Директор Музея землеведения А.В. Смуров и директор ГМИК им. К.Э. Циолковского Н.А. Абакумова. Здесь и далее фото А.Ю. Васильева.

Прежде всего, привлекает внимание макет Первого искусственного спутника Земли «ПС-1», доставленный из Государственного музея истории космонавтики (рис. 2). Немного уступает ему по возрасту один из первых роботов АРС (Автоматический Радиоэлектронный Секретарь), сконструированный в 1966 г. калужским изобретателем Б.Н. Гришиным (рис. 3).

Трудно переоценить значение полёта спутника «ПС-1». Название «Простейший Спутник-1» – вовсе не умаление его достоинств. Это был результат вековых устремлений человечества в неизведанные дали Космоса, подготовленный гениальными работами учёных, в числе которых достойное место по праву занимает К.Э. Циолковский. Над созданием «ПС-1» под руководством основоположника практической космонавтики С.П. Королёва работали учёные М.В. Келдыш, М.К. Тихонравов, Н.С. Лидоренко, Г.Ю. Максимов, В.И. Лаппо, К.И. Грингауз, Б.С. Чекунов, А.В. Бухтияров и мн. др.

Впоследствии в честь блестящего серебристого шара была названа равнина на Плутоне, а Рэй Брэдбери написал: «В ту ночь, когда «Спутник» впервые прочертил небо, я гостил у друга в Калифорнии, в городке Пальм Дезерт. Я глядел вверх и думал о предопределённости будущего. Ведь тот маленький огонёк, стремительно двигающийся от края и до края неба, был будущим всего человечества. Я знал, что, хотя русские и прекрасны в своих начинаниях, мы скоро последуем за ними и займём надлежащее место в небе, на Луне и, в конце концов, на Марсе. Тот огонёк в небе сделал человечество бессмертным. Земля всё равно не могла бы оставаться нашим пристанищем вечно, потому что однажды её может ожидать смерть от холода или перегрева. Человечеству было предназначено стать бессмертным, и тот огонёк в небе надо мной был первым бликом бессмертия» .

Рис. 2. «Полёт» спутника «ПС-1» в Ротонде МГУ.

Рис. 3. Демонстрация робота АРС, отметившего накануне выставки своё 50-летие.

Украшением выставки является серия космических баннеров, подготовленная художником О.В. Голованова. Они посвящены предвестнику космонавтики Константину Эдуардовичу Циолковскому, давшему свой прогноз на развитие человечества к 2017 году, Александру Леонидовичу Чижевскому – глубочайшему исследователю взаимосвязи земных процессов с космическими силами, создателю космических кораблей Сергею Павловичу Королёву.

Конечно же, мы не могли не отразить, хотя бы вкратце, вклад Московского университета в отечественную космонавтику. И в связи с этим благодарны Музею истории МГУ и его директору Александру Сергеевичу Орлову за любезно предоставленные фондовые материалы музея. Особый интерес вызывает макет спутника «Татьяна-2» (названного в честь святой Татьяны – покровительницы российских студентов) – одного из шести искусственных спутников Земли, запущенных Московским университетом. Ректор МГУ В.А. Садовничий на открытии факультета космических исследований в 2017 г. отметил: «Изучение Космоса – одно из главных направлений научных исследований МГУ... С начала космической эры студенты, аспиранты и преподаватели МГУ принимали участие в создании 400 космических аппаратов… МГУ – единственный в мире университет, который производит и запускает на орбиту свои спутники».

Важно отметить добрую волю сотрудников Государственного астрономического института им. П.К. Штернберга и, прежде всего, профессора Владимира Михайловича Липунова и его коллег, представивших материалы по глобальной сети телескопов-роботов системы «МАСТЕР» (Мобильная Астрономическая Система ТЕлескопов-Роботов) – видео для экранов мониторов, фотографии космических объектов (рис. 4).

Рис. 4. Один из телескопов глобальной системы космических наблюдений «МАСТЕР» МГУ.

Интересной частью материалов выставки стали оригинальные плакаты советского периода на космическую тему, дающие возможность почувствовать дух того государства, что запустило первый искусственный спутник Земли и отправило первого человека в Космос. Плакаты были представлены директором туристической фирмы «Кандагар» (г. Севастополь) Борисом Валерьевичем Зелинским (рис. 5).

Рис. 5. Один из представленных на выставке плакатов советского периода на космическую тему.

Экспозицию органично дополнили многочисленные библиографические материалы организаторов выставки, а также почтовые марки и конверты на космическую тему, принадлежащие сотрудникам МГУ А.Л. Постнову и И.А. Исаеву.

В целом выставка получилась интересной, в связи с чем выражаем огромную благодарность за поддержку и реализацию её идеи Государственному музею истории космонавтики и его директору Наталье Алексеевне Абакумовой.

ИСТОРИЯ НАУКИ

УДК 629.5+551.583

ЭКСПЕДИЦИЯ «СЕВЕРНЫЙ ПОЛЮС» И ГЛОБАЛЬНАЯ ТИПИЗАЦИЯ ЦИРКУЛЯЦИИ АТМОСФЕРЫ

Н.К. Кононова[1]

21 мая 1937 г. полярная воздушная экспедиция Академии наук СССР высадила в районе Северного полюса на дрейфующий лёд научную станцию «Северный полюс». Начальником станции был Иван Дмитриевич Папанин, и четвёрку высадившихся стали называть папанинцами. За 9 месяцев пребывания на дрейфующей льдине папанинцы доказали не только возможность жить в суровых арктических условиях, но и плодотворно работать; вес научных тетрадей экспедиции составил 52 кг. Главный синоптик экспедиции Борис Львович Дзердзеевский обеспечивал прогнозами погоды экспедицию до момента возвращения в Ленинград в марте 1938 г. За это время он сделал открытие: на полюсе не всегда царит антициклон, как считалось ранее; часто бывают циклоны со штормовыми ветрами и плотной облачностью. Впоследствии на основе своих наблюдений он создал типизацию циркуляции атмосферы Северного полушария, а затем и глобальной.

Ключевые слова: *Арктика, Северный полюс, папанинцы, Б.Л. Дзердзеевский, глобальная типизация циркуляции атмосферы.*

EXPEDITION 'NORTH POLE' AND GLOBAL CLASSIFICATION OF ATMOSPHERIC CIRCULATION

N.K. Kononova
Institute of Geography of RAS

On May 21, 1937, the polar air expedition of the USSR Academy of Sciences landed in the area of the North Pole and placed the scientific station «North Pole» on the drifting ice. The station's head was Ivan Dmitrievich Papanin that is why the station team members began to be called Papanintsy (followers of Papanin). The team included three other members: Ernst Teodorovich Krenkel (radio operator), Pyotr Petrovich Shirshov (hydrobiologist, hydrologist and oceanologist) and Yevgeny Konstantinovich Fyodorov (astronomer, magnetologist, geophysicist and meteorologist). During nine months of stay on the ice floe Papanintsy proved not only the possibility of living in severe arctic conditions, but also of fruitful work in such type of climate. The weight of the scientific

[1] Кононова Нина Константиновна – вед. инж. Института географии РАН, *NinaKononova@yandex.ru.*

notebooks of the expedition with records of valuable observations of ocean depths, ground composition, drift direction and velocity, and meteorological parameters made up 52 kg. The dog by the nickname Vesioly, Chukchi Shepherd, was guarding the polar explorers' camp against polar bears. Boris Livovich Dzerdzeevsky, the main synoptic of the expedition provided Papanintsy with the weather forecasts from the time of their departure from Moscow on March 22, 1937 until his return to Leningrad, on February 19, 1938. During his work with Papanintsy, Boris Livovich made a discovery: at the North Pole there is not always an anticyclone, as it was believed earlier. There are frequent cyclones with storm winds and dense clouds, because of what he could not recommend the departure of airplanes with cargo on board for the polar station. Subsequently, on the basis of these observations, he created a classification of the atmospheric circulation of the Northern Hemisphere, based on the state of the atmosphere in the Arctic. Later, on the same basis, a global air circulation classification was created.

Keywords: *Arctic, North Pole, Papaninitsy, Dzerdzeevskii, global classification of atmospheric circulation.*

Начало. 21 мая 1937 г., 80 лет назад, начала свою работу первая в мире полярная дрейфующая на льдине научно-исследовательская станция «Северный полюс». Впоследствии её стали называть «Северный полюс-1», поскольку она положила начало многим подобным экспедициям.

Развитие авиации в начале XX века создало принципиально новые возможности для достижения и изучения Северного полюса. Но настоящее завоевание этого района началось 21 мая 1937 года, когда полярная воздушная экспедиция Академии наук СССР достигла Северного полюса и высадила на дрейфующий лёд научную станцию «Северный полюс» [2, 3, 17–19, 21–23].

Этому событию предшествовала тщательная подготовка. 13 февраля 1936 г. в Кремле на совещании по организации транспортных полётов Отто Юльевич Шмидт изложил план воздушной экспедиции на Северный полюс и основания там станции. В соответствии с этим планом Главному управлению Северного морского пути (Главсевморпуть) было поручено организовать в 1937 г. экспедицию в район Северного полюса и доставить туда на самолётах оборудование для научной станции и зимовщиков. Научным руководителем экспедиции решением правительства был назначен О.Ю. Шмидт, ему же было поручено сформировать состав экспедиции.

Эскадру воздушной экспедиции из четырёх четырёхмоторных самолётов АНТ-6-4М-34Р «Авиаарктика» и двухмоторного разведчика Р-6 (АНТ-7) возглавил зам. О.Ю. Шмидта – начальник полярной авиации (зам. нач. Главсевморпути) Марк Иванович Шевелёв. Командир лётного отряда – Герой Советского Союза Михаил Васильевич Водопьянов, флагштурман экспедиции – Герой Советского Союза комбриг Иван Тимофеевич Спирин.

Флагманский самолёт вёл М.В. Водопьянов (второй пилот М.С. Бабушкин). Вторым самолётом управлял Герой Советского Союза комбриг Василий Сергеевич Молоков, третьим – Анатолий Дмитриевич Алексеев, четвёртым – Илья Павлович Мазурук, самолётом-разведчиком – Павел Георгиевич Головин. На этапе разведки экспедиции помогал самолёт Р-5 полярной авиации (лётчик Л.Г. Крузе). Специальным корреспондентом «Известий» был Э.С. Виленский, шеф-поваром экипажа Алексеева, кинооператором экспедиции – Марк Антонович Трояновский.

Для выбора места промежуточной базы на острове Рудольфа (Земля Франца-Иосифа) весной 1936 г. в разведку отправились лётчики Водопьянов и Махоткин. В августе туда вышел ледокольный пароход «Русанов» с грузом для строительства новой полярной станции и оборудования аэродрома.

Рис. 1. Руководитель и пилоты самолётов экспедиции «Северный Полюс-1»: слева направо: И.Т. Спирин, М.И. Шевелев, М.С. Бабушкин, О.Ю. Шмидт, М.В. Водопьянов, А.Д. Алексеев, В.С. Молоков.

Готовила экспедицию вся страна. Так, палатку для жилого лагеря создал московский завод «Каучук». Её каркас был сделан из легко разбирающихся алюминиевых труб, брезентовые стены были проложены двумя слоями гагачьего пуха, резиновый надувной пол также сберегал тепло.

Центральная радиолаборатория в Ленинграде изготовила две радиостанции – мощную на 80 ватт и 20-ваттную аварийную. Основным источником питания служили два комплекта щелочных аккумуляторов, заряжавшихся от небольшого ветряка или от динамо – лёгкого бензинового двигателя (имелся и движок с ручным приводом). Всё оборудование, начиная от антенны и кончая мельчайшими запасными деталями, было сделано под личным наблюдением Э.Т. Кренкеля и при непосредственном руководстве радиотехника Н.Н. Стромилова. Вес радиооборудования составлял полтонны.

По специальным чертежам ленинградский Судостроительный завод им. Каракозова построил нарты из ясеня, весившие всего 20 кг. Институт инженеров общественного питания приготовил для дрейфующей станции обеды на полтора года весом около 5 т.

17 февраля 1937 г. из Москвы выехал грузовик и остановился в 15 км от города на большой поляне, где его ждали четверо тепло одетых людей. Вскоре там вырос чёрный домик с надписью на крыше «СССР – дрейфующая экспедиция». Это была репетиция зимовки на Северном полюсе, в которой приняли участие начальник станции И.Д. Папанин, радист Э.Т. Кренкель, гидробиолог, гидролог, океанолог П.П. Ширшов, на которого в экспедиции были возложены также обязанности врача, и самый молодой член экспедиции 27-летний магнитолог, астроном, геофизик, метеоролог Е.К. Фёдоров, выполнявший также обязанности корреспондента газеты «Комсомольская правда». Они проверяли и испытывали свои будущие жилище, костюмы, приборы для научных наблюдений, ветряную полярную электростанцию, радиостанцию и обеды.

Рис. 2. Палаточный лагерь дрейфующей станции «Северный полюс».

В группе был и пятый член команды – пёс по кличке Весёлый, чукотская овчарка. Он отличался независимым нравом и авторитет И.Д. Папанина признавал с позиций товарища по зимовке, а не начальника, хотя и питал к нему особые чувства (когда папанинцев снимали с льдины, он перебрался именно на тот пароход, на котором был Папанин).

Утром 22 марта состоялся вылет на Северный полюс. Первая остановка на трассе – Холмогоры, последняя – полярная станция на острове Рудольфа. До полюса оставалось 900 км, всего шесть лётных часов. Однако из-за неблагоприятных погодных условий экспедиция была продолжена лишь 21 мая. Сначала вылетел один самолёт, на котором были четыре полярника и руководитель экспедиции О.Ю. Шмидт. Экипаж подготовил на полюсе посадочную площадку для трёх других машин, которые 25 мая привезли монтажников, наладчиков оборудования и других помощников в обустройстве лагеря, а также вещи и приборы для дрейфующей станции.

Рис. 3. Выгрузка оборудования на льдину дрейфующей станции.

Официальное открытие станции состоялось 6 июня 1937 года, когда лагерь был полностью оборудован и помощники готовились его покинуть. 6 июня 1937 года началась эпопея дрейфа первой полярной станции «Северный полюс-1». 274 дня весь мир следил за перипетиями жизни четвёрки отважных советских полярников на дрейфующей льдине. Мы, дети (мне было 3 года), не отходили от репродукторов, но волновала нас судьба не самих папанинцев (что за них волноваться? Они взрослые дядьки, с ружьями), а пса Весёлого. Газеты публиковали снимки белых медведей, подходивших к лагерю, и пса, который предупреждал об их приближении лаем. Тогда дежурный выскакивал из палатки, стрелял в воздух, и медведь убегал. Мы видели, насколько медведь больше и сильнее, и боялись, чтобы он не съел пса.

Наше настроение уловила детская поэтесса Мария Петровна Клокова. К возвращению папанинцев в Москву она с композитором Красиным написала песенку, в которой были такие слова:

Пес Весёлый «Гам, гам!»
Едет в гости к нам, к нам!
Пёс Весёлый-развесёлый
Навсегда приехал к нам!

Больше волноваться было не о ком, и во дворах начались весёлые игры в папанинцев.

Суровые будни станции «СП». Перед членами экспедиции стояла задача собрать научные данные по широкому спектру параметров атмосферных явлений, метеорологии, геофизики, гидробиологии. За время пребывания на Северном полюсе исследователи сделали множество открытий, и первым из них было определение глубины океана подо льдом – 4290 м. Не менее важным открытием стало наличие жизни на полюсе – до того Арктика считалась безжизненной пустыней. Папанинцы увидели белых медведей, а это означало, что там водятся и тюлени – их основная пища. Тюлени питаются рыбой – значит, есть и рыба, которая питается планктоном… Так выстроилась пищевая цепочка, свидетельствующая о жизни на полюсе.

Рис. 4. Папанинцы на льдине. Слева направо: П.П. Ширшов, Э.Т. Кренкель, И.Д. Папанин, Е.К. Фёдоров.

Ежедневно отбирали пробы грунта, измеряли глубины и скорость дрейфа, определяли координаты, вели магнитные измерения, гидрологические и метеорологические наблюдения.

Работая в самых суровых климатических условиях, папанинцы собрали богатейший научный материал. Вес научных дневников экспедиции по исследованию Арктики и Северного Ледовитого океана составил 52 кг! Интересно, сколько труд экспедиции «весит» в современных байтах?

Созданная в районе Северного полюса, станция «СП» через 9 месяцев (274 дня) дрейфа на юг была вынесена в Гренландское море; льдина проплыла более 2500 км. Ледокольные пароходы «Таймыр» и «Мурман» сняли четвёрку зимовщиков 19 февраля 1938 г. в нескольких десятках километров от берегов Гренландии (рис. 6). Первоначальные размеры льдины были 2,5×3,5 км, но после долгого пути к югу и шестидневного шторма она раскололась на множество кусков. Полярники на нартах перетащили всё имущество на самый большой кусок размером 200×300 м и запросили помощь. Решение об эвакуации было принято тут же, но снимали героическую четвёрку, собаку и всё оборудование уже с обломка размером 20×30 м. Приди пароходы сутками позже – спасать уже было бы некого.

В марте полярники прибыли в Ленинград. Научные результаты, полученные в уникальном дрейфе, были представлены Академии наук СССР 6 марта 1938 г. и получили высокую оценку специалистов. Научному составу экспедиции были присвоены учёные степени. Все четверо – Иван Дмитриевич Папанин, Эрнст Теодорович Кренкель, Петр Петрович Ширшов и Евгений Константинович Фёдоров – получили звание Героев Советского Союза и по два ордена Ленина: одну награду в первые дни экспедиции, авансом, вторую – после её окончания.

Встречали папанинцев в Москве как подлинных героев, как если бы они вернулись с другой планеты. Ведь они были первыми, и они выжили! Этому в значительной

Рис. 5. Участники экспедиции П.П. Ширшов, Э.Т. Кренкель, И.Д. Папанин, Е.К. Фёдоров.

Рис. 6. Путь арктической экспедиции «Северный полюс».

степени способствовал весёлый нрав Папанина. Рассказывали, что однажды в «Правде» И.Д. Папанин дал объявление: «Меняю килограмм шоколада на килограмм картошки с доставкой на льдину». А своим товарищам он говорил: «Берегите себя, братки. Если с кем-нибудь случится беда, считайте, что пропали двое: мне тогда тоже не возвращаться» [19]. С этой первой экспедиции началось планомерное освоение Арктического бассейна, что сделало регулярной навигацию по Северному морскому пути. А в честь данного исторического события в России в 2013 г. был установлен новый профессиональный праздник – День полярника (празднуется 21 мая).

