



ISSN 0514-7468

**46 (1)**

**2024**

# ЖИЗНЬ ЗЕМЛИ

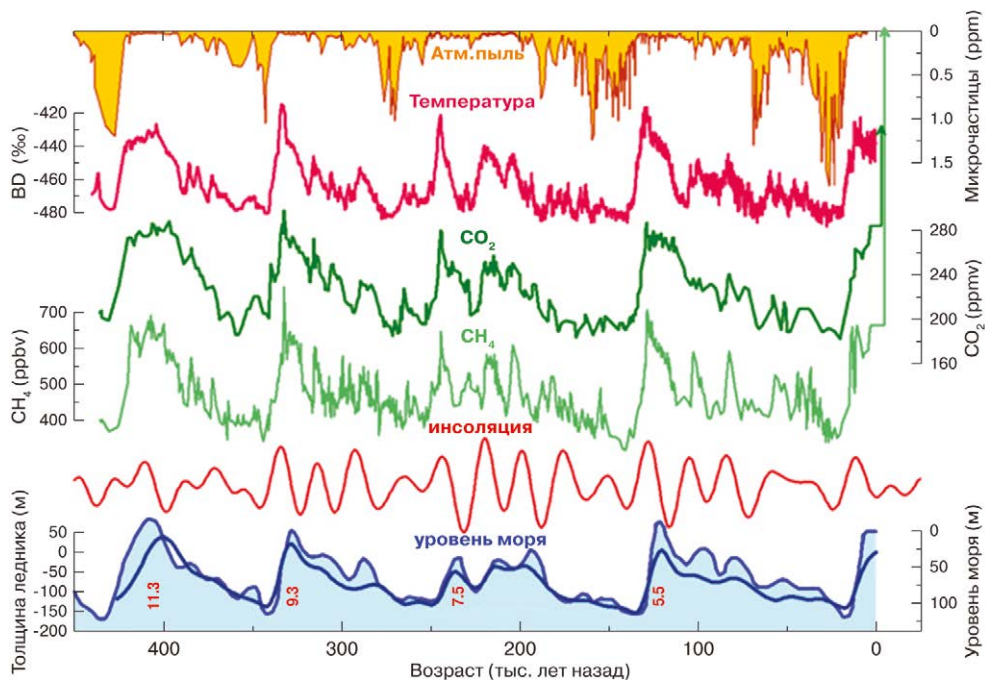
*Жизнь Земли*

46 (1)

2024



## РОСТ СОДЕРЖАНИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В АТМОСФЕРЕ – СЛЕДСТВИЕ, А НЕ ПРИЧИНА ПОТЕПЛЕНИЯ! (см. с. 4–19)



**Изменения концентрации углекислого газа и метана в атмосфере, температуры, содержания атмосферной пыли, инсоляции и уровня моря за последние 420 000 лет, по данным ледяного ядра станции «Восток» в Антарктике.**

«Восток» – российская внутриконтинентальная антарктическая научная станция, основана 16.12.1957, названа в честь парусного шлюпа «Восток», одного из кораблей антарктической экспедиции 1819–21 гг. Более 40 лет российские специалисты проводят здесь исследования углеводородного и минерального сырья, резервов питьевой воды; осуществляют аэрометеорологические, актинометрические, геофизические и гляциологические наблюдения, занимаются изучением изменения климата, исследованием «озоновой дыры», проблем повышения уровня воды в Мировом океане и др. Здесь в середине 1990-х гг. в результате бурения ледниковых отложений совместными усилиями буровых групп Ленинградского горного института и ААНИИ было обнаружено реликтовое озеро Восток – крупнейшее подледное озеро Антарктиды размерами ~ 250×50 км, расположенное под ледяным щитом толщиной около 4000 м.

В 2012 г. председатель правительства РФ В.В. Путин участвовал в обсуждении итогов 20-летней исследовательской работы, в результате которой российские учёные первыми в мире смогли не только пробурить всю толщу ледника в Антарктике, но и проникнуть в подледное озеро Восток. 28 января 2024 г. президент РФ Владимир Путин и Президент Республики Беларусь Александр Лукашенко в режиме видеоконференции приняли участие в церемонии ввода в опытную эксплуатацию нового зимовочного комплекса станции «Восток» в Антарктиде.

# ЖИЗНЬ ЗЕМЛИ

LIFE OF THE EARTH

ISSN 0514-7468

2024  
Т. 46, № 1

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

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

ИНДЕКСИРОВАНИЕ  
ЖУРНАЛА

РОССИЙСКИЙ ИНДЕКС  
НАУЧНОГО ЦИТИРОВАНИЯ  
**Science Index**

НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ  
БИБЛИОТЕКА  
**LIBRARY.RU**



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



ИЗДАТЕЛЬСТВО  
МОСКОВСКОГО  
УНИВЕРСИТЕТА  
2024

**Редакционный совет:**

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

**Редакционная коллегия:**

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

**Адрес редакции:**

119991, Москва, Ленинские Горы, д. 1, МГУ,  
Музей землеведения  
Тел.: +7 (495) 939-14-15; +7 (495) 939-12-21  
e-mail: Zhizn\_Zemli@org.msu.ru  
<http://zhizn zemli.ru>  
[http://msupress.com/catalogue/magazines/  
geografiya/](http://msupress.com/catalogue/magazines/geografiya/)

ISSN 0514-7468

# ЖИЗНЬ ЗЕМЛИ

LIFE OF THE EARTH

**2024**  
V. 46, № 1

**Zhizn Zemli [Life of the Earth]**

**An Interdisciplinary Scientific and Practical Journal**

**Published quarterly since 2016**

---

***Editorial council:***

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

***Editorial board:***

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



**Moscow  
State  
University**



**Moscow  
University  
Press**

***Editorial address***

119991, Moscow, Leninskiye Gory, 1, MGU,  
Earth Science Museum  
Tel.: +7 (495) 939-14-15; 7 (495) 939-12-21  
e-mail: Zhizn\_Zemli@org.msu.ru  
<http://zhiznzemli.ru>  
[http://msupress.com/catalogue/magazines/  
geografiya/](http://msupress.com/catalogue/magazines/geografiya/)

# СОДЕРЖАНИЕ

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГЕОСФЕР

<b>Снакин В.В.</b> Низкоуглеродная энергетика и глобальное потепление климата .....	4
<b>Башкин В.Н.</b> Эмиссия парниковых газов как мера энергоэффективности при оценке жизненного цикла удобрений .....	20
<b>Фомин А.А.</b> Ускоренность биотической и тектонической эволюций: биота модулирует тектонику? .....	33
<b>Иванов А.В.</b> Прибрежная экосистема аптского морского бассейна района Елшано-Курдюмского поднятия (Саратовское Поволжье) .....	48

## ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНАЯ МУЗЕОЛОГИЯ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

<b>Цинкобурова М.Г., Кузнецов А.В.</b> О палеоэкологической ценности коллекций нижнефранских беспозвоночных Главного девонского поля в фондах Горного музея .....	60
---	----

## МУЗЕЙНАЯ ПЕДАГОГИКА

<b>Попова Л.В., Таранец И.П., Романова Е.С., Пикуленко М.М., Мазаева А.А.</b> Особенности подготовки и проведения экскурсий в естественнонаучном музее и в ботаническом саду .....	73
--	----

## ВЕСТИ ИЗ МУЗЕЕВ

<b>Базанчук Г.А., Кураков С.В., Тихомиров Г.В.</b> Пантограф: история универсальной конструкции .....	81
<b>Борискин Д.А., Конькова П.И., Хрисанов В.Р.</b> Зоокомпонент объёмных фрагментов биогеоценозов в экспозиции Музея землеведения МГУ .....	90

## ИСТОРИЯ НАУКИ

<b>Чехович П.А.</b> Борис Сергеевич Соколов (1914–2013). Жизнь в сфере науки .....	98
<b>Максимов Ю.И., Кривичев А.И., Сидоренко В.Н.</b> Иван Андреевич Гейм – ректор Московского университета и учёный-энциклопедист .....	103
<b>Голиков К.А.</b> Роль ботанической лаборатории И.Н. Горожанкина в изучении флоры Средней России .....	113

## ХРОНИКА. СОБЫТИЯ

Итоги «Года В.И. Вернадского» в научно-образовательном сообществе. Расширенное заседание Комиссии РАН по изучению наследия выдающихся учёных (А.В. Иванов, А.В. Козачек, Е.Е. Максимова). Год 160-летия со дня рождения В.И. Вернадского (Т.В. Августанова). IX Международная научно-практическая конференция «Современное образование: мировые тенденции и региональные аспекты» (П.А. Концевой, Ю.И. Максимов). XXXVII пленум геоморфологической комиссии Российской Академии наук и школа молодых учёных (В.А. Караваев). XVII Международная научно-практическая конференция «История науки и техники. Музейное дело» (К.А. Голиков). Художественно-просветительский проект «Исследователь и художник. Искусство в экспедиции» (Ю.И. Максимов) .....	122
---	-----

<b>КНИЖНОЕ ОБОЗРЕНИЕ</b> .....	134
--------------------------------	-----

<b>TABLE OF CONTENTS</b> .....	137
--------------------------------	-----

---

---

# ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГЕОСФЕР

---

---

УДК 631.812 + 63.54 + 662.99  
DOI 10.29003/m3770.0514-7468.2024\_46\_1/4-19

EDN OXCKPL

## НИЗКОУГЛЕРОДНАЯ ЭНЕРГЕТИКА И ГЛОБАЛЬНОЕ ПОТЕПЛЕНИЕ КЛИМАТА

**В.В. Снакин\***

*Анализируется проблема глобального потепления климата и попытки её решения, в том числе с помощью низкоуглеродной энергетики. Успешность решения проблемы зависит от степени понимания процессов, её вызывающих. Поскольку всё больше данных говорит о естественных причинах колебания климата, а из антропогенных факторов наибольший вклад в потепление вносит тепловое загрязнение, а не антропогенный рост углекислого газа в атмосфере, то низкоуглеродная энергетика при всех её позитивных качествах не способна решить проблему потепления климата.*

**Ключевые слова:** глобальные изменения климата, антропогенные и природные факторы потепления, парниковый эффект, тепловое загрязнение, альbedo Земли, динамика инсоляции, геотермальное тепло, низкоуглеродная энергетика, «зелёная» экономика.

**Ссылка для цитирования:** Снакин В.В. Низкоуглеродная энергетика и глобальное потепление климата // Жизнь Земли. Т. 46, № 1. С. 4–19. DOI: 10.29003/m3770.0514-7468.2024\_46\_1/4-19.

Поступила 15.01.2024 / Принята к публикации 21.02.2024

## LOW-CARBON POWER AND GLOBAL CLIMATE WARMING

**V.V. Snakin, Dr. Sci (Biol.)**

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

*The problem of global climate warming and attempts to solve it, including using low-carbon power engineering, are analyzed. The success of solving this problem depends on the degree of understanding of the processes which cause it. As more and more data speak about natural causes of climate fluctuations, and of anthropogenic factors the greatest*

---

\* Снакин Валерий Викторович – д.б.н., проф., Музей землеведения МГУ, Институт фундаментальных проблем биологии РАН, [snakin@mail.ru](mailto:snakin@mail.ru). ORCID: 0000-0002-9389-6752.

*contribution to the warming is made by thermal pollution rather than the anthropogenic growth of carbon dioxide in the atmosphere, low-carbon power, with all its positive qualities, is unable to solve the problem of climate warming.*

**Keywords:** *global climate change, anthropogenic and natural warming factors, greenhouse effect, thermal pollution, Earth's albedo, insolation dynamics, geothermal heat, low-carbon power, green economy.*

**For citation:** Snakin, V.V., "Low-carbon power and global climate warming", *Zhizn Zemli [Life of the Earth]* 46, no 1, 4–19 (2024) (in Russ., abstract in Engl.). DOI: 10.29003/m3770.0514-7468.2024\_46\_1/4-19.

**Введение.** Низкоуглеродную<sup>1</sup>, или «бескарбонную» энергетiku обычно определяют как производство электроэнергии с существенно меньшими выбросами парниковых газов в течение всего жизненного цикла, чем при производстве электроэнергии на ископаемом топливе, в целях ограничения изменения климата [32]. В этом определении чётко заложена позиция, что основная причина наблюдающегося в последние десятилетия глобального потепления климата – рост концентрации углекислого газа и других парниковых газов в атмосфере и соответствующее увеличение так называемого парникового эффекта. Но так ли это на самом деле? Гипотеза «вины» парникового эффекта в потеплении до сих пор не доказана, и в литературе всё больше сведений, её опровергающих. Рассмотрим эту проблему подробнее.

**Причины глобального потепления климата.** Общеизвестно, что климатические параметры постоянно и циклично изменялись за длительную историю Земли в отсутствие сколь-либо значимого влияния деятельности человека и других её обитателей. Данные исследования ледяных кернов на станции «Восток» в Антарктике<sup>2</sup> чётко демонстрируют взаимосвязанные изменения содержания атмосферной пыли, температуры, концентрации углекислого газа и метана в атмосфере, инсоляции и уровня моря за последние 420 000 лет [3, 9, 34 и мн. др.]. При этом современные изменения климатических параметров находятся в пределах полученных за этот период колебаний. Однако в силу целого ряда причин (важность климата для развития человечества, ответственность человека за свою деятельность, экологический алармизм, политико-экономические соображения) большая часть международных документов природоохранного и социально-политического характера, в частности, подписанное большинством стран мира Парижское соглашение по климату (2015), основной причиной современного глобального потепления называет парниковый эффект. Это положение легло в основу предпринимаемых международным сообществом усилий по т. н. декарбонизации экономики, заключающихся в дискриминации отраслей, в ходе функционирования которых наблюдается выделение углекислого газа в атмосферу<sup>3</sup>. Ниже рассмотрим основные возможные факторы глобальных изменений климата.

**Антропогенные факторы глобального потепления климата.** Как уже указывалось, наиболее распространённой гипотезой о причинах современного потепления климата является рост *парникового эффекта* за счёт антропогенного роста концентрации в атмосфере углекислого газа и других парниковых газов. Эта гипотеза основана исклю-

<sup>1</sup> К низкоуглеродным источникам энергии, как правило, относят ветровую, солнечную, атомную, водородную, гидроэнергетику и некоторые др.

<sup>2</sup> См. рис. на с. 2 обложки журнала.

<sup>3</sup> Термин «декарбонизация экономики» (т.е. удаление углерода из экономики) абсурден как с научной, так и с общечеловеческой точек зрения, поскольку в основе и производственной деятельности, и биосферных процессов лежат углеродные циклы, а само живое вещество (включая человека) – это прежде всего соединения углерода, и в основе его функционирования, в частности, лежит выделение углекислого газа.

чительно на корреляции наблюдавшихся во времени трендов роста температуры и концентрации углекислого газа в атмосфере. Аналогичная тенденция отмечена для другого парникового газа – метана. Формальным объяснением механизма такой взаимосвязи стало утверждение, что повышение концентрации углекислого и других парниковых газов приводит к задержке отражённого солнечного тепла атмосферой Земли (парниковому эффекту) и, соответственно, к росту температуры.

Таким образом, «вину» за потепление возложили на антропогенный фактор, не смотря на то, что роль *парникового эффекта в современном потеплении количественно не оценена!*

На основании имеющихся в литературе данных попытаемся провести *оценку возможного антропогенного вклада в парниковый эффект*. Известно, что основным парниковым газом является *водяной пар*; его вклад в парниковый эффект оценивается в 78 % [13] и даже в 85–90 % [26]. Лишь вторым по значимости парниковым газом является *углекислый газ* (диоксид углерода) с вкладом, по разным оценкам, в 9–26 %. Важным парниковым газом является также метан с большим парниковым потенциалом, но гораздо меньшей концентрацией в атмосфере; его вклад оценивается примерно в 4–9 %<sup>4</sup>.

Концентрация водяных паров в атмосфере прежде всего определяется температурой и в глобальном масштабе практически не зависит от деятельности человека.

По данным большей части источников, антропогенный вклад в увеличение концентрации углекислого газа в атмосфере в последние годы составляет около 5 % [9, 11 и др.].

Если считать, что в наблюдающемся в последние десятилетия ~50 %-ном увеличении концентрации метана доля антропогенного вклада составляет ~50–65 %<sup>5</sup>, то антропогенная доля роста его концентрации в атмосфере составит ~25–33 %.

Сопоставляя 3-ю и 4-ю строки в приводимой ниже **таблице**, получим максимальную оценку вклада углекислого газа и метана, соответственно, ниже 1 и 3 %. Таким образом, *если парниковый эффект и определяет современное потепление климата, то антропогенный вклад не является определяющим в этом процессе*.

Конечно же, важнейшим вопросом при анализе парникового эффекта является *вопрос о причинах роста концентрации углекислого газа и метана в атмосфере*. Есть

**Таблица.** Ориентировочная оценка возможного антропогенного вклада в парниковый эффект  
**Table.** Tentative assessment of the possible anthropogenic contribution to the greenhouse effect

Фактор	Водяной пар (H <sub>2</sub> O)	Углекислый газ (CO <sub>2</sub> )	Метан (CH <sub>4</sub> )
Ориентировочное содержание в атмосфере	0,5–4 %	0,04–0,05 %	0,00017 %
Примерный вклад в парниковый эффект	40–90 %	10–20 %	4–9 %
Антропогенная доля роста концентрации в атмосфере	~0	~5 %	25–33 %
Антропогенный вклад в парниковый эффект	~0	<1 %	<3 %

<sup>4</sup> Глобальные изменения климата. Часть 1. Происходит ли потепление и почему? (geoinfo.ru); Парниковые газы – Википедия (wikipedia.org) и др.

<sup>5</sup> Наряду с антропогенными источниками (нефтегазовая промышленность, сельское хозяйство, полигоны ТБО и др.), существенную долю (до половины) в современном увеличении концентрации метана в атмосфере составляют природные процессы: выделение метана из водноболотных угодий и огромных залежей газогидратов вследствие повышения температуры [5].



все основания утверждать, что именно рост температуры вызывает рост концентрации углекислого газа и метана в атмосфере, о чём мы писали ранее [15, 16 и др.].

Наблюдающийся в последние годы рост концентрации углекислого газа в атмосфере обусловлен преимущественно повышением температуры и соответствующим выделением углекислого газа из вод Мирового океана, поскольку при повышении температуры его растворимость в воде существенно уменьшается. Так, согласно справочным физико-химическим данным о растворимости газов в воде<sup>6</sup>, при повышении температуры только на 2°C (от 14 до 16°) растворимость углекислого газа уменьшается более чем на 6 %. Это означает, что *при потеплении из природных вод может выделиться огромное количество углекислого газа*. Учитывая, что подавляющая часть углекислого газа биосферы (>90 %) находится в растворённом виде в водах Мирового океана, такое количество CO<sub>2</sub>, выделившегося при потеплении природных вод только на 2 градуса, способно почти удвоить его концентрацию в атмосфере! Следовательно, *Мировой океан является регулятором содержания углекислого газа в атмосфере!* Аналогично от температуры зависит содержание в атмосфере метана, выделяющегося при повышении температуры в больших количествах из болотных систем и газогидратных залежей, огромные запасы которых до сих пор количественно в полной мере не оценены.

При этом сложно обсуждать в долговременном аспекте сам факт изменения температуры воздуха, поскольку наблюдающиеся тенденции роста температуры (аномалии отклонения от среднего) свидетельствуют всего лишь о трендах продолжительностью нескольких десятков лет (~30–50 лет), что происходило многократно и разнонаправленно в истории биосферы и ничтожно в сравнении с продолжительностью глобальных трендов.

Множество установленных наукой фактов противоречит гипотезе о решающем влиянии парникового эффекта на современные изменения климата, на что неоднократно указывалось в научной литературе [7, 19, 22, 35 и мн. др.]. Синхронные колебания этих параметров в наблюдаемых в настоящее время пределах происходили раньше в отсутствии сколь-либо серьёзной хозяйственной деятельности. Рассматриваемые здесь и другие факты в своё время позволили итальянскому исследователю А. Миателло утверждать, что парниковый эффект «не соответствует ни математическим, ни законам теоретической физики» и не имеет прямого отношения к изменениям климата планеты [33].

Ещё одним антропогенным фактором влияния на климат является **изменение отражательной способности поверхности Земли** (альbedo). Уменьшение альbedo благодаря распашке земель, асфальтовому покрытию дорог, сведению лесов, загрязнению снежных поверхностей пылью и пр. ведёт к увеличению поглощения солнечного тепла Землёй и, соответственно, к потеплению. Относительно динамики величины отражательной способности Земли сведения пока ограничены небольшим сроком наблюдений. Новые данные о динамике величины альbedo Земли [28] по результатам двадцатилетних измерений отражательной способности Земли позволили получить крупномасштабное земное альbedo. Было обнаружено снижение альbedo в период с 1998 по 2017 г., что соответствует радиационному увеличению на 0,5 Вт/м<sup>2</sup> и является климатически значимым. Авторы не обнаружили корреляции между изменениями земного альbedo и показателями солнечной активности, что свидетельствует о чисто земных причинах изменения отражательной способности Земли.

<sup>6</sup> См., например: Краткий справочник физико-химических величин / Под ред. А.А. Равделя и А.М. Пономаревой. 8-е изд. Л.: Химия, 1983. С. 25.

Следовательно, изменение отражательной способности Земли может вносить некоторый положительный, не оценённый в должной мере вклад в наблюдаемое в последние десятилетия потепление климата планеты.

Однако самый очевидный, прямой и, возможно, значимый вклад в потепление климата человечество вносит в результате **теплового загрязнения биосферы**. Тепловое загрязнение биосферы происходит в результате получения человеком энергии из самых различных источников (ископаемое топливо, атомная энергетика и др.) и превращения этой энергии в конечном счёте в тепло. Дополнительный нагрев окружающей среды происходит даже вследствие кондиционирования помещений<sup>7</sup>. Так, температура атмосферы в крупных населённых пунктах существенно (на 1–2°C и более) выше температуры окружающих территорий. Во многом именно благодаря постоянному «подогреванию» населённых пунктов метеостанции постоянно фиксируют новые температурные рекорды в городах.

Ещё в 1962 г. академик М.И. Будыко отмечал, что на территории наиболее развитых в промышленном отношении стран в результате хозяйственной деятельности человека создаётся дополнительное тепло, количество которого уже не является малым по сравнению со значением радиационного баланса земной поверхности. Увеличение производства энергии от 4 до 10 % в год приведёт к тому, что не позже, чем через 100–200 лет количество тепла, создаваемого человеком, будет сравнимо с величиной радиационного баланса всей поверхности континентов. Очевидно, по его мнению, что в таком случае произойдут громадные изменения климата на всей планете [1].

Действительно, согласно статистическим данным, с 1860 по 2015 г. потребление энергии увеличилось приблизительно в 40 раз и по прогнозам к 2040 г. должно увеличиться ещё в 1,24 раза [22]. Вся эта энергия после совершения полезной работы переходит в виде теплоты в атмосферу и разогревает её<sup>8</sup>. Отмечается, что коэффициент полезного действия (КПД) на современных атомных электростанциях (АЭС) составляет примерно 30–35 %, а на теплоэлектростанциях (ТЭЦ) – 35–40 %. Это означает, что большая часть тепловой энергии (60–70 %) выбрасывается в окружающую среду при производстве электроэнергии, а выработанная электроэнергия в последующем также превратится в конечном счёте в тепловую. Мощный вклад в тепловое загрязнение вносит также транспорт, потребляющий основную часть продуктов переработки нефти. В конечном итоге вся энергия от ископаемого топлива (нефть, уголь, газ, торф), представляющая собой отложенную солнечную энергию, также как и ядерное топливо (уран и др.) превращается в тепло, вызывая тепловое загрязнение атмосферы, водных ресурсов и почв.

Аномально высокая температура в мегаполисах фиксируется в т. н. городских «островах тепла»<sup>9</sup>. Превышающие норму показатели обнаружили на заводах, вокзалах, спортивных комплексах, а также в торговых и бизнес-центрах. Так, в Москве сильнее всего нагреваются ТЦ «Дубровка» и «Остров мечты», деловой центр «Москва-Сити», Красная площадь, Комсомольская площадь и комплекс ЦСКА<sup>10</sup>. Согласно исследованию [31], в среднем за последние годы разность температуры в центре Москвы и в

<sup>7</sup> Интересно отметить, что, например, в США тратят на кондиционирование воздуха в помещениях больше энергии, чем в России на отопление зданий и, следовательно, вносят гораздо больший вклад в глобальное тепловое загрязнение.

<sup>8</sup> Парижское соглашение почему-то эти очевидные тепловые выбросы в атмосферу не учитывает, а всю борьбу с потеплением климата сосредоточило на декарбонизации энергетики.

<sup>9</sup> «Остров тепла» – метеорологическое явление, при котором возникает существенная разница между температурами пространства города и окружающих его загородных территорий, влияющая на здоровье и тепловой комфорт городского населения.

<sup>10</sup> <https://ria.ru/20230523/nauka-1873385776.html>

Подмосковье составила почти два градуса; однако в некоторых случаях она оказывается гораздо большей<sup>11</sup>. Больше всего на интенсивность «острова тепла» в Москве влияют нижняя облачность и суточные амплитуды температуры воздуха и поверхности при образовании антициклона.

Одним из малоизученных вопросов является *подогрев водных объектов* электростанциями и *подземное тепловое загрязнение* в результате работающих подземных сооружений, в т. ч. метрополитена в больших городах, трубопроводов, кабелей и пр. На примере Чикаго показано, что нагревание подповерхностного слоя грунта может вызывать деформацию или подвижность фундаментов, а также повлиять на долговечность или эксплуатационные характеристики строительных материалов и в целом на гражданскую инфраструктуру [36].

Таким образом, *тепловое загрязнение биосферы в результате сжигания горючих материалов и ядерного топлива является мощным вкладом в климатическую картину мира*. Даже «экологически чистая» водородная энергетика дважды вносит вклад в тепловое загрязнение: при получении водорода и при его сжигании.

Оценка влияния альтернативной (водородной, солнечной и ветровой) энергетике на тепловое загрязнение планеты по сравнению с традиционной углеродной показала, что они приводят к большему тепловому «загрязнению» атмосферы и имеют ряд других существенных недостатков, не позволяющих считать их в полной мере «зелёной» энергетикой [22]. Автор делает вывод, что водородная, солнечная и ветровая энергетика не являются альтернативой углеродной энергетике, и переход на эти виды энергетике приведёт к стагнации мировой экономики и ускорит процесс потепления климата на Земле.

Изложенное выше показывает, что *тепловое загрязнение представляет собой существенный, в полной мере не оценённый вклад человечества в потепление климата*.

**Естественные факторы глобального потепления климата.** Климатическая система планеты изменяется во времени под воздействием собственной внутренней динамики и в результате внешних воздействий: прежде всего, вариаций потока солнечной радиации (инсоляции) и геотермальной энергии (поступление тепла из недр планеты, включая извержения вулканов).

При этом **динамика инсоляции**, определяемая солнечной активностью, вращениями Земли вокруг Солнца и собственной оси, наклонённой под углом 23,5° к эклиптике, является одной из важнейших причин глобальных изменений климата и анализируется человечеством в течение многих веков (**рис. 1**).

В последние годы множество научных исследователей [7–9, 15, 17, 20, 21, 27 и мн. др.] доказывают, что до настоящего времени именно естественные циклы поступления солнечной энергии на поверхность планеты являются главной причиной наблюдающихся глобальных изменений климата.

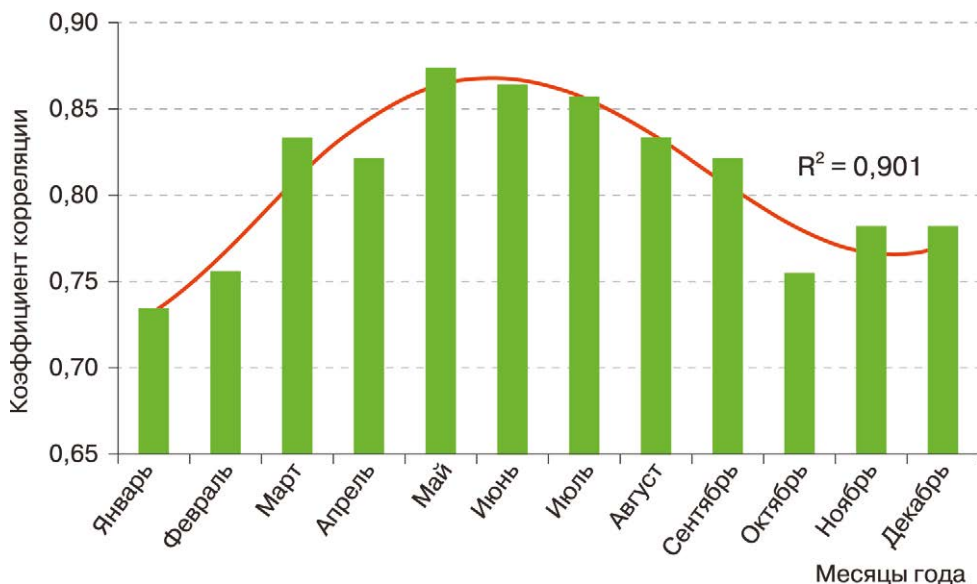
Так, в работе [19] показано, что в целом для Земли многолетние изменения месячной аномалии приповерхностной температуры воздуха (ПТВ) в среднем на 65,5 % определяются многолетними изменениями инсоляционной контрастности (ИК) в соответствующие месяцы. В период с мая по июль (при положении Земли вблизи афелия) многолетняя изменчивость месячной аномалии ПТВ в среднем на 75,0 % определяется многолетней изменчивостью месячной ИК Земли (**рис. 2**).

<sup>11</sup> Эти полтора–два градуса – превышение температуры в городах по сравнению с также подогретой окружающей города средой (сбросы подогретых вод, выбросы транспорта от многочисленных транспортных водных, воздушных и наземных артерий, военная деятельность и т. п.).



**Рис. 1.** Астрономический прибор *krantivrtta* для измерения вращения Солнца вокруг Земли (эклиптики) из обсерватории Джантар-Мантар (с 2010 г. в Списке Всемирного наследия ЮНЕСКО), построенной махараджей Савай Джай Сингом в 1727–1734 (Индия, Джайпур). Фото автора.

**Fig. 1.** Astronomical instrument *krantivrtta* for measuring the Sun's rotation around the Earth (ecliptic) from the Jantar Mantar Observatory (on the UNESCO World Heritage List since 2010), made by Maharaja Sawai Jai Singh in 1727–1734 (India, Jaipur). Photo by the author.



**Рис. 2.** Годовой ход коэффициента корреляции многолетней изменчивости месячной аномалии ПТВ Земли и многолетней изменчивости годовой ИК Земли [19].

**Fig. 2.** Annual variation of the correlation coefficient of long-term variability of the monthly SAT anomaly of the Earth and long-term variability of the annual IR of the Earth [19].