Б.Л. Дзердзеевский и типизация циркуляции атмосферы. Главным синоптиком экспедиции был Борис Львович Дзердзеевский (рис. 7). 12 мая 1937 г. он вылетел на разведку на полюс с лётчиком Л.Г. Крузе на самолёте Р-5. Основной задачей полёта было исследование атмосферы. Из-за сплошной облачности самолёт потерял ориентиры и, когда топливо было на исходе, лётчик посадил его вслепую на лёд. Посадка была удачной, но топлива оставалось на 20 минут. П.Г. Головин на Р-6 доставил в район

Рис. 7. Б.Л. Дзердзеевский (26.11.1898–25.04.1971).

посадки топливо, еду и тёплые вещи. Просидев на льдине пять дней в ожидании погоды, они 17 мая вернулись на остров Рудольфа.

6 июня, после открытия станции, все самолёты вернулись на о. Рудольфа. Машине Алексеева не хватило топлива, она села на лёд. В 100 км севернее на льду сидела машина Крузе с Б.Л. Дзердзеевским на борту, обеспечивающим с момента вылета из Москвы полярную авиацию метеосводками. 8 июня за ними прилетел Головин, привёз топливо, и все три машины вернулись на о. Рудольфа, откуда Борис Львович продолжал свою работу.

К 1937 г. Б.Л. Дзердзеевский был уже полярником со стажем. Он участвовал в экспедиции на ледоколе «Ленин» в 1932 г., в 1936 г. занимал должность начальника Службы погоды Главсевморпути, а с 1937 г. – начальника Арктического отдела ЦУ ГМС.

В экспедиции папанинцев ему пришлось давать прогнозы погоды не только на пути к Земле Франца-Иосифа, но и на весь путь дрейфа, где какие-либо наблюдения вообще отсутствовали! Чтобы выйти из положения, Б.Л. Дзердзеевскому приходилось на Р-5 (ближайший родич знаменитого У-2) с неотапливаемой кабиной подниматься до 4 км, чтобы сделать аэрологический разрез и таким образом выполнить свою работу, от которой зависело так много и которую каждый из участников экспедиции оценивал по-своему. По Э.Т. Кренкелю [17], «главный синоптик экспедиции, красивый мужчина с бородкой, не очень-то торопился нас пустить… Каждое утро командиры самолётов с глазами, полными надежды, смотрели на Дзердзеевского, а он произносил одну и ту же фразу: –Лететь не рекомендую! Запретить вылет Дзердзеевский не мог. Но без его рекомендации никто не мог этот вылет разрешить». Тем не менее, выступая на собрании Академии наук после возвращения с полюса 10 июля 1937 г., О.Ю. Шмидт воздал должное своему «Богу погоды»: «Я хочу засвидетельствовать, что за время нашей экспедиции мы получали от наших синоптиков, и в первую очередь от Б.Л. Дзердзеевского, исключительно верные прогнозы погоды без единой сколько-нибудь существенной ошибки», и к этому нечего добавить.

Работая в Арктике, Борис Львович сделал важное открытие в синоптике: на полюсе отнюдь не всегда стоит антициклон и бывает ясная погода, как это считалось ранее. Здесь часто хозяйничают циклоны с активными фронтами и штормовым ветром. Именно из-за них Борис Львович не мог рекомендовать лётчикам вылет.

Тогда-то Борису Львовичу и пришла идея создать типизацию циркуляции атмосферы Северного полушария, в которой было бы отражено всё разнообразие процессов, начиная с Арктики. Созданию типизации предшествовали работы [4, 5], в которых помещены схемы процессов от Северного полюса до 40° с. ш. Через год вышла книга с основами типизации [11], написанная вместе с двумя аспирантками: В.М. Курганской и З.М. Витвицкой.

В этой книге указывается, что всё многообразие циркуляционных процессов Северного полушария может быть описано 41 элементарным циркуляционным механизмом (сокращённо ЭЦМ). В книге приводятся динамические схемы каждого ЭЦМ,

которые длятся 3–5 дней и сменяют друг друга сразу на всём полушарии – «скачком». Типизация ЭЦМ и определение их границ проводились синоптическими методами: путём построения сборно-кинематических карт. В день смены ЭЦМ траектории перемещения циклонов и антициклонов обрывались, в циклоническом поле появлялись антициклоны и наоборот. На сборно-кинематической карте возникало «перебойное поле». К моменту выхода в свет этой книги был проанализирован материал за 8 лет (1933–1940 гг.), обработано около 3000 синоптических карт и построено около восьмисот сборно-кинематических карт.

Примечательно, что в то время, когда в различных региональных научно-исследовательских учреждениях Гидрометслужбы создавались типизации синоптических процессов отдельных регионов, Борис Львович создал типизацию циркуляционных процессов внетропических широт всего Северного полушария. Другая удивительная особенность типизации состоит в том, что она с самого начала предназначалась не для прогноза погоды, а для анализа колебаний климата. Такого направления в науке тогда ещё просто не было.

В книге отмечалось, что сезонная смена циркуляционных процессов также происходит одновременно на всём полушарии [7, 11], только в разных регионах проявляется по-разному. Были приведены схемы циркуляции, характерные для различных циркуляционных (в первой книге они назывались синоптическими) сезонов. Их было выделено 6: предвесенье, весна, лето, осень, предзимье и зима. В книге приведены даты смены сезонов, а также календарь последовательной смены ЭЦМ за проанализированные 8 лет.

Позднее С.С. Савина и Л.В. Хмелевская [20] создали схемы типов циркуляции на базе осреднения для каждого ЭЦМ приземного атмосферного давления и геопотенциала на разных высотах по данным метеостанций за 1970–1978 гг. (рис. 8). Схемы несколько различаются, что зависит не только от метода их построения, но и от времени: они относятся к разным циркуляционным эпохам [6, 13, 14].

В 1957 г. Борис Львович ходил на дизель-электроходе «Лена» к берегам Антарктики, где также занимался изучением атмосферных процессов, а в 1967 г., изучая сопряжённость циркуляции атмосферы Северного полушария (по своей типизации) и Южного (по типизации П.Д. Астапенко [1]), он заметил, что если блокирующих процессов нет в Северном полушарии, их нет и в Южном [8, 10], а если они есть, то их количество одинаково в обоих полушариях и они расположены на одних и тех же долготах (рис. 9). Так Борис Львович заложил основы глобальной типизации циркуляции атмосферы.

Позднее по сборно-кинематическим картам, построенным за 1898–2005 гг., были выявлены различия в проявлении одних и тех же элементарных циркуляционных механизмов (ЭЦМ) в разных полушариях, связанные с различием сезонов, и представлены их динамические схемы по всем группам циркуляции (рис. 10).

Рассмотрим различия в схемах циркуляции, связанные с сезонными различиями полушарий (рис. 10). У ЭЦМ 1а площадь полярного антициклона в Южном полушарии значительно меньше, чем в Северном. Появился третий выход циклона из низких широт в высокие. Увеличение выходов циклонов характерно при переходе из зимнего полушария в летнее. У ЭЦМ 7бл число выходов циклонов из низких широт в высокие сократилось с трёх до двух. Это характерно при переходе из летнего полушария в зимнее. У ЭЦМ 12а ничего не изменилось, потому что это ЭЦМ переходных сезонов. У ЭЦМ 13з значительно расширилась площадь полярного циклона летом в Южном полушарии, и добавилось два выхода циклонов из низких широт в высокие. Анало-

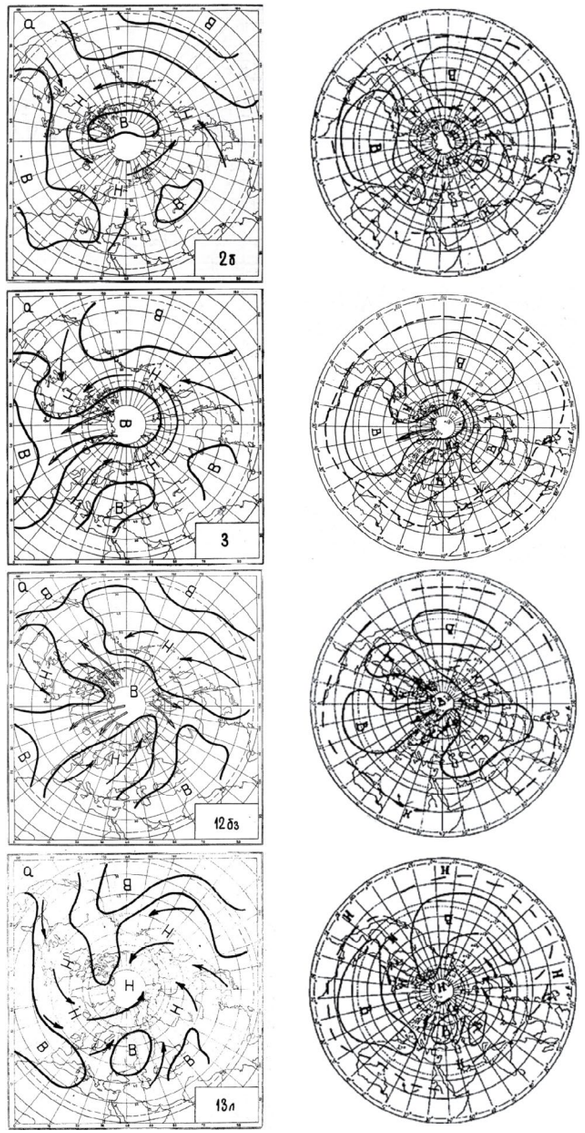


Рис. 8. Динамические схемы ЭЦМ, относящихся к разным группам циркуляции: 2б – зональная, без арктических вторжений и блокирующих процессов, соединяющих арктический антициклон с субтропическим; 3 – группа нарушения зональности, один блокирующий процесс; 12бз – меридиональная северная, 2–4 блокирующих процесса и столько же выходов южных циклонов; 13л – меридиональная южная, на полюсе циклон, без блокирующих процессов, 2–4 выхода южных циклонов (стрелки с севера на юг показывают пути арктических вторжений, с юга на север и с запада на восток – пути циклонов; буквами Н и В показаны центры циклонов и антициклонов). Слева расположены схемы Б.Л. Дзердзеевского [9], справа С.С. Савиной и Л.В. Хмелевской [19].

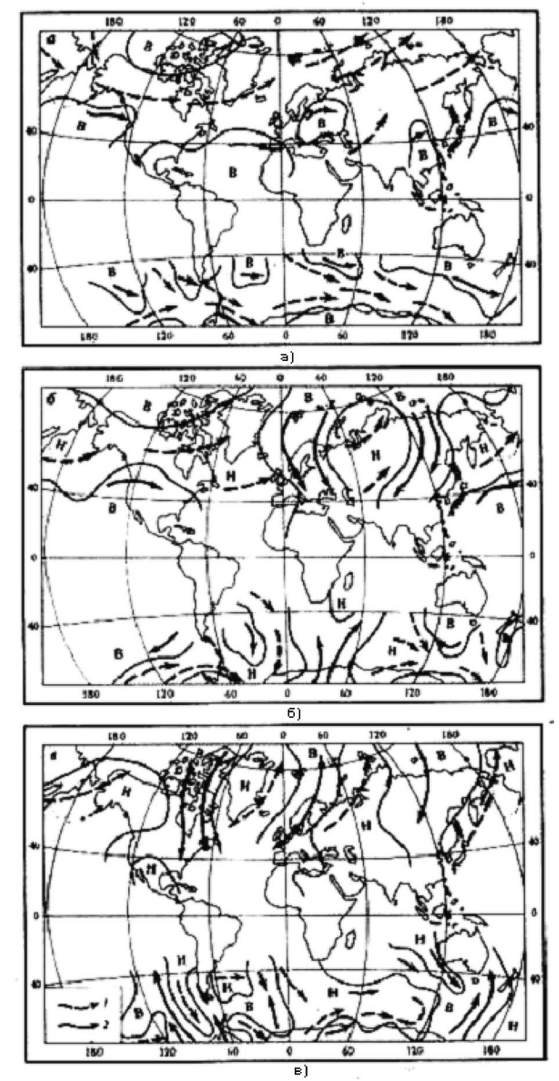


Рис. 9. Сравнение типовых схем циркуляции атмосферы над Северным и Южным полушариями [8] (Северное – по Б.Л. Дзердзеевскому [9], Южное – по П.Д. Астапенко [1]): верхняя схема – зональная циркуляция, средняя – меридиональная с двумя блокирующими процессами в каждом полушарии, нижняя – меридиональная с тремя блокирующими процессами в каждом полушарии. Пунктирные стрелки – генерализованные траектории циклонов, сплошные – антициклонов.

гичные изменения в схемах характерны для всех 41 ЭЦМ [13, 15, 24]: при сохранении количества арктических вторжений число выходов циклонов из низких широт в высокие в летнем полушарии больше, чем в зимнем.

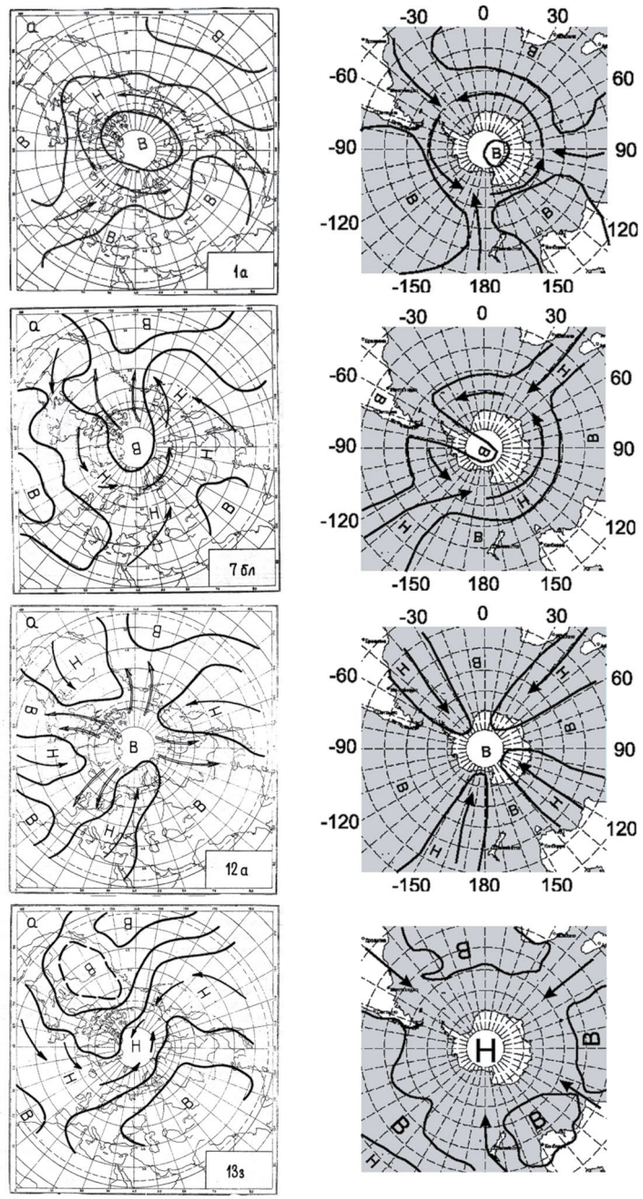


Рис. 10. Динамические схемы ЭЦМ глобальной циркуляции атмосферы [13, 15]: ЭЦМ 1а – зональная группа циркуляции, зимний для Северного полушария, летний для Южного; ЭЦМ 7бл – группа нарушения зональности, летний для Северного полушария, зимний для Южного; ЭЦМ 12а – меридиональная северная группа, характерен для переходных сезонов, схемы идентичны; ЭЦМ 13з – меридиональная южная группа, зимний для Северного полушария, летний для Южного.

После выхода в свет первой книги Борис Львович проработал еще 25 лет. За эти годы, благодаря разносторонности научных интересов, он создал широко разветвлённое научное направление. С ним сотрудничали Евгения Самойловна Рубинштейн и Лариса Гавриловна Полозова из Главной Геофизической обсерватории (ГГО). Четвёртая глава их книги «Современное изменение климата» (1966 г.) почти целиком посвящена анализу материалов Б.Л. Дзердзеевского. С середины 50-х годов А.Я. Безрукова (Лаборатория озёроведения, Ленинград) использовала материалы типизации ЭЦМ для анализа связи колебаний уровня озёр и повторяемости засух с макроциркуляционными процессами и солнечной активностью. Б.М. Рубашев (Пулковская астрономическая обсерватория АН) пользовался материалами типизации для выявления связи атмосферных процессов с геомагнитной возмущённостью. И.П. Дружинин (Сибирский энергетический институт СО АН, г. Иркутск) с 1966 г. использовал данные календаря последовательной смены ЭЦМ и продолжительности групп ЭЦМ для Сибирского сектора в исследовании причин колебаний водности сибирских рек. С помощью сотрудников его лаборатории на ЭВМ были проведены расчёты продолжительности и повторяемости ЭЦМ, групп ЭЦМ для полушария и секторов за 1899–1966 гг.; изданы в Материалах метеорологических исследований книги «Циркуляционные механизмы в атмосфере северного полушария в XX столетии (статистические данные для полушария и шести его секторов)» в 1970 и 1977 гг. Хорошо известна статья Б.Л. Дзердзеевского и А.С. Монина «Типовые схемы общей циркуляции атмосферы и индекс циркуляции» (Изв. АН, сер. геофиз, № 6, 1954, с. 562–574). В Отделе климатологии С.Я. Сергин вёл работы по применению типизации к палеогеографическим исследованиям, Л.В. Хмелевская – по энергетической характеристике ЭЦМ.

В 50–60-ые годы, благодаря участию Бориса Львовича во многих международных конференциях, типизация была известна за рубежом не меньше, чем в нашей стране. На стажировку в Институт географии приезжал профессор Миллер из США. А в 70-е годы, когда начала работу Комиссия академий наук социалистических стран по программе «Планетарные геофизические исследования» (КАПГ), в создании которой активное участие принимал Борис Львович, в Отдел климатологии приезжали на совместную работу с применением типизации Стефан Велев (Болгария, Институт географии Болгарской АН), Ласло Макра (Венгрия, Будапештский университет), Манфред Ольберг (ГДР, университет им. Гумбольдта). Работы, написанные совместно с этими учёными, публиковались как в Известиях АН, серии географической, так и в зарубежных изданиях.