Идущие в недрах Земли **геотермальные процессы** также являются постоянным источником тепла в климатическую систему планеты. Наиболее очевидно воздействие на климат **вулканических извержений**, в результате которых в атмосферу из недр Земли выбрасываются тепло, вулканические газы и пепел, оказывающие влияние на состав воздуха и климат планеты порой в глобальном масштабе. *Тепловой поток из недр Земли*

невелик (оценивается  $\sim 0,35$  кВт·ч /м<sup>2</sup> в год), что связано с низкой теплопроводностью горных пород и особенностями геологического строения. Но в зонах тектонических разломов, особенно во время вулканических извержений, выход тепла на порядки больше.

Следует отметить, в целом рост энергии землетрясений на планете в последние десятилетия увеличивается, причём данный процесс протекает с опережающими темпами к северу от экватора (рис. 3), поскольку южнее его сдерживает рост грушевидного тела планеты [14].

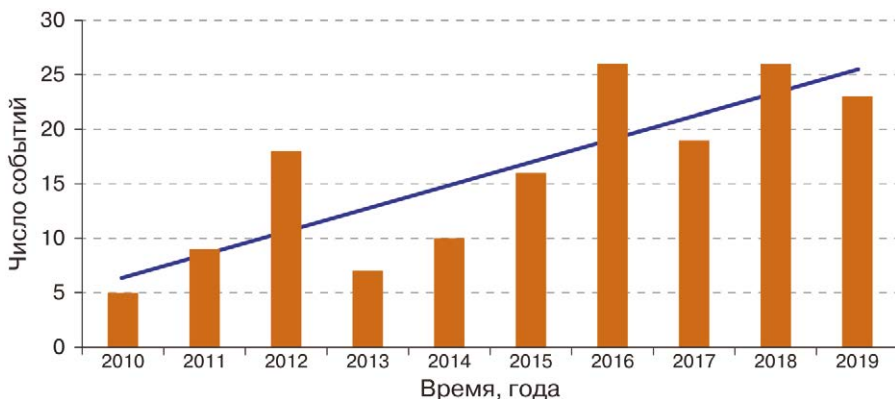


Рис. 3. Динамика землетрясений с магнитудой  $\geq 3$  на полуострове Таймыр и в окружающем пространстве ( $60\text{--}86^\circ$  с. ш.,  $80\text{--}120^\circ$  в. д.) в 2010–2019 гг. [14].

Fig. 3. Dynamics of earthquakes with magnitude  $\geq 3$  on the Taimyr Peninsula and in the surrounding area ( $60\text{--}86^\circ$  N,  $80\text{--}120^\circ$  E) in 2010–2019 [14].

Большим выходом тепла в глубинах Мирового океана, где земная кора намного тоньше, вероятнее всего объясняется тот факт, что воды Мирового океана за последние годы прогреваются намного сильнее, чем атмосфера [22, 30].

Ещё одним источником циклической динамики климатических параметров природного происхождения являются изменения в подвижной системе атмосфера – океан – криосфера, основой которого является **циркуляция вод Мирового океана** – единая взаимосвязанная система непрерывного горизонтального и вертикального движения океанических вод.

Так, крупномасштабное тёплое морское течение в Атлантическом океане *Гольфстрим*<sup>12</sup> обеспечивает более мягким климатом страны Европы, прилегающие к Атлантическому океану, нежели другие регионы на той же географической широте. Другая глобальная погодная аномалия в Азиатско-Тихоокеанском регионе – *южное колебание Эль-Ниньо*<sup>13</sup> – обеспечивает повышение температуры поверхностного слоя воды в Тихом океане, изменение его уровня в разных частях и образование крупномасштабного течения сильно нагретой воды от берегов Перу до архипелага, окружающего Юго-Восточную Азию. Явление происходит с регулярной частотой (примерно раз в три – восемь лет, особенно сильное в 1998 г.) и сопровождается стихийными бедствиями глобального масштаба. Явление, противоположное Эль-Ниньо – похолодание в поверхностных водах экваториальной части Тихого океана – носит название *Ла-Ниньо*<sup>14</sup>.

<sup>12</sup> От англ. *gulf stream* – течение из залива.

<sup>13</sup> С исп. – младенец-мальчик, поскольку явление начинается в канун Рождества и длится несколько месяцев.

<sup>14</sup> С исп. – девочка.

Совокупность различных, порой разнонаправленных природных циклических процессов (динамика инсоляции, геотермальных потоков, океанических течений) создаёт сложную и трудно прогнозируемую картину изменения климатических параметров на нашей планете.

Помимо упомянутых выше, всё большее число научных исследований подтверждает **преимущественно природную причину современного глобального потепления**. Так, американские учёные [35] показали, что тренд роста уровня океана отстаёт от роста температуры и был значительно больше до активного использования углеводородного сырья, что свидетельствует об отсутствии взаимосвязи с деятельностью человека. В этой же работе не подтверждена взаимосвязь динамики использования углеводородов с таянием ледников: тренд таяния льда начался задолго до активной эксплуатации углеводородов, перелом в этой эксплуатации в 1950-х не отразился на динамике таяния.

Изучение истории изменения климата показывает циклы периодических наступлений холодных (ледниковых) и тёплых периодов, причиной чему, как следует, в частности, из работы [24 и др.], является изменение наклона орбиты Земли. Увеличение угла наклона орбиты ведёт к потеплению, т. н. «межледниковому» состоянию, последнее из которых началось примерно 11 000 лет назад. Если исходить из того, что половина полного оборота оси земного шара составляет 12 960 лет, то максимум температуры наступит примерно через две тысячи лет вне зависимости от борьбы с повышением содержания углекислого газа в атмосфере. Вполне естественно, что речь при этом идёт об общей тенденции потепления, при которой вследствие неравномерности и циклическости природных процессов возможны и временные периоды похолодания. На фоне процессов такой (тысячи лет) длительности и при наличии многолетних флуктуаций отклонения от основной тенденции в десятки лет (в которые, возможно, входят результаты современных наблюдений) могут быть случайными, не соответствующими глобальной закономерности.

Конец XX – начало XXI века – время, когда совпали максимальные положительные аномалии температуры воздуха и других элементов климатической системы, связанные с 60-летним и 200-летним циклами. В этот период потепление достигло максимальных значений. Помимо указанных длительных циклов в изменениях температуры воздуха и других показателей климата отмечаются более высокочастотные колебания с характерными периодами около 20, 10 и менее лет. На пространственные особенности климатических изменений оказывают влияние географическая широта, подстилающая поверхность (океан, материк, морские течения и т. п.). Максимальные изменения климата отмечаются в высоких и умеренных широтах, минимальные – в низких широтах.

Об естественных причинах наблюдаемых климатических изменений писал и В.И. Вернадский: «Ледниковый период не закончился и длится до сих пор. Мы живём в периоде межледниковом – потепление ещё продолжается, – но человек так хорошо приспособился к этим условиям, что не замечает ледникового периода...» [4, с. 34].

#### **Пути уменьшения антропогенного влияния на климат.**

**Низкоуглеродная энергетика («борьба с парниковым эффектом»)**. Как уже отмечалось, основная часть принимаемых на международном уровне практических решений основана на неподтверждённой гипотезе роста парникового эффекта и получила название *низкоуглеродной*, или *декарбонизированной экономики*. Ускорение процессов трансформации энергетики («зелёный курс») сопровождается формированием новых технологий, что имеет существенное положительное значение, способствует росту возобновляемых источников энергии, развитию новых энергоносителей, повышению

энергоэффективности, снижению уровня выбросов и созданию новых рынков углеродных и других побочных продуктов в условиях активно развивающейся экономики замкнутого цикла. Многие из этих повсеместно реализуемых инициатив (например, повышение уровня электрификации, расширение использования возобновляемой энергии и активное внедрение мер обеспечения энергоэффективности) часто являются уникальным решением локальных экологических и экономических проблем.

Однако объявленная цель этих стратегий – развитие технологий, которые производят энергию и материалы с небольшим выбросом парниковых газов – весьма дискуссионна и не способна решать проблемы глобального потепления климата. Действительно, если потепление климата – результат действия естественных причин, то на пути низкоуглеродной энергетике вовсе не стоит ожидать успехов в предотвращении потепления. Если реально доказано отрицательное влияние современного потепления климата на цивилизацию, то гораздо эффективнее могут оказаться методы смягчения климата и сдерживания его потепления с помощью рассматриваемого ниже геоинжиниринга, а также адаптации к негативным изменениям климата.

В дополнение следует отметить, что большая часть «зелёных технологий» способна реализоваться лишь в условиях экономических дотаций<sup>15</sup>. При этом в случае борьбы с выбросами парниковых газов мы наблюдаем, как манипуляции с данными по выбросам углекислого газа становятся объектами продажи и спекуляций с участием государственных фондов [23], т. е. за счёт средств налогоплательщиков.

В работе [14] отмечается многообразие негативных последствий принятия необоснованной идеи антропогенного потепления в качестве практического руководства к действию. При этом формируются неадекватные представления о возможностях переориентации энергетике страны и региона, когда забываются природные ограничения. Гипотеза антропогенного потепления за счёт парникового эффекта, не будучи подтверждена критическими экспериментами и без согласования с имеющимися физическими и географическими фактами, принята как неоспоримая истина, а такая ситуация дискредитирует науку и направляет усилия научного сообщества на достижение ложных целей, отвлекая от реальной проблемы понимания механизмов связи в планетарной системе.

Показательными в этом отношении являются материалы Международной научно-практической конференции «Решение Европейского союза о декарбонизации и новая парадигма развития топливно-энергетического комплекса России», прошедшей в Казани (сентябрь 2022 г.), в которых отмечается:

- Углекислый газ жизненно необходим для нашей планеты и для всех живых организмов и природной среды. Источником CO<sub>2</sub> являются природные процессы, роль человека в этом процессе ничтожна;

- Достижение углеродной нейтральности, как цель декарбонизации, надумано;

- Декарбонизация научно не обоснована и вредна для экономики и обеспечения нормальной жизни населения;

- Анализ всего происходящего в настоящее время в мире одновременно с осмыслением имеющихся фактов отсутствия влияния CO<sub>2</sub> при сжигании углерода на глобальное потепление Земли и вообще на климат планеты, позволяет уверенно планировать дальнейшее развитие углеродных источников энергии;

- России предлагается рассмотреть вопрос о выходе в одностороннем порядке из Парижского соглашения по климату (2015) и навязываемой народам различных стран «климатической повестки» [12].

<sup>15</sup> При этом речь не идёт об атомной энергетике.

**Сокращение теплового загрязнения.** Как уже отмечалось, достоверные количественные оценки антропогенного вклада в потепление климата за счёт изменения альбедо и теплового загрязнения к настоящему времени отсутствуют. И это несмотря на то, что речь идёт о прямых, очевидных (в отличие от парникового эффекта) факторах антропогенного воздействия на тепловой баланс планеты, которые можно гораздо легче количественно оценить в сравнении с весьма сложными непрямыми расчётами по поводу парникового эффекта. Возможно, это происходит в силу того, что в случае обвинения теплового загрязнения в глобальном потеплении ограничения должны лечь на развитые страны, в наибольшей степени использующие самые разные источники энергии и соответственно более всего ответственные за тепловое загрязнение планеты, т. е. на т. н. «золотой миллиард»!

Действительно, из всех антропогенных факторов тепловое загрязнение – самый реальный и очевидный вклад человечества в глобальное потепление. А низкоуглеродная энергетика не может решить проблему потепления, поскольку в большинстве случаев увеличивает этот вклад. Даже электромобили, водородные топливные элементы и т. п., несмотря на то, что это отличное решение локальных проблем загрязнения атмосферы на территориях с напряжённой экологической ситуацией (прежде всего в мегаполисах), не решают глобальных проблем изменения климата. Более того, эти технологии с учётом предваряющей подготовки электроэнергии и водорода вносят дополнительный вклад в глобальное тепловое загрязнение.

**Геоинжиниринг. Уменьшение альбедо Земли.** Человек, как, впрочем, и любой другой вид, всегда стремился изменить условия окружающей среды в оптимальную для себя сторону. С древних времён человечество заменяло дикорастущие виды растений на полезные для себя культуры, вытесняло аборигенных животных в пользу одомашненных, в огромных масштабах осуществляло ирригационные работы. С развитием технологий стало задумываться об изменении климата там, где он представлялся слишком сухим, недостаточно тёплым или излишне жарким. В настоящий период мир стоит перед проблемой разработки инженерных (технических) средств для противодействия глобальному потеплению климата.

Под *геоинжинирингом* понимают комплекс инженерных решений, направленных на управление климатической системой Земли с целью предотвращения глобальных изменений климата и создания наиболее комфортных условий проживания и экономической деятельности человечества. Исследования и натурные эксперименты российских учёных [2, 10] показали возможность снижения температуры в приземном слое атмосферы за счёт ослабления прямого солнечного излучения благодаря созданию искусственного аэрозольного слоя. Среди предлагаемых решений: проекты, связанные с управлением солнечным излучением (распыскивание аэрозолей в стратосфере, отражение солнечного излучения «прохладными крышами» зданий, увеличение отражающей способности облаков за счёт увеличения их плотности путём впрыскивания в атмосферу морской воды); проекты по снижению концентрации парниковых газов (непосредственное удаление парниковых газов из атмосферы и разработка процессов, способствующих их естественному удалению, напр., насыщение океана ионами железа для стимулирования процесса фотосинтеза фитопланктоном, создание биоугля – искусственного угля путём пиролиза биомассы с дальнейшим его захоронением, газоочистка воздуха с целью удаления из него углеродосодержащих соединений, увеличение биомассы почвы и наращивание растительной биомассы в аридных зонах); проекты, нацеленные на уменьшение скорости таяния льдов в Арктике (распыление аэрозолей или пресной



воды над Арктикой для создания мощного поверхностного слоя льда) и др. Главные возражения против методов геоинжиниринга: возможно низкая эффективность, непредсказуемость и неоднозначность последствий реализации, включая возможность ухудшения экологической обстановки [18].

Группой учёных в России в 2008 г. впервые в мировой практике был успешно осуществлён ограниченный натурный эксперимент на площади 200 км<sup>2</sup> (20 × 10 км) по образованию искусственного аэрозольного слоя, ведущего к частичному ослаблению прямого солнечного излучения и к снижению температуры в приземном слое атмосферы [10].

В продолжении этих подходов группа учёных из США [25] предложила для возможного смягчения последствий потепления климата использование лунной пыли. Согласно их расчётам, для достижения ослабления солнечного света в 1,8 %, что эквивалентно примерно 6 дням в году закрытого Солнца, масса пыли в рассматриваемых сценариях должна превышать 1010 кг в год. По их мнению, в отличие от земных стратегий смягчение последствий изменения климата с помощью этого подхода не оказывает долгосрочного воздействия на Землю или её атмосферу.

Мировая практика решения негативных аспектов потепления климата, связанных прежде всего с опустыниванием, показывает немало позитивных примеров. Так, начиная с 1999 г. ежегодно восстанавливаются 1200 км<sup>2</sup> земель в Китае благодаря посадкам т. н. синдзянского тополя [29]; значительные успехи показывает деятельность по озеленению Сахеля, а также развитие сельского хозяйства в Саудовской Аравии, основанного на ископаемых грунтовых водах [6]. Указанные мероприятия ведут к изменению альbedo планеты и, следовательно, позитивно отражаются на динамике глобальных изменений климата.

**Выводы.** Анализ имеющейся информации по проблеме глобальных изменений климата показывает следующее:

1. Первопричиной глобальных изменений климата являются природные факторы, в частности, многовековые циклы динамики солнечной инсоляции в результате колебаний орбиты вращения Земли и других процессов космической природы, а также, возможно, дополнительный подогрев Мирового океана геотермальным теплом.

2. Рост концентрации углекислого газа вызван потеплением климата, поскольку при потеплении уменьшается его растворимость в водах Мирового океана, где содержится основная часть углекислого газа биосферы. В результате потепления растёт также концентрация метана в атмосфере вследствие разрушения огромных залежей метаногидратов в холодных регионах.

3. Таким образом, именно рост температуры является первопричиной роста концентрации основных парниковых газов в атмосфере: паров воды, углекислого газа и метана.

4. Проведённые в данной работе оценки возможного антропогенного вклада в парниковый эффект показывают ничтожность его роста за счёт деятельности человека (менее 1 % и 3 % для углекислого газа и метана, соответственно).

5. Углекислый газ – в обсуждаемых концентрациях безвредный для человека газ и один из главных участников фотосинтеза. Поэтому борьба с ростом его концентрации в атмосфере есть борьба с главным биосферообразующим продукционным процессом – созданием живого вещества.

6. Очевидно важным, в должной мере количественно не оценённым антропогенным вкладом в глобальное потепление климата является тепловое загрязнение биосферы человеком в результате получения и использования всех видов энергии (прогрев воз-

духа помещений, работа холодильных установок и кондиционеров, сброс охлаждающих нагретых вод, прогрев грунтов трубопроводами и мн. др.).

7. Так называемая низкоуглеродная, «зелёная» экономика не может быть средством борьбы с глобальным потеплением климата, поскольку, во-первых, рост содержания углекислого газа в атмосфере является преимущественно следствием, а не причиной потепления, а во-вторых, низкоуглеродная энергетика связана, как правило, с ростом глобальной нагрузки на биосферу, в частности, с ростом теплового загрязнения.

*Таким образом, достойной альтернативы «карбонатной» экономике пока нет, а «зелёная» экономика часто ведёт к дополнительной глобальной антропогенной нагрузке на окружающую среду.*

**Благодарности и источники финансирования.** Автор выражает искреннюю благодарность д.б.н. Н.Г. Рыбальскому, к.х.н. С.Л. Шмакову, а также профессору, к.х.н. В.М. Лазареву за ценные замечания, высказанные при обсуждении данной работы. Исследование выполнено в рамках государственных заданий Музея землеведения МГУ имени М.В. Ломоносова «Биосферные функции экосистем и рациональное природопользование» и Института фундаментальных проблем биологии РАН «Разработка научных основ методов снижения техногенного загрязнения окружающей среды и экомониторинг состояния естественных и антропогенно изменённых экосистем».

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Будыко М.И. Некоторые пути воздействия на климат // Метеорология и гидрология. 1962. № 2. С. 3–8.
2. Будыко М.И. Изменение климата. Л.: Гидрометеоздат, 1974. 280 с.
3. Вайцзеккер Э., Ловинс Э., Ловинс Л. Фактор четыре (затрат половина, отдача двойная). М.: Academia, 2000. 400 с.
4. Вернадский В.И. Научная мысль как планетное явление. М.: Наука, 1991. 270 с.
5. Власов С.В., Коновалова О.В., Чудовская И.В., Власова И.В., Колотилова Н.Н., Снакин В.В. Метан в атмосфере, метанотрофы и развитие нефтегазовой промышленности. М.: Макс Пресс, 2021. 140 с. DOI: 10.29003/m1986.978-5-317-06580-5.
6. ГЕО-4. Четвёртый доклад Программы ООН по окружающей среде. ЮНЕП, 2007. 572 с.
7. Глазьев С.Ю., Безруков Л.Б., Долголатев А.В., Ларин Н.В., Сывороткин В.Л., Фёдоров В.М. Климатические изменения и энергопереход // Экономические стратегии. 2023. № 6 (192). С. 16–61 (<https://doi.org/10.33917/es-6.192.2023>).
8. Гудкович З.М., Карклин В.П., Смоляницкий В.М., Фролов И.Е. Переход от потепления к похолоданию климата Земли как результат действия естественных причин // Глобальные экологические процессы: Материалы Межд. научн. конф. / Под ред. В.В. Снакина. М.: Academia, 2012. С. 23–31.
9. Ефимов В.И. Реальность углеродного следа в глобальном изменении климата // Жизнь Земли. 2021. Т. 43, № 3. С. 328–335. DOI: 10.29003/ m2437.0514-7468.2020\_43\_3/328-335.
10. Израэль Ю.А. Обеспечение экологически устойчивого развития в условиях сохранения современного климата // Глобальные экологические процессы: Материалы Межд. научн. конф. / Под ред. В.В. Снакина. М.: Academia, 2012. С. 9–15.
11. Малинин В.Н., Войновский П.А. Тренды компонент влагообмена в системе «океан – атмосфера» в условиях глобального потепления по данным архива Reanalysis-2 // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2021. Т. 18, № 3. С. 9–25.
12. Муслимов Р.Х. Итоги научно-практической конференции «Решение Европейского союза о декарбонизации и новая парадигма развития топливно-энергетического комплекса России (год спустя)» // Нефтяная провинция. 2022. № 4 (32). С. 1–35. doi.org/10.25689/NP.2022.4.1-35.
13. Научный анализ результатов «Всемирной конференции по изменению климата» / Под ред. Ю.А. Израэля и др. М.: ИГКЭ РАН, 2004. 264 с.
14. Ретеюм А.Ю. Опасный миф антропогенного потепления. 2020 (<https://regnum.ru/news/polit/3101660.html>).

15. Снакин В.В. Глобальные изменения климата: прогнозы и реальность // Жизнь Земли. 2019. Т. 41, № 2. С. 148–164.
16. Снакин В.В. Динамика глобальных природных процессов и учение о биосфере В.И. Вернадского // Жизнь Земли. 2023. Т. 45, № 1. С. 27–38. DOI: 10.29003/m3147.0514-7468.2023\_45\_1/27-38.
17. Снакин В.В. Неустойчивость природных процессов: глобальный климат // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2022. № 3. С. 3–11.
18. Снакин В.В. Экология, глобальные природные процессы и эволюция биосферы. Энциклопедический словарь. М.: Изд-во МГУ, 2020. 528 с.
19. Фёдоров В.М. Анализ пространственных откликов приповерхностной температуры воздуха на многолетнюю изменчивость инсоляции Земли // Жизнь Земли. 2017. Т. 39, № 3. С. 245–262.
20. Фёдоров В.М. Прогноз изменения уровня Мирового океана на основе расчётов инсоляции Земли // Жизнь Земли. 2018. Т. 40, № 2. С. 143–15.
21. Фёдоров В.М., Алтунин И.В., Фролов Д.М. Влияние диоксида углерода антропогенного генезиса на термический режим атмосферы и его изменения // Жизнь Земли. 2022. Т. 44, № 4. С. 402–414. DOI: 10.29003/m3115.0514-7468.2022\_44\_4/402-414.
22. Цегельский В.Г. Мифы Парижского соглашения по климату // Жизнь Земли. 2023. Т. 45, № 4. С. 540–555. DOI: 10.29003/m3535.0514-7468.2019\_45\_4/540-555.
23. Andreoni P., Emmerling J. & Tavoni M. Inequality repercussions of financing negative emissions // Nat. Clim. Chang. 2024. 14, 48–54 (<https://doi.org/10.1038/s41558-023-01870-7>).
24. Bajo P., Drysdale R.N., Woodhead J.D., Hellstrom J.C., Hodell D., Ferretti P., Voelker A.H.L., Zanchetta G., Rodrigues T., Wolff E., Tyler J., Frisia S., Spötl G., Fallick A.E. Persistent influence of obliquity on ice age terminations since the Middle Pleistocene transition // Science. 2020. V. 367 (6483). P. 1235. DOI: 10.1126/science.aaw1114.
25. Bromley B.C., Khan S.H., Kenyon S.J. Dust as a solar shield // PLOS Clim. 2023. 2 (2): e0000133 (<https://doi.org/10.1371/journal.pclm.0000133>).
26. Easterbrook D.J. Greenhouse Gases // Evidence-Based Climate Science: Data Opposing CO<sub>2</sub> Emissions as the Primary Source of Global Warming. Elsevier, 2016. P. 163–173 (<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804588-6.00009-4>).
27. Friis-Christensen E., Lassen K. Length of the Solar Cycle: An Indicator of Solar Activity Closely Associated with Climate // Science, New Series. 1991. Vol. 254, № 5032. P. 698–700.
28. Goode P.R., Pallé E., Shoumko A., Shoumko S., Montañes-Rodríguez P., Koonin S.E. Earth's Albedo 1998–2017 as Measured from Earthshine // Geophysical Research Letters. 2021. 48 (17). DOI: 10.1029/2021GL094888/.
29. Guoqian W., Xuequan W., Bo W. and Qi L. Desertification and its Mitigation Strategy in China // J. of Resources and Ecology. 2012. 3 (2), 97–104 (<https://doi.org/10.5814/j.issn.1674-764x.2012.02.001>).
30. Lindsey R., Dahlman L. Climate Change: Ocean Heat Content // Climate.gov. 2023 (Climate Change: Ocean Heat Content | NOAA Climate.gov).
31. Lokoshchenko M.A., Alekseeva L.I. Influence of Meteorological Parameters on the Urban Heat Island in Moscow // Atmosphere. 2023. 14, 507 (<https://doi.org/10.3390/atmos14030507>).
32. Low-carbon power // Low-carbon power – Wikipedia (обращение 02.01.2024).
33. Miatello A. Refutation of the “greenhouse effect” theory on a thermodynamic and hydrostatic basis // Principia Scientific Int. 2012. № 6. 40 p.
34. Petit J.R., Jouzel J., Raynaud D. et al. Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica // Nature. 1999. V. 399, № 6735. P. 429–436.
35. Robinson A.B., Robinson N.E., Soon W. Environmental Effects of Increased Atmospheric Carbon Dioxide // J. of Amer. Physicians and Surgeons. 2007. V. 12 (3). P. 79–90.
36. Rotta Loria A.F. The silent impact of underground climate change on civil infrastructure // Communications Engineering. 2023. 2, 44 (<https://doi.org/10.1038/s44172-023-00092-1>).

## REFERENCES

1. Budyko, M.I., “Some ways of influence on the climate”, *Meteorology and Hydrology* 2, 3–8 (1962) (in Russian).
2. Budyko, M.I., *Climate Change* (Leningrad: Gidrometeoizdat, 1974) (in Russian).
3. Weizsäcker, E. von, Lovins, A.B., Lovins, L.H. *Factor four: Doubling wealth, halving resource use. The new report to the Club of Rome* (London, New York: Earthscan Publications Ltd., 1998).

4. Vernadsky, V.I., *Scientific Thought as a Planetary Phenomenon* (Moscow: Nauka, 1991) (in Russian).
5. Vlasov, S.V., Konovalova, O.V., Chudovskaya, I.V., Vlasova, I.V., Kolotilova, N.N., Snakin, V.V. *Methane in the atmosphere, methanotrophs and development of oil and gas industry* (Moscow: Max Press, 2021). DOI: 10.29003/m1986.978-5-317-06580-5.
6. GEO-4. *Global Environment Outlook 4* (UNEP, 2007).
7. Glazyev, S.Y., Bezrukov, L.B., Dolgolaptev, A.V., Larin, N.V., Syvorotkin, V.L., Fedorov, V.M., “Climate changes and energy transition”, *Economic Strategies* **6** (192), 16–61 (2023) (<https://doi.org/10.33917/es-6.192.2023>) (in Russian).
8. Gudkovich, Z.M., Karklin, V.P., Smolyanitsky, V.M., Frolov, I.E., “Transition from warming to cooling of the Earth’s climate as a result of natural causes”, *Global Ecological Processes: Proc. of the Int. Sci Conf.* (Moscow: Academia, 2012) (in Russian).
9. Yefimov, V.I., “Reality of the carbon footprint in the global climate change”, *Zhizn Zemli* **43** (3), 328–335 (2021). DOI: 10.29003/ m2437.0514-7468.2020\_43\_3/328-335.
10. Israel, Yu.A., “Ensuring environmentally sustainable development in conditions of maintaining the modern climate”, *Global Ecological Processes: Proc. of the Int. Sci Conf.* (Moscow: Academia, 2012) (in Russian).
11. Malinin, V.N., Voynovsky, P.A., “Trends of moisture exchange components in the “ocean-atmosphere” system under global warming conditions according to the data of Reanalysis-2 archive”, *Modern problems of Earth remote sensing from space* **18** (3), 9–25 (2021) (in Russian).
12. Muslimov, R.H., “Results of the scientific and practical conference “Decision of the European Union on decarbonization and a new paradigm of development of the fuel and energy complex of Russia (one year later)””, *Oil Province* **4** (32), 1–35 (2022). [doi.org/10.25689/NP.2022.4.1-35](https://doi.org/10.25689/NP.2022.4.1-35) (in Russian).
13. *Scientific analysis of the results of the “World Conference on Climate Change”*. Ed. by Yu.A. Izrael et al. (Moscow: IGKE RAN, 2004) (in Russian).
14. Reteyum, A.Y., “Dangerous myth of anthropogenic warming” (2020) (<https://regnum.ru/news/polit/3101660.html>) (in Russian).
15. Snakin, V.V., “Global climate change: forecasts and reality”, *Zhizn Zemli* **41** (2), 148–164 (2019) (in Russian).
16. Snakin, V.V., “Dynamics of Global Natural Processes and the Doctrine of Biosphere of V.I. Vernadsky”, *Zhizn Zemli* **45** (1), 27–38 (2023). DOI: 10.29003/m3147.0514-7468.2023\_45\_1/27-38 (in Russian).
17. Snakin, V.V., “Unstable natural processes: global climate”, *Use and protection of natural resources in Russia* **3**, 3–11 (2022) (in Russian).
18. Snakin, V.V., *Ecology, global natural processes and evolution of the biosphere. Encyclopedic dictionary* (Moscow: MSU, 2020) (in Russian).
19. Fedorov, V.M., “Analysis of spatial responses of near-surface air temperature to long-term variability of the Earth’s insolation”, *Zhizn Zemli* **39** (3), 245–262 (2017) (in Russian).
20. Fedorov, V.M., “Forecast of the World Ocean level change based on the Earth insolation calculations”, *Zhizn Zemli* **40** (2), 143–15 (2018) (in Russian).
21. Fedorov, V.M., Altunin, I.V., Frolov, D.M., “Influence of carbon dioxide of anthropogenic genesis on the atmospheric thermal regime and its changes”, *Zhizn Zemli* **44** (4), 402–414 (2022). DOI: 10.29003/m3115.0514-7468.2022\_44\_4/402-414 (in Russian).
22. Tsegelskiy, V.G., “Myths of the Paris Agreement”, *Zhizn Zemli* **45** (4), 540–555 (2023). DOI: 10.29003/m3535.0514-7468.2019\_45\_4/540-555.
23. Andreoni, P., Emmerling, J. & Tavoni, M., “Inequality repercussions of financing negative emissions”, *Nat. Clim. Chang.* **14**, 48–54 (2024) (<https://doi.org/10.1038/s41558-023-01870-7>).
24. Bajo, P., Drysdale, R.N., Woodhead, J.D., Hellstrom, J.C., Hodell, D., Ferretti, P., Voelker, A.H.L., Zanchetta, G., Rodrigues, T., Wolff, E., Tyler, J., Frisia, S., Spötl, G., Fallick, A.E., “Persistent influence of obliquity on ice age terminations since the Middle Pleistocene transition”, *Science* **367** (6483), 1235 (2020). DOI: 10.1126/science.aaw1114.
25. Bromley, B.C., Khan, S.H., Kenyon, S.J., “Dust as a solar shield”, *PLOS Clim.* **2** (2): e0000133 (2023) (<https://doi.org/10.1371/journal.pclm.0000133>).
26. Easterbrook, D.J., “Greenhouse Gases”, *Evidence-Based Climate Science: Data Opposing CO<sub>2</sub> Emissions as the Primary Source of Global Warming* (Elsevier, 2016) (<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804588-6.00009-4>).