С уходом из жизни Бориса Львовича 25 апреля 1971 г. количество публикаций по этой тематике не сократилось (к настоящему времени опубликовано 789 работ), основные направления (продолжение календаря последовательной смены ЭЦМ, продление таблиц продолжительности типов и групп типов, определение границ и продолжительности циркуляционных сезонов) сохранялись и применяются в Отделе (Лаборатории) климатологии для анализа колебаний климата. Продолжает развиваться и применение типизации в смежных науках, к чему в своё время так стремился Борис Львович. То, чего удалось достичь в разных направлениях, заложенных Борисом Львовичем, было достаточно полно показано на Международной научной конференции «Исследование изменений климата с использованием методов классификации режимов циркуляции атмосферы», проведённой совместно с Московским отделением Русского географического общества 16–18 мая 2016 г. в Институте географии РАН [16]. Сборник

трудов конференции размещён на сайте www.atmospheric-circulation.ru, где показаны все материалы типизации, список публикаций и отдельные работы.

Таким образом, типизация циркуляции атмосферы, созданная под руководством Б.Л. Дзердзеевского, продолжает развиваться и привлекает всё больше учёных, а папанинская экспедиция способствовала не только освоению Арктики, но и развитию учения об атмосферных процессах в этом регионе и, в конечном итоге, созданию глобальной типизации циркуляции атмосферы.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Астапенко П.Д.* Атмосферные процессы в высоких широтах южного полушария. М.: Изд-во АН СССР, 1960. 282 с.

2. *Бронтман А.* На вершине мира. М.: Гослитиздат, 1938. 232 с.

3. *Визе В.Ю.* Моря Российской Арктики: В 2-х тт. Т. II. М.: Paulsen, 2016. 340 с.

4. *Дзердзеевский Б.Л.* Циркуляция атмосферы в Центральном полярном бассейне // Труды дрейфующей станции «Северный полюс». Т. 2. М.–Л. С. 64–199.

5. *Дзердзеевский Б.Л.* Циркуляционные схемы в тропосфере Центральной Арктики. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1945. 40 с.

6. *Дзердзеевский Б.Л.* Проблема колебаний общей циркуляции атмосферы и климата // А.И. Воейков и современные проблемы климатологии. Л.: Гидрометеоиздат, 1956. С. 109–122.

7. *Дзердзеевский Б.Л.* Циркуляционные схемы сезонов года в северном полушарии // Изв. АН СССР, серия геогр., № 1. 1957. С. 36–55.

8. *Дзердзеевский Б.Л.* Сравнение главнейших закономерностей циркуляции атмосферы над Северным и Южным полушариями // Информационный бюлл. Советской Антарктической экспедиции, 1967. № 65. С. 58–68.

9. *Дзердзеевский Б.Л.* Циркуляционные механизмы в атмосфере северного полушария в XX столетии // Материалы метеорологических исследований, изд. ИГ АН СССР и Междувед. Геофиз. Комитета при Президиуме АН СССР. М., 1968. 240 с.

10. *Дзердзеевский Б.Л.* Избранные труды. Общая циркуляция атмосферы и климат. Москва: «Наука», 1975. 288 с.

11. *Дзердзеевский Б.Л., Курганская В.М., Витвицкая З.М.* Типизация циркуляционных механизмов в северном полушарии и характеристика синоптических сезонов // Тр. н.-и. учреждений Гл. упр. гидрометеорол. службы при Совете Министров СССР. Сер. 2. Синоптическая метеорология; Вып. 21. Центральный институт прогнозов. М.–Л.: Гидрометиздат, 1946. 80 с.

12. Колебания циркуляции атмосферы Северного полушария (www.atmospheric-circulation.ru).

13. *Кононова Н.К.* Классификация циркуляционных механизмов Северного полушария по Б.Л. Дзердзеевскому / Отв. ред. А.Б. Шмакин; РАН, Ин-т географии. М.: Воентехиниздат, 2009. 372 с.

14. *Кононова Н.К.* Изменения циркуляции атмосферы Северного полушария в XX–XXI столетиях и их последствия для климата // Фундаментальная и прикладная климатология, 2015. № 1. С. 127–156.

15. *Кононова Н.К.* Флуктуации глобальной циркуляции атмосферы в XX–XXI вв. // Сложные системы, 2016. № 1 (18). С. 22–37

16. *Кононова Н.К.* Международная научная конференция «Исследование изменений климата с использованием методов классификации режимов циркуляции атмосферы» // Жизнь Земли, 2017. Т. 39. № 1. С. 91–92.

17. *Кренкель Э.Т.* RAEM – мои позывные. М.: Советская Россия, 1973. 436 с.

18. *Кренкель Э.Т.* Четыре товарища. М.: Художественная литература, 1940. 316 с.

19. *Папанин И.Д.* Жизнь на льдине. М.: Мысль, 1977. 310 с.

20. *Савина С.С., Хмелевская Л.В.* Динамика атмосферных процессов северного полушария в XX столетии // Междувед. Геофиз комитет при Президиуме АН СССР. Москва. Материалы метеорологических исследований. 1984. № 9. 146 с.

21. *Трояновский М.А.* На Северном полюсе. Фильм. 1937.

22. *Фёдоров Е.К.* Полярные дневники. Л.: Гидрометеоиздат, 1982. 312 с.

23. Calend.ru (http://www.calend.ru/event/5207/).

24. *Kononova N.K.* Fluctuations of the Global Atmospheric Circulation in the XX–XXI Centuries // J. of Earth Science & Climatic Change. 2016. V. 7, N 5. Doi:10.4172/2157-7617.1000350.

REFERENCES

1. Astapenko P.D. *Atmospheric processes in the high latitudes of the southern hemisphere.* 282 p. (Moscow: Izdatel'stvo AN SSSR, 1960) (in Russian).

2. Brontman A. *At the top of the world*. 232 p. (Moscow: Goslitizdat, 1938) (in Russian).

3. Vise V.Yu. *Sea of the Russian Arctic.* V. II. 340 p. (Moscow: Paulsen, 2016) (in Russian).

4. Dzerdzeevsky B.L. (1941 - 1945). Circulation of the atmosphere in the Central Polar Basin. *Trudy dreifuyushchej stancii "Severny Polus"* (Proceedings of the drifting station «North Pole»). V. **2**, 64–199 (Moscow–Leningrad, 1945) (in Russian).

5. Dzerdzeevsky B.L. Circulation patterns in the troposphere of the Central Arctic. *Selected Works.* P. 21–58 (Moscow: Nauka Publishers, 1975) (in Russian).

6. Dzerdzeevsky BL The problem of fluctuations in the general circulation of the atmosphere and the climate. A.I *Voeikov and modern problems of climatology*. P. 109–122 (Leningrad: Gidrometeoizdat, 1956) (in Russian).

7. Dzerdzeevsky B.L. Circulation schemes of the seasons in the northern hemisphere. *Izvestiya AN SSSR, seriya geographicheskaya*. **1**, 36–55 (1957) (in Russian).

8. Dzerdzeevsky B.L. Comparison of the main regularities of atmospheric circulation over the Northern and Southern hemispheres. *Selected Works*. P. 149–158 (Moscow: Nauka Publishers, 1975) (in Russian).

9. Dzerdzeevsky B.L. Circulation mechanisms in the atmosphere of the northern hemisphere in the twentieth century. *Materials of meteorological research*. 240 p. (Moscow: Institut geografii AN SSSR, 1968) (in Russian).

10. Dzerdzeevsky B.L. *Selected Works*. 288 p. (Moscow: Nauka Publishers, 1975) (in Russian).

11. Dzerdzeevsky B.L., Kurganskaya V.M., Vitvitskaya Z.M. Typification of circulation mechanisms in the northern hemisphere and the characteristics of synoptic seasons. *Synoptic meteorology*. **21**. 80 p. (Moscow – Leningrad: Gidrometizdat, 1946) (in Russian).

12. *Fluctuations in the circulation of the atmosphere of the Northern Hemisphere* (www.atmospheric-circulation.ru) (in Russian).

13. Kononova N.K. *Classification of the circulation mechanisms of the Northern Hemisphere according B.L. Dzerdzeevsky.* 372 p. (Moscow: Voyentekhinizdat, 2009) (in Russian).

14. Kononova N.K. Changes in the circulation of the atmosphere in the Northern Hemisphere in the XX–XXI centuries and their consequences for the climate. *Fundamental and Applied Climatology*. **1**, 127–156 (2015) (in Russian).

15. Kononova N.K. Fluctuations of the global circulation of the atmosphere in the XX–XXI centuries. *Complex systems*. **1** (18), 22–37 (2016) (in Russian).

16. Kononova N.K. International scientific conference «Study of climate change using methods of classification of atmospheric circulation regimes». *Zhizn' Zemli (The Life of the Earth)*. **39** (1), 91–92 (2017) (in Russian).

17. Krenkel E.T. *RAEM – my callsign*. 436 p. (Moscow: Sovetskaya Rossiya, 1973) (in Russian).

18. Krenkel E.T. *Four friends*. 316 p. (Moscow: Hudozhestvennaya literatura, 1940) (in Russian).

19. Papanin I.D. *Life on an ice floe*. 310 p. (Moscow: Mysl', 1977) (in Russian).

20. Savina S.S., Khmelevskaya L.V. Dynamics of atmospheric processes in the northern hemisphere in the twentieth century. *Materials of meteorological research*. **9**, 146 p. (Moscow: AN SSSR, 1984) (in Russian).

21. Troyanovsky M.A. *At the North Pole.* (Film, 1937) (in Russian).

22. Fedorov E.K. *Polar Diaries*. 312 p. (Leningrad: Gidrometeoizdat, 1982) (in Russian).

23. *Calend.ru* (http://www.calend.ru/event/5207/).

24. Kononova N.K. Fluctuations of the Global Atmospheric Circulation in the XX–XXI Centuries. *J. of Earth Science & Climatic Change*. **7** (5). 1000350, doi:10.4172/2157-7617.1000350 (2016).

УДК 913

ЭКСПЕДИЦИИ Д.Н. АНУЧИНА К ИСТОКАМ ВОЛГИ И ЗАПАДНОЙ ДВИНЫ В 1894–95 гг. (ПО МАТЕРИАЛАМ ФОТОАРХИВА МУЗЕЯ ЗЕМЛЕВЕДЕНИЯ МГУ)

Т.Ф. Джобадзе, Ю.И. Максимов[1]

В архиве Музея землеведения МГУ имеется коллекция фотоматериалов, собранных Д.Н. Анучиным в конце XIX – начале XX вв. Из 3649 единиц хранения 108 снимков посвящены состоявшимся в 1894–95 гг. экспедициям Д.Н. Анучина к истокам Волги и Западной Двины. Фотографии дают представление о местах его географических экспедиционных исследований, целью которых было выяснение водности верховьев этих рек. Снимки не только иллюстрируют исследования, но и представляют большой интерес с экономической, этнографической, географической точек зрения. По результатам экспедиций Анучин в 1894–98 гг. написал ряд трудов, заложивших основы русской лимнологии.

Ключевые слова: *фотоархив, история России, Волга, Западная Двина, экспедиции, рациональное природопользование, водные ресурсы.*

EXPEDITIONS OF D.N. ANUCHIN TO THE SOURCES OF THE VOLGA AND ZAPADNAYA DVINA IN 1894–1895 (THROUGH PHOTOARCHIVE MATERIALS OF THE EARTH SCIENCES MUSEUM OF MSU)

T.F. Dzhobadze, Yu.I. Maksimov, PhD
Lomonosov Moscow State University (Earth Science Museum)

The Earth Sciences Museum archives possess a series of photo materials collected by D.N. Anuchin at the turn of XXth century. Out of 3649 storage items 108 photos describe the expeditions of D.N. Anuchin to the sources of the Volga and Zapadnaya Dvina Rivers in 1894–1895. The photos illustrate the places of Anuchin's geographical studies during his expeditions. Not only are the photos illustrative of Anuchin's research, but also they are of great interest from the viewpoint of economics, ethnography and geography. Anuchin's expeditions were carried out in the frameworks of the Expedition aiming at identification of the sources of the main rivers in the European part of Russia (1894–1902). The Expedition was initiated by the Ministry of Agriculture and State Property with the direct participation of A.A. Tillo. The major purpose of the Expedition was to collect information on the sources of these rivers and to identify the conditions of their nourishment. Anuchin's research aimed at measuring liquid water content of the lakes situated at the sources of the Volga and Zapadnaya Dvina Rivers. This process included investigation of their depth with the help of multiple sounding in order that it became possible to draw bathymetric maps. The results of these expeditions gave Anuchin enough material to write a series of works which laid basis for the development of Russian limnology.

Keywords: *photoarchive, Russian history, Volga, Zapadnaya Dvina, expeditions, rational use of natural resources, water resources.*

Введение. Статья продолжает серию публикаций [1, 16], рассказывающих о результатах изучения фотоколлекции, собранной Д.Н. Анучиным в конце XIX – начале XX вв. и хранящейся в настоящее время в Музее землеведения МГУ.

[1] Джобадзе Татьяна Феодосьевна – вед. инженер; Максимов Юрий Игоревич – к.э.н., с.н.с. Музея землеведения МГУ, *deforestation75@mail.ru.*

Дмитрий Николаевич Анучин (1843–1923) – известный русский антрополог, этнограф, археолог, географ, музеевед, выпускник физико-математического факультета Московского университета (1867). Основными направлениями научной деятельности Анучина были вопросы истории географии, выяснение сущности и задач географической науки, проблемы общего землеведения (в том числе геоморфология, землетрясения и вулканические явления, гидрология), вопросы страноведения, антропологии, этнографии, археологии [17, с. 11–27].

Анучин вёл активную деятельность по распространению географических знаний и созданию русской университетской географической школы, воспитал целую плеяду учеников. В Московском университете с приходом Анучина в 1885 г. (после 38-летнего перерыва) было возобновлено преподавание географии.

Следует отметить, что путь географии в системе университетского образования был очень непростым. В то время большинство профессоров Московского университета считали географию второстепенным общеобразовательным предметом, существовавшим в университете только из-за её неудовлетворительного преподавания в гимназиях. На протяжении ряда лет кафедра географии на физико-математическом факультете состояла из «одного оклада ординарного профессора» [8, с. 141] – Д.Н. Анучина, которому приходилось постоянно вести тяжёлую борьбу за существование географии в Московском университете. Против инициативы Д.Н. Анучина о создании географического кабинета выступали физики А.Г. Столетов, А.П. Соколов, химик В.В. Марковников, математик Н.Е. Жуковский. Профессор А.Г. Столетов считал, что общеобразовательный предмет география «может интересно преподаваться, не имея кабинета и без лабораторных занятий» [там же, с. 168]. Профессор А.П. Соколов, читавший в университете курс метеорологии, недоумевал: «Интересно, что думают хранить в географическом кабинете? Никаких метеорологических инструментов для курса географии не требуется; остаются только карты и атласы, но их надо немного …» [там же, с. 168]. Поддержали идею создания кабинета географии профессоры зоологии А.А. Тихомиров, Н.Ю. Зограф. В итоге большинством голосов (8 против 4) вопрос об организации географического кабинета на физико-математическом факультете был решён положительно.

В 1889 г. Анучину без защиты диссертации, за ряд опубликованных им трудов («О географическом распределении роста мужского населения России (по данным о всеобщей воинской повинности в Империи за 1874–1883 гг.), сравнительно с распределением роста в других странах», «Об айнах», «Об аномалиях черепа» и др.) была присуждена учёная степень доктора географии [там же, с. 154–156]. В 1891 г. Анучин становится ординарным профессором кафедры географии и этнографии Московского университета [9].

Во время проведения в Москве XI Международного конгресса по доисторической археологии и антропологии в 1892 г. Д.Н. Анучиным была организована географическая выставка в залах Исторического музея. По окончании выставки её материалы пополнили ранее созданный по инициативе Д.Н. Анучина кабинет физической географии, а также послужили основой для создания Географического музея Московского университета. Анучин был заведующим этим музеем с 1908 по 1923 гг.

В коллекцию фотографий входили как собственные материалы Д.Н. Анучина, так и дары участников конгресса; позже она была дополнена тематическими собраниями разных авторов.

Коллекция помогала студентам наглядно представить особенности географии, геологии, биологии, климата, этнографии, антропологии, истории и архитектуры каж-

дого изучаемого региона. В неё входили фотографии, сделанные самим Анучиным, а также подаренные ему участниками различных экспедиций, в том числе его учениками и последователями. Значительная часть коллекции фотоматериалов из кабинета физической географии, собранная Д.Н. Анучиным, была уничтожена в конце 1941 г., когда во время фашистской бомбардировки пострадало здание Московского университета. Уцелевшие фото были собраны и переданы без документации для хранения в Исторический музей (г. Москва), где хранились до 1953 г. [10, с. 188].

Сохранившиеся материалы (3649 единиц хранения) в 1955 г. были переданы в Музей Землеведения МГУ. Среди них около 150 авторских фото – лично сделанных и подписанных Анучиным, с пояснением на обороте. Очевидно, авторских фото Анучина значительно больше, поскольку многие снимки соответствуют местам его пребывания и проведения научных исследований (например, север Европейской части России); часть фотографий он не успел задокументировать, то есть наклеить фото на паспарту, сделать необходимые географические привязки и прочие пометки.

Из сохранившейся части фотоколлекции Д.Н. Анучина 108 снимков посвящены верховьям Волги и Западной Двины, а также Верхневолжским озёрам. Фотографии наклеены на картонные паспарту. На многих из них сохранились собственноручно сделанные учёным пометки чернилами с указанием места и/или объекта фотосъёмки, а в левом нижнем углу паспарту слова «Проф. Д.Н. Анучин (Москва)».

Экспедиции 1894–95 гг. В 1894 г. военный картограф генерал-лейтенант Алексей Андреевич Тилло (1839–1900), руководивший Экспедицией для исследования источников главнейших рек Европейской России, организованной Министерством государственных имуществ и земледелия, пригласил Д.Н. Анучина принять участие в этой работе. Непосредственной причиной организации такой масштабной экспедиции (исследования продолжались до 1902 г.) «послужили засухи и сопровождавшие их жестокие неурожаи, постигшие южные и центральные земледельческие районы России во второй половине XIX в.» [13, с. 113]. В ходе экспедиции «предстояло выявить и подробно изучить источники питания и факторы, формирующие водный сток (климат, почвенный покров, геологическое строение, растительность, рельеф)» [там же, с. 114]. Анучину выпало возглавить исследования в районе истоков Волги и Западной Двины.