27. Friis-Christensen, E., Lassen, K., “Length of the Solar Cycle: An Indicator of Solar Activity Closely Associated with Climate”, *Science, New Series* **254**, no 5032, 698–700 (1991).
28. Goode, P.R., Pallé, E., Shoumko, A., Shoumko, S., Montañes-Rodriguez, P., Koonin, E.S., “Earth’s Albedo 1998–2017 as Measured From Earthshine”, *Geophysical Research Letters* **48** (17) (2021). DOI: 10.1029/2021GL094888/.
29. Guoqian, W., Xuequan, W., Bo, W. and Qi, L., “Desertification and its Mitigation Strategy in China”, *J. of Resources and Ecology* **3** (2), 97–104 (1 June 2012) (<https://doi.org/10.5814/j.issn.1674-764x.2012.02.001>).
30. Lindsey, R., Dahlman, L., “Climate Change: Ocean Heat Content”, 2023 (*Climate Change: Ocean Heat Content* | NOAA Climate.gov).
31. Lokoshchenko, M.A., Alekseeva, L.I., “Influence of Meteorological Parameters on the Urban Heat Island in Moscow”, *Atmosphere* **14**, 507 (2023) (<https://doi.org/10.3390/atmos14030507>).
32. Low-carbon power // Low-carbon power – Wikipedia (обращение 02.01.2024).
33. Miatello, A., “Refutation of the “greenhouse effect” theory on a thermodynamic and hydrostatic basis”, *Principia Scientific International* **6**, 40 p. (2012).
34. Petit, J.R., Jouzel, J., Raynaud, D. et al., “Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica”, *Nature* **399**, no 6735, 429–436 (1999).
35. Robinson, A.B., Robinson, N.E., Soon, W., “Environmental Effects of Increased Atmospheric Carbon Dioxide”, *J. of Amer. Physicians and Surgeons* **12** (3), 79–90 (2007).
36. Rotta Loria, A.F., “The silent impact of underground climate change on civil infrastructure”, *Communications Engineering* **2**, 44 (2023) (<https://doi.org/10.1038/s44172-023-00092-1>).

## ЭМИССИЯ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ КАК МЕРА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИ ОЦЕНКЕ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА УДОБРЕНИЙ

В.Н. Башкин\*

В статье рассмотрена проблема энергоэффективности в цепочке от производства удобрений до их логистики, применения, производства и утилизации отходов на основании накопленного за последние годы огромного массива данных о выбросах парниковых газов (ПГ), в первую очередь CO<sub>2</sub> и метана. Показано, что выбросы углекислого газа происходят, прежде всего, при сжигании топлива, а также при использовании метана и CO<sub>2</sub> в качестве прекурсоров для азотных удобрений. При этом выбросы ПГ можно рассматривать как меру энергоэффективности при оценке жизненного цикла минеральных удобрений. Соответствующие примеры приведены в тексте статьи.

**Ключевые слова:** производство удобрений, выбросы углерода, азота, энергоэффективность, оценка жизненного цикла, логистика, внесение удобрений, переработка сельскохозяйственных отходов.

**Ссылка для цитирования:** Башкин В.Н. Эмиссия парниковых газов как мера энергоэффективности при оценке жизненного цикла удобрений // Жизнь Земли. Т. 46, № 1. С. 20–32. DOI: 10.29003/m3771.0514-7468.2024\_46\_1/20-32.

Поступила 15.12.2023 / Принята к публикации 21.02.2024.

## GREENHOUSE GAS EMISSIONS AS A MEASURE OF ENERGY EFFICIENCY IN ASSESSING THE LIFE CYCLE OF FERTILIZERS

V.N. Bashkin, Dr. Sci (Biol.)

IPCBPSS RAS, Pushchino, Moscow Region

The article examines the problem of energy efficiency in the chain from the production of fertilizers to their logistics, application, and waste production and disposal based on the huge amount of data accumulated in recent years on greenhouse gas (GHG) emissions (primarily CO<sub>2</sub> and methane). Carbon dioxide emissions are shown to occur primarily from fuel combustion, as well as from the use of methane and CO<sub>2</sub> as precursors for nitrogen fertilizers. GHG emissions can be considered as a measure of energy efficiency when assessing the life cycle of mineral fertilizers. Relevant examples are given.

**Keywords:** fertilizer production, carbon and nitrogen emissions, energy efficiency, life cycle assessment, logistics, fertilization, processing of agricultural waste.

**For citation:** Bashkin, V.N., «Greenhouse gas emissions as a measure of energy efficiency in assessing the life cycle of fertilizers», *Zhizn Zemli* [Life of the Earth] 46, no 1, 20–32 (2023) (in Russ., abstr. in Engl.). DOI: 10.29003/m3771.0514-7468.2024\_46\_1/20-32.

**Введение.** При производстве минеральных удобрений к основным загрязняющим веществам (поллютантам), выбрасываемым в атмосферу, относятся NO<sub>x</sub>, CH<sub>4</sub>, SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, CO, соединения фтора, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>. Производство аммиака, минеральных удобрений

\* Башкин Владимир Николаевич – д.б.н., профессор, гл.н.с., Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Московская область, г. Пушкино, vladimirbashkin@yandex.ru.

и неорганических кислот требует больших затрат энергии, получаемой обычно за счёт сжигания органического топлива с выделением значительных объёмов парниковых газов (ПГ), в первую очередь  $\text{CO}_2$  и метана. При этом некоторые предприятия (к примеру, по производству карбамида) частично используют образующийся  $\text{CO}_2$  в качестве исходного сырья, что позволяет уменьшить эмиссию диоксида углерода.

Следует при этом отметить, что при производстве минеральных удобрений может увеличиваться выброс  $\text{CO}_2$ , но это компенсируется за счёт высоких урожаев. Сельское хозяйство – одна из областей производства, значительно влияющая на выброс ПГ, а также потребляющая большое количество энергии. При этом энергопотребление и выбросы ПГ зачастую связаны прямо пропорциональной зависимостью. Следовательно, наиболее важным путём снижения выбросов ПГ является увеличение энергоэффективности сельского хозяйства [7, 14].

Целью данной статьи является анализ сопряжённых процессов потребления энергии и выбросов ПГ в системе «производство минеральных удобрений – транспортировка – внесение в агроэкосистемах – утилизация агроотходов» и оценка факторов энергоэффективности. При этом размеры выбросов ПГ на всех этапах жизненного цикла можно рассматривать как меру энергоэффективности.

**Производство удобрений.** Производство минеральных удобрений является одной из наиболее энергоёмких отраслей и может играть решающую роль в реализации обязательств по энергосбережению и сокращению выбросов. Необходимо изменение структуры топливного баланса химической отрасли с целью перехода на топливо, выделяющее меньшее количество ПГ при сжигании. В ряде регионов мира это потребует, например, перехода химических предприятий с нефти и угля на газ. Ещё одним фактором, определяющим энергоэффективность производства минеральных удобрений и снижение выбросов ПГ, является учёт климатических рисков. При этом следует подчеркнуть, что в настоящее время климатические изменения происходят, прежде всего, за счёт природных процессов (изменение солнечной активности, колебание угла наклона орбиты Земли, вулканическая активность и пр.). Антропогенные процессы играют подчинённую роль [13].

В качестве примера можно привести ряд мероприятий по повышению энергоэффективности в ПАО «ФосАгро». В 2021 г. осуществлён ввод в действие 1-го комплекса из двух солнечных электростанций по 40 кВт. В настоящее время обеспеченность электроэнергией собственного производства достигла 40,3 %. Компания планирует снизить выбросы ПГ до 794,7 тыс. т  $\text{CO}_2$ -экв. к 2028 г. по охвату 1 (собственно производство) и до 893,3 тыс. т  $\text{CO}_2$ -экв. по охвату 2 (поставка товаров со стороны) [4]. Как результат, удельное потребление энергии на единицу производимой продукции и полуфабрикатов снизилось с 2,40 ГДж/т в 2020 г. и составляло в 2022 г. 2,33 ГДж/т.

Рассмотрим ещё несколько примеров российских предприятий, производящих минеральные удобрения. Так, ПАО «Минеральные удобрения» (г. Пермь, РФ) является одним из крупнейших производителей азотных удобрений Урала и Западной Сибири. Для этого предприятия было предложено строительство фотозлектрической солнечной электростанции на его территории [3]. При производстве азотных удобрений выполнен сбор данных о материальных потоках [16]. Установлено, что в год производство образует 2,433 млн т  $\text{CO}_2$ . Согласно расчётным данным, на 1 т аммиака приходится 2,027 т  $\text{CO}_2$ , что удовлетворяет требованиям критериев проектов устойчивого (в т. ч. «зелёного») развития в РФ – совокупный выброс ниже 2,104 т  $\text{CO}_2$  на 1 т аммиака. Но для уточнения величины совокупного выброса требуется более детальное рассмотрение источников электроэнергии, а также анализ косвенных выбросов  $\text{CO}_2$  на 1 т аммиака (охват 2).

Резюмируя приведённые материалы можно заключить, что в настоящее время производство минеральных удобрений вследствие технологических процессов, даже с использованием наилучших доступных технологий (НДТ), связано с эмиссией ПГ. Однако повышение энергоэффективности производства влечёт за собой неминуемое сокращение выбросов ПГ.

**Логистика удобрений.** Транспортная логистика – это оптимизация управления транспортировкой товарных партий минеральных удобрений от производителей к потребителям с целью снижения энергозатрат на физическое товародвижение, вплоть до поля.

Рассмотрим пример оценки влияния конструкции тракторов на выбросы ПГ. В **табл. 1** приведены сравнительные расчёты по использованию топлива и техническим параметрам различных тракторов при выполнении транспортных работ: тракторов Doutz-FahrAgrotron L720 и «Беларус 2022» с прицепом ПСТ-12, тракторов JohnDeer 6110B и «Беларус 82.1» с прицепом 2ПТС-6 в пределах фермерского хозяйства. Тракторы Doutz-FahrAgrotron L720 и «Беларус 2022» одного тягового класса отличаются более совершенной коробкой перемены передач (КПП) у зарубежного аналога, способной реализовать высокие эксплуатационные свойства. Также более совершенна КПП у трактора JohnDeer 6110B, она имеет 4 диапазона по 6 передач, что способствует более рациональному использованию эксплуатационных свойств по сравнению с трактором «Беларус 82.1» [5].

**Таблица 1.** Показатели, характеризующие транспортные агрегаты и выбросы ПГ  
**Table 1.** Indicators characterizing transport units and GHG emissions

Основные показатели	Транспортные агрегаты			
	Беларус 82,1 + 2ПТС-6	JohnDeer 6110B + 2ПТС-6	Беларус 2022 + ПСТ-12	Doutz-FahrAgrotronL720 + ПСТ-12
Грузоподъёмность, кН	60,02	60,02	86,05	86,05
Средняя скорость движения, км/ч	22,7	25,1	26,2	27,7
Коэффициент использования скорости движения	0,77	0,77	0,77	0,77
Тяговое сопротивление прицепа с грузом, кН	4,35	4,35	6,06	6,06
Часовая производительность, т/ч	4,86	5,38	8,3	8,95
Сменная производительность, т	34	37,6	58,1	62,6
Расход топлива на одну перевезённую тонну, кг/т	2,62	2,08	2,7	1,73
Выбросы CO <sub>2</sub> на одну перевезённую тонну, кг/т	8,216	6,522	8,446	5,425

Представленные расчёты говорят о том, что на выброс ПГ существенное влияние оказывает система машин в целом, а также отдельно взятые тракторы, зерно- и кормоуборочные комбайны и другие энергетические средства. При этом очень важное значение имеет правильное комплектование агрегатов как с точки зрения снижения расхода топлива, снижения выбросов CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, NO<sub>x</sub>, так и негативного воздействия



на почву – переуплотнение, эрозия, необоснованное применение средств защиты растений и др.

Рассмотрим также сравнение транспортных параметров, определяющих расход энергии и выбросы ПГ при двух различных системах выращивания пшеницы [21]. В табл. 2 приведено потребление первичной энергии (Дж) и потенциал глобального потепления (ПГП, измеряемый в г CO<sub>2</sub>-эquiv., 100-летний период времени) при оптимизированной системе производства и доставке пшеницы в количестве 670 г, необходимых для 1 кг буханки хлеба. Оценены традиционная система выращивания пшеницы с использованием минеральных удобрений и органическая система.

Из данных табл. 2 можно заключить, что, хотя органическая система выращивания пшеницы требует несколько меньшего использования энергии и сопровождается меньшими значениями ПГП, эти различия в целом незначительны. Показано, что ПГП буханки органического пшеничного хлеба весом 1 кг примерно на 30 г CO<sub>2</sub>-эquiv. меньше,

**Таблица 2.** Оценка величин использования энергии и потенциала глобального потепления при двух системах выращивания пшеницы

**Table 2.** Estimated energy use and global warming potential values for two wheat growing systems

Процесс	Традиционная (контроль)		Органическая (сравнение)	
	Использование энергии (J)	Потенциал глобального потепления, ПГП (г CO <sub>2</sub> -эquiv.)	Использование энергии (J)	Потенциал глобального потепления, ПГП (г CO <sub>2</sub> -эquiv.)
Производство удобрений:	820	46	21	1,7
Азотные	770	42	0,0	0,0
Фосфорные	50	3,8	21	1,7
Производство пестицидов	22	1,6	0,0	0
Транспорт удобрений и пестицидов	29	2,1	31	2,2
Использование энергии	22	1,5	25	1,8
Производство энергии	7,0	0,5	5,4	0,4
Выращивание пшеницы	490	36	650	48
Вспашка	450	32	600	42
Производство энергии	37	4,4	49	5,8
N <sub>2</sub> O эмиссия из почв	n.a.	96	n.a.	96
ПГП от хранения навоза	n.a.	n.a.	n.a.	5,1
Производство оборудования	85	7,3	85	7,3
Сумма	1400	190	790	160
Транспортировка муки (2000 км)	1900	140	1900	140
Использование энергии	1600	110	1600	110
Производство топлива	310	25	310	25
<b>Всего</b>	<b>3300</b>	<b>330</b>	<b>2700</b>	<b>300</b>

чем у обычной буханки. Однако необходимо учитывать и транспортное плечо. Так, при более длинных транспортных маршрутах доставки зерна пшеницы (более 420 км) различия между двумя сравниваемыми системами выращивания практически исчезают. Кроме того, важное значение имеют другие факторы, например, накопление углерода в почве и выбросы закиси азота из двух систем.

**Применение удобрений в агроэкосистемах.** В последние годы энергоёмкость сельхозпроизводства снижалась, но доля энергозатрат в себестоимости неуклонно возрастала. Так, стоимость потреблённых энергоресурсов в себестоимости основных видов сельхозпродукции в среднем составляла 26–35 % (в 1985–1990 г. 7–15 %) [15].

Существенными источниками выбросов в сельском хозяйстве России выступают прямой выброс закиси азота из сельскохозяйственных почв (52 557,0 тыс. т  $\text{CO}_2$ -экв.) и выбросы  $\text{CH}_4$  при внутренней ферментации домашних животных (39 090,4 тыс. т  $\text{CO}_2$ -экв.), при этом по сравнению с 1990 г. их объёмы соответственно сократились на 38,4 и 62,8 %. В 2019 г. вклад закиси азота в общие сельскохозяйственные выбросы составил 59,6 %,  $\text{CH}_4$  – 39,5 %,  $\text{CO}_2$  – около 0,8 % [1].

Наиболее энергоёмким технологическим процессом является обработка почвы, на которую в среднем расходуется 30–40 % потребляемой энергии [12]. Снижение этих затрат, например, использование разработанного авторами предплужника, кинематически связанного с поворотной рамой плуга, позволяет уменьшить как энергетические затраты, так и выбросы ПГ на 10 % при проведении вспашки.

На основании многолетних исследований был оценён баланс углекислого газа в севооборотах с сахарной свёклой [10]. Основные агроприёмы возделывания культуры (запашка ботвы и растительных остатков, известкование, внесение навоза и минеральных удобрений) способствуют эмиссии в атмосферу порядка 8,7–11,7 т/га  $\text{CO}_2$  в год, при этом происходит связывание в органическом веществе почвы (при условии внесения навоза) порядка 4,4–11,2 т/га  $\text{CO}_2$  в год. Снижение минерализации запасов гумуса, органических удобрений, растительных остатков с помощью рациональной обработки почв, внесения научно обоснованных доз удобрений, оптимизации почвенной кислотности способно снизить эмиссию  $\text{CO}_2$  в почвах свекловичных севооборотов. По предварительным расчётам баланс ПГ при возделывании и переработке сахарной свёклы в ЦЧР является близким к равновесному.

Значительное количество исследований выполнено по оценке влияния различных энергоэффективных агротехнологий и улучшенных «зелёных» удобрений на эмиссию парниковых газов из почвы в агроэкосистемах. Так, применение азотных удобрений с добавлением гуминовой кислоты приводит к контролируемому высвобождению азота, что сопровождается повышением урожайности и усвояемости азота, повышением эффективности использования азота и сокращением выбросов парниковых газов [20].

Детальный обзор ретроспективного применения удобрений в Китае приведён в [19]. Была проведена количественная оценка выбросов ПГ при производстве и внесении азотных минеральных удобрений при выращивании пшеницы и кукурузы в различных провинциях и сельскохозяйственных регионах Китая. Авторами показано, что в период 2015–2017 гг. усреднённые дозы азота под пшеницу и кукурузу на высокогорных полях Китая были 222 и 197 кг/га, соответственно. При этом в целом было внесено под эти культуры 12,63 млн т в год. В масштабе страны выбросы парниковых газов, связанные с производством минеральных азотных удобрений, оценивались в 41,44 и 59,71 млн т  $\text{CO}_2$  в год для рассматриваемых культур. В то же время при внесении этих удобрений эмиссии  $\text{N}_2\text{O}$  вследствие процессов денитрификации, по оценкам авторов, составили

35,82 и 69,44 Gg/год. Авторы делают вывод, что производство и применение минеральных азотных удобрений для пшеницы и кукурузы на китайских пахотных землях является важным источником выбросов парниковых газов в сельском хозяйстве. Применение современных технологических приёмов (например, внесение стабилизированного азотного удобрения в сочетании со свиным навозом) позволяет управлять урожайностью риса и выбросами закиси азота ( $N_2O$ ) и метана ( $CH_4$ ) [27].

Выявлено, что эмиссия  $N_2O$  из агрозёмов никогда не превышала 5 мг  $N_2O$ -N/га в день, если почва содержала менее 10 мг доступного минерального азота на 1 кг почвы. Внесение в почвы азота с удобрениями практически всегда приводило к увеличению кумулятивного потока  $N_2O$  из почв. Максимально большие кумулятивные потоки  $N_2O$  из почв были отмечены при внесении навоза крупного рогатого скота (КРС), что было связано не только с поступлением в почвы большого количества доступного азота, но также и с поступлением доступного углерода и влаги [11].

Резюмируя этот раздел, следует подчеркнуть, что в современной литературе накоплен огромный массив данных по оценке эмиссии ПГ при выращивании различных культур в различных регионах мира. В рамках данной статьи можно отметить, что рациональное внесение минеральных удобрений, так же как и их различных комбинаций с органическими, приводит к увеличению урожаев выращиваемых культур и росту продуктовой безопасности. В то же время применение удобрений приводит практически повсеместно к неизбежному росту эмиссии различных парниковых газов. Например, при внесении азотных удобрений происходит увеличение углерод- и азотминерализующей способности почвенного органического вещества (ПОВ). Это сопровождается ростом эмиссии как углекислого газа, так и оксидов азота. Аналогичный эффект проявляется при денитрификации как внесённого азота минеральных удобрений, так и минерализуемого азота ПОВ. В рисовых агроэкосистемах выбросы этих ПГ дополняются эмиссиями метана. В целом агроэкосистемы являются чистым источником  $CO_2$ . Поэтому вопрос о связи величин выбросов ПГ и энергоэффективности в агроэкосистемах обязательно должен рассматриваться в контексте роста урожайности выращиваемых культур.

**Утилизация отходов.** Во всём мире ежедневно образуется большое количество сельскохозяйственных отходов (AWs) в связи с ростом населения, численность которого в 2022 г. превысила 8 млрд. Необходимо разработать стратегию их своевременного использования, основанного на рециклинге. При этом рециклинг может быть направлен либо на получение энергии, либо на возврат в биогеохимический круговорот биофильных элементов, накопленных в отходах. Это будет способствовать как энергоэффективности сельского хозяйства в целом, так и снижению выбросов ПГ (см., например, [23]).

На примере системы накопления сельскохозяйственных отходов в провинции Цзянси (Китай) было исследовано, в какой степени данные по оценке потоков ресурсов и показатели, характеризующие снижение выбросов парниковых газов, могут быть применены для выработки политических мер в области устойчивого использования агроотходов [29]. Авторы показали, что, когда процент агроотходов увеличивается с 4,41 % до 8,61 %, текущий потенциал снижения выбросов парниковых газов впоследствии увеличивается примерно в 3,3 раза. При этом максимальный потенциал снижения выбросов ПГ может составлять  $16,44 \times 10^6$  т  $CO_2$ -экв. в этой провинции.

Сельскохозяйственные отходы в значительной мере связаны с биоразлагаемым бытовым мусором, где запасается большое количество азота. Было отмечено, что биоразлагаемый бытовой мусор, например, в Китае, в основном включал пищевые отходы, макулатуру и древесную щепу в количестве 31,56, 29,55 и  $6,45 \times 10^6$  т/г, соответственно.

Запасы азота в этих отходах составляли  $65,31 \times 10^4$ ,  $6,80 \times 10^4$  и  $3,81 \times 10^4$  т/г, причём в пищевых отходах было 86 % от общего объёма азота. Это равно 11 % от поглощения азота из минеральных удобрений ( $6,20 \times 10^6$  т-год<sup>-1</sup>) сельскохозяйственными растениями в Китае [26].

Ещё одной важной проблемой является рециклинг животноводческих отходов. Для этого важны оценки содержания азота и фосфора в твёрдом органическом удобрении, получаемом из навоза КРС, например, на северо-западе России [18]. При этом необходимы исходные данные по поголовью скота. Расчёты были проведены для животноводческой фермы, в которой имеется 6 тыс. голов КРС [6]. Расчётным способом определена эмиссия метана от систем хранения биомассы отходов КРС на животноводческой ферме, которая составила 27 600 кг/год  $\text{CH}_4$ .

Основной вклад в образование отходов в России создают пищевая и перерабатывающая промышленность. При анализе данных Министерства сельского хозяйства за 2015–2017 гг. выявлено, что на 15 635 тыс. т продукции сельскохозяйственных культур приходится около 335 тыс. т первичных и вторичных отходов, получаемых в результате технологических процессов преобразования сырья в пищевую продукцию [9]. Сжигание 1 т растительного сырья (соломистые остатки) соответствует сжиганию  $424 \text{ м}^3$  природного газа. При этом показано, что дополнительное использование каталитических добавок положительно влияет на процесс горения и снижает эмиссию ПГ [25]. Применение этих добавок ( $\text{CaO}$ ,  $\text{KMnO}_4$ ) значительно повышает среднюю температуру в камере сгорания, делает процесс горения более эффективным и полным с уменьшением выбросов  $\text{CO}$  до 45 %. Ещё одним примером рециклинга является производство биочара из агроотходов, например, по технологии микроволновой торрефикации, представляющей собой новый метод нагрева органической массы, который позволяет теплу равномерно проникать в сырьё [25].

**Обсуждение.** Установлено, что агроэкосистемы являются чистым источником эмитируемых ПГ [8]. Современные агротехнологии возделывания пропашных культур ответственны за примерно 5 % выбросов парниковых газов в Соединенных Штатах и Европейском Союзе. В ряде стран (Россия, Китай, Индия и др.) эти величины даже выше. Чтобы сократить выбросы ПГ, значительные усилия сосредоточены на внедрении таких приёмов, как no-tillage (система нулевой обработки почвы), внесение больших доз органических и «зелёных» удобрений, в целом – на переходе к органическому низкоуглеродному земледелию. При этом энергоэффективность, как правило, не рассматривалась в качестве ключевого процесса управления эмиссиями ПГ. По оценкам [23], благодаря сочетанию инноваций в цифровом сельском хозяйстве, генетике сельскохозяйственных культур и микробов, а также рекультивации, возможно сокращение выбросов парниковых газов на 71 % ( $1744 \text{ кг CO}_2\text{-экв./га}$ ) при выращивании пропашных культур в течение следующих 15 лет (рис. 1). Технические усовершенствования способствуют сильному снижению выбросов ПГ при производстве зерна. Цифры указаны в килограммах  $\text{CO}_2\text{-экв.}$  на гектар и разделены источником выбросов. Этапы (оптимизация, замещение и реорганизация) различаются по технической готовности стимулирующих инноваций. Реализация этапа оптимизации в значительной степени возможна с использованием существующих технологий, в то время как технологии этапа замещения могут быть доступны через 2–5 лет, а технологии этапа реорганизации – через 5–15 лет.

Важно подчеркнуть, что рост величин энергоэффективности будет сопровождаться сокращением выбросов ПГ. При этом основополагающей стратегией проведения исследований по эмиссии углекислого газа как мере энергоэффективности на всех

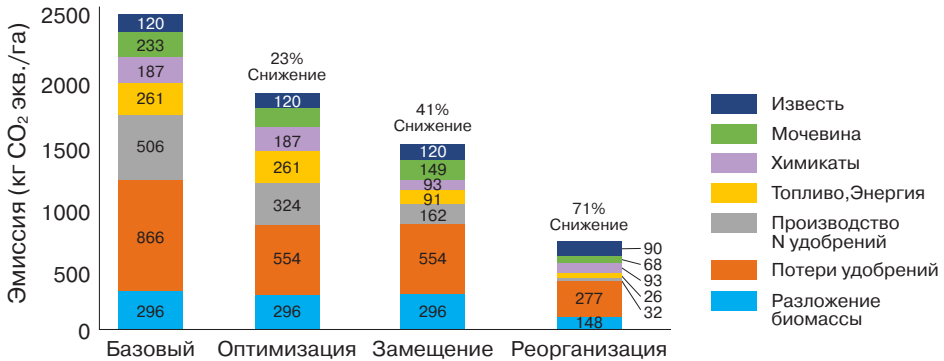


Рис. 1. Эмиссия ПГ в зависимости от энергоэффективности производственных факторов.  
Fig. 1. GHG emission vs. the energy efficiency of production factors.

этапах для системы удобрений «производство – логистика – внесение – утилизация отходов» является оценка жизненного цикла как энергии, так и эмиссии ПГ (рис. 2). Атмосферный азот ( $N_2$ ) соединяется с водородом с использованием энергии, получаемой из ископаемого топлива. Полученный  $NH_3$  реагирует с  $CO_2$ , азотной кислотой, соляной или фосфорной кислотой с получением различных удобрений. Эти удобрения транспортируются различными способами перед внесением на пахотные земли. На рис. 2 сплошная линия представляет расход материалов и азота удобрений, пунктирная линия – обмен ПГ между цепочкой производства и использования удобрений, включая переработку агроотходов, и атмосферой.

Рассмотрим жизненный цикл и коэффициенты выбросов ПГ и использования различных источников энергии в системе «производство – логистика – внесение – утилиза-

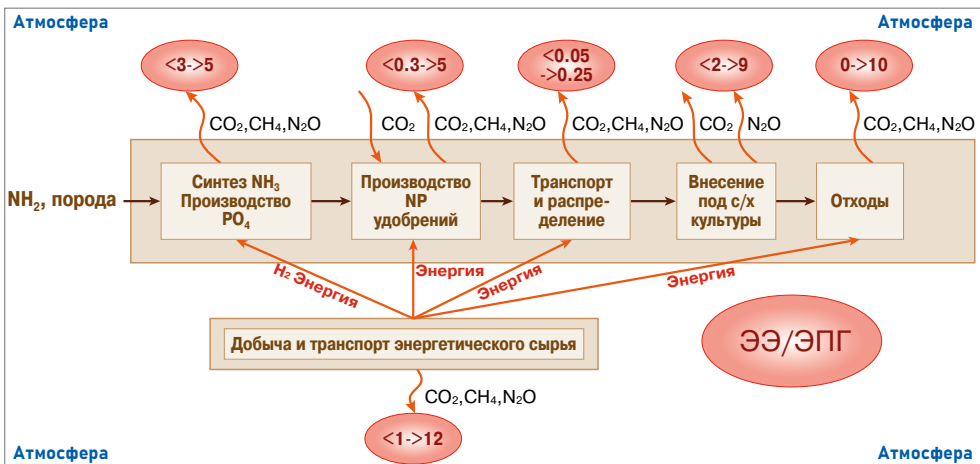


Рис. 2. Оценка жизненного цикла выбросов парниковых газов при производстве и использовании азотных и фосфорных удобрений и взвешенные коэффициенты выбросов для основных процессов (пояснения даны в основном тексте).

Fig. 2. Life cycle assessment of greenhouse gas emissions from the production and use of nitrogen and phosphorus fertilizers and weighted emission factors for key processes (explanations are given in the text).

ция отходов». Так, на основании данных [28], на каждую тонну азота, произведённого и используемого на пахотных землях в Китае как в составе простых удобрений (мочевина), так и сложных (например, диаммофос), выбрасывается в среднем 13,5 т  $\text{CO}_2$ -экв. При этом наибольшие величины эмиссии ПГ наблюдаются в технологических процессах синтеза аммиака. Это связано с энергоёмким характером процесса производства минеральных удобрений, а также в целом с химической промышленностью, где технологические процессы требуют высоких температуры и давления. Кроме того, важное значение имеет энергоёмкость исходных теплоисточников. Например, уголь, используемый в ряде стран как основной источник энергии, имеет низкую энергоэффективность. Установки, работающие на угле, имеют коэффициент выбросов  $>5$  т  $\text{CO}_2$ -экв. т  $\text{NH}_3\text{-N}^{-1}$  по сравнению с  $<3$  т  $\text{CO}_2$ -экв. т  $\text{NH}_3\text{-N}^{-1}$  для установок, работающих на природном газе [24, 28]. Также имеет значение и масштаб производства. Например, при использовании того же источника энергии крупномасштабные установки выделяют несколько меньше ПГ на единицу азота, чем средне- или мелкомасштабные. Следующий этап включает блок «производство удобрений», направленный на преобразование аммиака и фосфатов в различные азотно-фосфорные удобрения; процессы имеют взвешенный коэффициент выбросов 0,9 т  $\text{CO}_2$ -экв. т  $\text{N}^{-1}$ , но широкий диапазон: от 0,3 до  $>6$  т  $\text{CO}_2$ -экв. т  $\text{N}^{-1}$  (см., например, [4, 17]).

Даже в современных условиях уголь обеспечивает 86 % энергии, потребляемой в вышеуказанных процессах. Выбросы метана, связанные с добычей угля, оказывают эффект глобального потепления в размере 11,4 г  $\text{CO}_2$ -экв.  $\text{МДж}^{-1}$  ( $10^6$  Дж) по сравнению с  $<2$  г  $\text{CO}_2$ -экв.  $\text{МДж}^{-1}$  при использовании природного газа или нефти [28].

Взвешенный коэффициент выбросов может составлять 2,2 т  $\text{CO}_2$ -экв.  $\text{т}^{-1}$  удобрений при добыче и транспортировке ископаемого топлива, используемого в промышленности по производству минеральных удобрений (включая 1,8 т  $\text{CO}_2$ -экв. т  $\text{N}^{-1}$  от добычи энергии, используемой для синтеза аммиака, и 0,4 т  $\text{CO}_2$ -экв.  $\text{т}^{-1}$  при его использовании для производства, например, азотно-фосфорных удобрений). Для условий Китая это составляет 16 % от общего объёма выбросов 13,5 т  $\text{CO}_2$ -экв. т  $\text{N}^{-1}$  [32]. С учётом различных источников сырья эти величины могут широко варьировать:  $<1$ – $>12$  т  $\text{CO}_2$ -экв. на тонну произведённых и использованных удобрений.

В процессе логистики и при транспортировке азотных и фосфорных удобрений коэффициенты эмиссии составляют в среднем 0,1 т  $\text{CO}_2$ -экв.  $\text{т}^{-1}$  (разброс значений от  $<0,05$  до  $>0,25$ ).

Оценки эмиссии ПГ при выращивании сельскохозяйственных культур значительно варьируют ( $<2$ – $>9$  т  $\text{CO}_2$ -экв. т  $\text{N}^{-1}$ ). Так, размеры денитрификации азота могут быть в пределах от 5 до 90 % от содержания минерального азота в почвах агроэкосистем [8]. Значительно варьируют также выбросы аммиака на щелочных почвах, размеры вымывания нитратов и величины сухих и влажных выпадений. Для условий Китая коэффициент эмиссии составляет 5,2 т  $\text{CO}_2$ -экв. т  $\text{N}^{-1}$ , включая прямые выбросы  $\text{N}_2\text{O}$  (4,3 т  $\text{CO}_2$ -экв. т  $\text{N}^{-1}$ ) в результате нитрификации и денитрификации в почве и косвенные выбросы (0,9 т  $\text{CO}_2$ -экв. т  $\text{N}^{-1}$ ).

В конце цепочки находятся выбросы парниковых газов при переработке и/или использовании агроотходов. Как отмечено выше, на переработку отходов существенно влияют используемые технологические процессы, имеющие очень большой разброс величин их энергоэффективности. Это сказывается и на величинах относительной эмиссии ПГ (от практически отсутствия до высоких величин, см. рис. 1). Следовательно, величины эмиссии ПГ являются мерилем энергоэффективности в системе жизненного цикла минеральных удобрений «производство – логистика – внесение – утилизация отходов».

**Заключение.** В контексте глобального изменения климата и с учётом увеличения антропогенных выбросов парниковых газов устойчивость сельскохозяйственных систем может быть повышена за счёт повышения эффективности использования энергоресурсов [2]. Рассматриваются различные агротехнологические приёмы сокращения выбросов ПГ и увеличения секвестрации углерода, при этом потенциалом сокращения выбросов в значительной степени пренебрегали. Энергоэффективность также не всегда рассматривалась в качестве ключевого процесса управления эмиссиями ПГ.

Приведённые в статье материалы свидетельствуют о ключевой роли энергоэффективности на протяжении всего жизненного цикла в системе «производство – логистика – внесение – утилизация отходов». Величины эмиссии ПГ при этом выступают лишь в качестве меры данной энергоэффективности. Далее, переработка агропромышленных отходов и сырья с помощью различных процессов (компостирование, производство биоэнергии, биоуглей, биогеохимическое рециклирование питательных элементов) может также дать существенное снижение эмиссии ПГ. Это также может потенциально привести к выбросам парниковых газов в результате процессов компостирования и транспортировки материалов. Однако эти процессы дают положительный эффект как непосредственно, за счёт связывания углерода, так и косвенно, благодаря предотвращению последствий удаления отходов, улучшению качества почвы и минимизации потерь почвы.

В целом, увеличение энергоэффективности в рассматриваемом жизненном цикле удобрений, от производства до утилизации агроотходов, может существенно снизить роль сельскохозяйственного производства в эмиссии ПГ. Следует особо подчеркнуть, что снижение потенциала эмиссии ПГ при производстве удобрений зависит от источника используемой энергии, и перевод энергоустановок с угля на газ, а тем более ВИЭ, будет наиболее значимым. При выращивании продукции очень большую роль играют факторы, связанные с применением современных систем земледелия, основанных на точном внесении удобрений, использовании электронных почвенных карт и повышении эффективности использования удобрений, в частности, азота и фосфора.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Ахметшина Л.Г.* Возможности российского сельского хозяйства в снижении выбросов парниковых газов и адаптации к климатическим изменениям // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2022. № 1 (4). С. 5–14 (<https://vaael.ru/ru/article/view?id=2129>).
2. *Булаткин Г.А.* Экологические и энергетические основы воспроизводства почвенного плодородия и увеличение продуктивности агроэкосистем // Автореф. дис. ... доктора биол. наук. Москва, 2007. 48 с.
3. *Гильманова Р.Б., Осинцев К.В.* Разработка тригенерационного цикла на химических предприятиях по производству азотных удобрений // Молодой исследователь. Материалы 2-й научной выставки-конференции научно-технических и творческих работ студентов. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. С. 166–170. ISBN 978-5-696-04703-4/166-170.
4. Интегрированный годовой отчёт ПАО ФосАгро за 2022, 2023 гг. 407 с. ([www.phosagro.ru](http://www.phosagro.ru)).
5. *Иовлев Г.А., Голдина И.И.* Сельское хозяйство, транспорт и углеродные проблемы // Транспорт. Транспортные средства. Экология. 2022. № 1. С. 25–35. DOI: 10.15593/24111678/2022.01.04.
6. *Колосова Н., Монах С.* Оценка выбросов парниковых газов при хранении отходов животноводческих ферм // Инженерные системы и техногенная безопасность. 2015. Вып. 5 (115). С. 49–52.
7. *Колпаков А.Ю.* Энергоэффективность: роль в сдерживании выбросов углекислого газа и определяющие факторы // Проблемы прогнозирования. 2020. № 6. С. 141–154. DOI: 10.47711/0868-6351-183-141-153.
8. *Кудеяров В.Н.* Агрогеохимические циклы углерода и азота в современном земледелии России // Агрохимия. 2019. № 12. С. 3–15. DOI: 10.1134/S000218811912007X.

9. Матасов А.В., Макарова А.С., Авдеенкова Т.С. Количественная оценка выбросов парниковых газов технологий переработки отходов сельского хозяйства // Вестник МАСИ. Информатика, экология, экономика. 2019. Т. 21. С. 21–25 (<https://cat.gpntb.ru/?id=EC/ShowFull&irbDb=ESVODT&bid=db97600f33fa0376581c4b176dc37b42>).
10. Минакова О.А., Косякин П.А. Баланс CO<sub>2</sub> при возделывании сахарной свёклы в Российской Федерации (обзор) // Сахар. 2022. № 3. С. 32–37. DOI: 10.24412/2413-5518-2022-3-32-37.
11. Рижиа Е.Ю., Бучкина Н.П., Мухина И.М., Балаиов Е.В. Долгосрочный мониторинг прямой эмиссии закиси азота из суглинисто-песчаных дерново-подзолистых почв // Тенденции развития агрофизики: от актуальных проблем земледелия и растениеводства к технологиям будущего. СПб: ФГБНУ АФИ, 2019. С. 117–122.
12. Семёнова Е.И., Семёнов Ф.В. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2020. № 3 (60). С. 86–91. DOI: 10/33938/203-85.
13. Снакин В.В. Динамика глобальных природных процессов и учение о биосфере В.И. Вернадского // Жизнь Земли. 2023. Т. 45, № 1. С. 27–38. DOI: 10.29003/m3147.0514-7468.2023\_45\_1/27-38.
14. Тихомиров А.В. Концепция развития систем энергообеспечения и повышения энергоэффективности использования ТЭР в сельском хозяйстве // Вестник ВИЭСХ. 2016. № 1 (22). С. 11–17.
15. Тихомиров А.В., Маркелова Е.А., Уханова В.Ю. Топливо-энергетические ресурсы на основе энергосберегающих технологий и технических средств в сельском хозяйстве // Сельскохозяйственные машины и технологии. № 5. 2015 ([www.vim.ru](http://www.vim.ru)).
16. Шатаева А.Л., Ташикина И.Н. Оценка эмиссий парниковых газов производства аммиака и выявление направлений разработки и реализации климатических проектов // Химия. Экология. Урбанистика. Пермь: Изд-во ППУ, 2022. Т. 1. С. 146–150 ([https://ceu.pstu.ru/wp-content/uploads/2022/06/Himiya.-Ekologiya.-Urbanistika.-Tom\\_1.pdf](https://ceu.pstu.ru/wp-content/uploads/2022/06/Himiya.-Ekologiya.-Urbanistika.-Tom_1.pdf)).
17. Bashkin V., Alekseev A., Levin B., Mescherova E. Biogeochemical technologies for managing CO<sub>2</sub> flows in agroecosystems // Adv. Environ. Eng. Res. 2023. V. 4, N 1: 012. DOI: 10.21926/aer.2301012.
18. Briukhanov A., Luostarinen S., Trifanov A., Shalavina E., Kozlova N., Vasilev E., Subbotin I. Revision of the total nitrogen and phosphorus content in a cattle manure-based organic fertilizer in North-West Russia // Agricultural and Food Science. 2021. V. 30. P. 44–52 (<https://doi.org/10.23986/afsci.99191>).
19. Chai R., Ye X., Ma C., Wang Q., Tu R., Zhang L., Gao H. Greenhouse gas emissions from synthetic nitrogen manufacture and fertilization for main upland crops in China // Carbon Balance Management. 2019. 14:20 (<https://doi.org/10.1186/s13021-019-0133-9>).
20. Guo Y., Ma Z., Ren B., Zhao B., Liu P., Zhang J. Effects of Humic Acid Added to Controlled-Release Fertilizer on Summer Maize Yield, Nitrogen Use Efficiency and Greenhouse Gas Emission // Agriculture. 2022. № 12. P. 448 (<https://doi.org/10.3390/agriculture12040448>).
21. Meisterling K., Samaras C., Schweizer V. Decisions to reduce greenhouse gases from agriculture and product transport: LCA case study of organic and conventional wheat // J. Clean. Prod. 2009. № 17. С. 222–230. DOI: 10.1016/j.jclepro.2008.04.009.
22. Najser T., Gaze B., Knutel B., Verner A., Najser J., Mikeska M., Chojnacki J., Nemcek O. Analysis of the effect of catalytic additives in the agricultural waste combustion // Process. Materials. 2022. V. 15. P. 3526 (<https://doi.org/10.3390/ma15103526>).
23. Northrup D.L., Bassob B., Wang M.Q., Morgan C.L.S., Benfey P.N. Novel technologies for emission reduction complement conservation agriculture to achieve negative emissions from row-crop production // PNAS. 2021. V. 118, № 28. e2022666118 (<https://doi.org/10.1073/pnas.2022666118>).
24. Samsonov R.O., Kazak A.S., Bashkin V.N. Master plan methodology for gas industry development. Moscow: Scientific World Publishing House, 2007. 304 p.
25. Su K., Qin Q., Yang J., Li L., Deng S. Recent advance on torrefaction valorization and application of biochar from agricultural waste for soil remediation // J. of Renewable Materials (JRM). 2022. V. 10, № 2. DOI: 10.32604/jrm.2022.018146.
26. Wang L., Qin T., Zhao J., Zhang Y., Wu Z., Cui X., Zhou G., Li C., Guo L., Jiang G. Exploring the nitrogen reservoir of biodegradable household garbage and its potential in replacing synthetic nitrogen fertilizers in China // Peer J. 2022. 10:e12621 DOI: 10.7717/peerj.12621.
27. Wu K.K., Gong P., Zhang L.L., Wu Z.J., Xie X.S., Yang H.Z., Li W.T., Song Y.C., Li D.P. Yield-scaled N<sub>2</sub>O and CH<sub>4</sub> emissions as affected by combined application of stabilized nitrogen fertilizer and pig manure in rice fields // Plant Soil Environ. 2019. № 65. P. 497–502.



28. Zhang W.F., Dou Z.X., He P., Ju X.T., Powlson D., Chadwick D., Norse D., Lu Y.L., Zhang Y., Wu L., Chen X.P., Cassman K.G., Zhang F.S. New technologies reduce greenhouse gas emissions from nitrogenous fertilizer in China // *Proc. Natl. Acad. Sci USA*. 2013. V. 110. P. 8375–8380.

29. Yu B., Liu X., Ji C., Sun H. Greenhouse gas mitigation strategies and decision support for the utilization of agricultural waste systems: A case study of Jiangxi Province, China // *Energy*. 2023. V. 265. 126380. DOI: 10.1016/j.energy.2022.126380.

## REFERENCES

1. Akhmetshina, L.G., “Possibilities of Russian agriculture in reducing greenhouse gas emissions and adapting to climate change”, *Bull. of the Altai Academy of Economics and Law* **1**, no 4, 5–14 (2022) (<https://vael.ru/ru/article/view?id=2129>) (in Russian).

2. Bulatkin, G.A., “Ecological and energy bases for the reproduction of soil fertility and increasing the productivity of agroecosystems”, *Abstract of the dissertation for ... Doctor of Biological Sciences* (Moscow, 2007) (in Russian).

3. Gil'manova, R.B., Osintsev, K.V., “Development of a trigeneration cycle at chemical plants for the production of nitrogen fertilizers”, *Molodoj Issledovatel* (Chelyabinsk: SUSU Publishing Center, 2015). ISBN 978-5-696-04703-4166-170 (in Russian).

4. *Integrated annual report of PJSC PhosAgro 2022, 2023* ([www.phosagro.ru](http://www.phosagro.ru)) (in Russian).

5. Iovlev, G.A., Goldina, I.I., “Agriculture, transport, and carbon issues”, *Transport. Vehicles. Ecology* **1**, 25–35 (2022). DOI: 10.15593/24111678/2022.01.04(in Russian).

6. Kolosova, N., Monakh, S., “Assessment of greenhouse gas emissions during storage of waste from livestock farms”, *Engineering systems and technogenic safety* **5**, no 115, 49–52 (2015) (in Russian).

7. Kolpakov, A.Yu., “Energy efficiency: role in curbing carbon dioxide emissions and determining factors”, *Forecasting problems* **6**, 141–154 (2020). DOI: 10.47711/0868-6351-183-141-153(in Russian).

8. Kudeyarov, V.N., “Agrogeochemical cycles of carbon and nitrogen in modern agriculture in Russia”, *Agrochemistry* **12**, 3–15 (2019). DOI: 10.1134/S000218811912007X (in Russian).

9. Matasov, A.V., Makarova, A.S., Avdeyenkova, T.S., “Quantitative assessment of greenhouse gas emissions from agricultural waste processing technologies”, *Bull. of MASI. Informatics, ecology, economics* **21**, 21–25 (2019) (<https://cat.gpntb.ru/?id=EC/ShowFull&irbDb=ESVODT&bid=db97600f-33fa0376581c4b176dc37b42>) (in Russian).

10. Minakova, O.A., Kosyakin, P.A., “CO<sub>2</sub> balance during sugar beet cultivation in the Russian Federation (review)”, *Sakhar* **3**, 32–37 (2022). DOI: 10.24412/2413-5518-2022-3-32-37 (in Russian).

11. Rizhiya, E.Yu., Buchkina, N.P., Mukhina, I.M., Balashov, E.V., “Long-term monitoring of direct emission of nitrous oxide from loamy-sandy soddy-podzolic soils”, *Trends in the development of agrophysics: from current problems of agriculture and crop production to future technologies* (St. Petersburg: FGBNU AFI, 2019) (in Russian).

12. Semyonova, E.I., Semyonov, F.V., “Energy saving and increasing energy efficiency”, *Economics, labor, management in agriculture* **3**, no 60, 86–91 (2020). DOI: 10/33938/203-85 (in Russian).

13. Snakin, V.V., “Dynamics of global natural processes and V.I. Vernadsky's teaching of the biosphere”, *Zhizn Zemli* [Life of the Earth] **45**, no 1, 27–38 (2023). DOI: 10.29003/m3147.0514-7468.2023\_45\_1/27-38(in Russian).

14. Tikhomirov, A.V., “Concept for the development of energy supply systems and increasing the energy efficiency of using fuel and energy resources in agriculture”, *Vestnik VIESKh* **1**, no 22, 11–17 (2016) (in Russian).

15. Tikhomirov, A.V., Markelova, E.A., Ukhanova, V.Yu., “Fuel and energy resources based on energy-saving technologies and technical means in agriculture”, *Agricultural machines and technologies* **5** (2015) ([www.vim.ru](http://www.vim.ru)) (in Russian).

16. Shatayeva, A.L., Tashkinova, I.N., “Assessment of greenhouse gas emissions from ammonia production and identification of directions for the development and implementation of climate projects”, *Chemistry. Ecology. Urbanism* (Perm: PPU Publ. House, 2022. T. 1. P. 146–150) (in Russian).

17. Bashkin, V., Alekseyev, A., Levin, B., Mescherova, E., “Biogeochemical technologies for managing CO<sub>2</sub> flows in agroecosystems”, *Adv. Environ. Eng. Res.* **4**, no 1 (2023). DOI: 10.21926/aer.2301012.

18. Briukhanov, A., Luostarinen, S., Trifanov, A., Shalavina, E., Kozlova, N., Vasilev, E., Subbotin, I., “Revision of the total nitrogen and phosphorus content in a cattle manure-based organic fertilizer in North-West Russia”, *Agricultural and Food Science* **30**, 44–52 (2021), <https://doi.org/10.23986/afsci.99191>.

19. Chai, R., Ye, X., Ma, C., Wang, Q., Tu, R., Zhang, L., Gao, H., "Greenhouse gas emissions from synthetic nitrogen manufacture and fertilization for main upland crops in China", *Carbon Balance Management* **14**:20 (2019), <https://doi.org/10.1186/s13021-019-0133-9>.
20. Guo, Y., Ma, Z., Ren, B., Zhao, B., Liu, P., Zhang, J., "Effects of Humic Acid Added to Controlled-Release Fertilizer on Summer Maize Yield, Nitrogen Use Efficiency and Greenhouse Gas Emission", *Agriculture* **12**, 448. (2022), <https://doi.org/10.3390/agriculture12040448>.
21. Meisterling, K., Samaras, C., Schweizer, V., "Decisions to reduce greenhouse gases from agriculture and product transport: LCA case study of organic and conventional wheat", *J. Clean. Prod.* **17**, 222–230 (2009) (10.1016/j.jclepro.2008.04.009).
22. Najser, T., Gaze, B., Knutel, B., Verner, A., Najser, J., Mikeska, M., Chojnacki, J., Nemcek, O., "Analysis of the effect of catalytic additives in the agricultural waste combustion", *Process. Materials* **15**, 3526 (2022), <https://doi.org/10.3390/ma15103526>.
23. Northrup, D.L., Bassob, B., Wang, M.Q., Morgan, C.L.S., Benfey, P.N., "Novel technologies for emission reduction complement conservation agriculture to achieve negative emissions from row-crop production", *PNAS* **118**, no 28 (2021), e2022666118, <https://doi.org/10.1073/pnas.2022666118>.
24. Samsonov, R.O., Kazak, A.S., Bashkin, V.N., *Master plan methodology for gas industry development* (Moscow: Scientific World Publishing House, 2007).
25. Su, K., Qin, Q., Yang, J., Li, L., Deng, S., "Recent advance on torrefaction valorization and application of biochar from agricultural waste for soil remediation", *J. of Renewable Materials (JRM)* **10**, no 2 (2022), DOI: 10.32604/jrm.2022.018146.
26. Wang, L., Qin, T., Zhao, J., Zhang, Y., Wu, Z., Cui, X., Zhou, G., Li, C., Guo, L., Jiang, G., "Exploring the nitrogen reservoir of biodegradable household garbage and its potential in replacing synthetic nitrogen fertilizers in China", *Peer J.* (2022). 10:e12621, DOI: 10.7717/peerj.12621.
27. Wu, K.K., Gong, P., Zhang, L.L., Wu, Z.J., Xie, X.S., Yang, H.Z., Li, W.T., Song, Y.C., Li, D.P., "Yield-scaled N<sub>2</sub>O and CH<sub>4</sub> emissions as affected by combined application of stabilized nitrogen fertilizer and pig manure in rice fields", *Plant Soil Environ* **65**, 497–502 (2019).
28. Zhang, W.F., Dou, Z.X., He, P., Ju, X.T., Powlson, D., Chadwick, D., Norse, D., Lu, Y.L., Zhang, Y., Wu, L., Chen, X.P., Cassman, K.G., Zhang, F.S., "New technologies reduce greenhouse gas emissions from nitrogenous fertilizer in China", *Proc. Natl. Acad. Sci USA* **110** (21), 8375–8380 (2013).
29. Yu, B., Liu, X., Ji, C., Sun, H., "Greenhouse gas mitigation strategies and decision support for the utilization of agricultural waste systems: A case study of Jiangxi Province, China", *Energy* **265** (2023). DOI: 10.1016/j.energy.2022.126380.

## УСКОРЕННОСТЬ БИОТИЧЕСКОЙ И ТЕКТОНИЧЕСКОЙ ЭВОЛЮЦИЙ: БИОТА МОДУЛИРУЕТ ТЕКТониКУ?

А.А. Фомин\*

На основе статистических данных косвенно подкреплена гипотеза В.И. Вернадского о том, что биосфера является геологической силой, строящей поверхность и ближайшие недра планеты. По данным встречаемости находок известных особей животных и по некоторым характеристикам тектонической активности Земли обосновано наличие нескольких ранее неизвестных сокращающихся циклов (от каждого цикла к последующему соседнему, примерно в 1,51 раза, развивающихся на протяжении порядка млрд лет), что подводит к мысли о причинно-следственной связи между этими двумя разными категориями циклов. Влияние тектоники на биоту в той или иной степени давно известно. Однако из-за того факта, что упомянутые циклы носят очень ускоренный характер, трудно представить, что такая сильная ускоренность в тектонических циклах могла возникнуть вследствие внутритектонических причин, тогда как ускоренный характер биотической эволюции по внутрибиотическим причинам вполне возможен. И тогда напрашивается вывод о том, что упомянутые сокращающиеся тектонические циклы промодулировала биота. Приводятся возможные механизмы такого влияния. Для их уточнения требуются дополнительные исследования. Упомянутый вывод является революционирующим для геологии и приоткрывает у биотической эволюции на новом количественном уровне ранее неизвестную её роль активного творца глобальных тектонических (циклических) процессов, что для эволюционной биологии тоже ново. Независимо от этих выводов упомянутая сокращающаяся цикличность представляет интерес сама по себе и впервые (статистически) свидетельствует об ускоренном характере эволюции на столь огромных промежутках времени.

**Ключевые слова:** сокращающиеся циклы, биота, тектоника, магматизм, вулканы, биоразнообразие, ускоренность эволюции, сингулярность, живое вещество в геосфере.

**Ссылка для цитирования:** Фомин А.А. Ускоренность биотической и тектонической эволюций: биота модулирует тектонику? // Жизнь Земли. 2024. Т. 46, № 1. С. 33–47. DOI: 10.29003/m3772.0514-7468.2024\_46\_1/33-47.

Поступила 15.10.2023 / Принята к публикации 21.02.2024

## ACCELERATION OF BOTH BIOTIC AND TECTONIC EVOLUTIONS: DOES BIOTA MODULATE TECTONICS?

A.A. Fomin

Foreign participant of the section "Mathematical modeling of global and regional dynamics in the conditions of modernization of the science and education systems" of the Fundamental Research Program of the Presidium of the Russian Academy of Sciences "Economics and sociology of science and education", Kyrgyz Republic

The old hypothesis by Academician V.I. Vernadsky of the biosphere being a geological force to build the surface and immediate interior of our planet is indirectly supported based on statistical data. According to occurrence data on findings of all known animal specimens and according to some characteristics of the tectonic activity of the Earth, the presence of

\* Фомин Алексей Александрович – иностранный участник направления «Математическое моделирование глобальной и региональной динамики в условиях модернизации систем науки и образования» Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Экономика и социология науки и образования», Кыргызская Республика, lesha74@rambler.ru.

*several previously unknown cycles shortening from cycle to cycle (approx. By a factor of 1.51) over about a billion years, is substantiated. This leads to an idea of a cause-and-effect relationship between these two different categories of cycles. The influence of tectonics on biota, to one degree or another, has long been known. However, due to the mentioned cycles being rather accelerated, it is difficult to imagine that such strong acceleration in the tectonic cycles could arise due to some intra-tectonic causes, whereas the accelerated nature of biotic evolution due to some intrabiotic causes is quite possible. So, a conclusion arises of the mentioned contracting tectonic cycles being modulated by biota. Possible mechanisms of such influence are hypothesized, their clarification requiring additional research. This conclusion is revolutionary for geology and reveals biotic evolution's previously unknown role as an active creator of global tectonic (cyclic) processes at a new, quantitative level, which is also revolutionary for evolutionary biology. But, regardless of these conclusions, the mentioned decreasing cyclicality is of interest itself, for the first time (statistically) speaking about the accelerated nature of evolution over such vast time periods.*

**Keywords:** contracting cycles, biota, tectonics, magmatism, volcanoes, biodiversity, accelerated evolution, singularity, live matter in the biosphere.

**For citation:** Fomin, A.A., "Acceleration of both biotic and tectonic evolutions: does biota modulate tectonics?", *Zhizn Zemli [Life of the Earth]* **46**, no 1, 33–47 (2024) (in Russ., abstr. in Engl.). DOI: 10.29003/m3772.0514-7468.2024\_46\_1/33-47.

**Введение.** Традиционно в эволюции под цикличностью подразумевается, как правило, постояннопериодическая цикличность. Например, суперконтинентальные циклы [3], циклы распространённости хищников и жертв [21], кондрагьевские циклы и их подциклы в экономике [8]. Но более внимательное рассмотрение, например, последних, подводит к мысли, что они могут сокращаться от цикла к циклу примерно в 1,51 раза [15], не являясь постояннопериодическими, как это поначалу предполагалось. Хотя это не значит, что все глобальные эволюционные циклы сокращаются. А.Д. Панов объединил две известные качественные глобальные периодизации, относящиеся к миру как к целому: одна к биотической, другая к социально-экономической эволюциям, и обнаружил, что объединённая цикличность обладает тем свойством, что циклы от цикла к циклу сокращаются примерно в одно и то же количество раз [11]. Это отражает единый ускоренный характер эволюции от возникновения жизни до современности. Аналогичный результат был получен А.В. Коротаяевым с использованием периодизации, объединяющей биотическую и социально-экономическую эволюции, построенной Р. Курцвейлом [9]. В работах [16, 25] было дано объяснение того, почему такая глобальная сокращающаяся цикличность возникает. При этом соответствующие сокращающиеся циклы имеют точку сингулярности: когда частота смены циклов формально обращается в бесконечность (а их длительность стремится к нулю). В случае упомянутых циклов (по А.Д. Панову она получилась равной  $2004 \pm 15$  годам) А.В. Коротаяевым была уточнена и получилась по одним точкам равной 2027, а по другим – 2029 годам [9]. Но недостатком подобных периодизаций является субъективная составляющая. Вне такой субъективности (на основе статистических данных) сокращающиеся циклы ранее были известны в развитии землетрясений [37], ледотрясений [24], оползней [34], в показателях финансовых рынков [12]. Но там охватываемый промежуток обычно не более 100 лет. Это не претендует на статус всеобъемлющей глобальной цикличности, в частности, потому, что рассматриваемые процессы носят пространственно локальный характер. В работе [14] была сделана попытка выявления глобальной сокращающейся цикличности (относящейся ко всему миру) согласно статистическим данным по некоторым показателям неравенства в объёме мозга гоминид и числа жителей населённых пунктов. Она оказалась совместимой с точкой сингулярности в 2037 г. Более детальное исследование (планируется к публикации) дало её уточнение: ~2050 г. В данной статье реализована

попытка выявления глобальной сокращающейся цикличности по статистическим данным встречаемости особей животных и некоторым показателям тектонической активности.

**Логарифмический масштаб.** Циклы, сокращающиеся от цикла к циклу в одно и то же количество раз, обладают тем свойством, что если начало отсчёта времени поместить в точку сингулярности и время измерять в логарифмическом масштабе, то они будут выглядеть как постояннопериодические. Логарифмический масштаб в данном случае означает, что вместо времени нужно взять логарифм от модуля времени<sup>1</sup>. Но ниже для наглядности будет использован не логарифмический масштаб, а логарифмическая шкала. А т. к. циклы будут рассматриваться с длиной порядка миллиона лет и больше, то для простоты начало отсчёта будет помещаться в начало нашей эры: в логарифмическом масштабе они будут выглядеть практически как постояннопериодические.

**Сокращающиеся циклы во встречаемости особей животных.** В палеонтологической базе [33] собрана самая полная коллекция палеонтологических находок особей организмов с их датировкой. Встречаемость особей животных по ней (**рис. 1**) обнаруживает циклы, которые совпадают с демографическими циклами мирового народонаселения, если их экстраполировать в прошлое. Экстраполяция на рис. 1 показана чередованием светлых и тёмных полос. При этом в контексте данной статьи связь с демографией не важна: ключевое – то, что циклы сокращаются.

На рис. 1 умещается 14 циклов. Их длительность сократилась примерно в  $\approx 1,51^{14} \approx 320$  раз. И если первый длился  $\sim 200$  млн лет, то последний –  $\sim 0,5$  млн лет. Т. е. за  $\sim 500$  млн лет темпы биотической эволюции ускорились примерно в 320 раз, что является проявлением внутрибиотических эволюционных причин, поскольку иные причины столь стремительных эволюционных изменений трудно себе представить.