Официальное приглашение последовало через министра земледелия и государственных имуществ А.С. Ермолова, который писал Д.Н. Анучину 23.12.1893: «В ответ на Ваше письмо от 19 декабря считаю долгом сообщить Вам, что я обратил внимание на Вашу статью ещё при появлении её на страницах «Северного вестника» [3] и в значительной мере воспользовался ею при проектировании особой экспедиции для изучения истоков главнейших рек Европейской России. Задача этой экспедиции, которую предположено составить из нескольких специалистов по вопросам гидротехники, лесоводства и сельского хозяйства, должна заключаться в предварительной выработке тех мер, какие могли бы быть приняты для охранения и расчистки источников этих рек и их притоков, а также в исследовании вопроса о возможности увеличения их дебита и задержания весенней воды в их верховьях устройством водохранилищ, сооружением шлюзов и т. п.» [8, с. 188]. Иными словами, исследования Д.Н. Анучина в районе истоков Волги и Западной Двины «возникли из потребности установить, иссякают ли русские реки и возможно ли преодолеть их обмеление» [11, с. 189]. «Одно из центральных мест в деятельности экспедиции занял вопрос о роли лесов и болот в питании рек» [13, с. 115].

По приглашению А.С. Ермолова 10.02.1894 Анучин поехал в Санкт-Петербург на совещание по вопросу о снаряжении экспедиции, где были сформированы отряды и распределены средства между ними. «Для поездки в верховья Западной Двины Анучину было отпущено 1000 рублей» [8, с. 189]. В то время это были большие деньги. Например, известный статистик В.И. Покровский определил общий народный доход для 1894 г. в 73 рубля в расчёте на одного жителя [15, с. 206]. В 1900 г. средняя величина годового заработка русского рабочего составляла 194 рубля [там же, с. 190].

Экспедиция Анучина в район истоков Западной Двины продолжалась с 24.06 по 28.07.1894 (34 дня). Участники экспедиции разделились на два отряда. Анучин и его помощник, студент Московского технического училища В.А. Монастырёв изучали Западную Двину и её правые притоки, кандидаты Московского университета В.В. Богданов и И.П. Силинич по поручению Д.Н. Анучина обследовали левые притоки [4, с. 2–3].

Анучин и Монастырёв работали на территории Осташковского уезда Тверской губернии[2] и Торопецкого уезда Псковской губернии[3]: «измеряли ширину и глубину рек и озёр, скорость течения, отмечали колебания уровня озёр, температуру воды на разных глубинах и т. п.» [8, с. 190]. Кроме того, изучали орографию и геологическое строение местности, водные источники, их мощность и химический состав воды, лесистость территорий; собирали образцы горных пород и полезных ископаемых, закладывали буровые скважины, делали фотоснимки и собирали расспросные сведения.

Были собраны данные о пока не исследованных озёрах. Их очертания сравнивались с картой, делались промеры вдоль и поперёк, а также в истоках и устьях впадающих в озёра рек. Измерялась температура воды на различной глубине. Собирались сведения о цвете воды, встречающихся видах рыб, грунте дна озера и т. д.

Предварительный отчёт об экспедиции был напечатан отдельной брошюрой в 1894 г. В отчёте мы находим описание экспедиционного снаряжения, где подробно описаны фотоаппараты участников экспедиции. Анучин использовал «аппарат с треножником, на полпластинки, Раузера (в Женеве) и моментальный аппарат на четверть пластинки, Штейнгеля (с 12 пластинками)», его помощники – «моментальный аппарат Мюрера на четверть пластинки (заряжающийся 6 пластинками)» [6, с. 7–8]. Всего во время экспедиции 1894 г. было «снято 23 больших фотографии (на ½ пластинки) и до 60 малых (на ¼ пластинки)» [там же, с. 17].

20.12.1894 Анучин сделал доклад «Некоторые новые данные о русских озёрах», в котором изложил основные результаты и открытия, сделанные им во время летних работ 1894 г.

В первой книге журнала «Землеведение» за 1895 г. Анучин публикует статью «Новейшее изучение озёр в Европе и несколько новых данных об озёрах Тверской, Псковской и Смоленской губерний».

В ходе экспедиции 1895 г. по соглашению с А.А. Тилло Анучин уделил основное внимание Верхневолжскому бассейну, а также продолжил обследование некоторых озёр в верховьях Западной Двины. Перед экспедицией была поставлена задача составления батиметрической карты Верхневолжских озёр. «Прежде всего мы поста-

[2] В настоящее время территория бывшего Осташковского уезда Тверской губернии входит в состав Осташковского, Пеновского, Андреапольского, Нелидовского, Селижаровского и Фировского районов Тверской области.

[3] В настоящее время территория бывшего Торопецкого уезда Псковской губернии входит в состав Тверской области (части Торопецкого, Андреапольского и Западнодвинского районов) и Псковской области (Куньинский район).

вили себе целью выяснить водность озёрных бассейнов, т. е. исследовать их глубины путём возможно большего числа промеров по разным направлениям» [2, с. 9] – писал Анучин.

В те годы только зарождалась наука об озёрах – лимнология, ставшая новым разделом физической географии. В России к моменту начала экспедиций Анучина были исследованы, да и то в недостаточном объёме, только озёра наиболее крупные или наиболее важные с точки зрения судоходства, рыболовства, добычи соли и т. п. Об озёрах меньшего размера не было известно почти ничего, за исключением их названий, географического положения и примерного объёма рыбных ресурсов.

Экспедиция 1895 г. началась в середине июня. Анучина сопровождали три помощника: участник прошлогодней экспедиции В.А. Монастырёв, кандидат университета князь А.С. Кропоткин и его брат, студент сельскохозяйственного института С.С. Кропоткин [4, с. 5].

Анучин измерял глубины и температуру воды на различных горизонтах [8], исследовались также цвет и прозрачность воды. Кроме того, экспедиция собирала данные о расходе воды в реках, их глубинах и порогах, геологическом строении местности, лесах. Были составлены батиметрические карты и профили озёр. Исследование Селигера – самого большого и сложного из озёр – продолжалось более 3 недель, для чего «было произведено 7704 промера глубин на 191 профиле» [13, с. 119], причём измерения производились с лодки с помощью лота. Д.Н. Анучин пришёл к выводу о том, что «существование довольно значительных озёр в верховьях Волги является важным условием для обеспечения водности этой реки в её верхнем течении» [там же, с. 119]. Аналогичное значение имели озёра в верховьях Западной Двины.

После опубликования результатов работ экспедиции Анучин значительно изменил программу университетского курса общей физической географии, разработав раздел об озёрах. Для студентов он напечатал в приложении ко второй книге журнала «Землеведение» за 1896 г. обширный очерк «Воды суши. Озёра».

В конце 1897 г. вышел капитальный труд Анучина, заключающий в себе полную обработку результатов двухлетней экспедиции – «Верхневолжские озёра и верховья Западной Двины. Рекогносцировки и исследования 1894/95 г.» [2] под редакцией А.А. Тилло. В работе подробнейше описано каждое озеро и раскрыта разработанная Анучиным методика лимнологических исследований, впоследствии положенная в основу исследований многочисленных учеников и последователей его школы. В сокращённом и несколько изменённом виде эту работу Анучин поместил в журнале «Землеведение» (I–II книга за 1898 год) под названием «Озёра области истоков Волги и верховьев Западной Двины» [5].

В 1897 г. А.А. Тилло выпускает в свет «Карты бассейнов внутренних водных путей Европейской России с указанием пунктов метеорологических и водомерных наблюдений». Однако правительственные сферы не усмотрели в результатах экспедиции непосредственной практической пользы и, несмотря на энергичные хлопоты А.А. Тилло, после двух лет работы субсидирование экспедиции прекратилось.

Анализ фотографий из экспедиций Анучина. Снимки, которые мы рассмотрим ниже, были сделаны в ходе одной из экспедиций Д.Н. Анучина к верховьям Волги, Западной Двины и Днепра в 1890 г. или, что более вероятно, в 1894 или 1895 гг.

На снимке (рис. 1) мы видим деревянную часовню и ограду. Под полом часовни бьёт ключ, дающий начало реке Волге. Изначально эта часовня принадлежала Волго-Верховенскому монастырю, основанному в 1649 г. указом царя Алексея Михайловича. Ключ

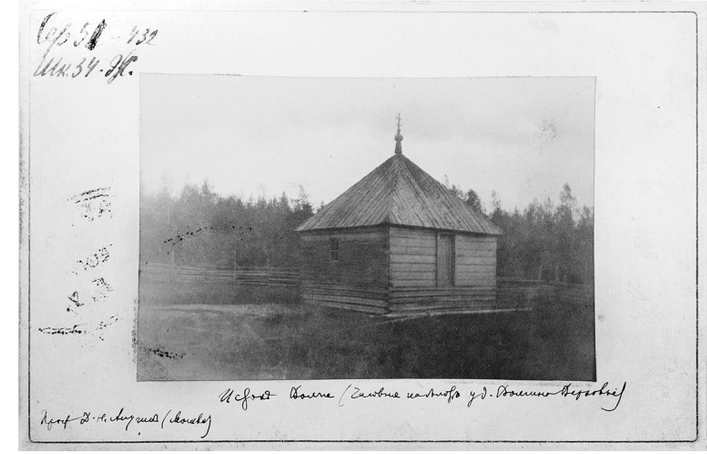


Рис. 1. Исток Волги. Часовня на болоте у д. Волгино-Верховье.

был святыней монастыря. Монастырь сгорел в 1724 г., осталась только эта часовня. Поскольку поток паломников не ослабевал, она неоднократно ремонтировалась и возобновлялась. Вот как описывает часовню у истока Волги Анучин: «Доступ к часовне через болото по дощечкам, по которым иногда приходится идти вершка на два в воде. Часовня имеет 1½ сажени в квадрате, с четырёхскатной крышей и крестом наверху. Около аршина над водой в ней имеется отверстие (дверь), влезши в которое мы увидели сруб (колодезь) по середине и образ у потолка в углу. Кругом часовни и далее к мостику болото, шагов на тридцать, а потом приметен ручей, в 1–2 аршина шириной» [3, с. 136].

Деревня Волговерховье располагается ныне в Осташковском районе Тверской области, в 42 километрах к северо-западу от города Осташков. Прежнее название деревни, возникшей в XVIII в., – Волгино-Верховье, в просторечии Волга (рис. 2). «Деревня

Рис. 2. Деревня Волгино-Верховье (Волга).

Волга и её поля расположены на нескольких, невысоких, впрочем, холмах» [3, с. 136] – пишет Анучин. Существовавший здесь монастырь был приписан к Ниловой Пустыни. Историю деревни и монастыря мы находим в книге Анучина [2, с. 3]: «Монастырь этот был бедный, с небольшой деревянной церковью и постройками, и в 1686 г. совсем было запустел, но через несколько лет снова возобновился, может быть, благодаря тому, что им заинтересовался Пётр I, пожертвовавший в него несколько богослужебных книг. В 1724 г. однако почти все строения монастыря сгорели, и настоятель его с братией в числе 10 человек были переведены в Нилову Пустынь. После того монастырь уже не возобновлялся, а оставшаяся после него пустошь в 1740 г. перешла к Селижарову монастырю, который поместил на ней приписных в его вотчину церковников; из этого посёлка и образовалась, как полагают, нынешняя деревня Волгино-Верховье».

В царствование Николая II монастырь начали восстанавливать. «В 1906 г. при строящемся Спасо-Преображенском соборе в Волговерховье образовалась женская община, на основе которой в 1909 г. был учрежден Преображенский монастырь. С 1912 г. монастырь стал называться Волговерховским Ольгинским монастырем (в честь Равноапостольной княгини Ольги). В 1924 г. монастырь прекратил своё существование. Из имевшихся на тот момент монастырских сооружений к настоящему времени уцелели Спасо-Преображенский собор (1902–1912 гг., освящён в 1920 г., автор проекта В. Назарин) и деревянная Никольская церковь (1907 г.)» [14]. Но всё это было уже после экспедиций Анучина.

На первых километрах своего течения Волга проходит через два небольших озера: Малые Верхиты и Большие Верхиты (Анучин называет их Малый Верхит и Большой Верхит). В научно-популярной статье о летней поездке 1890 г. Анучин пишет: «Мы решили пройти лесом до первого озера – Малого Верхита. Расстояние от истока до озера около 2½ вёрст, но идя лесом и обходя болото, его можно несколько сократить. Ручей скоро приобретает глубину около аршина, и местами вода струится в нём довольно быстро по камням. Далее он снова как бы разливается в болото, но в последнем можно всё-таки проследить узкое русло. Берега долины Волги здесь возвышенны… Напротив деревни Вороновой (ныне – Вороново) Волга принимает первый приток, ручей Пер-

Рис. 3. Озеро Большие Верхиты (верховья Волги).

сянку, который весной бывает, говорят, многоводнее Волги. Несколько далее Волга впадает в Малый Верхит – озеро округлённой формы, имеющее в окружности версты две, пространство которого определяют в 25 десятин. Берега его, покрытые лесом, топки и болотисты … Глубина озера в среднем около 1½–2 аршина, местами и глубже… . Вокруг озера растут ели, сосны и берёзы. Расстояние от места впадения Волги в Малый Верхит до выхода из него не менее 45 сажень [3, с. 136–137].

«Выйдя из Малого Верхита, Волга продолжает течь лесом, причём в русле её здесь много упавших деревьев, а затем после двух вёрст течения, впадает в Больший Верхит (рис. 3), занимающий пространство около 35 десятин, и из него выходит в конце, противоположном месту её впадения» [там же, с. 137]. Озеро Большие Верхиты окружено лесом и находится «в топких болотистых берегах» [2, с. 46], [5, с. 19].

Далее, как уточняет Анучин, в 7 верстах от истока [2, с. 45], Волга впадает в озеро Стерж, за которыми следуют Вселуг и Пено. Все эти три озера «следуют одно за другим в меридиональном направлении … и имеют удлинённую вытянутую форму» [5, с. 19].

Из книги Д.Н. Анучина [3] мы узнаём, что монастырём «Божье дело» (рис. 4) иначе называлась Новосоловецкая пустынь. Этот монастырь существовал до 1930-х гг. и располагался на острове Зосима и Савватия (или Малом Соловецком), находящемся посередине озера Вселуг, в самом широком его месте. Длина озера Вселуг достигает 14 вёрст, а наибольшая ширина – 4 версты [2, с. 47]. «Средняя глубина – 10 м. Озеро Вселуг лежит в котловине с пологими, постепенно поднимающимися берегами. Вселуг означает «вода на лугу» [7, с. 30].

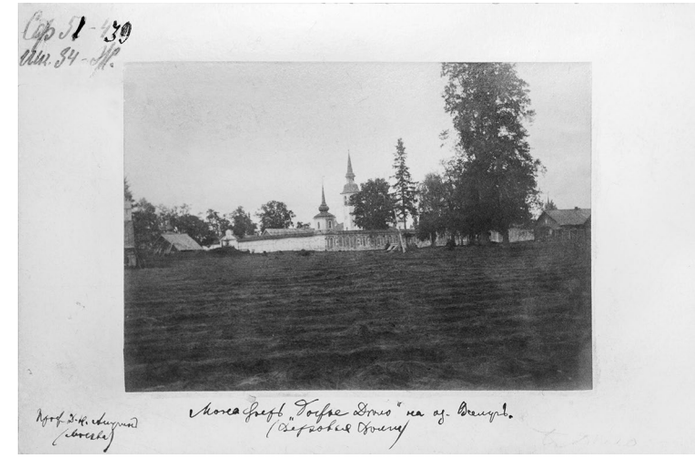


Рис 4. Монастырь «Божье дело» на озере Вселуг.

Ещё в 1817 г. Н.Я. Озерецковский отмечал, что название «Новосоловецкая пустынь» встречается только на географических картах, а народ называет пустынь «Дело Божье» [12]. В статье Д.Н. Анучина [3, с. 133–134] мы находим историю происхождения этого народного названия: «К названию сему подал повод некто отставной солдат, а другие приписывают какому-то монаху, который вздумал построить на сём пустом острове церковь, и не имея денег на уплату работникам, на требования их всегда отвечал: дело Божие. Между тем собирал деньги от подателей и уплачивал работникам, ко-

торые терпеливо трудились над делом Божьим и довершили церковь. С того времени и пустынь в народе слывёт Делом Божьим, так что многие из простых людей и не знают, что она пишется Новосоловецкою».

Вот как описывает этот остров Д.Н. Анучин: «Остров этот вытянут соответственно оси озера, подымается метра на 2–3 над водой и окружён мелкой полосой, довольно скоро понижающейся до 10 и более метров глубины. Подверженные действию волн, берега острова подмываются и обваливаются, что вызвало укрепление их в некоторых местах искусственной кладкою из крупных валунов, благо монахи могли найти последние в достаточном количестве в образующем остров валунном наносе» [2, с. 47].

Озеро Пено (рис. 5) – пятое (после озёр Малые и Большие Верхиты, Стерж, Вселуг) озеро, через которое проходит Волга. Вот что написано про него в путеводителе 1985 г.: «Длина – 10 км. Ширина – до 1,5 км. Средняя глубина 4 м ... Дно Пено плоское, илистое и вязкое» [7, с. 30]. А вот что писал про это озеро Анучин в 1897 г.: «Озеро Пёно имеет в длину около 8 вёрст, а в ширину до 1,25 версты» [2, с. 48]. Пено (местные жители говорят «Пёно») означает «узкое озеро» [7, с. 30].

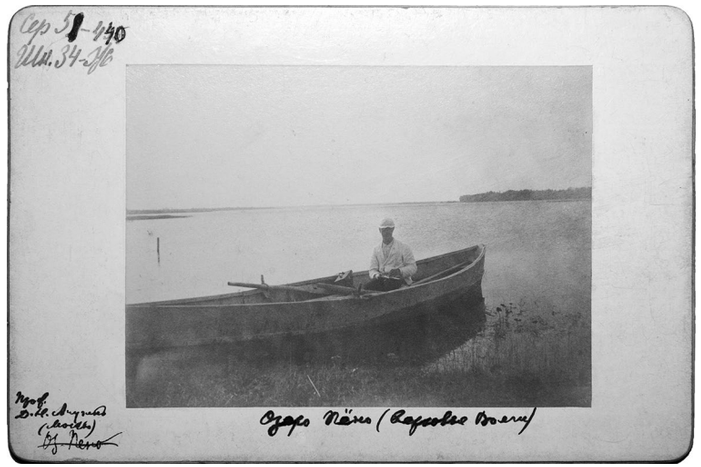


Рис. 5. Озеро Пено (верховье Волги).

На рис. 6 мы видим, что воды озера у берегов затопили лес. «Деревья ... отчасти стоят ещё у самой воды, отчасти уже погибли и сгнили в своей подводной части» [2, с. 49]. Такое повышение уровня воды объясняется подпором Верхневолжского бейшлота, а также тем, что берега озера низменны. Кое-где видны торчащие из воды чёрные пни, так называемые «карчи», – следствие того, что зимой местные жители, стоя на льду, вырубали деревья на дрова и для строительства временных дорог. По высоте пней можно судить об уровне снежного покрова в момент вырубки деревьев.