Скорее всего, сокращение циклов происходит из-за ускоренного роста биоразнообразия, т. к. для одного и того же его прироста требуется в среднем всё меньше и меньше времени. В [16, 25] было сделано предположение, что в среднем каждый сокращающийся цикл заканчивается тогда, когда биоразнообразии (или мировое народонаселение) увеличивается в одно и то же количество раз. Как там показано, если бы биоразнообразии и мировое народонаселение росли по гиперболе, то такие циклы сокращались бы от цикла к циклу в одно и то же количество раз. А если ещё и гиперболой биоразнообразии с точностью до константы пропорциональности совпадёт с гиперболой народонаселения Земли, это будет означать, что биотические сокращающиеся циклы будут перерастать в социально-экономические – т. е. могут быть единым эволюционным целым. В [16, 25] приводится обоснование, что эти гиперболы едины (для реконструированного видового морского палеонтологического биоразнообразия и для народонаселения Земли), если учесть неполноту данных из-за изменения уровня Мирового океана.

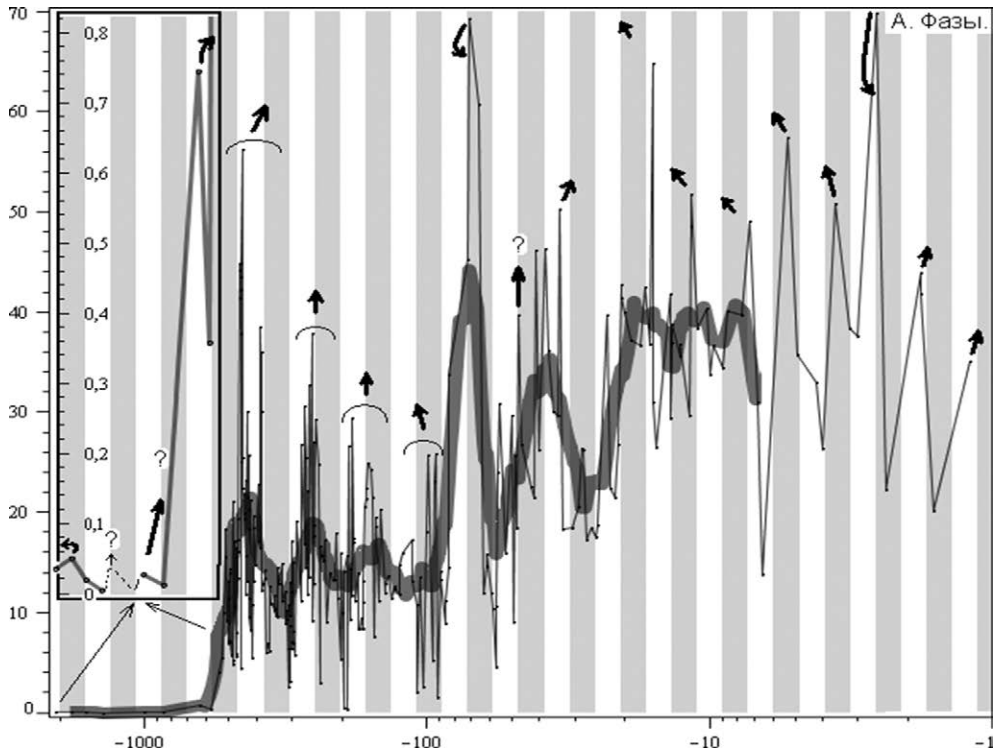
**Встречаемость циркона.** Любопытно то, что с циклами рис. 1, судя по встречаемости циркона<sup>2</sup>, коррелирует магматическая активность (**рис. 2**).

Пики приходятся в среднем на середины (идеальных) биотических циклов (на концы светлых полос). Один из пиков выражен слабо: как раз там, где недостаёт пика на рис. 1 (знаки вопроса).

**Встречаемость щелочного и субщелочного магматизма.** Аналогичные циклы есть во встречаемости субщелочного и щелочного магматизма (**рис. 3**). Этот магматизм – самый глубинный, иногда его источник уходит до границы ядро–мантия [6].

<sup>1</sup> Модуль взят, т. к. если начало отсчёта поместить в будущее, то моменты событий перед ним будут отрицательны, а вещественная функция логарифма определена лишь на положительных значениях.

<sup>2</sup> Чрезвычайно устойчивый минерал магматического происхождения, выдерживает более 1690°C [10].



**Рис. 1.** Протодемографические глобальные эволюционные сокращающиеся циклы во встречаемости особей животных (максимальное число в тысячах, которое могло бы быть известно к данному моменту с учётом погрешности датирования). Абсциссы точек:  $-2050 - 1,2$  календарных млн лет<sup>3</sup>. Толстая ломаная линия: скользящее среднее точек по сокращающимся интервалам<sup>4</sup>. Тёмные полосы – вторые половины идеальных сокращающихся от цикла к циклу в  $\approx 1,51$  раза циклов, которые плавно перерастают в демографические.

**Fig. 1.** Contracting protodemographic global evolutionary cycles of the occurrence of animal specimens (the maximum number in thousands which could be known at this time, taking into account dating errors). X-axis range:  $-2050 - 1.198$  calendar million years. Thick broken line: the moving average of points over decreasing intervals. Dark stripes: the 2<sup>nd</sup> halves of ideal contracting (by  $\approx 1.51$  times from cycle to cycle) cycles smoothly developing into demographic ones.

Возможно, из-за неё циклы рис. 3 демонстрирует смещение колебаний по сравнению с рис. 2. Восьми циклам рис. 3 соответствует сокращение длительности в  $\approx 1,51^8 \approx 27$  раз. Такой рост интенсивности цикличности тоже трудно объяснить исключительно внутриплитными причинами (связанными с конвективными процессами в мантии и без учёта каких-то дополнительных факторов).

**Встречаемости внутриплитного базит-ультрабазитового магматизма.** Аналогичная картина для встречаемости базит-ультрабазитного магматизма (минералы магматических пород) (рис. 4). Как и для циркона, кульминации имеют тенденцию приходиться на середины биотических циклов рис. 1. Число полных циклов –  $\sim 10$ , сокращение их длительности  $\approx 1,51^{10} \approx 62$  раза.

<sup>3</sup> Время считается отрицательным, т. к. оно – до н. э.: если взять по модулю, то получится млн лет до н. э.

<sup>4</sup> Усреднение по всевозможным интервалам времени, выглядящим как одинаковые в логарифмической шкале времени с началом отсчёта в точке сингулярности и касающимся одной из своих граней датировок одной из точек, не выходя за общий диапазон точек с крупнейшим шагом 40 млн лет.

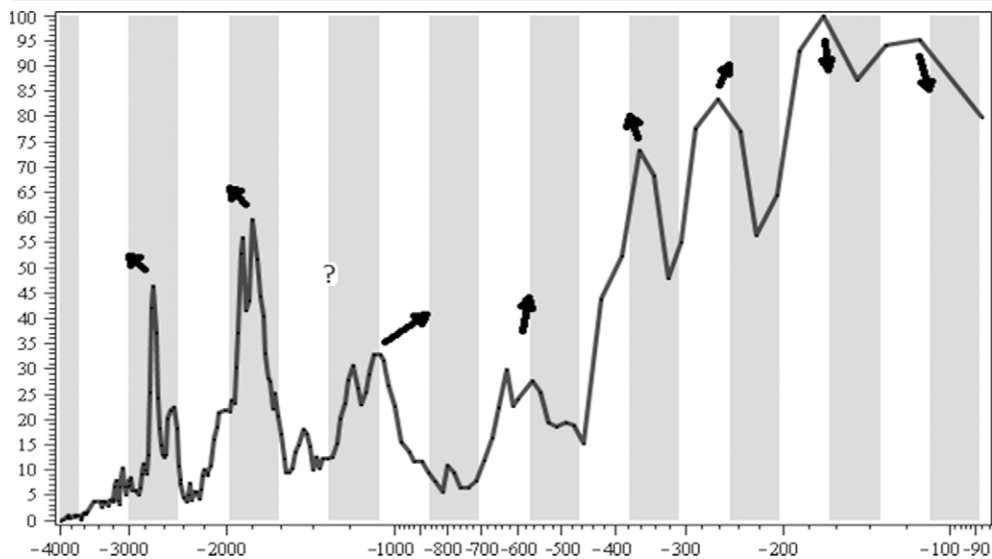


Рис. 2. Сокращающиеся циклы в интенсивности датировок (относительные единицы) цирконов. Абсцисса точек: -3999 – -87,6 календарных млн лет. Тёмные полосы: как на рис. 1. Кривая – из [13].

Fig. 2. Contracting cycles in the dating intensity (relative units) of zircons. X-axis range: -3999 – -87.6 calendar million years. Dark stripes are as in Fig. 1. The curve is from Ref. [13].

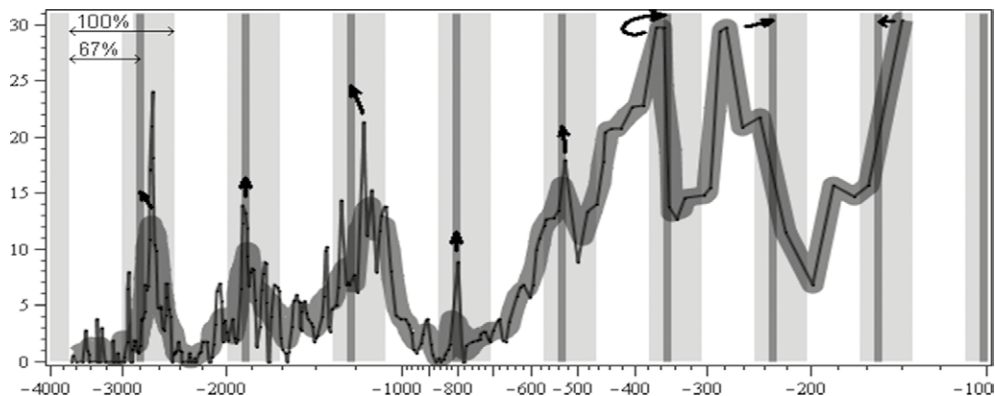
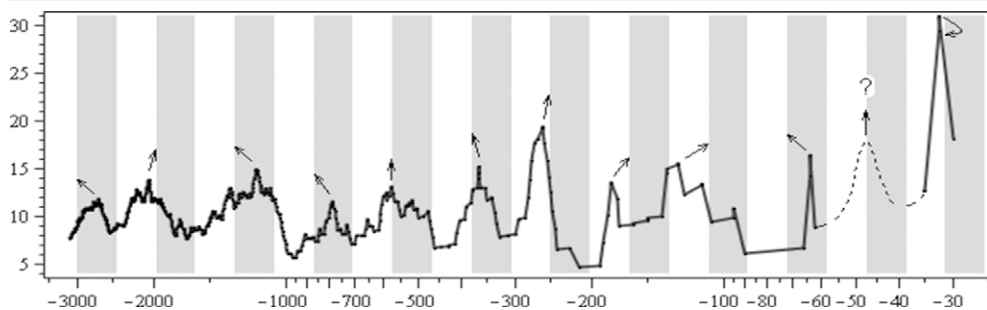


Рис. 3. Сокращающиеся циклы в числе дат (шаг осреднения 20 млн лет) активности субщелочного и щелочного магматизма, границы которых были выделены по резкому снижению магматической активности. Абсциссы точек: -3640 – -139,9 календарных млн лет. Тёмные полосы: как на рис. 1. Толстая ломаная линия: скользящее среднее как на рис. 1 (но крупнейший шаг – 200 млн лет). Точки – по [26].

Fig. 3. Contracting cycles in the number of dates (an averaging step of 20 Myr) of the activity of subalkaline and alkaline magmatism, whose boundaries were identified by a sharp decrease in magmatic activity. X-axis range: -3640 – -139.9 calendar million years. Dark stripes are as in Fig. 1. Thick broken line is the moving average as in Fig. 1 (but the largest step is 200 Myr). The points are from Ref. [26].

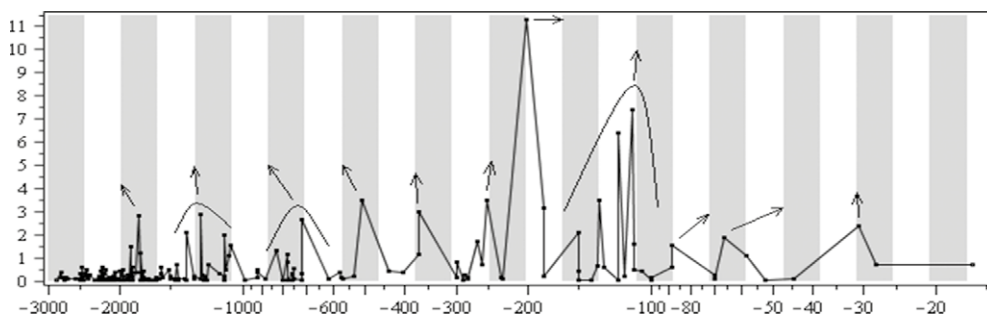
**Площадь больших магматических провинций.** Этот показатель показывает схожую ритмику (рис. 5).

**Интенсивность горообразования.** Пики в ней сместились с середин биотических циклов на середины их вторых половин (середины тёмных полос) – рис. 6. Это также понятно, поскольку магматизм и горообразование – не одно и то же.



**Рис. 4.** Сокращающиеся циклы (идущие в такт с биотическими из рис. 1) в числе событий (скользящее среднее как на рис. 1, но крупнейший шаг – 650 млн лет) внутриплитного базит-ультрабазитового магматизма в пересчёте за 100 млн лет. Абсцисса точек: -3 132,7 – -30 календарных млн лет. Тёмные полосы: как на рис. 1. По данным [4].

**Fig. 4.** Contracting cycles (in step with the biotic ones from Fig. 1) in the number of events (the moving average as in Fig. 1, but the largest step is 650 Myr) of intraplate mafic-ultramafic magmatism in terms of 100 Myr. X-axis range: -3 132.7 – -30 calendar Myr. Dark stripes are as in Fig. 1. According to Ref. [4].



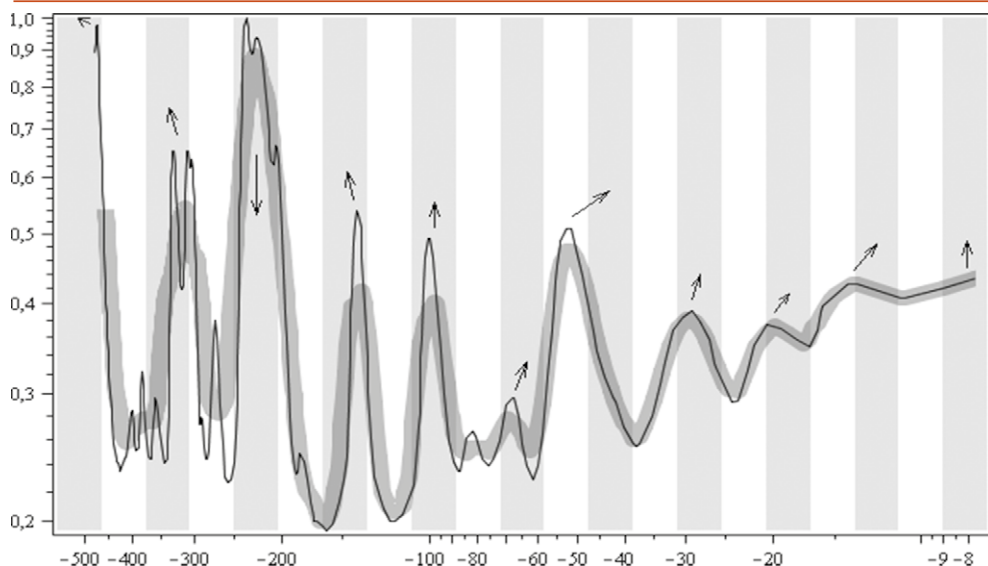
**Рис. 5.** Сокращающиеся циклы в площади (млн км<sup>2</sup>) больших магматических провинций. Абсцисса точек: -2860 – -16,3 календарных млн лет; тёмные полосы: как на рис. 1. Точки – по [23].

**Fig. 5.** Contracting cycles in the area (million km<sup>2</sup>) of large magmatic provinces. X-axis range: -2860 – -16.3 calendar Myr; dark stripes are as in Fig. 1. The points are from Ref. [23].

То, что амплитуда колебаний рис. 6 со временем уменьшается, может быть связано с двумя причинами. *Первая* – чисто техническая: тонкая ломаная рис. 6 была построена при примерно постояннопериодическом шаге времени. Поэтому чем ближе к современности, тем длительность этого шага становится крупнее по отношению к длительности сокращающихся циклов. Соответственно, тем большее сглаживание/смазывание колебаний с сокращающимися периодами. Этот же эффект должен приводить и к тому, что чем ближе к современности, тем меньше наложенных на основной тренд мелких колебаний (что есть и на рис. 6, и на рис. 2, 3). *Вторая* причина: чем ближе к современности, тем физически сложнее сокращающимся тектоническим циклам «угнаться» за биотическими: тектонические циклы физически не могут быть короче некоторого предела. Поэтому по мере приближения к нему они должны ослабляться.

**Связь с суперконтинентальными циклами.** Возможно, есть влияние сокращающихся циклов на суперконтинентальные (с периодом ок. 375 млн лет), но не прямое: не в их сокращения, а в сокращении длительности колебаний периодов суперконтинентальных циклов (таблица) относительно постоянного значения и с более крупным коэффициентом сокращения (рис. 7). Правда, циклов для надёжной идентификации немного. Но





**Рис. 6.** Сокращающиеся циклы в площади гор, возникших в единицу времени (относительные единицы): по [32] со ссылкой на [38]. Абсцисса тонкой ломаной: -478,8 – -7,794 календарных млн лет; толстая ломаная – скользящее среднее тонкой по сокращающимся интервалам (как на рис. 1, но крупнейший шаг – 60 млн лет). Тёмные полосы: как на рис. 1.

**Fig. 6.** Contracting cycles in the area of mountains arising per unit of time (rel. units) according to Ref. [32] (cited from Ref. [38]). X-axis range of the thin broken line: -478.8 – -7.794 calendar Myr; the thick broken line is the moving average of the thin line over decreasing intervals (similar to Fig. 1, but the largest step is 60 Myr). Dark stripes are as in Fig. 1.

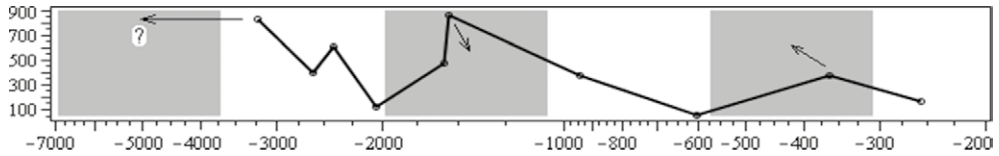
такого рода циклы<sup>5</sup> есть и в биотической эволюции, которые, как и циклы рис. 1, потом плавно перерастают в демографические/социально-экономические. В любом случае рис. 7 указывает на возможность их сокращения, объяснение чему будет дано ниже.

**Таблица.** Датировка существовавших суперконтинентов (по [38])

**Table.** Dating of the existing supercontinents according to Ref. [39]

Название суперконтинента	Верхний возраст, млн л.	Нижний возраст, млн л.
Ваальбара	3636	2803
Ур	2803	2408
Кенорленд	2720	2114
Арктика	2114	1995
Колумбия (Нуна)	1820	1350
Атлантика	1991	1124
Родиния	1130	750
Паннотия	633	573
Гондвана	550	175
Пангея	336	175

<sup>5</sup> Они по показателю рангового распределения для биотической эволюции в фанерозое рассмотрены в [16], для человека от появления до современности – в [14].



**Рис. 7.** Сокращающиеся циклы в длительности (млн лет) существования суперконтинентов (по таблице). Абсциссы точек: их середины, -3219,5 – -255,5 календарные млн лет. Тёмные полосы: 2-е половины сокращающихся циклов от цикла к циклу в  $\approx 3,4$  раза. Каждый состоит из трёх рассмотренных выше («идеальных») циклов.

**Fig. 7.** Contracting cycles in the duration (Myr) of the existence of the supercontinents (according to Table). X-axis range: their midpoints, -3219.5 – -255.5 calendar Myr. The dark stripes are the 2<sup>nd</sup> halves of the cycles decreasing by  $\approx 3.4$  times from cycle to cycle. Each one consists of 3 of the above (“ideal”) cycles.

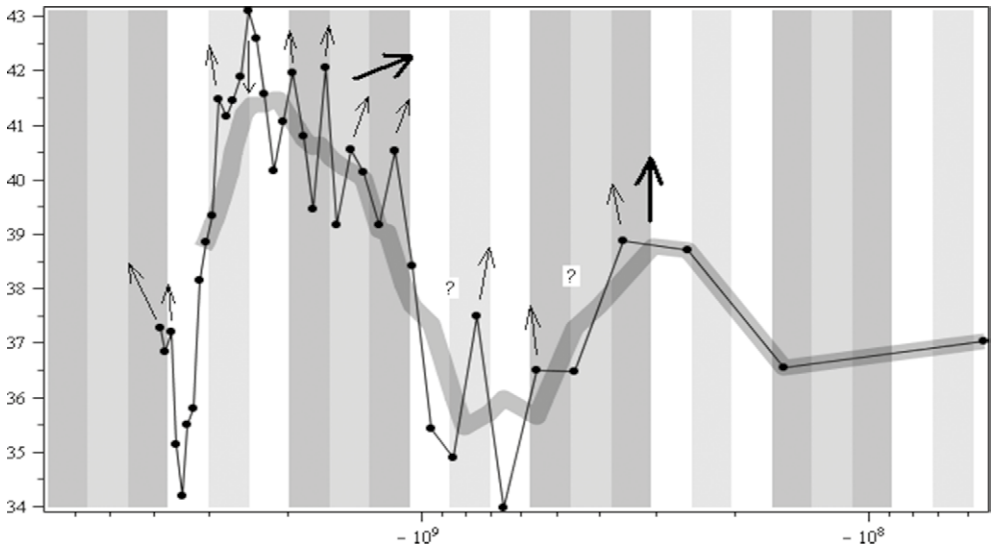
**Толщина земной коры.** В толщине земной коры тоже могут быть такие циклы. Но, по сравнению с циклами рисунков 1–6, теперь появляется раздвоенность: мелкие стрелки на рис. 8 (на один цикл рис. 1–6 приходится два из рис. 8). Местами циклов нет. Но это вполне объяснимо слишком крупным шагом времени. При внимательном рассмотрении отмечается наличие на рис. 8 и более крупных, уже знакомых «нераздвоенных» циклов, рассматриваемых на рис. 1–6 с кульминациями, на (узких) тёмных полосах.

Такого род «полуциклы» (как циклы рис. 1–6) есть в разных тектонических, биотических, социально-экономических показателях. Кроме того, в тех же данных, возможно, присутствует и более крупная разновидность циклов (жирные стрелки рис. 8). В сокращение толщины земной коры не исключается вклад и каких-то других нециклических процессов.

**Возможные объяснения.** То, что показатели магматической активности на рис. 2–5 имеют тенденцию достигать кульминаций около середин биотических циклов рис. 1, можно попытаться объяснить тем, что во время массового распространения биоты (биотические революции: 1-е половины циклов рис. 1 – светлые полосы) идёт усиление эрозии и накопление осадков (под действием биоты). Что должно работать на максимум магматической активности (около середин биотических циклов) за счёт перераспределения тектонических нагрузок из-за осадкообразования, провоцирующего вулканизм. Но провокация может быть не непосредственной. Рассмотрим модельный случай жерла вулкана, заполняющегося осадками под действием биоты. Эта «пробка» усиливает давление магмы перед следующим извержением, и они идут реже, но мощнее. А чем мощнее – тем больше встряска и ниже коэффициент трения, и тем интенсивнее магматизм.

Но, возможно, есть более эффективный механизм влияния биоты на тектонику. Биота во многом может отвечать за существование континентов [28], что связано с относительно интенсивным разрушением земных пород живым веществом, приводящим к образованию мощных слоёв осадочных пород, насыщенных водой. Попадая в мантию, они и её насыщают водой, что уменьшает её вязкость, увеличивает скорость конвекции в ней и скорость образования земной коры через более усиленный вулканизм, наращивающий континенты. Расчёт [28] показал, что из-за этого площадь континентов должна выйти на предельное значение в 40 % от площади поверхности Земли, что несильно отличается от нынешнего (29 %).

Эффект «смазки» состоит не только в непосредственном уменьшении вязкости, но и в уменьшении температуры плавления мантии, что тоже работает на образование континентов [29]. По расчёту, основной источник воды – субдукция [29]. Если бы ни-



**Рис. 8.** Сокращающиеся циклы в толщине земной коры (км; по [30]). Абсциссы точек: 3,85 млрд – 61,3 млн лет назад. Смысл узких тёмных полос – как на рис. 1–6; толстых – как на рис. 7.

**Fig. 8.** Contracting cycles in the thickness (km) of the Earth's crust (from Ref. [30]). X-axis range: 3.85 billion calendar years – 61.3 Mya (logarithmic scale). The meaning of the narrow and thick dark stripes is as in Figs 1–6 and Fig. 7, respectively.

когда не было гидратации мантии осадочными отложениями (возможно, здесь большую роль играет бактериальная жизнь в недрах Земли, по оценке [18] образующая ок. 15 % биомассы, но цифра может оказаться много больше), то, по расчёту, сейчас площадь континентальной коры (она больше, чем площадь континентов) составила бы 10 % поверхности Земли против нынешних 40 %, а если гидратация прекратится сейчас, то она (из-за эрозии) через некое время сократится до 30 % (там же). Т. е. похоже, главную роль в формировании континентов играет биосфера, что согласуется и с данными о наличии сокращающихся циклов в толщине коры (см. рис. 8), связанных с биотическими циклами рис. 1.

Поскольку они должны влиять и на интенсивность эрозии, то логично ожидать, что они также должны промодулировать и интенсивность тектонических процессов. Если считать, что интенсивность эрозии биотой идёт в такт с колебаниями встречаемости животных из рис. 1 и сразу приводит к повышенному магматизму (т. е. если можно пренебречь соответствующим временем задержки по отношению к длительности циклов), то это и должно примерно приводить к результатам рис. 2–5, где показатели магматизма имеют тенденцию достигать кульминаций в среднем (примерно) там, где достигает кульминаций встречаемость находок особей животных на рис. 1.

В рамках описанного механизма может быть объяснено, почему периоды суперконтинентальных циклов в целом не сокращаются, но длительность их, вероятно, колеблется с увеличивающейся частотой (см. рис. 8). «Подача» биотой «смазки» становится чаще, а её длительность – меньше. В итоге скорости континентов и периоды суперконтинентальных циклов начинают колебаться чаще. Но средняя их длительность не меняется: доля времени «подачи» в общей длительности не меняется.

Но объяснение корреляции между биотическими циклами рис. 1 и тектонической активностью может быть более сложным и запутанным. Так, сама тектоническая актив-

ность может влиять на биоту. Например, по предложенному в работе [36] механизму, при объединении континентов должно снижаться биоразнообразие из-за уменьшения числа экологических ниш в соответствии с правилом конкурентного исключения<sup>6</sup>, что должно способствовать развитию биоценотической неустойчивости, которая вызывает массовое вымирание.

Усиленный вулканизм тоже должен оказывать какое-то влияние на биоту. Так, распространённой версией причины самого крупного вымирания (пермь-триасового ок. 252 млн лет назад) является сильнейшая вулканическая активность [27, 19], что согласуется с его длительностью – всего  $60 \pm 48$  тыс. лет [20]. Ещё пример – вымирание динозавров (граница мела и палеогена, ок. 66 млн лет назад) тоже сопровождалось повышенным вулканизмом (в Индии): 250 тыс. лет до границы и 500 тыс. лет после [35]. Это совпадёт с началом 2-й (кризисной) половины соответствующего цикла в биоразнообразии рис. 1 (начало тёмной полосы). То же относится и к пермь-триасовому вымиранию.

То есть похоже, если биота способна модулировать некоторые циклы вулканической активности, то могут быть и обратные влияния. В частности, влияние суперконтинентальных циклов, что должно приводить к некому сложному с ними взаимодействию. Отклонение от идеальной цикличности рис. 1–6, скорее всего, должно быть связано и с ним. Так, мел-палеогеновое и пермь-триасовое вымирания хоть и пришлись как раз на начала понижающих волн биотических циклов, но большинство других таких волн уже не сопровождалось столь глубокими вымираниями. Вполне вероятно, что существенная причина тому кроется во влиянии суперконтинентальных циклов: в окрестности этих двух вымираний как раз происходила суперконтинентальная сборка [36]. То же относится и к другому великому вымиранию – ордовикско-силурийскому [36], произошедшему ок. 450–440 млн лет назад (этот спад хорошо виден по рис. 1). Однако он теперь начался не на «идеальной» середине биотического цикла, а, скорее, в начале. Похоже, что это пример нарушения суперконтинентальными циклами внутробиотической цикличности рис. 1.

Можно предположить, что из-за того, что биота может влиять на климат<sup>7</sup>, через него она способна влиять и на вулканизм. Похолодания работают на рост ледников, потепления – наоборот. А это – перераспределение тектонических нагузков, что может инициировать землетрясения<sup>8</sup>, которые, возможно, могут провоцировать вулканизм, особенно когда он по своим внутренним причинам уже почти созрел.

Поэтому логично ожидать и циклическое влияние на тектонику (через климат) и биоту астрофизических циклов Миланковича и циклов солнечной активности. Но их длительность – много меньше периодов рассмотренных сокращающихся циклов. Так, крупнейший из циклов Миланковича – 93 тыс. лет (известные циклы солнечной активности много короче), тогда как самый короткий из рассмотренных тектонических – ок. 5 млн лет (рис. 6), а биотических – ок. 0,5 млн лет (рис. 1). Поэтому на фоне рассмотренных сокращающихся циклов циклы Миланковича – лишь мелкая, частая рябь, сглаженная относительно крупными шагами усреднения, с которыми были построены рассмотренные выше графики, и потому не оказывающая заметного влияния на отображённую на графиках сокращающейся цикличности.

<sup>6</sup> Когда биологические виды разных континентов оказываются объединёнными в одной экологической нише, наиболее конкурентоспособные с неизбежностью вытесняют менее приспособленных к новым условиям.

<sup>7</sup> Пример: из-за похолодания 720–635 млн лет назад в результате увеличения в атмосфере концентрации кислорода, созданного жизнью, и уменьшения углекислого газа возникла гипотеза «Земли-снежка», покрытой льдом.

<sup>8</sup> Землетрясение провоцирует даже заполнение водохранилищ.

Ещё один (потенциальный) механизм влияния биосферы на тектонику изложил Н.Ф. Глазовский: по его гипотезе движения в литосфере происходят за счёт энергии живого вещества в форме захороненной органики [7]. Во многом гипотеза имеет исторический интерес. Однако, как он писал: «Если принять гипотезу о том, что в океанических желобах земная кора увлекается под островные дуги, приуроченность вулканов именно к ним может быть отчасти связана с тем, что именно здесь происходит преобразование органического вещества осадочных пород. На это косвенно указывает и присутствие нефтей в продуктах деятельности многих вулканов» [6, с. 523].

На то, что должен существовать некоторый механизм «ощутимого» влияния биоты на тектонику, косвенно указывает совпадение периодов циклов движения континентов и циклов седиментации с галактическим годом<sup>9</sup> около 210 млн лет [2]. Это при том, что изменение внешнего гравитационного влияния на Землю в течение него ничтожно и не может так сильно повлиять на тектонику [2]. Но галактическое влияние на неё возможно, если исходить из того, что на неё может влиять жизнь. В зависимости от «сезона» галактического года может меняться интенсивность космических лучей, попадающих на Землю. А они, по разным механизмам, могут влиять на жизнь<sup>10</sup>. Неслучайно примерно с периодом 63,6 млн лет колебаний Солнца перпендикулярно галактической плоскости известны колебания и во встречаемости палеонтологических морских родов [31]: для них получен период  $62 \pm 3$  млн лет [31]. Период ок. 61 млн лет есть в событиях дубликации трансмембранных генов животных<sup>11</sup> [22, 31]. Всё это может быть объяснимо влиянием колебаний космического излучения [31].

Эти постояннопериодические циклы, как и суперконтинентальные, накладываются на сокращающиеся. В вышерассмотренных данных они не видны лишь в силу выбранной логарифмической шкалы времени и усреднения в этом масштабе (когда интервалы усреднения выглядят как постояннопериодические, но в реальном времени сокращаются). Так, если на рис. 1 видны осцилляции исходных данных, то на рис. 4 было сделано усреднение изначально. Но если рассматривать данные рис. 4, усредняя с постоянным интервалом в обычном масштабе времени, то будут видны постояннопериодические циклы. Т. е. нет противоречия между сокращающимися циклами и постояннопериодическими<sup>12</sup>, в т. ч. связанными с разными астрофизическими (подробнее о последних в [4]).

**Заключение.** Корреляция между сокращающимися от цикла циклу (в  $\approx 1,51$  раза) биотическими циклами на протяжении порядка миллиарда лет (рис. 1), циклами – показателями магматической активности (рис. 2–5) и циклами в интенсивности горообразования (рис. 6) и др. ставит неожиданный вопрос о том, что её объяснение без предположения о том, что за неё ответственна биосфера, затруднительно. Но возможно и обратное влияние тектоники на биоту. Вероятно, биотические кризисы рис. 1 обу-

<sup>9</sup> Время обращения Земли вокруг центра Галактики.

<sup>10</sup> 1) Влияя на радиацию, которая может менять интенсивность мутаций; 2) изменяя климат через увеличение интенсивности облакообразования из-за ионизации атмосферы; 3) инициируя в атмосфере возникновение оксидов азота, дающих осадки в виде азотной кислоты, которая влияет на биоту; 3) приводя к увеличению солнечного ультрафиолетового излучения из-за утоньшения озонового слоя, к чему приводит ионизация атмосферы [32].

<sup>11</sup> Трансмембранные гены – ключевые для обмена информацией между клетками и средой [23].

<sup>12</sup> Технически это связано с тем, что из-за сокращаемости циклов большинство постояннопериодических будет либо существенно короче них, либо длиннее. В первом случае, если рассматривать усреднение в логарифмическом масштабе, постояннопериодические циклы будут выглядеть лишь как мелкая рябь на фоне сокращающихся (случай циклов Миланковича) и поэтому не будут «портить» сокращающиеся. Во втором – тоже не будут «портить», но потому, что, когда на фоне одного постояннопериодического цикла развивается несколько сокращающихся (накладывавсь на него), последние всё равно будут отчётливо видны. Из-за наложения у них лишь «высота» может стать существенно разной. По аналогичной причине будут плохо видны сокращающиеся и хорошо – постояннопериодические циклы, если рассматривать обычный масштаб времени.

словлены не только внутрибиотическими причинами, но и тем, что бурное развитие биоты (обычно светлые полосы рис. 1) провоцирует так тектонику, что она потом на неё действует усугубляющее (например, через вулканизм), ещё более усиливая внутрибиотический кризис, приводящий к спаду.

Рассмотренное влияние биоты на тектонику на новом уровне возвращает к гипотезе В.И. Вернадского о том, что биосфера (живое вещество) – активная геологическая сила [1]. Это ставит новые вопросы о том, как такое влияние может реализовываться? В статье приведены некоторые варианты объяснения. Один из них (возможно, ключевой) основан на численном эксперименте, говорящем о влиянии биоты на тектонику через насыщение мантии водой, на что влияет биосфера, способствуя эрозии. Это работает на проникновение в мантию воды, являющейся «смазкой», интенсифицирующей тектонику.

Но не все тектонические циклы можно объяснить действием биоты на тектонику. Так, известные как постояннопериодические суперконтинентальные циклы, вероятно, могут активно влиять на биоту. Существует ещё множество других, кроме биоты, факторов, влияющих на тектонику, также влияющих и на биоту. Это рассмотренные астрофизические циклы, замедление скорости вращения Земли, удаление от Земли Луны.

Эта статья не даёт исчерпывающие ответы на механизмы взаимодействия биоты и тектоники, не раскрывает в полной мере факторы, влияющие на них. В связи с обнаруженной здесь сокращающейся цикличностью, она, скорее, ставит много вопросов, ответы на которые только предстоит найти. Всё это открывает новое направление исследований в геофизике и в эволюционной биологии.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Аксёнов Г.П. В.И. Вернадский: «Живое вещество – понятие геологическое» // Жизнь Земли. 2023. Т. 45, № 1. С. 15–26.
2. Аплонов С.В. Энергетика и тектоническая активность Земли // Лекция 12. Эволюция Земли. 2014 (<https://www.youtube.com/watch?v=x0f5dx3wNmg>).
3. Божко Н.А. Алмазоносный магматизм в суперконтинентальных циклах // Руды и металлы. 2019. № 3. С. 22–27.
4. Божко Н.А. Внутриплитный базит-ультрабазитовый магматизм во времени и в аспекте суперконтинентальной цикличности // Вестник Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2010. № 3. С. 10–24.
5. Гаршин И.К. О галактических циклах в истории Земли // История и Математика: мегаисторические аспекты / Отв. ред. А.В. Коротаев, Л.Е. Гринин. Волгоград: Учитель, 2016. С. 22–62.
6. ГЕОХИ РАН. Домашняя страница Лаборатории геохимии и рудоносности щелочного магматизма (<http://www.geokhi.ru/Lab14/Домашняя.aspx>).
7. Глазовский Н.Ф. Возможная роль органического вещества в тектонических и вулканических процессах // Избр. сочинения. Т. 1. Геохимические потоки в биосфере. М.: КМК, 2006. С. 520–525.
8. Гринин Л.Е., Коротаев А.В. Циклы, кризисы, ловушки современной Мир-Системы. Исследование кондратьевских, жюгляровских и вековых циклов, глобальных кризисов, мальтузианских и постмальтузианских ловушек. М.: Изд-во ЛКИ, 2012. 480 с.
9. Коротаев А.В. Сингулярность XXI века в контексте Большой истории: математический анализ // Эволюция. 2020. № 10. С. 19–79.
10. Кузьмин М., Ярмолюк В. Биография Земли: основные этапы геологической истории // Природа. 2017. № 6. С. 12–25.
11. Панов А.Д. Универсальная эволюция и проблема поиска внеземного разума (SETI). М.: ЛКИ, 2007. 203 с.

12. Сорнетте Д. Как предсказывать крахи финансовых рынков. М.: И-Трейд: Smart Book, 2008. 400 с.
13. Ткачёв А.В., Булов С.В., Рундквист Д.В., Похно С.А., Вишневская Н.А., Никонов Р.А. ВЕБ-ГИС Крупнейшие месторождения мира // Геоинформатика. 2015. 47, № 1. С. 47–59.
14. Фомин А.А. Циклы неравномерности мирового социально-экономического развития могут быть не моложе человека. Прямая эволюционная преемственность с современностью // История и математика / Отв. ред. А.В. Коротаев., Л.Е. Гринин. Волгоград: Учитель, 2018. С. 11–53.
15. Фомин А.А. Кондратьевские циклы – сокращаются? // Кондратьевские волны: К 130-летию со дня рождения Н.Д. Кондратьева / Отв. ред. Л.Е. Гринин, А.В. Коротаев. Волгоград: Учитель, 2023.
16. Фомин А.А. Сквозная гиперболическая эволюция от биосферы до техносферы // Эволюция. Эволюционные грани сингулярности / Отв. ред. Л.Е. Гринин, А.В. Коротаев. Волгоград: Учитель, 2021. С. 263–282.
17. Фомин А.А. Ранговое распределение палеонтологических морских родов и протодемографические циклы // Эволюция / Отв. ред. Л.Е. Гринин, А.В. Коротаев. Волгоград: Учитель, 2023. С. 90–101.
18. Bar Y. M., Phillips R., Milo R. The biomass distribution on Earth // PNAS 2018. V. 115, № 25. P. 6506–6511.
19. Black B.A., Elkins-Tanton L.T., Rowe M.C. Volatile release from the Siberian Traps and the end-Permian environment // American Geophysical Union annual meeting 2010. December 13, abstract id. V13E-2400.
20. Burgess S.D., Bowering S., Shen S.-Z. High-precision timeline for Earth's most severe extinction // PNAS 2011. V. 111, № 9. P. 3316–3321.
21. Cortez M.H., Weitz J.S. Coevolution can reverse predator–prey cycles // PNAS 2014. V. 111 (20). P. 7486–7491.
22. Ding G., Kang J., Liu Q., Shi T., Pei G., Li Y. Insights into the Coupling of Duplication Events and Macroevolution from an Age Profile of Animal Transmembrane Gene Families // Public Libr. Sci. Comput. Biology. 2006. V. 2, Is. 8. P. 1–7.
23. Ernst R.E., Bond D.P.G., Zhang S.-H., Buchan K. L., Grasby S.E., Bilali H.E., Bekker A., Doucet L.S. Large Igneous Province Record Through Time and Implications for Secular Environmental Changes and Geological Time-Scale Boundaries. Large Igneous Provinces: A Driver of Global Environmental and Biotic Changes? // Geophysical Monograph 255 / Ed. by R.E. Ernst, A.J. Dickson, A. Bekker. 2021. P. 3–26.
24. Faillettaz J., Fumk M., Sornette D. Icequakes as precursors of ice avalanches. 2009 (<http://arxiv.org/abs/0906.5528>).
25. Fomin A.A. Hyperbolic evolution from biosphere to technosphere // J. of Big History. 2020. V. II, № 3. P. 105–118.
26. Glaznev V.N. Cycles of alkaline magmatism // Geochemistry International. 2006. V. 44, № 3. P. 274–285.
27. Grasby S.E., Sanei H., Beauchamp B. Catastrophic dispersion of coal fly ash into oceans during the latest Permian extinction // Nature Geoscience. 2011. № 4. P. 104–107.
28. Höning D., Hansen-Goos H., Airo A., Spohn T. Biotic vs. abiotic Earth: A model for mantle hydration and continental coverage // Planetary and Space Science. 2014. V. 98. P. 5–13.
29. Höning D., Spohn T. Continental Growth and Mantle Hydration as Intertwined Feedback Cycles in Earth's Thermal Evolution // Planetary Interiors. 2016. V. 255. P. 27–49.
30. Keller C.B., Schoene B. Statistical geochemistry reveals disruption in secular litho-spheric evolution about 2.5 Gyr ago // Nature. 2012. V. 485. P. 490–493.
31. Medvedev M.V., Melott A.L. Do extragalactic cosmic rays induce cycles in fossil diversity? // The Astrophysical J. 2007. V. 664. P. 879–889.
32. Nance R.D., Murphy J.B., Santosh M. The supercontinent cycle: A retrospective essay // Gondwana Research. 2014. V. 25. P. 4–29.
33. Paleobiology Database. Animalia (<https://paleobiodb.org/classic/displayDownloadGenerator>).

34. Pralong A., Birrer C., Stahl W.A., Funk M. On the predictability of ice avalanches // *Nonlinear Processes in Geophysics*. 2005. №12. P. 849–861.
35. Schoene B., Samperton K.M., Eddy M.P., Keller G., Adatte T., Bowring S.A., Khadri S.F.R., Gertsch B. U-Pb geochronology of the Deccan Traps and relation to the end-Cretaceous mass extinction // *Science*. 2015. V. 347, Is. 6218. P. 182–184.
36. Snakin V.V. Lithospheric plate tectonics and mass extinctions of biological species // *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 2021. 946 012009.
37. Sornette D., Sammis C.G. Complex Critical Exponents from Renormalization Group Theory of Earthquakes: Implications for Earthquake Predictions // *J. de Phys. I*. 1995. № 5. P. 607–619.
38. Umbgrove J.H.F. *The Pulse of the Earth*. Martinus Nijhoff, The Hague, Netherlands. 1947. 358 p.
39. Wikipedia (<https://en.wikipedia.org/wiki/Supercontinent>).

## REFERENCES

1. Aksenov, G.P., “V.I. Vernadsky: «Living matter is a geological concept»”, *Zhizn Zemli [Life of the Earth]* **45** (1), 15–26 (2023) (in Russian).
2. Aplonov, S.V., “Energy and tectonic activity of the Earth, Lecture 11”. *Evolution of the Earth* (2014) (<https://www.youtube.com/watch?v=x0f5dx3wNmg>) (in Russian).
3. Bozhko, N.A., “Diamond-bearing magmatism in supercontinental cycles”, *Ores and Metals* **3**, 22–27 (2019) (in Russian).
4. Bozhko, N.A., “Intraplate mafic-ultramafic magmatism in time and in the aspect of supercontinental cyclicity”, *Bull. of Moscow University. Geology* **4** (3), 10–24 (2010).
5. Garshin, I.K., “About galactic cycles in the history of the Earth”, *History and Mathematics* 22–62 (Volgograd: Uchitel', 2016).
6. GEOKHI RAS, *Homepage of the Laboratory of Geochemistry and Ore Potential of Alkaline Magmatism* (<http://www.geokhi.ru/Lab14/Home.aspx>) (in Russian).
7. Glazovsky, N.F., “Possible role of organic matter in tectonic and volcanic processes”, *Izbr. sochineniya. Geochemical flows in the biosphere* **1**, 520–525 (Moscow: KMK, 2006) (in Russian).
8. Grinin, L.E., Korotayev, A.V., “Cycles, crises, and traps of the modern World System”, *Study of Kondratieff, Juglar and secular cycles, global crises, Malthusian and post-Malthusian traps* (Moscow: LKI, 2012) (in Russian).
9. Korotayev, A.V., “Singularity of the 21st century in the context of Big History: a mathematical analysis”, *Evolution* **10**, 19–79 (Volgograd: Uchitel, 2020) (in Russian).
10. Kuz'min, M., Yarmolyuk, V., “Biography of the Earth: the main stages of geological history”, *Nature* **6**, 12–25 (2017) (in Russian).
11. Panov, A.D., *Universal evolution and the problem of searching for extraterrestrial mind* (Moscow: LKI, 2007) (in Russian).
12. Sornette, D., *Why stock markets crash: critical events in complex financial systems* (Princeton University Press, cop. 2003).
13. Tkachyov, A.V., Bulov, S.V., Rundkvist, D.V., Pokhno, S.A., Vishnevskaya, N.A., Nikonov, R.A., “WEB-GIS The largest fields in the world”, *Geoinformatics* **47** (1) (2015) (in Russian).
14. Fomin, A.A., “Unevenness cycles of the global socio-economic development may be no younger than the human. Direct evolutionary continuity with modernity”, *History and Mathematics* (Volgograd: Uchitel', 2018) (in Russian).
15. Fomin, A.A., “Are the Kondratieff cycles getting shorter?”, *Kondratieff waves* (Volgograd: Uchitel', 2023) (in Russian).
16. Fomin, A.A., “End-to-end hyperbolic evolution: from the biosphere to the technosphere”, *Evolution. Evolutionary facets of singularity* (Volgograd: Uchitel, 2020) (in Russian).
17. Fomin, A.A., “Rank distribution of paleontological marine genera and protodemographic cycles”, *Evolution* (Volgograd: Uchitel, 2020) (in Russian).
18. Bar, Y.M., Phillips, R., Milo, R., “The biomass distribution on Earth”, *PNAS*, **115** (25), 6506–6511 (2018).



19. Black, B.A., Elkins-Tanton, L.T., Rowe, M.C., “Volatile release from the Siberian Traps and the end-Permian environment”, *Amer. Geophysical Union annual meeting. December 13*, abstract id. V13E-2400 (2010).
20. Burgess, S.D., Bowring, S., Shenb, S.-Z., “High-precision timeline for Earth’s most severe extinction”, *PNAS* **111** (9), 3316–3321 (2011).
21. Cortez, M.H., Weitz, J.S., “Coevolution can reverse predator–prey cycles”, *PNAS* **111** (20), 7486–7491.
22. Ding, G., Kang, J., Liu, Q., Shi, T., Pei, G., Li, Y., “Insights into the Coupling of Duplication Events and Macroevolution from an Age Profile of Animal Transmembrane Gene Families”, *Public Libr. Sci. Comput. Biology* **2** (8), 1–7 (2006).
23. Ernst, R.E., Bond, D.P.G., Zhang, S.-H., Buchan, K. L., Grasby, S.E., Bilali, H.E., Bekker, A., Doucet, L.S., “Large Igneous Province Record Through Time and Implications for Secular Environmental Changes and Geological Time-Scale Boundaries. Large Igneous Provinces: A Driver of Global Environmental and Biotic Changes?”, *Geophysical Monograph* **255**, Ed. by Ernst, R.E., Dickson, A.J., Bekker, A.P. (2021).
24. Faillietaz, J., Fumk, M., Sornette, D., *Icequakes as precursors of ice avalanches*, (2009) (<http://arxiv.org/abs/0906.5528>).
25. Fomin, A.A., “Hyperbolic evolution from biosphere to technosphere”, *J. of Big History* **II** (3) 105–118 (2020).
26. Glaznev, V.N., “Cycles of alkaline magmatism”, *Geochemistry Inter.* **44** (3), 274–285 (2006).
27. Grasby, S.E., Sanei, H., Beauchamp, B., “Catastrophic dispersion of coal fly ash into oceans during the latest Permian extinction”, *Nature Geoscience* **4**, 104–107 (2011).
28. Höning, D., Hansen-Goos, H., Airo, A., Spohn, T., “Biotic vs. abiotic Earth: A model for mantle hydration and continental coverage”, *Planetary and Space Sci.* **98**, 5–13 (2014).
29. Höning, D., Spohn, T., “Continental Growth and Mantle Hydration as Intertwined Feedback Cycles in Earth’s Thermal Evolution”, *Planetary Interiors* **255**, 27–49 (2016).
30. Keller, C.B., Schoene, B., “Statistical geochemistry reveals disruption in secular litho-spheric evolution about 2.5 Gyr ago”, *Nature* **485**, 490–493 (2012).
31. Medvedev, M.V., Melott, A.L., “Do extragalactic cosmic rays induce cycles in fossil diversity?”, *The Astrophysical J.* **664**, 879–889 (2007).
32. Nance R.D., Murphy J.B., Santosh M., “The supercontinent cycle: A retrospective essay”, *Gondwana Research* **25**, 4–29 (2014).
33. Paleobiology Database. Animalia (<https://paleobiodb.org/classic/displayDownloadGenerator>).
34. Pralong, A., Birrer, C., Stahel, W.A., Funk, M., “On the predictability of ice avalanches”, *Non-linear Proc. in Geophysics* **12**, 849–861 (2005).
35. Schoene, B., Samperton, K.M., Eddy, M.P., Keller, G., Adatte, T, Bowring, S.A., Khadri, S.F.R., Gertsch, B., “U-Pb geochronology of the Deccan Traps and relation to the end-Cretaceous mass extinction”, *Science* **347** (6218), 182–184 (2015).
36. Snakin, V.V., “Lithospheric plate tectonics and mass extinctions of biological species”, *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 946 012009 (2021).
37. Sornette, D., Sammis, C.G., “Complex Critical Exponents from Renormalization Group Theory of Earthquakes: Implications for Earthquake Predictions”, *J. Phys. I France* **5**, 607–619 (1995).
38. Umbgrove, J.H.F., *The Pulse of the Earth* (Netherlands: Martinus Nijhoff, The Hague, 1947).
39. *Wikipedia* (<https://en.wikipedia.org/wiki/Supercontinent>).

## ПРИБРЕЖНАЯ ЭКОСИСТЕМА АПТСКОГО МОРСКОГО БАСЕЙНА РАЙОНА ЕЛШАНО-КУРДЮМСКОГО ПОДНЯТИЯ (САРАТОВСКОЕ ПОВОЛЖЬЕ)

А.В. Иванов\*

Приводятся результаты исследований ряда разрезов нижнемеловых (аптских) отложений в Саратовском Правобережье (Красный Октябрь, Докторовка, Курдюм, Широкое), приуроченных к Елшано-Курдюмскому поднятию. Ориктоценоз объединяет автохтонные (ихнофоссилии), субавтохтонные (двустворчатые моллюски, гастроподы) и аллохтонные (аммониты, фрагменты древесины) элементы. Седиментологические и минералогические индикаторы (знаки ряби, трещины усыхания, клиновидные структуры, косая слоистость, глауконит, кальцитовые прожилки), а также ископаемые остатки и особенности их тафономии позволяют диагностировать прибрежную экосистему эпиконтинентального морского бассейна. В формате экосистемы видится разнообразие физико-географических ситуаций: участки дна, периодически активно биотурбируемые и гидродинамически трансформируемые до зрелого хардграунда; зоны активной гидродинамики с формированием косой слоистости, зоны субаэральные поверхностей с возможным развитием палеопочв. Реконструкция палеоэкосистемы затрудняется наличием ряда не интерпретированных однозначно натурфактов, изображения которых приведены в статье. Изученные разрезы представляют интерес с позиций геонаследия. Отобранные натурфакты активно задействованы в развитии ряда геонаучных университетских музеев.

**Ключевые слова:** нижний мел, аптские отложения, Саратовское Поволжье, экосистема, ориктоценоз, аммониты, двустворчатые моллюски, брюхоногие моллюски, ихнофоссилии.

**Ссылка для цитирования:** Иванов А.В. Прибрежная экосистема аптского морского бассейна района Елшано-Курдюмского поднятия (Саратовское Поволжье) // Жизнь Земли. Т. 46, № 1. С. 48–59. DOI: 10.29003/m3773.0514-7468.2024\_46\_1/48-59.

Поступила 05.02.2024 / Принята к публикации 21.02.2024

## COASTAL ECOSYSTEM OF THE APTIAN SEA BASIN IN THE REGION OF THE YELSHAN-KURDYUM UPLIFT (SARATOV VOLGA REGION)

A. V. Ivanov, PhD

Lomonosov Moscow State University,

Institute of Geography RAS, Moscow

Tambov State Technical University, Tambov

The article presents the results of studies of a number of sections of Lower Cretaceous (Aptian) deposits in the Saratov Right Bank region (settlements Krasnyi Oktyabr', Doktorovka, Kurdyum and Shirokoe), confined to the Yelshano-Kurdyum uplift. Oryctocenosis combines autochthonous (ichnofossils), subautochthonous (bivalves and gastropods) and allochthonous (ammonites, wood fragments) elements. Sedimentological and mineralogical indicators (ripple marks, desiccation cracks, wedge-shaped structures, cross-bedding, glauconite, and calcite veinlets), as well as fossil remains and features of their taphonomy, allow us to diagnose the coastal

\* Иванов Алексей Викторович – к.г.-м.н., с.н.с., Музей земледования МГУ, Институт географии РАН, Тамбовский государственный технический университет, ivanovav@igras.ru.

*ecosystem of the epicontinental sea basin. In the ecosystem format, we see a variety of physico-geographical situations: areas of the bottom which are periodically actively bioturbated and hydrodynamically transformed into mature hardground; zones of active hydrodynamics with the formation of cross-bedding; and zones of subaerial surfaces with the possible development of stick soils. Reconstruction of the paleoecosystem is complicated by the presence of a number of natural facts that have not been unambiguously interpreted, images of which are given in the article. The studied sections are of interest from the standpoint of geoheritage. Selected natural facts are actively involved in the development of a number of geoscientific university museums.*

**Keywords:** Lower Cretaceous, Aptian deposits, Saratov Volga region, ecosystem, oryctocenosis, ammonites, bivalves, gastropods, ichnofossils.

**For citation:** Ivanov, A.V., "Coastal ecosystem of the Aptian sea basin in the region of the Yelshan-Kurdyum uplift (Saratov Volga region)", *Zhizn Zemli [Life of the Earth]* **46**, no 1, 48–59 (2024) (in Russ., abstract in Engl.). DOI: 10.29003/m3773.0514-7468.2024\_46\_1/48-59.

**Введение.** На протяжении более 30 лет нами исследуется ряд разрезов в Саратовском Правобережье, северо-западнее города Саратов, расположенных на поле выхода на поверхность нижнемеловых (аптских) отложений с юго-запада на северо-восток: Красный Октябрь (карьер севернее поселка), Докторовка (серия карьеров, выемок и оврагов севернее и южнее села), Курдюм (неэксплуатируемый карьер, а также серия выемок и оврагов севернее станции Курдюм, в окрестностях села Зелёнкино), Широкое (карьер западнее села и серия выемок). Разрез Красный Октябрь структурно приурочен к Елшано-Сергиевской флекуре, остальные – к западной и северо-западной частям Елшано-Курдюмского антиклинального поднятия, известного как вместилище Елшанского и Курдюмского газовых месторождений (ныне, соответственно, подземные хранилища газа). Именно с этого района в 40-е годы XX века началась знаменитая история «саратовского газа» и первого в СССР магистрального газопровода «Саратов – Москва».

Аптские отложения региона и их фауна изучались многими исследователями [1–4, 8, 12–14 и др.]. В начале XXI века разрез Докторовка (точка наблюдения севернее села) коллективно изучался нами совместно с Е.Ю. Барабошкиным (геологический факультет МГУ), А.Ю. Гужиковым, Е.М. Первушовым, А.Н. Гришановым (геологический факультет Саратовского государственного университета, НИИ геологии при СГУ) и другими коллегами. С 2005 по 2016 г. объекты в районе с. Докторовка изучались с позиций мониторинга геоэкологических процессов совместно с И.А. Яшковым, А.С. Шешневым, А.К. Шардаковым (СГУ, СГТУ). Последние годы полевые работы по названным объектам проводятся научно-просветительской экспедицией «Флотилия плавучих университетов». Результаты изотопного анализа образцов раковинного вещества моллюсков, отобранных из названных разрезов, обобщены в недавнем коллективном исследовании по палеогеографии и палеоэкологии раннемелового морского бассейна [17]. За длительный период полевых работ собран обширный массив коллекционных материалов и информации, позволяющий составить представление об аптской биоте района и условиях её обитания.

**Геологические особенности.** Разрез всех названных обнажений в целом аналогичен и представлен пёстрой серо-желтоватой пачкой мощностью около 10 м, верхняя часть которой имеет более светлый облик и более высокую песчаность (**рис. 1а**). Ранее обнажённость достигала в разрезе Докторовка (севернее села) 15–20 м при двухъярусной разработке карьера [5]. По всей вертикали наблюдается циклическое чередование светло-серых желтоватых песчано-алевритистых и подчинённых тёмно-серых алеврито-глинистых разностей, кварцевых с неравномерным включением глауконита, участками окрашенных окислами железа. Возраст формирования толщи датируется нами как время *Deshayesites deshayesi*.

В толще на двух уровнях сосредоточены образования (размер от первых дециметров до 10 м) различной формы (караваевидные, столбовидные, грибовидные, конические и др.), сложенные очень плотным (до кварцитовидного, «сливного») песчаником. Песчаниковые тела с поверхности имеют серо-жёлтый, иногда зонально красновато-бурый цвет, что может свидетельствовать об ожелезнении и обохривании (рис. 1б). В разрезе Докторовка (северный карьер) в 80-е гг. XX века при интенсивной разработке извлекали песчаниковые тела до 10 м в поперечнике. Сегодня после смещения стенки на десятки метров к северу таких тел в толще значительно меньше и размер их заметно скромнее. Видимо, распределение подобных объектов в пачке по латерали неравномерно – от полного



а



б

**Рис. 1.** Строение разреза изучаемой толщи аптских отложений: а – наиболее показательное обнажение (Докторовка, северный карьер, фото 2023 г.), б – песчаниковые тела (Докторовка, южный карьер).

**Fig. 1.** Structure of the section of the studied strata of Aptian deposits: а – the most representative outcrop (v. Doktorovka, Northern Quarry, photo of 2023), б – sandstone bodies (v. Doktorovka, Southern Quarry).

отсутствия до скоплений близко расположенных сгруппированных тел различной формы. Песчаниковые тела подобных размеров, разнообразия форм и особенностей локализации в пространстве в других разрезах аптских отложений Нижнего Поволжья не встречаются.

Ситуация с песчаниковыми телами морфологически напоминает таковую с «караваями» П.С. Палласа в палеогене южного Поволжья при безусловной геохимической специфике (например, степени карбонатизации). Вероятно, это говорит об определённом подобии генезиса – морфологически сходные образования возможно интерпретировать как следы флюидотранспорта, проявления метасоматоза, связанные с тектонической активностью территории в меловой и новейший этапы [9, 11]. Для изучаемого района такое предположение логично в связи с его достаточно бурной геодинамической историей. Помимо формирования в мезо-кайнозой собственно Елшано-Курдюмского антиклинального поднятия и резкой амплитудной Елшано-Сергиевской флексуры, отмечаются следы повышенной неотектонической активности – сильные локальные дислокации палеогена (в районе пос. Поливановка, пос. Сокол, с. Песчаный Умёт), наличие зон разуплотнения, брекчирования в разных интервалах мел-палеогенового разреза. В частности, в разрезе Докторовка (южный карьер) нами отмечены единичные диагональные трещины (ширина около 0,1 м, залечены песчаником), а также субвертикальные образования (вероятные сейсмодислокации).

В песчаниковых телах часты минеральные образования: локальные скопления светло-зелёных зёрен глауконита, зональное ожелезнение – иногда до формирования лимонитовых корочек. Встречаются полости (до 0,5 м), содержащие на стенках скопления минеральных сферических образований размером от первых мм до первых см. Отмечаются заполнение некоторых небольших трещин в песчаниковых телах светло-жёлтым кальцитом, а также горизонтальные кальцитовые прожилки в ядрах аммонитов.