Верхневолжский бейшлот – первое на Волге (как по своему местонахождению, так и по времени строительства – 1843 г.) гидротехническое сооружение, предназначенное для поддержания более высокого уровня воды в верхней Волге. Бейшлот накапливает в половодье значительное количество воды, и это даёт ему возможность плавно подпитывать Волгу в меженный период.

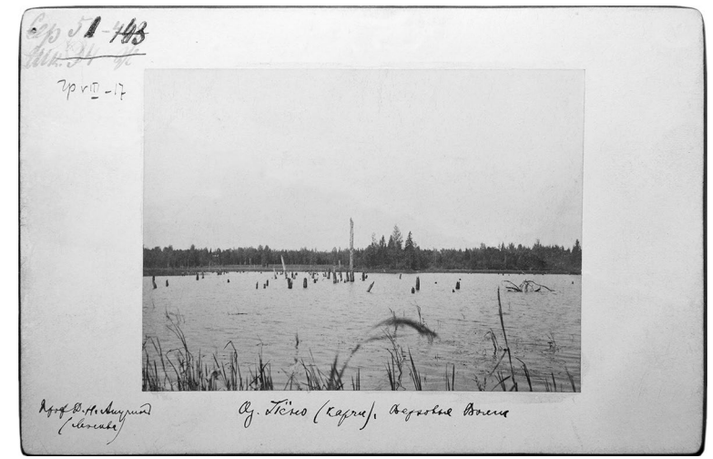


Рис. 6. Озеро Пено (карчи). Верховье Волги.

Верхневолжский бейшлот был сооружён в 5 км ниже места выхода Волги из озера Волго, примерно в 80 км от истока Волги. Строительство бейшлота привело к образованию Верхневолжского водохранилища, объединяющего в единый бассейн озёра Волго, Пено, Вселуг и Стерж.

На рис. 7 запечатлён общий вид Верхневолжского бейшлота «с его мостом, береговыми дамбами, четырьмя промежуточными устоями (быками) и пятью пролётами, в глубине которых видны стойки, между которыми в несколько рядов опускаются задерживающие воду деревянные щиты, они поднимаются канатами при помощи ворота (на рисунке видны его колёса)» [2, с. 51–52].

В 1941 г. бейшлот был взорван обороняющимися частями Красной армии. 17 апреля 1943 г. постановлением Государственного комитета обороны СССР № 3194 было

Рис 7. Верхневолжский бейшлот.

принято решение восстановить бейшлот на своем историческом месте. Летом 1943 г. он был восстановлен в бетонных конструкциях с поднятием уровня на один метр.

На рис. 8, дающем более детальное представление о Верхневолжском бейшлоте, мы видим один из его пролётов в момент пропуска через него плота. Вот как описывает устройство бейшлота Д.Н. Анучин: «Дно в пролёте сделано наклонным и представляет собой деревянный пол (флюбет, в просторечии – лоток), оканчивающийся у его верхнего конца порогом (фахбаумом). Через порог по наклонному полу вода пробегает быстро, шумя и волнуясь. На рисунке видно, как в глубине пролёта к нему подведён гонок, который уже подошёл к порогу и готовится ринуться по флюбету. Быстро пролетая по лотку, плот обыкновенно погружается передним своим концом в воду, потом вынырнет, долго кружится и плывёт далее; часто при этом он разбивается и отдельные части его ловятся гонщиками далее, в спокойной части реки. Ниже бейшлота падающая вода вырыла в дне глубокий омут» [2, с. 52].

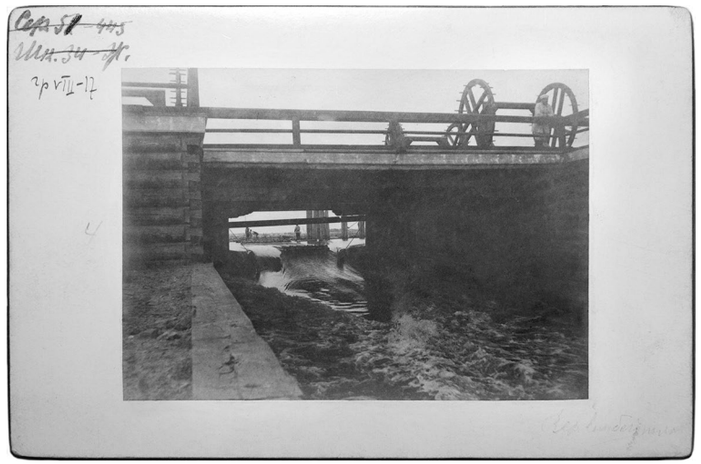


Рис. 8. Верхневолжский бейшлот (фрагмент).

Далее Анучин пишет о том, что в год через бейшлот пропускалось ранее до 300 тысяч плотов, а сейчас 500–600 тысяч. Прежде через бейшлот пропускались живорыбные лодки, но затем из-за риска пускать перестали. Теперь, дойдя с рыбой до бейшлота, её переносят в другую лодку.

На рис. 9 мы видим исток реки Западная Двина из озера Охват-Жаденье (ныне Охват). Река – на заднем плане, а на переднем – «мелкий конец озера и (правее) – болотистая низина с двумя челноками у берега» [2, с. 67; 5, с. 30].

Анучин писал про верховья Западной Двины: «Одним из важнейших здесь является озеро Охват-Жаденье (Тверская губерния, Осташковский уезд), принимающее в себя до 11 речек и выпускающее из себя Западную Двину. За начало последней принимается ручей, вытекающий из мохового болота, расположенного в даче удельного ведомства на водоразделе с Волгою» [5, с .27].

На рис. 10 мы видим место слияния трёх рек: Торопы, Западной Двины и Жижицы. Анучин отмечает, что в Западную Двину «впадает Торопа рядом с рекой Жижицей; впрочем, между устьями обеих рек имеется расстояние около 200 сажень. С правой

Рис. 9. Исток Западной Двины при озере Охват-Жаденье.

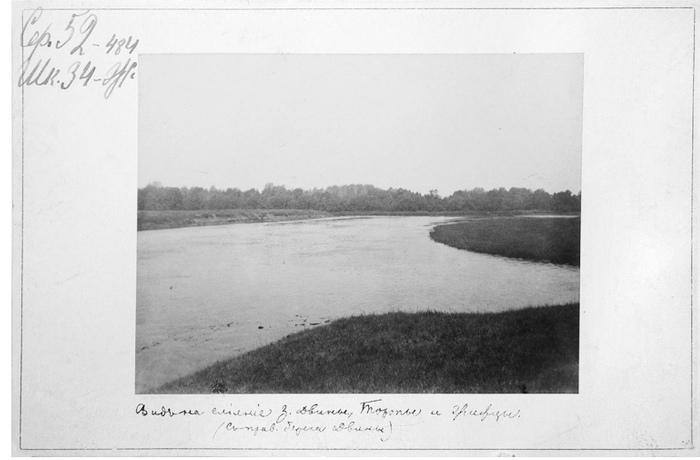


Рис. 10. Вид на слияние Торопы, Западной Двины и Жижицы.

стороны Торопы идут луга с рассеянными по ним дубовыми рощицами и отдельными деревьями, с левой – молодой лес; противоположный берег Двины – луговой. Весной, в половодье, вода повышается здесь на сажень, устья трёх рек сливаются в одно озеро …» [2, с. 82]. Анучин измерял ширину, глубину и течение во всех трёх реках дважды – 18.07.1894 и 21.07.1895.

Заключение. Экспедиции Д.Н. Анучина к истокам Волги и Западной Двины были частью экспедиции по исследованию источников главнейших рек Европейской России под руководством А.А. Тилло. В ходе экспедиций Анучина было собрано много ценных сведений по гидрографии рек и озёр: об истоках Волги и Западной Двины, о Верхневолжских озёрах, об имеющихся около них лесных насаждениях, рельефе местности, её геологическом строении, почвах, водоносных горизонтах. Были сдела-

ны выводы о важности озёр в верховьях Волги и Западной Двины для поддержания водности этих рек. Для этого в свою очередь необходимо сохранять соседние болота, ключи, озёра, а также лесные полосы по берегам рек. Полученные данные положили начало изучению использования водных ресурсов в государственном масштабе, послужили основой для разработки проектов освоения водных путей и ведения водного хозяйства, стали первыми шагами в налаживании будущего статистического учёта водных ресурсов как в части гидрологических и гидрогеологических характеристик, так и в области использования и охраны водных ресурсов, создания государственного водного кадастра.

К сожалению, объём журнальной статьи не позволяет разместить большую часть фотографий, сделанных в ходе экспедиций Анучина к истокам Волги и Западной Двины. Но даже незначительная часть снимков, рассмотренная в данной статье, даёт представление о значимости всей фотоколлекции Анучина для изучения истории различных географических регионов и научных экспедиций.

ЛИТЕРАТУРА

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

2. *Анучин Д.Н.* Верхневолжские озёра и верховья Западной Двины: рекогносцировки и исследования 1894–1895 гг. М.: Типо-лит. Т-ва «И.Н. Кушнеров и К°», 1897. 156 с.

3. *Анучин Д.Н.* Из поездки к истокам Днепра, Западной Двины и Волги // Северный вестник, 1891, № 8, отдел 1. С. 119–162.

4. *Анучин Д.Н.* Краткий предварительный отчёт по исследованиям верховьев Западной Двины и Волги. СПб.: Тип. и лит. К. Биркенфельда, 1896. 20 с.

5. *Анучин Д.Н.* Озёра области истоков Волги и верховьев Западной Двины: (По исслед. 1894–95 гг.). М.: Т-во тип. А.И. Мамонтова, 1898. 56 с.

6. *Анучин Д.Н.* Предварительный отчёт рекогносцировочной экспедиции 1894 г. по исследованию верховьев Западной Двины / [Соч.] профессора Д.Н. Анучина; Экспедиция по исследованию источников главнейших рек Европейской России. СПб.: Тип. М.М. Стасюлевича, 1894. 63 с.

7. Исаков В.З. Озеро Селигер. Путеводитель. М.: Профиздат, 1985. 224 с.

8. *Карпов Г.В.* Путь учёного. Очерки жизни, научной и общественной деятельности Д.Н. Анучина. М.: Гос. изд-во геогр. лит-ры, 1958. 344 с.

9. Летопись Московского университета. Сайт Аналитической службы МГУ. Раздел «Наши люди». Страница Дмитрия Николаевича Анучина (http://letopis.msu.ru/peoples/674).

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

11. Московский университет за 50 лет Советской власти / Гл. ред. И.Г. Петровский. М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1967. 760 с.

12. *Озерецковский Н.Я.* Путешествие на озеро Селигер. СПб: Тип. Императорской АН, 1817. 194 с.

13. *Озерова Н.А., Снытко В.А., Широкова В.А.* Экспедиция для исследования истоков главнейших рек Европейской России (1894–1902) // Известия РАН. Серия географическая. 2015, № 4. С. 113–127.

14. Официальный сайт Ольгинского женского монастыря (http://olginmonastery.ru).

15. *Рубакин Н.А.* Россия в цифрах: Страна. Народ. Сословия. Классы: Опыт стат. характеристики сословно-классового состава населения рус. государства / СПб: Изд-во «Вестн. знания» (В.В. Битнера), 1912. 216 с.

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

17. *Тихомиров Г.С.* Д.Н. Анучин – крупнейший русский географ, создатель русской университетской географической школы. Стенограмма публичной лекции Всесоюзного общества по распространению политических и научных знаний. М.: Правда, 1950. 32 с.

REFERENCES

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

2. Anuchin D.N. *The Upper Volga lakes and the Upper Zapadnaya Dvina: a reconnaissance and study of 1894-1895*. X, 156 p. (Moscow, 1897) (in Russian).

3. Anuchin D.N. From a journey to the sources of the Dnieper, the Zapadnaya Dvina and the Volga. *Severnyiy vestnik.* **8** (1), 119–192 (1891) (in Russian).

4. Anuchin D.N. *Brief preliminary report about the research of the Upper Zapadnaya Dvina and the Upper Volga*. 20 p. (St.-Peterburg, 1896) (in Russian).

5. Anuchin D.N. *Lakes of the Upper Volga and the Upper Zapadnaya Dvina region*. 56 p. (Moscow, 1898) (in Russian).

6. Anuchin D.N. *The preliminary report of the reconnaissance expedition of 1894 about the research of the Upper Zapadnaya Dvina*. 63 p. (St.-Peterburg, 1894) (in Russian).

7. Isakov V.Z. *Lake Seliger*. 224 p. (Moscow, 1985) (in Russian).

8. Karpov G.V. *The way of the scientist. Essays on life, scientific and public activities of D.N. Anuchin*. 344 p. (Moscow, 1958) (in Russian).

9. Annals of the Moscow University. The website of the Moscow State University Analytical service. Section «Our people». The web page of Dmitry Nikolayevich Anuchin (http://letopis.msu.ru/peoples/674) (in Russian).

10. Livantsova S.Yu., Dzhobadze T.F., Maksimov Yu.I. The study and cataloging of the photographic collection of Dmitry Anuchin at the Earth Sceience Museum. *Museum in the scientific and educational process.* P. 187–193 (Syktyvkar, 2015) (in Russian).

11. *Moscow University for 50 years of Soviet power* / Chief edited by I.G. Petrovsky. 760 p. (Moscow, 1967) (in Russian).

12. Ozeretskovskiy N.Ya. *Journey to Lake Seliger.* 194 p. (St.-Peterburg, 1817) (in Russian).

13. Ozerova N.A., Snytko V.A., Shirokova V.A. Expedition to explore the sources of the main Rivers of European Russia (1894–1902). *Izvestiya RAN. Seriya geographicheskaya*. **4**, 113–127 (2015) (in Russian).

14. Official website of the Olginsky nunnery (http://olginmonastery.ru) (in Russian).

15. Rubakin N.A. *Russia in Figures: Country. People. Estates. Classes: Experience stat. characteristics of the estate-class composition of the population.* State: (Based on the official and scientific research). 216 p. (St.-Peterburg, 1912) (in Russian).

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

17. Tihomirov G.S. D.N. *Anuchin is the great Russian geographer, the creator of the Russian university geographic school*. Shorthand record of the public lecture. 32 p. (Moscow, 1950) (in Russian).

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 629.7

МИР В 2017 ГОДУ ПО ПРОГНОЗУ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО (К 160-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ УЧЁНОГО)

Ю.И. Максимов, А.И. Кривичев[1]

17 сентября 2017 года исполнилось 160 лет со дня рождения выдающегося исследователя и учёного в области авиации и космонавтики – Константина Эдуардовича Циолковского. В настоящем сообщении основное внимание уделено прогнозам К.Э. Циолковского на 2017 год, сделанным им в научно-фантастической повести «Вне Земли».

Ключевые слова: *К.Э. Циолковский, научная фантастика, космонавтика, космический полёт, Земля, Луна.*

THE WORLD IN 2017 ACCORDING TO THE FORECAST OF K.E. TSIOLKOVSKY (ON THE 160th ANNIVERSARY OF THE SCIENTIST'S BIRTH)

Yu.I. Maksimov[1], A.I. Krivichev[2]
Lomonosov Moscow State University (Lomonosov Moscow State University
([1] Earth Sciences Museum, [2] Faculty of Economics)

September 17, 2017 marked the 160th anniversary of K.E. Tsiolkovsky, Russian and Soviet rocket scientist and pioneer of the astronautic theory. The article mostly aims at shedding light on Tsiolkovsky's scientific predictions for 2017, which the scientist made in his science fiction novel 'Out of the Earth' (1920). Among other facts the article compares the forecast world population size and its factual size as for 2017. The article also includes quotations of the first cosmonauts on Tsiolkovsky's predictions.

Keywords: *K.E. Tsiolkovsky, science fiction, astronautics, space flight, the Earth, the Moon.*

В сентябре 2017 года исполнилось 160 лет со дня рождения Константина Эдуардовича Циолковского – школьного учителя, мыслителя, гения, опередившего в своих философских размышлениях время.

[1] Максимов Юрий Игоревич – к.э.н., с.н.с. Музея землеведения МГУ, *deforestation75@mail.ru*; Кривичев Александр Иванович – к.э.н., н.с. экономического факультета МГУ им. Ломоносова, *krivichev@live.ru*.

Рисунок. Константин Эдуардович Циолковский (17.09.1857–19.09.1935) [2].

Константин Эдуардович Циолковский – великий русский учёный в области аэродинамики и изобретатель цельнометаллического дирижабля, заложил основы современной космонавтики. Значение открытий Циолковского для человечества огромно. Им предложена идея многоступенчатой ракеты, которая выводит на орбиту космические корабли и спутники, разработаны основы теории космических полётов. Его труды хранятся в архиве РАН. Личный архив К.Э. Циолковского представляет собой 5 описей, содержащих 1979 дел, включающих 31 680 листов [2]. Причём третью часть архива составляют работы философского содержания.

Некоторые произведения учёного облечены в форму научно-фантастического повествования. В 1920 г. в Калуге вышла в свет научно-фантастическая повесть К.Э. Циолковского «Вне Земли», в которой он обосновал научную программу подготовки и осуществления межпланетных путешествий. В повести изображён коллектив учёных, инженеров и изобретателей из различных стран: француз Лаплас, англичанин Ньютон, немец Гельмгольц, американец Франклин, итальянец Галилей, русский Иванов, швед Норденшельд. В коллективе созданы все необходимые условия для работы над проектами реактивных космических кораблей. Повесть состоит из 58 глав; особый интерес вызывает глава «Состояние человечества в 2017 году», в которой рассказывается о том, какой могла бы стать планета: «На всей Земле было одно начало: конгресс, состоящий из выборных представителей от всех государств. Он существовал уже более 70 лет и решал все вопросы, касающиеся человечества. Войны были невозможны. Недоразумения между народами улаживались мирным путем. Армии были очень ограничены. Скорее это были армии труда. Население при довольно счастливых условиях в последние сто лет утроилось. Торговля, техника, искусство, земледелие достигли значительного успеха. Громадные металлические дирижабли, поднимающие тысячи тонн, сделали сообщение и транспорт товаров удобными и дешёвыми.

В особенности были благодетельны самые громадные воздушные корабли, сплавлявшие по течению ветра почти даром недорогие грузы, как дерево, уголь, металлы и т. п. Аэропланы служили для особенно быстрых передвижений небольшого числа пассажиров или драгоценных грузов; употребительнее всего были аэропланы для одного или двух человек.

Мирно шествовало человечество по пути прогресса. Однако быстрый рост населения заставлял задумываться всех мыслящих людей и правителей» [4, с. 85].

Интересно привести высказывания первых космонавтов об этой повести Циолковского.

На четвёртый день после возвращения из своего исторического полёта Юрий Гагарин, отвечая на вопросы журналистов на пресс-конференции в Московском доме учёных, сказал следующее: «В книге Циолковского очень хорошо описаны факторы космического полёта, и те факторы, с которыми я встретился, почти не отличались от его описания» [1, с. 312].

Мнение лётчика-космонавта Германа Титова мы находим на страницах его документальной повести «Голубая моя планета»: «Мы зачитывались в свободные часы научно-фантастическими повестями, и, пожалуй, наибольшее удовольствие получили от книги К.Э. Циолковского «Вне Земли». Удивительная книга! Константин Эдуардович как никто ясно представлял себе мир, который открывается человеку, поднявшемуся в космос. Интересна судьба самой книги. Она была задумана Циолковским еще в 1896 году, и тогда Константин Эдуардович написал несколько глав. Вернулся он к ней через двадцать лет. Впервые она была напечатана полностью лишь в 1920 году. Это научно-фантастическая повесть, время действия в которой автором определено 2017 годом, спустя столетие после Великого Октября. Группа учёных, построив космические корабли, отправляется в путешествие сначала вокруг Земли, затем на Луну и, наконец, завершает полёт в пределах Солнечной системы. Подробно и живо рассказывает автор об условиях полёта и жизни в ракете, о «колониях» на искусственных спутниках Земли, о посещении Луны и астероидов. Многое в этой повести нам, космонавтам, казалось не фантастическим, а реальным, близким и знакомым – так точно сумел великий русский учёный предвидеть будущее» [3, с. 47].

Многое из того, что предсказывал К.Э. Циолковский в повести «Вне Земли», сбылось значительно раньше, чем в 2017 году: например, полёт Юрия Гагарина 12 апреля 1961 года вокруг Земли, полёт на Луну американских астронавтов 16–24 июля 1969 года, создание Организации Объединённых Наций в 1945 году.

Отметим, что указанная К.Э. Циолковским прогнозная численность населения нашей планеты в 2017 году оказалась примерно на 2,15 миллиарда человек меньше фактической[2]. В то же время отдельные факты Циолковский смог предсказать точно: продолжительность полёта до Луны и количество членов экипажа; своеобразные движения человека по поверхности Луны; то, что первая лунная экспедиция при возвращении на Землю не приземлится, а приводнится.

Циолковский поразительно правильно, с множеством подробностей описал явление невесомости, вид Земли из космического корабля в виде чаши; он разработал эскизы скафандра космонавта.

Но многие предсказания Циолковского ещё ждут своего исполнения: оранжерея на борту космического корабля, обеспечивающая питание космонавтов; телеграфирование солнечным светом и – самое главное – жизнь без войн, о которой мечтал учёный.

[2] Население Земли в 1913 г. составляло 1 791 091 000 чел. [5, с. 636], в 1920 г. – 1 888 034 127 чел. (по данным Нидерландского агентства по оценке состояния окружающей среды). Можно посчитать средний темп прироста в год: (1 888 034 127 – 1 791 091 000) : 7 = 13 849 018 чел. Следовательно, в 1917 г. население Земли составляло 1 791 091 000 + 13 849 018 × 4 = 1 846 487 072 чел. Это означает, что по прогнозу К.Э. Циолковского, который он дал в повести «Вне Земли» [4], численность населения Земли в 2017 г. оценивалась им примерно в 5,54 млрд чел. В реальности в июле 2017 г. она составила около 7,55 млрд чел. [6]»

ЛИТЕРАТУРА

1. *Данилкин Л.А.* Юрий Гагарин. М.: Молодая гвардия, 2011. 512 с. (Жизнь замечательных людей: сер. биогр.; вып. 1300).

2. Космическая философия. Книги, статьи, машинопись, рукописи, письма К.Э. Циолковского (http://tsiolkovsky.org/ru/nauchnoe-nasledie)

3. *Титов Г.С.* Голубая моя планета: Документальная повесть // Роман-газета, 1972, № 24 (718). 96 с.

4. *Циолковский К.Э.* Вне Земли: Научно-фантастическая повесть. М.: Изд-во АН СССР, 1958. 144 с.

5. Maddison, Angus. The World Economy. Paris, OECD, 2003. 654 p.

6. World Population Prospects The 2017 Revision Key Findings and Advance Tables https://esa.un.org/unpd/wpp/.

REFERENCES

1. Danilkin L.A. Yuri Gagarin. 512 p. (Moscow: Molodaja gvardija, 2011) (in Russian).

2. Space philosophy. Books, articles, typescript, manuscripts, letters of KE. Tsiolkovsky (http://tsiolkovsky.org/ru/nauchnoe-nasledie) (in Russian)

3. Titov G.S. Blue is my planet: the Documentary story. 96 p. Roman-Gazeta. 24 (718).(1972) (in Russian)

4. Tsiolkovsky K.E. Beyond the Earth: a science fiction novel. 144 p. Moscow.: AN SSSR, (1958) (in Russian)

5. Maddison, Angus. The World Economy. Paris, OECD, 2003. 654 p.

6. World Population Prospects The 2017 Revision Key Findings and Advance Tables https://esa.un.org/unpd/wpp/.

ХРОНИКА. СОБЫТИЯ

70 лет профессору Николаю Николаевичу Марфенину.

1 ноября 2017 г. исполнилось 70 лет со дня рождения Николая Николаевича Марфенина – доктора биологических наук, профессора биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, руководителя регулярного межвузовского семинара в Музее землеведения МГУ «Методология образования для устойчивого развития».

Научно-педагогическая деятельность Николая Николаевича неразрывно связана с Московским государственным университетом, исследованием целостности биологических систем и охраной природы. Закончив известную физико-математическую школу № 2 в Москве, он поступил в 1965 г. на биолого-почвенный факультет МГУ ради специализации по биофизике, но на третьем курсе перешел на кафедру зоологии беспозвоночных, привлекшую его необъятным разнообразием животных. Одновременно он вступил в Дружину по охране природы. Свой интерес к целостности биологических систем Николай Николаевич проявил в двух научных направлениях: исследовании колониальных гидроидов и изучении реакции лесных экосистем на рекреационное воздействие. Его целеустремленность и самостоятельность были замечены на факультете, так что Учёный совет разрешил Николаю Николаевичу обучаться по индивидуальному плану, им же составленному, в котором сочетались спецкурсы нескольких кафедр.

В 1970 г., окончив с отличием Биологический факультет МГУ, он продолжил обучение в аспирантуре кафедры зоологии беспозвоночных и в 1974 г. защитил диссертацию на тему «Интеграция колонии на примере гидроидного полипа *Dynamena pumila*». Одновременно в 1971 и 1972 гг. он организовал две студенческих экспедиции для комплексного исследования воздействия массового туризма на леса. Их результаты нашли отражение в двух сборниках и одной монографии «Рекреационные леса» (Казанская Н.С., Ланина В.В., Марфенин Н.Н., 1977). В те же годы Николай Николаевич Марфенин приложил немало сил для организации в МГУ «Молодёжного совета по охране природы» (с 1972), распространившему опыт Дружины по охране природы на других факультетах МГУ, и был его председателем вплоть до 1980 г. С 1973 г. Н.Н. Марфенин стал младшим научным сотрудником кафедры зоологии беспозвоночных биофака МГУ, в 1974 г. назначен начальником научной экспедиции на НИС «Московский университет-2» в Северную Атлантику, а с 1975 г. был включён в состав Научного совета МГУ по Комплексному изучению Мирового океана. По его инициативе началась подготовка к проведению первой на биофаке экспедиции по изучению микроструктуры коралловых рифов, которая состоялась в 1980 г. После успешной научной стажировки в Австралии в 1979 г. Н.Н. Марфенин стал старшим научным сотрудником и продолжил исследования биологии гидроидов. В 1986 г. он защитил докторскую диссертацию на тему «Колониальная организация у гидроидов», а в 1993 г. вышли две монографии: «Феномен колониальности» и «Функциональная морфология колониальных гидроидов».

В тот же период Николай Николаевич приступил к разработке современного учебного курса по охране природы, который он читал в Экоцентре МГУ им. М.В. Ломоносова для сотрудников формирующихся подразделений Государственного комитета СССР по охране природы. В период с 1989 по 1993 гг. Н.Н. Марфенин был соорганизатором советско-американской программы обмена студенческими группами для углубленного изучения экологии и охраны природы. В США группы советских студентов и преподавателей принимал старейший вуз страны Dartmouth College, а со стороны СССР – МГУ. Приобретённый опыт и знания в дартмутской программе позволили в дальнейшем принять предложение возглавить зарождающийся экологический факультет одного из первых негосударственных вузов страны.

С 1993 по 2011 гг. Николай Николаевич Марфенин по совместительству декан экологического факультета Международного независимого эколого-политологического университета (с 2010 г. – Академия МНЭПУ) и руководитель Центра теоретического анализа экологических проблем МНЭПУ, автор и редактор проекта Аналитического ежегодника «Россия в окружающем мире» (издавался с 1998 по 2011 гг.).

Подготовка специалистов по новому для нашей страны направлению «экология и природопользование» потребовала разработки образовательных стандартов, и Николай Николаевич принял предложение включиться в работу сформированного в 1994 г. Учебно-методического Совета по экологии и устойчивому развитию УМО по классическому университетскому образованию, где принял самое деятельное участие в разработке первых образовательных стандартов, используя свой опыт, полученный в дартмутской программе и руководстве факультетом в МНЭПУ. В 2001 г. эта работа была отмечена Премией Правительства РФ «За разработку системы экологического образования в университетах России», в том же году ему присвоено звание и вручена медаль «Зелёный человек года». В июне 2005 г. в Государственной Думе РФ Н.Н. Марфенину вручена Премия «Экомир» за выпуск ежегодника «Россия в окружающем мире».

В мае 2010 г. Николай Николаевич выступил инициатором создания регулярного межвузовского семинара в Музее землеведения МГУ «Методология образования для устойчивого развития» (8 заседаний в год), которым успешно руководит до настоящего времени.

Николай Николаевич Марфенин является автором более 300 научных и научно-методических работ, в том числе классического университетского учебника «Устойчивое развитие человечества» (Изд-во МГУ, 2006) и учебника «Экология» (Изд. дом «Академия», 2011), а также книг «Влияние приливных электростанций на окружающую среду» (Изд-во МГУ, 1995), «Экокультура: в поисках выхода из экологического кризиса. Хрестоматия по курсу охраны окружающей среды» (Изд-во МНЭПУ, 1998),

«Иллюстрированный атлас беспозвоночных Белого моря» (Т-во научных изданий КМК, 2010).

Николая Николаевича отличает инициатива и творческий подход к педагогической деятельности. Большой преподавательский опыт и глубокая убеждённость в силе электронного обучения позволили ему одному из первых преподавателей в МГУ им. М.В. Ломоносова создать онлайн-курс «Современные экологические проблемы и устойчивое развитие» или «Экология для всех» (2014 г.), который размещён на Национальной платформе «Открытое образование», работающей при поддержке Министерства образования и науки РФ. Ежегодное количество слушателей курса достигает 5–6 тысяч человек по всей стране.

Знаменательно, что свой юбилей Николай Николаевич Марфенин отмечает в Год экологии в России, так как значительная часть его преподавательской, научной и организационной деятельности были направлены на подготовку специалистов-экологов, способных комплексно решать сложные экологические проблемы.

Л.В. Попова

100 лет со дня рождения Георгия Константиновича Скрябина.

17 сентября 2017 г. исполнилось 100 лет со дня рождения крупного советского микробиолога и организатора науки, лидера развития промышленной микробиологии в СССР, академика ВАСХНИЛ и АН СССР, представителя знаменитой династии биологов Георгия Константиновича Скрябина (1917–89).

Г.К. Скрябин родился в Петрограде в семье замечательного учёного, основоположника гельминтологии в СССР Константина Ивановича Скрябина. По окончании Московской ветеринарной академии (1941), Казанского ветеринарного института им. Н.Э. Баумана (1942), а в послевоенные годы аспирантуры, Георгий Константинович с 1949 г. и до конца жизни работал в Институте микробиологии АН СССР в Москве. Его учителем был выдающийся микробиолог Николай Александрович Красильников, один из основоположников почвенной микробиологии в СССР, известный исследователь актиномицетов, автор пионерных работ в области изучения взаимоотношений между микроорганизмами и исследования роли антибиотиков.

Не случайно первые научные работы Г.К. Скрябина относились к такому перспективному и важному в научном и практическом отношении направлению как получение антибиотиков и других биологически активных веществ. Им был описан антивирусный и антифаговый антибиотик вирусин, антивирусный антибиотик виоларин, внедрён в практику стимулятор роста сельскохозяйственных животных гризин, разработан метод получения гормона растений гиббереллина. Работы по антибиотикам были продолжены Скрябиным во время стажировки в США (1957–58 гг.) в лаборатории всемирно известного учёного, лауреата Нобелевской премии за открытие стрептомицина С.А. Ваксмана. Однако главным итогом стажировки стало развитие нового направления, ставшего ведущим в жизни Г.К. Скрябина, а именно, изучения трансформации микроорганизмами стероидов и получения стероидных

препаратов.

Под руководством Г.К. Скрябина были проведены работы по изысканию в природе микроорганизмов, осуществляющих трансформацию стероидов, выяснению механизмов и регуляции этого процесса, а также по созданию регламентов микробиологических методов получения гидрокортизона и ряда других стероидных препаратов и непосредственного внедрения их в промышленность.

Первоначально исследования стероидов проводились совместными усилиями сотрудников Института микробиологии АН СССР, Всесоюзного научно-исследовательского химико-фармацевтического института, МГУ им. М.В. Ломоносова, заводов им. Л.Я. Карпова и «Акрихин». В дальнейшем они были продолжены в организованном под руководством Г.К. Скрябина в г. Пущино Институте биохимии и физиологии микроорганизмов АН СССР (сегодня ИБФМ РАН им. Г.К. Скрябина). В начале 1970-х годов по инициативе Г.К. Скрябина в ИБФМ были начаты эксперименты по иммобилизации клеток микроорганизмов, что стало впоследствии крупным научно-практическим направлением в микробиологии.

К важным направлениям исследований Г.К. Скрябина, имевшим общегосударственное значение, относится также разработка методов выращивания микроорганизмов на углеводородах нефти и получения белковых препаратов, обогащённых витаминами и аминокислотами.

С 1962 г., помимо работы в Институте микробиологии, Г.К. Скрябин был заместителем директора-организатора ИБФМ, а в 1967–89 гг. – директором этого института. Одновременно в 1967–75 гг. он возглавлял Научный центр биологических исследований Академии наук СССР в Пущино. В течение многих лет (1971–88) Г.К. Скрябин был главным учёным секретарём Президиума АН СССР, а в последние годы жизни (1985–89) – президентом Всесоюзного микробиологического общества.

Н.Н. Колотилова

Памяти И.А. Двигубского.

29 июля 2017 г. в Кашире, в День города, рядом с краеведческим музеем состоялось торжественное открытие бронзового бюста ректору Московского Императорского университета, учёному-энциклопедисту, автору многих учебников по естествознанию, замечательному знатоку подмосковной флоры Ивану Алексеевичу Двигубскому (1771–1839). Работа по увековечиванию в Кашире памяти И.А. Двигубского была начата в 2008 г. по инициативе ректора МГУ имени М.В. Ломоносова академика Виктора Антоновича Садовничего. Эту инициативу горячо поддержали жители и администрация города Кашира.

На открытии памятника присутствовали: глава городского округа Каширы А.П. Спасский, советник ректората МГУ В.Т. Трофимов, директор Музея землеведения МГУ А.В. Смуров, автор памятника – скульптор В.И. Кириллов, сотрудники Московского университета и краеведческого музея, жители г. Кашира.

Будущий ректор Московского университета и естествоиспытатель Иван Алексеевич Двигубский родился в уездном городе Короче Курской губернии в 1771 г. Учёбу начал в Харьковском коллегиуме, где по окончании обучения читал лекции по риторике. В 1793 г. И.А. Двигубский поступил на медицинский факультет Московского университета, курс которого окончил в 1796 г. с золотой медалью, после чего был оставлен в университете. В 1802 г. Иван Алексеевич защитил докторскую диссертацию. Четыре года он провёл в командировке за границей: слушал лекции в Париже, Геттингене,

У бюста И.А. Двигубскому в Кашире (слева направо): В.Т. Трофимов, В.И. Кириллов, А.В. Смуров.

Вене, вёл экспериментальную работу в лабораториях.

И.А. Двигубский составил первый определитель дикорастущей флоры Московской губернии (1828) и определитель отечественных лекарственных растений в 4-х частях (1828–38). Ему принадлежит первая попытка полного описания русской фауны. Он же написал один из первых русских учебников физики. В течение десяти лет (1820–30) в Москве выходил журнал «Новый магазин естественной истории, физики и сведений экономических, издаваемый Иваном Двигубским», который знакомил с новейшими достижениями мировой науки. С 1826 по 1833 гг. И.А. Двигубского избирали ректором Московского университета. В 1833 г., когда он из-за болезни вышел в отставку, совет университета избрал его почётным профессором.

Оставив из-за болезни университет, действительный статский советник И.А. Двигубский уехал из Москвы и поселился близ Каширы в своей усадьбе Зендиково. После 37 лет работы в университете Иван Алексеевич не охладел к науке и продолжал увлечённо работать над составлением разнообразных руководств по сельскому хозяйству. В итоге его труды составили 12-ти томное издание – «Лексикон городского и сельского хозяйства, содержащий собрание по азбучному порядку общих и частных сведений, открытий и улучшений во всех отраслях сельского хозяйства, как-то: в земледелии, огородничестве, садоводстве». Занимался Иван Алексеевич и своим усадебным хозяйством. Великолепный парк с каскадом прудов, большой яблоневый сад, имевший промышленное значение, просуществовали практически до наших дней. Иван Алексеевич Двигубский умер 30 декабря 1839 г. и был похоронен на каширском городском кладбище вблизи церкви Великомученика Никиты.

Т.Г. Смурова

Выставка «Две даты в жизни Московского университета: 1911/1917. Возвращение».

В 2017 г. мы отмечаем столетие двух крупнейших событий в истории России – Февральской и Октябрьской революций. Не обсуждая другие вопросы истории, напомним, что именно Февральская революция позволила вернуться в Московский университет профессорам и преподавателям, которые покинули его в 1911 г. в знак протеста против реакционных действий Министерства народного просвещения во главе с

Л.А. Кассо. Событиям 1911 и 1917 гг., добровольной отставке и возвращению профессоров Московского университета посвящена небольшая выставка «Две даты в жизни Московского университета: 1911/1917 гг. Возвращение», которая была открыта в Музее землеведения МГУ 30 октября 2017 г. (авторы Н.Н. Колотилова, И.А. Исаев, В.В. Снакин). На ней представлены портреты и краткие биографии профессоров и преподавателей, вернувшихся в Московский университет после Февральской революции, фотографии некоторых документов эпохи. Отдельное внимание уделено судьбам двух выборных ректоров университета, М.А. Мензбира и М.М. Новикова. Выставка будет действовать до конца января 2018 г.