Карьеры в толще аптских отложений первоначально проектировались во второй половине XX века с целью добычи песка преимущественно из верхней части толщи, а также отбора грунта для формирования насыпей под автомобильные трассы и иных строительных работ. Песчаниковые тела рассматривались как осложнение при разработке и отбрасывались в отвал, либо, при особо крупных размерах, оставались на месте. О каком-либо их использовании (например, дроблении на щебень) информации у нас нет. После завершения официальной стадии эксплуатации все карьеры в той или иной степени permanently разрабатываются организациями и местным населением, благодаря чему происходит систематическое подновление разрезов. Песчаниковые тела с конца XX века достаточно активно вывозятся вручную и с помощью техники для использования в качестве материала для ландшафтного дизайна как общегородских пространств (например, в г. Саратов на пересечении Проспекта 50 лет Октября и улицы Тракторной, на пересечении улицы А.П. Шехурдина и проспекта Строителей, на пересечении проспекта Строителей и улицы С.Ф. Тархова и др.), так и для благоустройства коттеджных посёлков и частных территорий.

Логично предположить и более ранние этапы целенаправленной добычи песчаников в достаточно густонаселённом районе для хозяйственных нужд (кладка фундаментов и стен сооружений, мощение дорог и улиц, тес жерновов и иных изделий) по аналогии с подобными палеогеновыми кварцитовидными песчаниками (палеоцен, саратовская свита), которые разрабатывались небольшими каменоломнями. Однако подобных свидетельств использования аптских песчаниковых тел нам обнаружить не удалось. Вероятно, это объясняется локальным развитием групп песчаниковых тел, меньшей однородностью и большей прочностью материала.

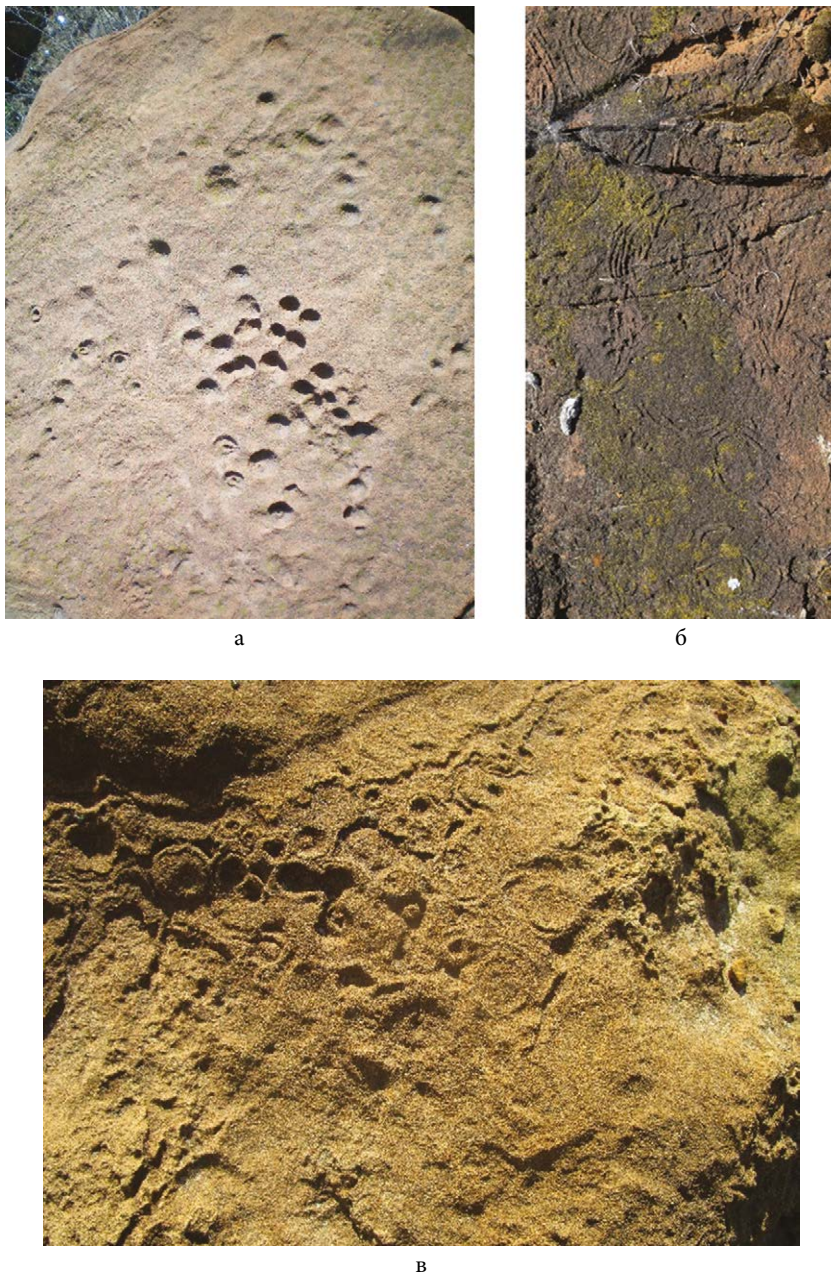
**Биота и обстановка обитания.** Картину физико-географической обстановки определяют наблюдаемые во всех изученных обнажениях зоны косой слоистости, системы трещин (предположительно знаки усыхания осадка), подчёркнутые слоистостью клиновидные структуры, ориентированные субвертикально вниз. В разрезе наблюдаются несколько уровней с локально проявленными отчётливыми знаками ряби и разветвлёнными по плоскости ходами талассиноидного облика (диаметром 1–5 см) на поверхностях напластования. Эти особенности позволяют реконструировать условия развития экосистемы как морские прибрежно-мелководные.

Отбор палеонтологического материала из разрезов затруднён сыпучестью ихнофоссилий в песчаных участках и высокой плотностью сливных песчаников. Флористические остатки представлены достаточно часто встречающимися единичными фрагментами разной размерности (от миллиметров до первых дециметров) неравномерно ожелезнённой и углефицированной древесины. Реже наблюдаются локальные скопления «щепы» совместно с иными фоссилиями, например, раковинами аммонитов.

Остатки раковинной макрофауны происходят исключительно из песчаниковых образований, достаточно многочисленны и имеют хорошую и отличную сохранность. Встречены единичные (очень редко сгруппированные 2–3 экземпляра) крупные (до 0,5 м) аммониты *Deshayesites* (вероятно, посмертно транспортированы из более глубоких частей бассейна). Разнообразны двустворчатые моллюски: *Syrpina*, *Cardita*, *Crassatella*, *Scabrotrogonia*, *Rusnodonte*, *Pinna*, *Pecten* (редкие крупные экземпляры до 20 см) и др. Наблюдаются отдельно захороненные единичные экземпляры с сомкнутыми, расчленёнными и, реже, раскрытыми, но не разнесёнными створками, а также локальные скопления раковин и отдельных створок. Интересно отметить, что пинны встречены как в виде редких раковин взрослых особей, так и скоплений ювенильных форм. Присутствуют гастроподы (отдельные экземпляры и локальные скопления раковин), предварительно определённые как *Tylostoma*, *Pseudomesalia*, *Cylichna* и др. Комплекс двустворчатых и брюхоногих моллюсков имеет явные черты сходства по составу с другими регионами [10, 15, 16 и др.].

Яркой особенностью ориктоценоза являются разнообразные ихнофоссилии. Разрез содержит ряд уровней, густо насыщенных ходами донных роющих организмов и, предположительно, элементами корневых систем растений (чётко прослеживаются в наиболее обнажённом разрезе Докторовка (северный карьер)). В перспективе возможно выделение ихнофаций, а также, вероятно, субэзральных поверхностей и уровней палеопочв. Часто наблюдаются системы ходов талассиноидного облика на поверхностях напластования. Среди единичных находок – вертикально ориентированные субцилиндрические ожелезнённые образования (размер 3–5×10–15 см), следы биотурбирования осадка, пучковидные радиальные *Asterosoma* (?), дуговидные формы и др. Некоторые встреченные образования отнесены нами к ихнофоссилиям условно: полусферические полости размером около 1–2 см на поверхности песчаного тела (**рис. 2а**), система кольцевых и дуговидных образований на поверхности песчаного тела (**рис. 2б**), концентрические структуры на поверхности песчаного тела (**рис. 2в**).

Некоторые отпечатки на песчаниковых образованиях однозначно не интерпретированы (**рис. 3**). Таковы, например, описанные ранее автором [5], встреченные во всех местонахождениях, но на сегодняшний день достоверно не определённые, чёткие выпуклые отпечатки (и объёмные полости) «веретеновидных» объектов (слабо вытянутые, размером 7–20 см, реже более; поперечно полностью пересечены резкими узкими



**Рис. 2.** Образования, условно относимые к ихнофоссилиям: а – полусферические полости размером около 1–2 см на поверхности песчаникового тела (Курдюм), б – система кольцевых и дуговидных образований на поверхности песчаникового тела (Докторовка, Южный карьер), в – концентрические структуры на поверхности песчаникового тела (Красный Октябрь).

**Fig. 2.** Formations conventionally classified as ichnofossils: а – hemispherical cavities about 1–2 cm in size on the surface of a sandstone body (s. Kurdyum), б – a system of ring and arc-shaped formations on the surface of a sandstone body (v. Doktorovka, Southern Quarry), в – concentric structures on the surface of a sandstone body (s. Krasnyi Oktyabr').



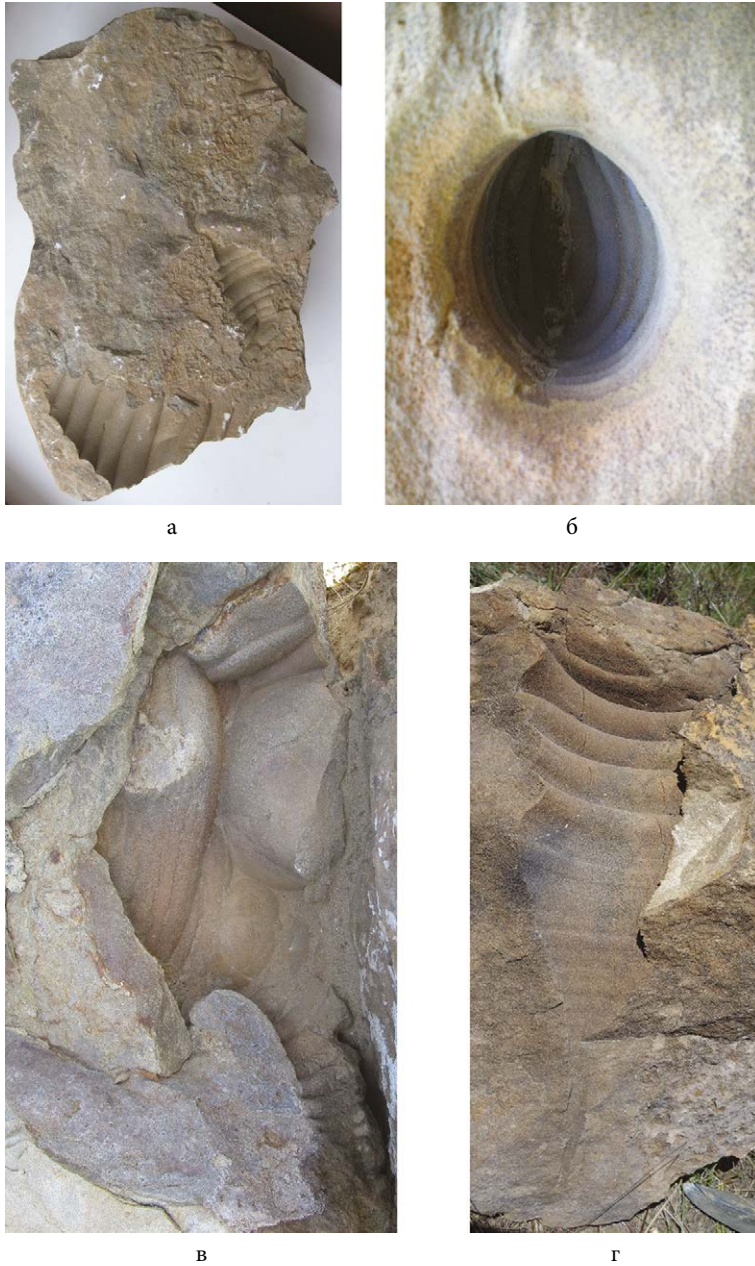
**Рис. 3.** Отпечатки неустановленных объектов из местонахождений Широкое (а), Курдюм (б, в), Докторовка, южный карьер (г).

**Fig. 3.** Imprints of unidentified objects from the locations of v. Shirokoe (a), Kurdyum (б, в), Doktorovka, Southern Quarry (d).

рёбрами; межрёберные промежутки имеют форму выдержанных по ширине желобков, равномерно вогнуты, значительно шире рёбер; ширина промежутков увеличивается к «вершине»; поверхность промежутков гладкая, осложняющих элементов не наблюдается) (рис. 4).

**Аспекты музеологии и геонаследия.** Разрезы в окрестностях села Докторовка изначально известны преимущественно как местонахождения нижнемеловых аммо-





**Рис. 4.** Неидентифицированные отпечатки и полости веретеновидных образований в песчанике: а – три фрагментированных отпечатка на глыбе песчаника (Докторовка, южный карьер), б – полость (диаметр около 6 см, Докторовка, южный карьер), в – система веретеновидных образований (размер объекта около 0,6 м, Красный Октябрь), г – показательный отпечаток (длина объекта около 0,4 м, Докторовка, южный карьер).

**Fig. 4.** Unidentified imprints and cavities of spindle-shaped formations in sandstone: a – three fragmented imprints on a block of sandstone (v. Doktorovka, Southern Quarry), б – a cavity (diameter about 6 cm, v. Doktorovka, Southern Quarry), в – a system of spindle-shaped formations (object size about 0.6 m, s. Krasnyi Oktyabr'), г – an indicative imprint (object length about 0.4 m, v. Doktorovka, Southern Quarry).

нитов хорошей сохранности, привлекающие любителей сбора ископаемых остатков из разных регионов. Благодаря наличию оригинальных по форме крупных песчаниковых тел и бурному развитию растительности на обогащённом глауконитом субстрате отработанные части карьеров быстро превращаются в живописные уголки природы и активно используются местными жителями как природные фотостудии. Таким образом, в определённой мере можно говорить о рассматриваемых местонахождениях как потенциальных геотуристических объектах.

Более того, один из отработанных карьеров южнее с. Докторовка последние годы используется в качестве автодрома как площадка для проведения соответствующих мероприятий. Неравномерное расположение по площади крупных песчаниковых тел и удаление песчано-алевритового массива между ними в процессе разработки образовали оригинальный рельеф, удачно подходящий для формирования сети учебно-тренировочных трасс движения внедорожных автомобилей. На космоснимках данного участка просматривается ячеистое мозаичное распределение в плане песчаниковых тел и их небольших кустовых групп, что хорошо визуальное подчёркивается проложенными трассами.

Разрез Докторовка (южный карьер) может использоваться как показательный научно-образовательный полигон. Именно здесь снимался ряд сюжетов научно-популярного фильма «Под знаком Geo» (авторская группа: А.В. Иванов, И.А. Яшков, О.В. Волкова и др., режиссёр Е.Е. Захаров, Саратов, Телецентр СГТУ, 2012), в котором в жанре «фильма экскурсии» показаны разнообразие и интенсивное взаимодействие направлений в современных науках о Земле<sup>1</sup>.

Материал из изученных разрезов хранится в научных коллекциях Регионального музея землеведения Саратовского ГУ, Музея естествознания Саратовского ГТУ, Музея землеведения МГУ, Музея коэволюции геосфер Тамбовского ГТУ. Некоторые наиболее показательные образцы демонстрируются непосредственно в экспозициях музеев. Так, в центральном зале Музея естествознания СГТУ (в разделе экспозиции по меловому этапу развития Земли и жизни) представлены глыбы песчаника со следами ряби и ихнофоссилиями (Докторовка, Курдюм), с раковинами аммонитов (Докторовка, южный карьер), а также брюхоногих и двустворчатых моллюсков (Докторовка, Широкое). Более того, наиболее крупные экспонаты – глыбы песчаника со знаками ряби, ископаемыми остатками, разнообразной слоистостью, минеральными проявлениями и другими показательными особенностями – специально доставлены из местонахождения Докторовка (южный карьер) и выставлены под открытым небом на территории «Мини-полигона учебных практик», созданного при Музее естествознания СГТУ специально для проведения занятий по основам геологии и тренингов перед выездными маршрутами студентов направлений «землеустройство и кадастры», «строительство», «нефтегазовое дело» [6]. В последние годы материалы из местонахождений Докторовка и Красный октябрь задействуются при формировании пилотной экспозиции Молодёжного музея МГУ [7].

**Выводы.** 1. Ориктоценоз объединяет автохтонные (ихнофоссилии), субавтохтонные (двустворчатые моллюски, гастроподы) и аллохтонные (аммониты, щепы древесины) элементы. Насыщенность комплекса неравномерна в пространстве изучаемой толщи – от густой сети ходов инфауны до единичных раковин моллюсков.

2. Значительное разнообразие и специфика как седиментологических и минералогических индикаторов (знаки ряби, трещины усыхания, клиновидные структуры, косая

<sup>1</sup> <https://ya.ru/video/preview/14410578912962538664>

слоистость, светло-зелёный глауконит, кальцитовые прожилки), так и ископаемых остатков, прежде всего раковинной макрофауны и ихнофоссилий, позволяет диагностировать прибрежную экосистему эпиконтинентального морского бассейна.

3. При попытке реконструкции экосистемы видится её мозаичная структура: а) участки дна, периодически активно биотурбируемые массой донных роющих организмов и гидродинамически трансформируемые до состояния зрелого хардграунда; б) локальные «блуждающие» зоны активной гидродинамики с формированием косой слоистости; в) зоны субаэральных поверхностей, сформировавшиеся вследствие ритмичного обмеления, вероятно, с локальным обнажением дна над водным зеркалом с перманентным развитием палеопочв различной зрелости.

4. Реконструкция палеоэкосистемы затрудняется наличием ряда неинтерпретированных однозначно проблематичных натурфактов.

**Благодарности и источники финансирования.** Материал для исследования получен в ходе научно-просветительской экспедиции «Флотилия плавучих университетов». Исследование выполнено при финансовой поддержке государственных заданий Музея землеведения МГУ АААА-А16-116042010089-2 «Биосферные функции экосистем, их компонентов и рациональное природопользование» и АААА-А16-116042710030-7 «Музееведение и образование музейными средствами в области наук о Земле и жизни», в рамках темы государственного задания Института географии РАН FMWS-2024-0007 (1021051703468-8) «Биотические, географо-гидрологические и ландшафтные оценки окружающей среды для создания основ рационального природопользования».

Работа выполнена при поддержке Программы развития МГУ, проект № 23-Ш02-17 «Разработка основ создания, функционирования и развития комплексного научно-просветительского университетского молодёжного музея на примере МГУ имени М.В. Ломоносова». Проект реализуется в рамках НОШ МГУ (Ш02): Междисциплинарная научно-образовательная школа «Сохранение мирового культурно-исторического наследия».

## ЛИТЕРАТУРА

1. Барaboшкин Е.Ю., Михайлова И.А. Новая стратиграфическая схема нижнего апта Среднего Поволжья // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2002. Т. 10, № 6. С. 82–105.
2. Глазунова А.Е. Палеонтологическое обоснование стратиграфического расчленения меловых отложений Поволжья. Нижний мел. М.: Недра, 1973. 324 с.
3. Головинова М.А., Гужов А.В. Раннемеловые гастроподы Среднего и Нижнего Поволжья из коллекции П.А. Герасимова // Палеонтологический журнал. 2009. № 5. С. 31–36.
4. Гришанов А.Н. Палеомагнитный разрез меловых отложений Саратовского Правобережья // Вопросы геологии Южного Урала и Поволжья. Стратиграфические и литологические исследования. Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 1984. С. 56–62.
5. Иванов А.В. Проблематичные образования из песчаных аптских отложений Саратовского Поволжья // Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Материалы III Всероссийского совещания (Саратов, 26–30 сентября 2006). Саратов: Изд-во СО ЕАГО, 2006. С. 74–75.
6. Иванов А.В., Яшков И.А., Романова Е.Г. Музей естествознания Гагаринского университета. Краткий путеводитель. Саратов: Кузница рекламы, 2019. 77 с.
7. Иванов А.В., Яшков И.А., Смуров А.В., Снакин В.В., Колотилова Н.Н., Козачек А.В., Максимова Е.Е. Мобильные выставки в научно-просветительской экспедиции как драйвер развития молодёжного музея: опыт «Флотилии плавучих университетов» // Жизнь Земли. 2023. Т. 45, № 4. С. 573–583. DOI 10.29003/m28.0514-7468.

8. Иванова А.Н. Двустворчатые, брюхоногие и белемниты юрских и меловых отложений Саратовского Поволжья // Стратиграфия и фауна юрских и меловых отложений Саратовского Поволжья. Л.: Гос. науч.-тех. изд-во нефт. и горн. топл. лит.-ры, 1959. С. 267–459 (Тр. Всесоюз. нефт. н. и. геологоразвед. ин та. Вып. 137).
9. Коковкин А.А., Иванов А.В., Тюленева В.М., Яшков И.А. Тектоника, сейсмоструктура и гидротермальный метасоматоз в новейшей структуре Волжского (Саратовско-Камышинского) правобережья: новые данные // Отечественная геология. 2018, № 6. С. 51–66.
10. Мордвилко Т.А. Раннемеловые гетеродонтные двустворчатые моллюски Юга СССР (арктициды и глоссиды). М.: Наука, 1979. 144 с.
11. Паничев А.М., Иванов А.В., Чекрыжов И.Ю., Яшков И.А., Иванов В.В. Геохимические особенности кремнистых и кремнисто-карбонатных метасоматитов в меловых и палеогеновых отложениях Нижнего Поволжья // Жизнь Земли. 2021. Т. 43, № 1. С. 4–19. DOI: 10.29003/m1990.0514-7468.2020\_43\_1/4-19.
12. Пчелинцев В.Ф. Брюхоногие альбского яруса Соколовой горы у Саратова // Изв. Геол. ком. 1926. Т. 45, № 9. С. 991–999.
13. Синцов И.Ф. Описание некоторых видов мезозойских окаменелостей из Симбирской и Саратовской губерний // Зап. Новороссийск. общества естествоиспытателей. 1880. Т. 7, вып. 1. С. 1–12.
14. Guzhikov A. Yu., Baraboshkin E. Yu., Birbina A. V. New paleomagnetic data for the Hauterivian Aptian deposits of the Middle Volga region: A possibility of global correlation and dating of time shifting of stratigraphic boundaries // Russ. J. Earth Sci. 2003. V. 5. № 6. P. 401–430.
15. Hamama H.H. Barremian and Aptian Mollusca of Gabal Mistan and Gabal Um Mitmani, Al-Maghara Area, Northern Sinai, Egypt // J. of American Science. 2010. 6 (12). P. 1702–1714.
16. Moore R.C. (ed.). Treatise on invertebrate paleontology, part N, Mollusca 6, Bivalvia. // Geological Soc. of America, Inc and the University of Kansas. 1960. P. 491–952.
17. Zakharov Yu.D., Kuznetsov A.B., Seltser V.B., Ivanov A.V., Gavrilova A.A., Chebotareva V.A., Smyshlyaeva O.P., Kirienko A.P. The problem of isolation and freshening of the Jurassic–Early Cretaceous Middle Russian Sea: A new  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  record from the Saratov Volga region // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 2024. 635, 111934. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2023.111934>.

## REFERENCES

1. Baraboshkin, Ye.Yu., Mikhailova, I.A., “New stratigraphic scheme of the Lower Aptian of the Middle Volga region”, *Stratigrafia. Geologicheskaya korellyatsiya* **10** (6), 82–105 (2002) (in Russian).
2. Glazunova, A.Ye., *Paleontological substantiation of the stratigraphic division of the Cretaceous deposits of the Volga region. Lower Cretaceous* (Moscow: Nedra, 1973) (in Russian).
3. Golovinova, M.A., Guzhov, A.V., “Early Cretaceous gastropods of the Middle and Lower Volga region from the collection of P.A. Gerasimova”, *Paleontologicheskii J.* **5**, 31–36 (2009) (in Russian).
4. Grishanov, A.V., “Paleomagnetic section of Cretaceous deposits of the Saratov Right Bank”, *Voprosy geologii Yuzhnogo Urala i Povolzhia. Stratigraficheskiye i litologicheskiye issledovaniya* (Saratov: Sarat. Univers., 1984) (in Russian).
5. Ivanov, A.V., “Problematic formations from sandy Aptian deposits of the Saratov Volga region”, *Cretaceous system of Russia and neighboring countries: problems of stratigraphy and paleogeography. Materials of the third all-Russian meeting* (Saratov: Publishing house SO EAGO, 2006) (in Russian).
6. Ivanov, A.V., Yashkov, I.A., Romanova, Ye.G., *Museum of Natural History of Gagarin University. Quick guide* (Saratov: Kuznitsa reklamy, 2019) (in Russian).
7. Ivanov, A.V., Yashkov, I.A., Smurov, A.V., Snakin, V.V., Kolotilova, N.N., Kozachek, A.V., Maksimova, Ye.Ye., “Mobile exhibitions in a scientific and educational expedition as a driver for the

development of a youth museum: the experience of the “Flotilla of Floating Universities”, *Zhizn Zemly* [Life of the Earth] **45** (4), 573–583. DOI 10.29003/m28.0514-7468 (in Russian).

8. Ivanova, A.N., “Bivalves, gastropods and belemnites of the Jurassic and Cretaceous deposits of the Saratov Volga region”, *Stratigraphy and fauna of Jurassic and Cretaceous deposits of the Saratov Volga region* (Leningrad: Izdatel'stvo neftyanoy literatury, 1959) (in Russian).

9. Kokovkin, A.A., Ivanov, A.V., Tyuleneva, V.M., Yashkov, I.A., “Tectonics, seismotectonics and hydrothermal metasomatism in the newest structure of the Volga (Saratov-Kamyshin) Right Bank: new data”, *Otechestvennaya geologiya* **6**, 51–66 (2018) (in Russian).

10. Mordvilko, T.A., *Early Cretaceous thecodont bivalves of the South of the USSR (arcticids and glossites)* (Moscow: Nauka, 1979) (in Russian).

11. Panichev, A.M., Ivanov, A.V., Chekryzhov, I.Yu., Yashkov, I.A., Ivanov, V.V., “Geochemical features of siliceous and siliceous carbonate metasomatitism in chalk and paleogene deposits of the Lower Volga”, *Zhizn Zemly* [Life of the Earth] **43** (1), 4–19 (2021). DOI: 10.29003/m1990.0514-7468.2020\_43\_1/4-19 (in Russian).

12. Pchelintsev, V.F., “Gastropods of the Albian Stage of Sokolovaya Gora near Saratov”, *Izv. Geol. Com.* [News of the Geological Committee] **45** (9), 991–999 (1926) (in Russian).

13. Sintsov, I.F., “Description of some types of Mesozoic fossils from Simbirsk and Saratov provinces”, *Notes of the Novorossiysk Society of Naturalists* **7** (1), 1–12 (1880) (in Russian).

14. Guzhikov, A.Yu., Baraboshkin, E.Yu., Birbina, A.V., “New paleomagnetic data for the Hauterivian Aptian deposits of the Middle Volga region: A possibility of global correlation and dating of time shifting of stratigraphic boundaries”, *Russ. J. Earth Sci.* **5** (6), 401–430 (2003).

15. Hamama, H.H., “Barremian and Aptian Mollusca of Gabal Mistan and Gabal Um Mitmani, Al-Maghara Area, Northern Sinai, Egypt”, *J. of American Science*, **6** (12), 1702–1714 (2010).

16. Moore, R.C. (ed.), “Treatise on invertebrate paleontology, part N, Mollusca 6, Bivalvia”, *Geol. Soc. of America, Inc and the University of Kansas.*, p. 491–952 (1960).

17. Zakharov, Yu.D., Kuznetsov, A.B., Seltser, V.B., Ivanov, A.V., GavriloVA, A.A., Chebotareva, V.A., Smyshlyayeva, O.P., Kirienko, A.P., “The problem of isolation and freshening of the Jurassic–Early Cretaceous Middle Russian Sea: A new  $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  record from the Saratov Volga region”, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **635** (2024), <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2023.111934>.

---

---

# ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНАЯ МУЗЕОЛОГИЯ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

---

---

УДК 56.074.6: 551.734.5+069.015

EDN TQFGVW

DOI 10.29003/m3774.0514-7468.2024\_46\_1/60-72

## О ПАЛЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ КОЛЛЕКЦИЙ НИЖНЕФРАНСКИХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ГЛАВНОГО ДЕВОНСКОГО ПОЛЯ В ФОНДАХ ГОРНОГО МУЗЕЯ

**М.Г. Цинкобурова, А.В. Кузнецов\***

*Описаны две группы фаций, наиболее широко представленных в коллекциях нижнефранских беспозвоночных Главного девонского поля в Горном музее – хардграунды и пелециподовые банки. Установлено наличие трёх типов хардграундов, различающихся по характеру первоначального дна и времени экспозиции хардграунда, а отсюда структурно-текстурными особенностями и систематическим составом ориктоценозов: криноидные известняки, микритовые известняки, пелециподовые известняки. Для наиболее широко распространённых хардграундов первого типа обнаружено наличие специфической тафофации, характеризующейся хорошей степенью сохранности органических остатков первой генерации, практически полным отсутствием органических остатков второй генерации и полным отсутствием биоэродирующих организмов. В ориктоценозах пелециподовых ракушняков установлено три морфологических и этологических типа корнулитид.*

**Ключевые слова:** нижний фран, Главное девонское поле, Горный музей, хардграунды, пелециподовые банки, корнулитиды, Трураниты, палеоэкология, тафофации, ориктоценозы, склеробионты.

**Ссылка для цитирования:** Цинкобурова М.Г., Кузнецов А.В. О палеоэкологической ценности коллекций нижнефранских беспозвоночных Главного девонского поля в фондах Горного музея // Жизнь Земли. Т. 46, № 1. С. 60–72. DOI: 10.29003/m3774.0514-7468.2024\_46\_1/60-72.

Поступила 07.02.2024 / Принята к публикации 21.02.2024

## ON THE PALEOECOLOGICAL VALUE OF THE COLLECTIONS OF LOWER FRASNIAN INVERTEBRATES OF THE MAIN DEVONIAN FIELD IN THE MINING MUSEUM

**M.G. Tsinkoburova, PhD, A.V. Kuznetsov**

*Empress Catherine II Saint Petersburg Mining University*

---

\* Цинкобурова Мария Георгиевна – к.г.-м.н., доцент, [maschek@mail.ru](mailto:maschek@mail.ru); Кузнецов Александр Вячеславович – студент, [alexkuznecov2002@yandex.ru](mailto:alexkuznecov2002@yandex.ru); Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II.