Н.Н. Колотилова

XII Международная Ландшафтная конференция.

В городах Тюмень и Тобольск с 22 по 27 августа 2017 г. прошла XII Международная Ландшафтная конференция «Теория, методы, ландшафтно-экологическое обеспечение природопользования и устойчивого развития».

История Ландшафтных совещаний и конференций насчитывает уже более 60 лет. В годы становления отечественного ландшафтоведения они, начиная с 1955 г., регулярно проводились в городах Советского Союза, где формировались ландшафтные школы – Москве, Ленинграде, Тбилиси, Иркутске, Риге, Львове, Воронеже и др.

С момента проведения XI Международной Ландшафтной конференции на географическом факультете МГУ им. М.В. Ломоносова прошло уже 11 лет, за которые в науке о ландшафтах произошло много изменений, поэтому 12-й форум предоставил возможность осветить новые направления и познакомить географическое сообщество с современными подходами к исследованиям.

Конференция, проходившая в Институте наук о Земле Тюменского государствен-

Участники Ландшафтной конференции в частном ландшафтном парке г. Тобольска.

ного университета, собрала исследователей из России, Германии, США, Польши, Эквадора и др. стран.

Форум ландшафтоведов открылся серией докладов «Общие вопросы, теория и методология науки о ландшафте», авторы которых обращались к формированию национального ландшафта региона, концепции геосистем в современном ландшафтоведении, структурно-функциональному анализу ландшафта как основы территориального планирования, проблемам науки о ландшафте XXI века, решённым и нерешённым проблемам в ландшафтоведении.

На секции «Методы и модели в ландшафтоведении» докладчики затронули аспекты моделирования природных процессов и явлений, урболандшафтов, влияния концентрации углекислого газа на фотосинтез и т. д. Авторы поднимали проблемы экстраполяции результатов стационарных исследований на ландшафты, оценки продуктивности лесных экосистем и роли морфометрических характеристик ландшафта, выявления факторов местообитания в городе на основе дистанционной информации и ЦМР и др.

В ходе работы секции «Структура и картографирование ландшафтов» авторы освещали как региональные аспекты картографирования на основе ГИС – изменения городских и лесных ландшафтов Липецка, геосистем Юго-Восточного Прибайкалья, естественных ПТК центральной части дельты Волги и т. д., так и оригинальные подходы к построению карт – использованию картосемиотического метода для картографирования горных геосистем, динамики ландшафтного покрова на основе данных ДЗЗ.

Секция «Динамика, функционирование и эволюция ландшафтов» отличалась наибольшим тематическим разнообразием. Авторы, обратившиеся к геохимическим аспектам ландшафтных исследований, посвятили доклады геохимическим аномалиям Ямало-Ненецкого округа, микроэлементному составу почв и растений юга Тюменской области, закономерностям распределения ^{137}Cs в опольях и полесьях Брянщины, биогеохимическим процессам в современных степях.

Исследователи, которые представили сообщения о влиянии климата на динамику ландшафтов, обратились к темам особенностей внутривековой динамики мерзлотных геосистем севера Западной Сибири, климатической зависимости биоты на севере Тюменской области и др. вопросам.

Динамика и эволюция ландшафтов были отражены в докладах, посвящённых пойменным ландшафтам таёжных рек Западной Сибири, перспективам стационарных методов изучения динамики ландшафтов, сезонной динамике ландшафтов Свердловской области, хронологии изменения ландшафтов и гидролого-геоморфологических процессов в макроритмах четвертичного периода, влиянию экстремальных экзогенных процессов на ландшафты Центрального Кавказа.

На двух секциях, посвящённых ландшафтному планированию, авторы обращались к немецкому опыту территориального планирования городов и оценки экосистемных услуг рекреационных ландшафтов. Анализировались также ландшафтные роли на основе относительных региональных шкал, факторная структура и функции прибрежных геосистем Прибайкалья. Значительная часть докладов была посвящена туризму – оценке рекреационной нагрузки на различные территории, выявлению туристско-рекреационного потенциала. Кроме того, авторы обращались к темам охраны урбанистических ландшафтов и ландшафтному проектированию ООПТ.

На секции «Историческая и культурная ландшафтная география» весомую долю

составляли сообщения об агроландшафтах – их историко-геоэкологической концепции, опыте повышения экологической устойчивости, факторах изменения землепользования и его кризисной динамике. Обращались авторы и к теме городского ландшафта – спорам о нём в связи с пребыванием Эрнста Мая в СССР, ландшафтным условиям формирования древнерусских городов, ландшафтному строительству в Брюсселе и т. д. Кроме того, на этой секции было представлено «этническое направление» – доклады об этнорезерватах манси в бассейне Северной Сосьвы, маршрутах колонизации Сибири, её исторических ландшафтах, пространствах и образах, а также связанных с ландшафтом этнических особенностях русских и японцев.

На пленарном заседании была проведена специальная сессия Международной ассоциации ландшафтной экологии (IALE), на которой обсуждались ключевое значение ландшафтной экологии для концепции экосистемных услуг, пространственные инструменты ландшафтного планирования, опыт организации первого ландшафтного центра в Тихоокеанской России. Позже была образована Российская секция IALE, председателем которой избран А.В. Хорошев.

XII Ландшафтная конференция завершилась полевыми экскурсиями в национальный парк «Припышминские боры» с посещением исторической границы Европейской России и Сибири, на базу практик и отдыха ТюмГУ «Лукашино», в Тобольск – древнюю столицу Сибири и на Тобольскую биологическую станции РАН – бывший Нижнеиртышский стационар Института географии СО РАН им. В.Б. Сочавы.

В Тобольске участники форума прошли по экологической тропе, проложенной специалистами акционерного общества «Сибур» вблизи стройплощадки нефтехимического предприятия, и во время круглого стола обсудили экологическую политику компании.

В.А. Караваев

«Леса Евразии – Леса Поволжья» – XVII Международная конференция молодых учёных.

Международная Конференция «Леса Евразии – Леса Поволжья» (Казань, 2–6 октября 2017 г.) была посвящена 150-летию со дня рождения профессора Г.Ф. Морозова, 95-летию Казанского государственного аграрного университета и Году экологии в России. Организаторы конференции: Министерство образования и науки Российской Федерации, Министерство лесного хозяйства Республики Татарстан, Российская академия наук, Российский Фонд Фундаментальных Исследований, Казанский государственный аграрный университет, Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, Институт лесоведения РАН, Алтайский государственный аграрный университет, ООО «Инновации и высокие технологии МГУ», Восточно-Европейская лесная опытная станция.

На пленарном заседании были сделаны следующие доклады: «Вклад профессора Г.Ф. Морозова в лесоводство и естественные науки (М.Д. Мерзленко, П.Г. Мельник), «Высшее лесное образование в Татарстане: история, современность, перспективы» (Д.И. Файзрахманов), «Лесное хозяйство Республики Татарстан: основные направления деятельности, перспективы развития» (Э.Н. Бедертдинов), «Alexander von Humboldt Foundation and other German Foundations – Cooperation through Moscow German House of Science and Innovations (DWIH) (В.И. Тишков), «Possibilities of cryopreservation of

forest genetic resources (P. Chmierlarz, Польша), «Проблемы распознавания объектов лесного покрова при обработке гиперспектральных аэрокосмических изображений высокого пространственного разрешения (В.В. Козодёров).

Работа трёх параллельных секций включала устные и стендовые доклады. В частности, на секции «Экология и мониторинг леса» были представлены доклады Р.А. Ульданова, А.Т. Сабирова «Лесные биогеоценозы Правобережья р. Волга», Г.А. Галецкой, С.И. Завалишина «Возможности использования данных сверхлёгкого БПЛА в организации мониторинга земель», Р.З. Гибадуллина, З.Г. Хакимовой «Состояние зелёных насаждений города Казани», Ю.А. Голубева «Особенности реинтродукции Европейского зубра на северо-востоке Владимирской области», В.С. Карелиной, С.И. Завалишина, Л.В. Соколовой «Влияние типа почв на количество сеянцев сосны обыкновенной района дерново-подзолистых почв древних боровых террас р. Оби», А.А. Кочубея «Влияние пожаров и конкуренции мохового покрова на начальные этапы возобновления сосны на верховых болотах Западной Сибири», И.В. Токаревой, М.П. Прокушкиной, А.С. Прокушкина «Особенности содержания подвижных форм биогенных элементов в подстилках биогеоценозов криолитозоны Центральной Эвенкии», Ж.Г. Хлуденкова, Е.В. Кононцевой, М.М. Кухаревой «Использование ГИС при проведении лесопатологического мониторинга», Т.Ю. Черемновой, С.И. Завалишина, Д.И. Шауберта, О.А. Шевченко «Почвы мониторинговых площадок в придорожной лесополосе Правобережного тракта г. Барнаула», Ц. Чжао «Экологические тропы в национальных парках Китая», М.В. Шаровой, В.И. Шарова «Международные проекты в области охраны окружающей среды и изменения климата».

Были организованы научно-практические занятия в Арском лесничестве Татарстана с посещением лесных культур и питомников, а также научно-практические занятия в Волжско-Камском государственном природном биосферном заповеднике и Приволжском лесничестве с посещением водоохранных лесов Правобережья реки Волги. Проводились научно-практические занятия в Сабинском лесничестве – флагмане Республики Татарстан по реализации лесных проектов. Сабинское лесничество гордится тем, что на его территории находится единственный в Республике Татарстан Музей леса. Было организовано посещение Лесного селекционно-семеноводческого центра и ознакомление с лесоводственно-хозяйственной деятельностью Сабинского лесничества с посещением Музея истории Сабинского лесного хозяйства.

Культурная программа конференции включала посещение музейного комплекса Габдуллы Тукая (с. Новый Кырлай) и государственного историко-архитектурного и художественного музея-заповедника «Остров-град Свияжск».

В.В. Козодёров

Первый Российский микробиологический конгресс

17–18 октября 2017 г. состоялся I Российский микробиологический конгресс, в рамках которого был также проведен IV съезд Межрегионального Микробиологического общества (МОО «Микробиологическое общество»). Необходимость проведения данного научного форума назрела давно, ведь последний микробиологический съезд в нашей стране (VIII съезд Всесоюзного микробиологического общества в Алма-Ате) проводился в лишь 1985 г. Российский микробиологический конгресс был организован в одном из красивейших уголков Подмосковья, рядом с г. Пущино, на территории пригородного отеля «Царьград». Проведение конгресса было приурочено к знаменательной дате: 100-летию со дня рождения академика АН СССР Г.К. Скрябина

Участники Конгресса в «Царьграде». Фото Андрея Шутова.

(1917–89), крупного советского микробиолога и биотехнолога, организатора науки, основателя Института физиологии и биохимии микроорганизмов РАН, который сегодня носит его имя. Юбилею Г.К. Скрябина было посвящено одно из пленарных заседаний конгресса и доклад чл.-корр. РАН А.М. Боронина.

Программа конгресса[1] включала 50 устных (15 пленарных и 35 секционных) и 335 стендовых докладов, в заседаниях участвовало более 300 человек из разных городов России (Москвы, Пущино, Санкт-Петербурга, Саратова, Казани, Саранска, Воронежа, Краснодара, Томска, Перми, Иркутска, Улан-Уде и др.). Работа конгресса проходила по трём основным научным направлениям, традиционным для современной микробиологии: 1) Разнообразие и экология микроорганизмов, 2) Метаболизм и геномика микроорганизмов, 3) Микробные технологии. Наиболее широко были представлены исследования по филогении и систематике бактерий с помощью молекулярных методов (доклады С.Н. Дедыш, А.В. Марданова, И.В. Кубланова, Л.И. Евтушенко, Д.С. Груздева, С.Ю. Щеголева и др.), а также работы по экологии микроорганизмов, их роли в природных процессах и использованию в целях очистки и оздоровления окружающей среды (доклады Н.В. Пименова, И.А. Хмель, О.А. Кокшаровой, Т.И. Чернова, О.В. Карначук, И.Б. Ившиной, О.Н. Павловой, А.Н. Ножевниковой, Э.М. Карасёвой, Т.В. Хижняк и др.).

На заседании IV съезда Межрегионального микробиологического общества был заслушан доклад президента общества Е.А. Бонч-Осмоловской о ближайших и долгосрочных перспективах его работы и доклад Н.Н. Колотиловой об истории микробиологических обществ в России, а также утверждён состав Президиума и ревизионной комиссии общества. На заключительном заседании состоялось награждение молодых учёных – победителей конкурса за лучший стенд и подведены итоги работы конгресса.

Н.Н. Колотилова

[1] Материалы конгресса опубликованы в виде сборника: I-й Российский Микробиологический конгресс: Сборник тезисов / Под ред. Т.А. Решетиловой. М.: ООО ИД «Вода: химия и экология», 2017. 190 с. ISBN 978-5-9909335-1-4

КНИЖНОЕ ОБОЗРЕНИЕ

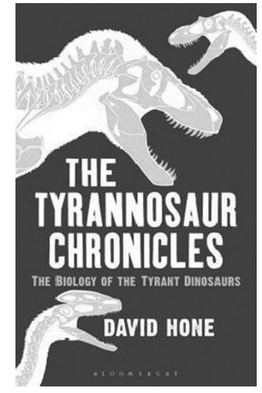
Йохан Идема. Как ходить в музей. Советы о том, как сделать посещение по-настоящему запоминающимся. М.: Ад Маргинем Пресс, 2016. 128 с.

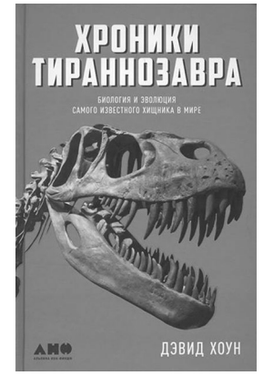
В рамках совместной издательской программы Музея современного искусства «Гараж» и ООО «Ад Маргинем Пресс» вышел в свет перевод блистательной книги известного голландского популяризатора искусства, арт-менеджера и музеолога Й. Идемы. Это издание адресовано не только тем, кто в сегодняшнее время обращается к столь востребованному теперь музейному пространству, т. е. к потребителям «музейных услуг». Оно актуально и для тех, кто связан с этим пространством профессионально – от музейного смотрителя и экскурсовода до хранителя ценностей и научного сотрудника, пишущего заумные тексты для научных журналов. Книга ставит самые простые (казалось бы!) вопросы перед музейными администраторами и директорами музеев: нужны ли в экспозиционных залах дополнительные стулья и кушетки для посетителей, разрешать ли им фотографировать уникальные экспонаты, как правильно составлять тексты для музейных табличек и этикеток? («Из-за ваших табличек я чувствую себя дураком» – заголовок одного из разделов книги).

Не оставлены без внимания и более фундаментальные проблемы и, в частности, – что такое музей? Собрание экспонатов в необычном архитектурном окружении? Или это некоммерческая организация, занимающаяся приобретением, хранением, исследованием и демонстрацией художественных произведений и памятников природы? Или же это могильный склеп для всех этих предметов? – точка зрения, популярная среди пессимистов и циников. Й. Идема в своей книге затрагивает также одну из самых животрепещущих для музейной педагогики тем – дети в музее (глава «Почему ваш ребенок самый лучший экскурсовод»). Красноречивая цитата: «Дети – идеальное противоядие против того подхода, который так часто практикуется в музеях – «делай вид, как будто тебе всё понятно».

Еще одна исключительно важная тема: как общаться с экскурсоводом? «Острый неожиданный вопрос увеличит бдительность вашего экскурсовода – да и остальных посетителей тоже – и добавит ответам остроумия и изобретательности». Текст книги изобилует яркими формулировками, нетривиальными идеями, цитатами известных личностей – от знаменитых автогонщиков до древнегреческих мыслителей. Вот ещё одна из них, посвящённая музейным смотрителям: «Чтобы справиться со всеми фотолюбителями, нарушителями правил проноса газировки и начинающими арт-критиками, смотрители должны обладать бдительностью полицейского и чуткостью воспитательницы в детском саду… Эти люди – настоящие глаза музея, и это наделяет их особой значимостью. Каждый день они становятся свидетелями наших восторгов, слёз или же скуки – они просто кладезь любопытных наблюдений… О чём бы вы ни спросили, вы наверняка обнаружите, что смотритель может дать вам как раз то, чего так часто не хватает в музее – общение и содержательный диалог…».

Обязательно найдите эту книгу, прочтите её! Это не займет много времени, но, несомненно, изменит ваше отношение к современным музеям и их экспозициям – будь то художественные коллекции, исторические артефакты или природные творения. В русском издании заголовок книги – «Как ходить в музей» – сформулирован шире и значительнее, чем в англоязычной версии («How to Visit an Art Museum») – дальновидный и очень правильный подход издателей и мастеров перевода. Спасибо за их труд и прекрасное оформление книги (ABCdesign).





***Дэвид Хоун.* Хроники тираннозавра: Биология и эволюция самого известного хищника в мире.** *Пер. с англ. М.: Альпина нонфикшн, 2017. 358 с.*

Кто такой тираннозавр? Это же элементарно! Вы нашли остатки черепа с D-образными предчелюстными зубами и сросшимися носовыми костями? Можете быть уверенными – это тираннозавр! И даже не думайте проводить кладистический анализ по найденным остаткам. Всё очень просто…

Разумеется, нужна весьма солидная подготовка, чтобы читать и извлекать пользу из книги Дэвида Хоуна. Без труда её смогут прочесть разве что практикующие медики, в особенности хирурги и патологоанатомы, поскольку прочные базовые знания по анатомии позвоночных читателю просто необходимы! Широкой же публике, интересующейся динозавровой тематикой и палеонтологическими небылицами в духе известных голливудских продуктов будет очень сложно воспринимать тексты, насыщенные хитроумной терминологией. Впрочем, сложные для усвоения главы, посвящённые морфологии теропод (с 6-й по 11-ю), можно пропустить и вернуться к ним позже, когда читатель ознакомится с интереснейшими подробностями всех сторон жизни этих динозавров. Чем они питались? Были (при своих габаритах) активными хищниками или преимущественно падальщиками? Как, где и на кого охотились? Могли ли они быстро передвигаться, чтобы эффективно преследовать выбранную жертву? Или были вынуждены проводить долгие часы в ночных засадах под покровом леса? Основываясь на имеющихся реконструкциях, Д. Хоун обсуждает самые интимные стороны физиологической жизни тираннозавров, включая даже такие подробности как техника спаривания, возможное наличие особых «копулятивных» органов и т. п. (Отметим, кстати, что эксперты издательства сочли возможным проиндексировать книгу информационным знаком 12+, резонно решив, что соответствующая информация «не эксплуатирует интерес к сексу»[1]).

Кто должен всё же обязательно прочесть эту замечательную книжку? В первую очередь – экскурсоводы естественнонаучных музеев. Им необходимо научиться внятно и обоснованно разъяснять своей аудитории основы биологии и эволюционной истории удивительных созданий – динозавров, очистить мозги интересующейся публики от чудовищной шелухи, которая тиражируется в СМИ и преследует утилитарные цели, далекие от благородных задач настоящей науки и музейного образования.

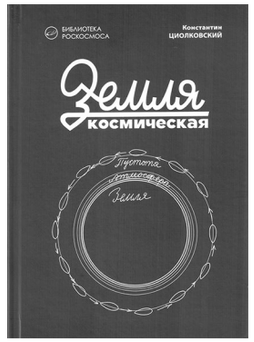
Рецензируемая книга исключительно важна также в общенаучном и образовательном плане. Из отечественных университетских учебников по биологии (а из школьных – тем более!), по-видимому, ещё не исчезли устаревшие представления об эволюционной таксономии с её традиционным толкованием увязки филогении с принципами выделения таксонов (печально известная «проблема парафилетических групп»). В книге Д. Хоуна наглядно продемонстрировано, что с точки зрения современной кладистики, противопоставляемой такому «патриархальному» подходу, динозавры, и особенно их интереснейшая разновидность – тероподы, отстоят гораздо дальше на эволюционном древе позвоночных от настоящих рептилий, чем от обычных современных птиц. Отсюда вполне закономерный вопрос: можно ли считать динозавров вымершими животными? И несколько обескураживающий ответ – пожалуй, что нет! Птицы – это

[1] Аннотация к Федеральному закону от 29.12.2010 № 436-ФЗ (http://base.garant.ru).

не кто иные, как научившиеся летать динозавры (пусть даже самые крупные из них не дожили до наших дней или были вынуждены кардинально изменить пищевую специализацию).

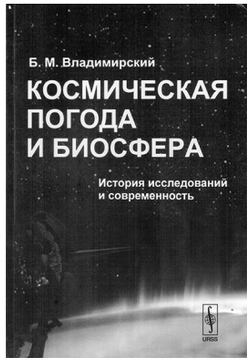
Погружение в научную литературу, справедливо отмечает Д. Хоун, – дело исключительно трудное. И поэтому его книга снабжена двумя раздельными списками литературы (раздел «Книги по теме»). Пять «общеобразовательных» (разумеется, англоязычных) работ, необходимых для дальнейшего ознакомления с более специальными текстами, и список из нескольких десятков дополнительных источников, охватывающих более чем столетний временной интервал изучения динозавров. Кроме этого – список онлайн-источников и список (неполный!) лучших, по мнению автора, мировых музеев с представительными материалами по тираннозаврам. По какому-то обидному недоразумению в него не попал Палеонтологический музей в Москве. И ещё – подробная библиография по морфологии и экологии тираннозавров, а также всех их предшественников и родственников.

Недостатки? Один единственный. Видимо, по экономическим соображениям иллюстративная часть переводной книги выглядит существенно беднее, чем в английском оригинале. Стоимость издания оказалась бы тогда абсолютно неподъёмной для российской читательской аудитории.



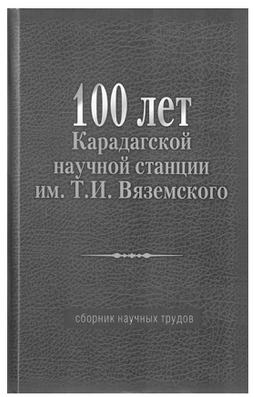
Циолковский К. **Земля космическая.** М.: Госкорпорация РОСКОСМОС, 2017. 356 с.

Вниманию читателя предлагается сборник избранных научно-фантастических произведений К.Э. Циолковского. Содержание сборника: «Вне Земли» (1920), «На Луне» (1893 г.), «Изменение относительной тяжести на Земле», «Жизнь в межзвездной среде», «Исследование мировых пространств реактивными приборами» (1911 г.), «Исследование мировых пространств реактивными приборами» (1926 г.), «Монизм Вселенной». Книга подготовлена государственной корпорацией РОСКОСМОС и приурочена к 160-летию со дня рождения великого русского учёного, основоположника мировой теоретической космонавтики и писателя-фантаста.



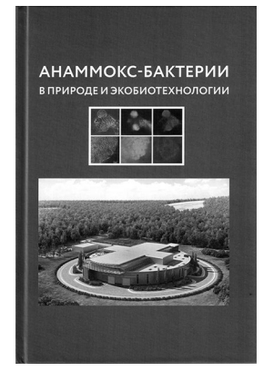
Владимирский Б.М. **Космическая погода и биосфера. История исследований и современность.** М.: ЛЕНАНД, 2017. 112 с.

В книге кратко изложена история изучения эффектов космической погоды. В исторической последовательности изложены важнейшие наблюдения и открытия, связанные с изучением космической погоды, в области медицины и физиологии, в различных разделах биологии, в физической химии, а также в гуманитарных дисциплинах. Эти открытия очень медленно складывались в общую картину из-за междисциплинарной разобщенности исследователей и неравномерного развития некоторых разделов знания, но в настоящее время механизмы влияния космической погоды на биосферу-ноосферу-техносферу в общем представляются понятными. Они изложены в заключительной части книги в виде обзора. В книге приводится список учёных, внесших весомый вклад с разработку проблем гелиобиологии и космофизики, и даны их краткие биографии.



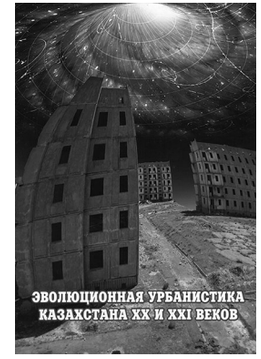
100 лет Карадагской научной станции им. Т.И. Вяземского: Сборник научных трудов / Под. ред. А.В. Гаевской, А.Л. Морозовой. Симферополь: Н.Орiанда, 2015. 768 с.

Сборник включает статьи и архивные материалы, отражающие историю возникновения и развития Карадагской биостанции в Крыму. Изложены результаты многолетнего мониторинга биоразнообразия и состояния морских и наземных экосистем юго-восточного Крыма, а также экспериментальных исследований в области экологической физиологии водных животных, биоакустики, биологии водорослей. Издание приурочено к 100-летнему юбилею Карадагской биостанции. Отмечена роль биостанции и Карадагского заповедника как очагов сохранения биоразнообразия в современных экологических условиях. Книга представляет интерес для специалистов в области заповедного дела и охраны окружающей среды, экологов, биологов, географов, геологов, историков науки, преподавателей и студентов естественнонаучных высших учебных заведений.



Ножевникова А.Н., Литти Ю.В., Бочкова Е.А., Зубов Г.М., Зубов М.Г. **Анаммокс бактерии в природе и экобиотехнологии:** Коллективная монография / Под ред. А.Н. Ножевниковой. М.: Университетская книга, 2017. 280 с.

В коллективной монографии сотрудников Института микробиологии им. С.Н. Виноградского Федерального исследовательского центра «Фундаментальные основы биотехнологии» РАН описаны уникальные свойства анаммокс-бактерий – новой группы микроорганизмов, открытой на рубеже XX–XXI веков. Эти бактерии осуществляют процесс, получивший название анаммокс: анаэробное окисление аммония нитритом с образованием молекулярного азота. Описаны особенности строения клеток анаммокс-бактерий, метаболизма, физиологии, экологии, их способность к образованию биоплёнок. Обсуждается роль анаммокс-бактерий в глобальном цикле азота. Описана биотехнология удаления азота из сточных вод с высоким содержанием органических веществ, в частности, иловых вод метатенков, стоков пищевой промышленности и производств химических удобрений. Особое место уделено развивающейся технологии очистки от азотных загрязнений городских сточных вод. Дан обзор мировой научной литературы о микробиологических, технологических и инженерных аспектах этой технологии, которая впервые была разработана и использована в России. Книга адресована научным работникам и специалистам, разрабатывающим технологии и системы очистки сточных вод с эффективным удалением азота. Может использоваться при подготовке студентов и аспирантов в области прикладной микробиологии, экобиотехнологии и охраны окружающей среды. Представляет интерес для работников коммунальных служб и природоохранных организаций.



Эволюционная урбанистика Казахстана XX и XXI веков: картографическое и сетевое моделирование, социально-демографическая динамика, экологическая история / Под ред. И.А. Яшкова, А.В. Иванова. М.: Университетская книга, 2017. 216 с.

Монография посвящена эволюции сети городских поселений Казахстана за временной интервал XX – начала XXI века и служит иллюстрацией сложных геополитических, социально-экономических, геоэколого-исторических, демографических и миграционных процессов, ареной которых является территория страны. За указанный более чем столетний период сеть городских поселений советской республики, а затем суверенного Казахстана была подвержена сильнейшим трансформациям. Развитие сети городских поселений иллюстрировано серией карт, источником информации для которых являются данные всесоюзных переписей населения и национальных переписей Казахстана за 1926–2009 гг., географических словарей, Большой советской энциклопедии, разновременных топографических карт и картографического сервера Google Maps. Отдельное внимание авторов привлекла возможность

применения теории сложных систем к статистическим и географическим данным, что позволило построить впервые для данного региона мира математические модели. В исследовании демонстрируются также наиболее показательные процессы развития сети городских поселений в аспекте экологической истории. Для широкого круга специалистов междисциплинарного уровня, в особенности географов, исследователей вопросов городского планирования и государственного управления, глобалистики и глобальной истории, а также представителей региональных и муниципальных властей.

Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2016 год / *Под. ред. д.г.н., проф. Г.М. Черногаевой*. М.: Росгидромет, 2017. 216 с.

В Обзоре рассматриваются состояние и загрязнение окружающей среды на территории Российской Федерации за 2016 г. по информации, полученной от территориальных подразделений Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Материалы к Обзору по компонентам природной среды подготовлены институтами Росгидромета: Главной геофизической обсерваторией им. А.И. Воейкова, Гидрохимическим институтом, Государственным океанографическим институтом им. Н.Н. Зубова, НПО «Тайфун», Институтом глобального климата и экологии Росгидромета и РАН, Государственным гидрологическим институтом, Гидрометцентром России, Центральной аэрологической обсерваторией, Институтом прикладной геофизики, Арктическим и Антарктическим научно-исследовательским институтом, Северо-Западным филиалом НПО «Тайфун», а также Центральным УГМС. Обобщение материалов выполнено ИГКЭ Росгидромета и РАН и Управлением мониторинга загрязнения окружающей среды, полярных и морских работ Росгидромета.

Представленные в Обзоре результаты регулярных наблюдений за загрязнением окружающей среды свидетельствуют, что на ряде территорий и акваторий страны по-прежнему сохраняются повышенные уровни загрязнения, обусловленные поступлением загрязняющих веществ в окружающую среду от объектов промышленности и энергетики, строительства и жилищно-коммунального хозяйства, транспорта, а также в ходе обращения с отходами производства и потребления. Это обусловлено отсутствием эффективного экономического механизма предотвращения загрязнения, стимулирующего субъекты хозяйствования сокращать выбросы и сбросы загрязняющих веществ в окружающую среду, а также ограниченными ресурсами, сдерживающими перевод объектов на работу по наилучшим доступным технологиям, а также внедрение современного пыле-газо- и водоочистного оборудования, установок и сооружений.

Обзор предназначен для широкой общественности, учёных и практиков природоохранной сферы деятельности и размещён на сайте Росгидромета в разделе «Продукция».

ZHIZN' ZEMLI
[THE LIFE OF THE EARTH]
Interdisciplinary Scientific and Practical Journal

TABLE OF CONTENTS

INTERACTION OF THE GEOSPHERES

Methane in the atmosphere: dynamics and sources. ***V.V. Snakin, A.V. Doronin, G. Freibergs, I. Sherbitskis, I.V. Vlasova, I.V. Chudovskaya*** (pp. 365–380)

The analysis of time responses of the near-surface air temperature (NSAT) to the perennial variability of the Earth's solar irradiance. ***V.M. Fedorov*** (pp. 381–391)

NATURAL SCIENCE MUSEOLOGY

Pyrite nodules from lower cretaceous sequences of the northern caucasus: investigation of latest museum collection. ***N.A. Gromalova, P.A. Chekhovich, S.M. Aksyonov, N.D. Nikishaeva*** (pp. 392–402)

Mysterious ignimbrites: their origin and texture and structural features. ***O.S. Berezner, K.A. Scripko*** (pp. 403–410)

MUSEUM EDUCATION

Environmental education in Russia: the informal sector contribution to environmental education. ***E.V. Kolesova*** (pp. 411–415)

NEWS OF MUSEUMS

The 50th anniversary of Tsiolkovsky State Museum of the History of Cosmonautics. ***N.A.Abakumova*** (pp. 416–421)

The exhibition 'Soviet tourist poster in 1920–1980s'. ***Yu.I. Maksimov*** (pp. 422–424)

The exhibition «60 years in Space». ***V.V. Snakin*** (pp. 425–428)

HISTORY OF SCIENCE

Expedition 'North Pole' and global classification of atmospheric circulation. ***N.K. Kononova*** (pp. 429–443)

Expeditions of D.N. Anuchin to the sources of the Volga and Zapadnaya Dvina in 1894–95 (through Photoarchive materials of the Earth Sciences Museum of MSU). ***T.F. Dzhobadze, Yu.I. Maksimov*** (pp. 444–457)

BRIEF COMMUNICATIONS

The world in 2017 according to the forecast of K.E. Tsiolkovsky (on the 160th anniversary of the scientist's birth). ***Yu.I. Maksimov1, A.I. Krivichev*** (pp. 458–461)

CHRONICLES. EVENTS

70th anniversary of Prof. Nikolay Nikolayevich Marfenin (***L.V. Popova***) (p. 462–464)

100th anniversary of G.K. Skryabin (***N.N. Kolotilova***) (p. 464–465)

To the memory of I.A. Dvigubsky (***T.G. Smurova***) (p. 465–466)

The exhibition "Two dates in the life of Moscow University: 1911/1917. Return" (***N.N. Kolotilova***) (p. 466–467)

XIIth International Landscape Conference (***V.A. Karavaev***) (p. 467–469)

XVIIth International Conference of Young Scientists «Forests of Eurasia – Forests of the Volga Region» (***V.V. Kozodyorov***) (p. 469–470)

The First Russian Congress on Microbiology (***N.N. Kolotilova***) (p. 470–471)

BOOK REVIEW (pp. 472–476)

TABLE OF CONTENTS (pp. 477–478)

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

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

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

Объём рукописи статьи не должен превышать 1 а. л. вместе со сносками, аннотациями и списком литературы (40 тыс. знаков, включая пробелы), для раздела «Краткие сообщения» – не более 0,25 а. л.

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

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

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

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

К рукописи прилагаются:

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

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

– список литературы на английском языке (references);

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

Более подробно правила для оформления статей опубликованы на сайте журнала *ZhiznZemli.mes.msu.ru*, где также можно познакомиться с предшествующими номерами журнала.

Рукописи рецензируются.

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

Публикуемые материалы могут не отражать точку зрения редакции.

Журнал включен в систему цитирования РИНЦ (договор 75-02/2017 от 15.02.2017)

Подписка на журнал **«Жизнь Земли»**

Подписной индекс: **Э39904**

Агентство «Книга-Сервис» и Агентство по распространению зарубежных изданий представляют интернет-магазин периодических изданий «Пресса по подписке».

На этом сайте Вы легко сможете оформить онлайн-подписку на журнал на 2018 год. Теперь не обязательно посещать отделение Почты России – Вы можете оформить подписку через Интернет по адресу: ***https://www.akc.ru/itm/z_hizn-zemli/***

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

Вы можете купить подписку на печатную версию журнала «Жизнь Земли» на 2018 год (период: от 3 месяцев). Стоимость подписки — от 774.00 руб. Доставка изданий производится почтовыми бандеролями по России. Для юридических лиц доступна курьерская доставка по Москве.

Жизнь Земли: Междисциплинарный научно-практический журнал.
Ж71 Т. 39, №4. — М.: Издательство Московского университета; МАКС Пресс, 2017. — 120 с.
ISSN 0514-7468
ISBN 978-5-317-05638-4

ББК 26.3

ЖИЗНЬ ЗЕМЛИ

Междисциплинарный научно-практический журнал

Том 39, №4
2017 г.

Издание Музея землеведения МГУ
Адрес: Москва, Ленинские горы, дом 1
http://zhiznzemli.mes.msu.ru
zhizn_zemli@mail.ru

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

Фото на 1-й странице обложки:
http://ffveit.vs120130.hl-users.com/images/planet-earth-africa

Отпечатано с готового оригинал-макета

Подписано в печать 14.11.2017 г.
Формат 70x100 1/16. Усл.печ.л. 9,75. Тираж 300 экз. Изд. № 209.
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 АО «Первая Образцовая типография»
Филиал «Чеховский Печатный Двор»
142300, Московская область, г. Чехов, ул. Полиграфистов, д. 1
Сайт: www.chpk.ru. E-mail: marketing@chpk.ru
факс 8(496) 726-54-10, тел. 8 (495)988-63-87

Заказ №

ПИРИТОВЫЕ КОНКРЕЦИИ ИЗ НИЖНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА: ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ НОВОЙ МУЗЕЙНОЙ КОЛЛЕКЦИИ **(см. с. 392–402)**

В таких необычных биоморфозах пирита по белемнитам из нижнемеловых отложений Северного Кавказа запечатлён глобальный процесс обмена между живым веществом биосферы и твёрдыми оболочками Земли. На протяжении миллиардов лет он поддерживался за счёт активного участия микроорганизмов (прокариот и эукариот) в циклическом круговороте важнейшего элемента живой материи – серы.

ГОСУДАРСТВЕННОМУ МУЗЕЮ ИСТОРИИ КОСМОНАВТИКИ им. К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО – 50 лет (см. с. 416–421)

Государственного музея истории космонавтики им. К.Э. Циолковского (ГМИК).

Ю.А. Гагарин закладывает первый камень в здание ГМИК 13.06.1961.

С.П. Королев после осмотра Дома-музея К.Э. Циолковского 15.09.1957.

Проект Второй очереди ГМИК им. К.Э. Циолковского.

МГУ