*The article describes two groups of facies most widely represented in the collections of Lower Frasnian invertebrates of the Main Devonian Field in the Mining Museum (hardgrounds and pelecypod banks). The presence of three types of hardgrounds has been established, differing in the nature of the original bottom and the time of exposure of each hardground, and hence structural and textural features of rocks and systematic composition of oryctocenoses. The first type is crinoidal limestone with an extensive complex of sclerobionts and traces of bioerosion by Trypanites Mägdefrau, an uneven surface and a visually almost complete absence of impregnation. In hardgrounds of this type, three generations of sclerobionts are distinguished, namely: abiogenic substrates (first), incrustators of the remains of organisms of the first generation (second), and bioerosion organisms (third). The second type is micritic limestone with a smooth glass-type surface, a small complex of sclerobionts and traces of bioerosion by Trypanites Mägdefrau. The third type is pelecypod limestones with an uneven surface, isolated sclerobionts, numerous traces of bioerosion by Trypanites Mägdefrau and strong ferruginous impregnation. For the most widespread hardgrounds of the first type, the presence of specific taphofacies has been established, characterized by good preservation of organic remains of the first generation, an almost complete absence of organic remains of the second generation, and a complete absence of bioerodible organisms. The appearance of such taphofacies is due to the short exposure time of the hardground and the beginning of a rapid process of new accumulation immediately after the appearance of the first organisms of the second generation. The presence of such taphofacies emphasizes the importance of distinguishing taphofacies in certain paleofacies and certain types of oryctocenoses. In the oryctocenoses of pelecypod shells, three morphological and ethological types of cornulitids have been established. The most representative settlements of cornulitids were characteristic of calcareous clay soils with small areas of compacted bottom.*

**Keywords:** Lower Frasnian, Main Devonian Field, Mining Museum, hardgrounds, pelecypod banks, cornulitids, Trypanites, paleoecology, taphofacies, oryctocenoses, sclerobionts.

**For citation:** Tsinkoburova, M.G., Kuznetsov, A.V., "On the paleoecological value of the collections of Lower Frasnian invertebrates of the Main Devonian Field in the Mining Museum", *Zhizn Zemli [Life of the Earth]* **46**, no 1, 60–72 (2024) (in Russ., abstract in Engl.). DOI: 10.29003/m3774.0514-7468.2024\_46\_1/60-72.

**Введение.** Главное девонское поле (ГДП) – область площадного распространения глинисто-терригенно-карбонатных континентальных и морских пород девона на северо-западе Русской плиты. Комплекс пород ГДП является классическим примером отложений палеозойского морского эпиконтинентального бассейна и характеризуется всеми особенностями подобных формаций (ритмичный характер разреза, наличие многочисленных стратиграфических несогласий, большая литолого-фациальная изменчивость пород по простиранию). В связи с этим при расчленении и корреляции разрезов ГДП ведущую роль играют ритмостратиграфический и экостратиграфический методы. На ГДП в тридцатые годы XX века закладывались основы современной палеоэкологии. Основоположник палеоэкологии Р.Ф. Геккер отмечал, что «Главное девонское поле представляет исключительный в этом отношении объект для исследований» [4, с. 15].

История изучения пород ГДП насчитывает уже более двух столетий. Среди блистательной плеяды его исследователей были выпускники, преподаватели Горного института, поэтому в фондах Горного музея широко представлены палеонтологические и литологические коллекции ГДП. К сожалению, за XX век и в новейшее время многие обнажения, являвшиеся эталонными и стратотипическими для субрегиональных и местных подразделений девона ГДП, оказались утраченными, обнажённость коренных пород в пределах ГДП чрезвычайно ухудшилась. Таким образом, фонды Горного музея

обладают уникальным материалом, отражающим информацию об особенностях геологического строения данного региона.

**История формирования коллекции.** Основной объём коллекции по ГДП, хранящейся в фондах Горного музея, представлен сборами, сделанными в конце двадцатых – тридцатых годов XX века Д.В. Обручевым и Р.Ф. Геккером во время палеонтолого-стратиграфических исследований района. При этом имеющиеся материалы характеризуются явно выборочным характером. Большая часть материалов представлена крупной коллекцией франкских двустворчатых моллюсков ГДП (как в виде отдельных раковин и створок, так и в породах), являющейся частью коллекции Б.В. Наливкина «Франкские двустворчатые моллюски европейской части России» к его докторской диссертации. В свете вышесказанного данная коллекция (в отличие от многих других музейных материалов) охарактеризована крайне точными географическими и стратиграфическими привязками. Помимо этого, содержится довольно многочисленный, но разрозненный материал, частично являющийся, предположительно, дублями к организованной Р.Ф. Геккером в тридцатых годах в Палеозоологическом институте в Ленинграде выставке «Жизнь в девонском море» [2]. Впоследствии (в процессе трансформации Палеозоологического института в Палеонтологический (ПИН РАН)) эта выставка была перевезена в Москву. Среди материалов по ГДП, хранящихся в фондах Горного музея, есть сборы не только Р.Ф. Геккера и Д.В. Обручева, но и других геологов и палеонтологов. Так, немногочисленные, но крайне интересные фациальные образцы поступили в 1921 г. от И.И. Горского. Интересно, что нигде в биографии И.И. Горского, крупнейшего исследователя каменноугольных и пермских рудоз, специалиста в угольной геологии, не упоминаются его исследования на ГДП. Вероятно, это был какой-то единственный выезд по линии Геолкома или Петроградского горного института. Авторами была также обнаружена маленькая коллекция типового вида псковских слоёв ринхонеллид *Ladogia meyendorfi* (Verneuil), содержащая интересный комплекс склеробионтов. Данная коллекция представляет сборы Г.П. Гельмерсена (1841 г.) на известном по геологической литературе обнажении пород нижнего франа Прусина (правый берег р. Волхов). После строительства Волховской ГЭС и общего подъёма уровня воды в реке данное обнажение, как и большинство других, было практически полностью утрачено.

**Краткая литолого-фациальная характеристика пород.** В пределах восточной части ГДП выделяют две структурно-фациальные зоны (СФЗ), отличающиеся по режиму условий седиментации [1]. Прибалтийско-Ладожская СФЗ расположена на севере и северо-востоке региона и характеризуется континентальными (озёрными и аллювиальными – только нижний подъярус) и прибрежно-морскими отложениями. Изборско-Ильменская СФЗ занимает большую часть региона и характеризуется морскими фациями. Изучая литолого-фациальные особенности верхнедевонских пород ГДП, Р.Ф. Геккер выделил два последовательных ряда осадков [4]. Первый латеральный ряд (смена отложений прослеживается в направлении с северо-востока на юго-запад) характеризуется непрерывной последовательностью комплексов:

- зона 1 – красноцветные песчано-глинистые дельтово-лагунные и лагунно-континентальные отложения, органические остатки представлены ихтиофауной, харовыми водорослями, редкими остатками наземных растений;
- зона 2 – песчаные прибрежно-морские отложения, органические остатки представлены лингулидами и следами илоедов;
- зона 3 – глины более глубоких и спокойных участков морского дна, органические остатки представлены ринхонеллиформными брахиоподами, гастроподами, пелециподами;



- зона 4 – известково-глинистые и глинисто-известковые отложения, характеризующие зоны с разным типом грунта, ракушечники, характерен наиболее богатый и разнообразный комплекс органических остатков, но менее разнообразные комплексы ихнофоссилий;

- зона 5 – известковые отложения, формировавшиеся в условиях отсутствия привноса терригенного материала, более слабой гидродинамики и обеднённым комплексом органических остатков (меньше систематическое разнообразие ринхонеллиформных брахиопод и пелеципод, отсутствие криноидей, характерны строматопороидеи, цианобактерии);

- зона 6 – карбонатные с повышенной магниезильностью отложения мелководного шельфа с нарушенной солёностью, обеднённым комплексом органических остатков (строматопороидеи, цианобактерии, гастропод много, но бедный систематический состав, встречаются ругозы, ринхонеллиформные брахиоподы редки);

- зона 7 – лагунные доломитовые осадки с крайне бедным комплексом органических остатков.

Помимо этого, Р.Ф. Геккер предложил для лагунных отложений вертикальную сукцессию фаций [4]:

- отложения лагун повышенной солёности, представленные голубыми, часто гипсоносными глинами, переходящими в жёлтые листоватые глинистые доломиты;

- отложения бассейна с пониженной солёностью, представленные глинистыми доломитами с разнообразным комплексом грунтоедов и редким детритом ринхонеллиформных брахиопод;

- известковые или слабо магниезильные известковые осадки с солёностью, приближающейся к морской, но ещё обеднённым комплексом органических остатков (редкими ринхонеллиформными брахиоподами, гастроподами, строматопороидеями, цианобактериями).

**Методы.** Первый этап работ с описанными коллекциями заключался в систематической классификации коллекций с целью выявления наиболее палеоэкологически информативных образцов. При этом использовалась лупа с 10х увеличением. Отобранные образцы были изучены под микроскопом Levenhuk DTX RC3 и под стереоскопическим микроскопом SZX2-ZB16, сфотографированы, был проведён биостратонимический анализ ориктоценозов. Для выявленных в ориктоценозах беспозвоночных выполнен палеоэкологический анализ, а для ихнофоссилий – этологический.

**Палеоэкологические особенности палеонтологической и литологической коллекций.** В пределах ГДП представлен широкий спектр отложений – от лагунных до открытого шельфа, однако специфический характер коллекции в фондах Горного музея позволяет увидеть, в первую очередь, разнообразный набор фаций закрытого мелководного шельфа (зона 4 по Р.Ф. Геккеру). Это обусловлено тем, что основу коллекции образцов по ГДП в фондах Горного музея составила, как указано выше, коллекция двустворчатых моллюсков Б.В. Наливкина. Пелециподы франского эпиконтинентального морского бассейна, располагавшегося на территории современного ГДП, явно тяготеют к обстановкам с нормальной солёностью или близкой к нормально морской. С палеоэкологической точки зрения наибольшую ценность представляют карбонатные хардграунды и породы, формировавшиеся в пределах брахиоподовых и пелециподовых банок. Эти фации характеризуются высоким систематическим разнообразием ориктоценозов.

Особую группу в коллекции представляют многочисленные образцы хардграундов. Это связано с тем, что именно в двадцатые – тридцатые годы XX века в разновоз-

растных породах северо-запада Русской плиты шло выделение данной, на тот момент времени крайне плохо изученной фации – пород твёрдого дна [3]. Несмотря на то, что изучение хардграундов с семидесятых годов активно развивается и для северо-запада Русской плиты есть большое количество публикаций по ордовикским хардграундам [13, 14], хардграунды ГДП, комплексы их обитателей, особенности стратиграфического распространения оказываются по-прежнему мало изученными. Хардграунды, как и брахиоподовые и пелециподовые банки, позволяют изучать систематический состав органических остатков автохтонных ориктоценозов.

Породы, представленные в коллекции Горного музея, соответствуют большей части саргаевского горизонта (псковские, чудовские, низы дубниковских слоёв) нижнефранского подъяруса (стандартная конодонтовая зона *Palmatolepis transitans* [17], местная конодонтовая зона *Polygnathus reimersi* [16]).

**Фации хардграундов ГДП в коллекциях Горного музея.** В коллекции Горного музея были обнаружены три типа хардграундов. Первый тип – криноидные известняки с обширным комплексом склеробионтов, неровной поверхностью и визуалью практически полным отсутствием импрегнации (рис. 1). В коллекциях Горного музея были обнаружены хардграунды как из псковских, так и из чудовских слоёв.



**Рис. 1.** Пример хардграунда с обширным комплексом склеробионтов. Псковские слои. Горный музей.

**Fig. 1.** An example of hardgrounds with an extensive complex of sclerobionts. Pskov beds. Mining Museum.

Наблюдаются холдфасты криноидей; раковинки микроконхид, прикрепившиеся как к поверхности хардграунда, так и к органическим остаткам; брюшные створки цементирующихся продуктид *Irboskites fixates* Bekker; нижние правые створки бивальвий *Limanomia* Gray и следы биоэродирующих организмов *Trypanites* Mägdefrau.

В образцах представлено несколько генераций склеробионтов. Первую генерацию составляют более крупные цементирующиеся склеробионты – *Limanomia* Gray, *Irboskites fixatus* Bekker, криноидеи. Положение микроконхид *Palaeoconchus omphalodes* (Goldf.) на разрозненных брюшных створках брахиопод, створках пелеципод и на холдфазах криноидей, показывает, что микроконхиды составляют вторую генерацию. В отличие от

цементирующихся продуктид, пелеципод и криноидей, микроконхиды были обитателями более широкого спектра палеообстановок. Раковинки микроконхид обнаружены авторами и на организмах, обитавших на мягких илистых субстратах, известны также поселения микроконхид явно при жизни хозяина. Органические остатки первых двух генераций и само твёрдое дно содержат многочисленные следы сверления *Trypanites* Mägdefrau. Их длина могла достигать 15 см [15], но в образцах Горного музея она не превышает первых сантиметров, что говорит о последующей эрозии поверхности хардграундов.

Похожие криноидные известняки с хардграундами, но без комплекса склеробионтов (с немногочисленными следами биоэрозии *Trypanites*), авторами были описаны в псковских слоях в районе Выбутских порогов (правый берег р. Великая, 12 км вверх по течению от Пскова; нижний горизонт хардграундов, **рис. 2**).

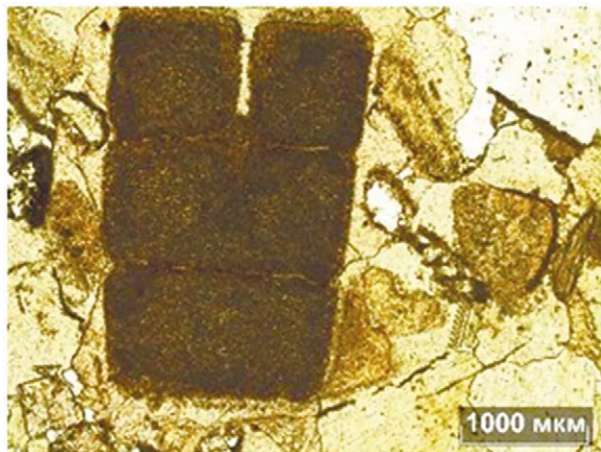


**Рис. 2.** Хардграунд 1 типа. Брахиоподово-криноидный грейнстоун. Псковские слои, правый берег р. Великая, район Выбутских порогов.

**Fig. 2.** Type 1 hardground. Brachiopod-crinoidal grainstone. Pskov beds, right bank of the Velikaya River, Vybuty Rapids area.

Микроскопическое изучение известняков показало, что это брахиоподово-криноидные грейнстоуны (**рис. 3**). Столь частая приуроченность хардграундов франа ГДП к осадкам, обогащённым детритом криноидей и других иглокожих, подтверждает взаимосвязь, установленную С.В. Рожновым и Т.Д. Палмером для ордовикских хардграундов северо-запада Русской плиты [11].

Наличие трёх генераций склеробионтов и отсутствие следов биоэрозии указывают на долгую экспозицию хардграундов. Доказательством сильной эрозии хардграундов является также состояние органических остатков в ориктоценозах большинства образцов – все органические остатки (первой и второй генераций) характеризуются высокой степенью деструкции, дизартикуляцией и корродированностью. Исключение представляет интересный образец с совершенно другой тафономической характеристикой, относящийся к сборам Р.Ф. Геккера 1921 г. из чудовских слоёв на р. Кересь выше д. Лука (**рис. 4**). В настоящее время эта деревня вошла в состав г. Чудово. Вблизи



**Рис. 3.** Срез поверхности хардграунда перпендикулярно поверхности напластования (изображённый фрагмент расположен ближе к кровле). Псковские слои, правый берег р. Великая, район Выбутских порогов.

**Fig. 3.** A section of the hardground surface, perpendicular to the bedding surface (the fragment shown is located closer to the superface). Pskov beds, right bank of the Velikaya River, Vybuty Rapids area.



**Рис. 4.** Фрагмент створки *Limanomia* sp. с трубкой *Cornulites devonicus* (Pacht) и микроскопическими холдфастами криноидей и фрагмент брюшной створки *Irboskites fixates* Bekker с отчётливо видимыми псевдопорами. Чудовские слои, р. Кересть выше д. Лука. Сборы Р.Ф. Геккера, 108–150, Горный музей.

**Fig. 4.** A fragment of a *Limanomia* sp. valve with a tube of *Cornulites devonicus* (Pacht) and microscopic holdfasts of crinoids and a fragment of the ventral valve of *Irboskites fixates* Bekker with clearly visible pseudopores. Chudovo beds, the Kerest' River above v. Luka. R.F. Gekker's collections, 108–150, Mining Museum.

этого обнажения располагался стратотип чудовских слоёв (в известняковом карьере). Теперь этот стратотип и обнажения чудовских слоёв на р. Кересть утрачены. В образце также наблюдаются *Limanomia* sp и *Irboskites fixatus*. На створках *Limanomia* sp. со-

хранилась тонкая радиальная и концентрическая скульптура, а на створках *Irboskites fixatus* – хорошо сохранившиеся зубы и следы псевдопор. На створке *Limanomia sp.* под микроскопом наблюдается маленькая трубочка инкрустатора-корнулитиды *Cornulites sp.* и холдфасты ювенильных криноидей. Корнулитиду можно было бы рассматривать как организм второй генерации, но её крайне малые размеры (0,4 мм), наличие только одной трубочки, а также холдфасты криноидей исключительно микроскопических размеров показывают, что вторая генерация инкрустаторов не получила развития. Таким образом, данный хардграунд отличался отсутствием организмов второй и третьей генерации, а следовательно, более кратковременной экспозицией.

Выявление подобного ориктоценоза позволило обосновать важность выделения тафофаций [5], что достаточно редко делается в современных палеоэкологических работах. Существующие в настоящее время публикации, посвящённые тафофациям, касаются только конкретных систематических групп. Наиболее часто тафофации выделяются в ориктоценозах с хордовыми [7], в лагерштеттах [18]. Однако проводимые тафономические исследования как в современных отложениях, так и в ископаемых ориктоценозах демонстрируют широкий потенциал выделения тафофаций при палеоэкологических и литолого-фациальных исследованиях [6, 9, 10]. Наибольшей степенью детальности отличается работа С. Спейера и К. Бретта [8], предложивших модель тафофаций для эпиконтинентального морского бассейна. Пользуясь схемой С. Спейера и К. Бретта, можно утверждать, что большинство хардграундов ГДП этого типа, как обнаруженных в коллекциях Горного музея, так и наблюдаемых авторами, представляют чётко выраженную тафофацию 1 схемы С. Спейера и К. Бретта [8], а хардграунд чудовских слоёв на р. Кереть относится к другой тафофации, не учтённой в упомянутой схеме.

К хардграундам второй группы относятся хардграунды типа «стекла», представленные микритовыми известняками с ровной поверхностью, более малочисленным комплексом склеробионтов, следами биоэрозии *Trypanites* и умеренной импрегнацией. Такого типа хардграунд был обнаружен в сборах Д.В. Обручева из псковских слоёв р. Великая (рис. 5).

Авторами хардграунды такого типа были описаны в псковских слоях на р. Великая в районе Выбутских порогов (верхний горизонт хардграундов, левый берег р. Великая). В псковских слоях на Выбутских порогах было зафиксировано доминирование среди склеробионтов ювенильных особей: створок *Irboskites fixatus* Bekker и холдфасты криноидей. Возможно, это было обусловлено резким изменением условий и ранней гибелью популяции склеробионтов.

При микроскопическом изучении хардграундов данного типа (микритовых вакстоунов) было выяснено, что биокластовые зёрна крайне разнообразны (ринхонеллиформные брахиоподы, криноидеи, тентакулиты, микроконхиды), наблюдаются следы илоедов (рис. 6). Судя по мелкому детриту все органические остатки переотложены. По состоянию склеробионтов в образце из Горного музея данный тип хардграундов также можно отнести к тафофации 1.

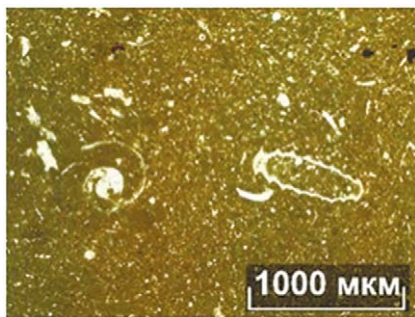
Третий тип хардграундов представлен пеллециподовыми известняками с неровной поверхностью, единичными склеробионтами, многочисленными следами сверления *Trypanites* и сильной железистой импрегнацией, обусловленной длительной экспозицией и несколько другим гидрохимическим режимом придонных вод, препятствовавшим активному расселению склеробионтов (рис. 7).

**Фации брахиоподовых и пеллециподовых банок.** Одними из двустворок, предположительно формирующих пеллециподовые банки, были пеллециподы вида *Pteria*

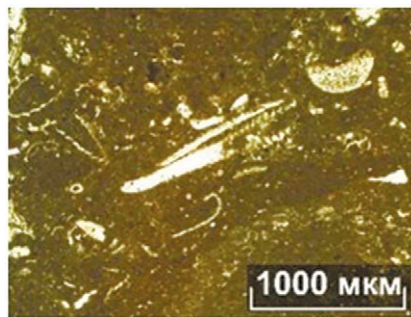


**Рис. 5.** Хардграунд 2 типа с поверхностью «стекла», инкрустированный створками *Irboskites fixatus* Bekker и *Limanomia* sp., с одним сильно эродированным холдфастом криноидеи, псковские слои, № образца 108-232. Р. Великая, левый берег против лесопилки, обнажение 150-3403, сборы Д.В. Обручева, Горный музей.

**Fig. 5.** Type 2 hardground with a glassy surface, inlaid with valves of *Irboskites fixates* Bekker and *Limanomia* sp., with one strongly eroded crinoid holdfast, Pskov beds, sample No. 108-232, the Velikaya River, left bank opposite the sawmill, outcrop 150-3403, D.V. Obruchev's collection, Mining museum.



а



б

**Рис. 6.** Микритовый вакстоун. Срез поверхности хардграунда параллельно поверхности напластования: а – поперечные сечения раковин микроконхид и детрит брахиопод, б – продольное сечение раковины тентакулита, ходы червей.

**Fig. 6.** Micrite wackestone. A section of the hardground surface parallel to the bedding surface: а – cross sections of microconchid shells and brachiopod detritus, б – a longitudinal section of the tentaculite shell, worm passages.

*rostrata* (Eichw.), среди ринхонеллиформных брахиопод аналогичный экологический тип представляли *Ladogia meendorfi* (Vern.) [4]. Палеобиотопы с этими органическими остатками характеризуются достаточно разнообразным комплексом склеробионтов: аулопоридами, микроконхидами, следами биоэрозии *Palaeosabella* Clarke (на *Ladogia*



**Рис. 7.** Хардграунд 3 типа. Пелециподовый известняк с многочисленными следами сверления *Trypanites* и единичными микроконхидами и брюшными створками *Irboskites fixatus*. Псковские слои, правый берег р. Сясь ниже Хвалова, сборы Р.Ф. Геккера, Горный музей.

**Fig. 7.** Type 3 hardground. Pelecypod limestone with numerous traces of *Trypanites* drilling and single microconchids and ventral valves of *Irboskites fixatus*. Pskov beds, right bank of the Syas' River below v. Khvalovo, R.F. Gekker's collections, Mining museum.

*meyendorfi*), корнулитидами (на *Pteria rostrata*). При этом часто наблюдается ориентировка склеробионтов, указывающая на поселение при жизни хозяев; на франских бивальвиях ГДП в коллекциях Горного музея обнаружены разнообразные комплексы склеробионтов и биоэродирующих организмов, в т. ч. три различных морфологических и этологических типа корнулитид. Появление раковин корнулитид часто фиксируется в ориктоценозах, где есть *Pteria rostrata* (дубниковские слои Шелони, **рис. 8**), кроме того, корнулитиды крайне часты в ориктоценозах с пелециподами – обитателями мягкого



**Рис. 8.** Пелециподовый известняк с *Pteria rostrata* и *Cornulites* sp. на створках пелеципод. Дубниковские слои, левый берег р. Шелонь, выше г. Сольцы, сборы Р.Ф. Геккера, Горный музей.

**Fig. 8.** Pelecypoda limestone with *Pteria rostrata* and *Cornulites* sp. on the bivalves shell. Dubniki beds, left bank of the Shelon' River, above t. Sol'tsy, R.F. Gekker's collections, Mining museum.

известково-глинистого грунта. Для верхнего ордовика Эстонии отмечалась частая приуроченность находок корнулитид к обстановкам осадконакопления с илистым грунтом [12]. Образцы франа ГДП подтверждают эту закономерность, но спектр обитания корнулитид не ограничивался только условиями мягкого грунта. Находки корнулитид во фране ГДП характерны также и для участков с уплотнённым грунтом (морфологически разнообразные комплексы корнулитид в пеллециподовых банках с *Pteria rostrata*), единичные корнулитиды были зафиксированы в обстановках твёрдого дна (раковинка микроскопической корнулитиды на створке *Limanomia sp.*, см. рис. 4).

**Выводы.** Проведённый анализ коллекций по нижнему франу ГДП Горного музея позволил установить следующие особенности.

1. Хардграунды раннефранского эпиконтинентального морского бассейна востока ГДП формировались на разном субстрате и отличались сроками экспозиции.

2. Для наиболее широко распространённых хардграундов первого типа установлено наличие специфической тафофагии, характеризующейся хорошей степенью сохранности органических остатков первой генерации, практически полным отсутствием органических остатков второй генерации и полным отсутствием биоэродирующих организмов. Появление такой тафофагии обусловлено малым временем экспозиции хардграунда и началом быстрого процесса новой аккумуляции сразу после появления первых организмов второй генерации. Наличие подобной тафофагии подчёркивает важность выделения тафофагий в однотипных палеофациях и ориктоценозах.

3. Среди склеробионтов, обитавших на биогенном субстрате в раннефранском море востока ГДП, были широко развиты корнулитиды, явно тяготевшие к условиям известково-глинистых грунтов с небольшими участками уплотнённого субстрата.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Вербицкий В.Р., Вербицкий И.В., Васильева О.В. и др.* Государственная геологическая карта Российской Федерации. М. 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Центрально-Европейская. Листы О-35 – Псков, (N-35), О-36 – Санкт-Петербург. Объяснительная записка. СПб: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2012. 508 с.
2. *Геккер Р.Ф.* Жизнь в девонском море. Палеоэкология девона Ленинградской области. Путеводитель по выставке. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1935. 67 с.
3. *Геккер Р.Ф.* Ископаемая фауна гладкого каменного морского дна (К вопросу о типах каменного морского дна) // Тр. Ин-та геол. АН ЭССР. 1960. Т. 5. С. 199–227.
4. *Геккер Р.Ф.* Тафономические и экологические особенности фауны и флоры Главного девонского поля. М.: Наука, 1983. 144 с.
5. *Цинкобурова М.Г.* Некоторые замечания о характеристике тафофагий (на примере нижнефранских хардграундов Главного девонского поля) // Естественные и технические науки. 2023. № 3 (178). С. 149–154.
6. *Bayer S., Balseiro D., Muñoz D.F., Gordillo S.* Unveiling the consequences of environmental variation and species abundances on beach taphofacies in Bahamas: the role of cementation and exhumation // PALAIOS. 2019. V. 34. P. 300–316.
7. *Boessenecker R.W., Perry F.A., Schmitt J.G.* Comparative Taphonomy, Taphofacies, and Bonebeds of the Mio-Pliocene Purisima Formation, Central California: Strong Physical Control on Marine Vertebrate Preservation in Shallow Marine Settings // PLoS ONE. 2014. 9 (3). P. 1–49.
8. *Brett C.E., Moffat H.A., Taylor W.L.* Echinoderm taphonomy, taphofacies, and Lagerstätten // The Paleontological Society Papers. A publication of The Paleontological Society, Vol. Geobiology of Echinoderms. 1997. P. 147–190.



9. Mahyad M., Safari A., Vaziri-Moghaddam H., Seyrafiyan A. Biofacies, Taphofacies, and Depositional Environments in the North of Neotethys Seaway (Qom Formation, Miocene, Central Iran) // *Russian Geology and Geophysics*. 2019. V. 60, № 12. P. 1368–1384.
10. Moutinho L.P., Scomazzon A.K., Nascimento S., Lemos V.B. Taphofacies of Lower-Middle Pennsylvanian marine invertebrates from the Monte Alegre and Itaituba formations, part of the outcropped marine sequence of the Tapajós Group (Southern Amazonas Basin, Brazil) – regional palaeoecological model // *J. of South American Earth Sciences*. 2016. V. 70. P. 83–114.
11. Rozhnov S.V., Palmer T.D. The origin of the ecosystem of hardgrounds and the ordovician benthic radiation // *Paleontological J.* 1996. V. 30, № 6. P. 688–692.
12. Vinn O., Madison A., Wilson M.A., Toom U. Cornulitid tubeworms and other calcareous tubicolous organisms from the Hirmuse Formation (Katian, Upper Ordovician) of northern Estonia // *J. of Paleontology*. 2022. V. 97, Is. 1. P. 38–46.
13. Vinn O., Toom U. A sparsely encrusted hardground with abundant Trypanites borings from the Llandoverly of the Velise River, western Estonia (Baltica) // *Estonian J. of Earth Sciences*. 2016. 65. P. 19–26.
14. Vinn O., Toom U. Some encrusted hardgrounds from the Ordovician of Estonia (Baltica) // *Carnets de Géologie*. 2015. 15 (7). P. 63–70.
15. Wilson M.A., Palmer T. Hardgrounds and hardgrounds faunas. Wales: University of Wales, 1992. 131 p.
16. Zhuravlev A.V., Sokiran E.V., Evdokimova I.O., Dorofeeva L.A., Rusetskaya G.A., Malkowski K. Faunal and facies changes at the Early–Middle Frasnian boundary in the north-western East European Platform // *Acta Palaeontologica Polonica*. 2006. V. 51, № 4. P. 747–758.
17. Ziegler W., Sandberg C.A. The late Devonian Standard Conodont Zonation. Senckenberg: Courier Forschungsinstitut Senckenberg, Band 121, 1990. 115 p.
18. Zhao F., Caron J-B., Hu S., Zhu M. Quantitative analysis of taphofacies and paleocommunities in the Early Cambrian Chengjiang lagerstätte // *PALAIOS*. 2009. 24 (12). P. 826–839.

## REFERENCES

1. Verbitsky, V.R., Verbitsky, I.V., Vasilieva, O.V., et al., *State geological map of Russian Federation, Scale 1:1 000 000 (third generation), Central European part: pages O-35 – Pskov, (N-35), O-36 – Saint-Petersburg, Description* (Saint-Petersburg: VSEGEI, 2012) (in Russian).
2. Gekker, R.F., *Life in the Devonian Sea. Paleocology of the Devonian of the Leningrad region. Exhibition Guide* (Moscow–Leningrad: Academy of Sciences of USSR, 1935) (in Russian).
3. Gekker, R.F., “Fossil facies of rocky seafloor (On the issue of types of rocky seafloor)”, *Trudy instituta geologii akademii nauk Estonskoj SSR* 5, 199–227 (1960) (in Russian).
4. Gekker, R.F., *Taphonomic and ecological features of the fauna and flora of the Main Devonian field* (Moscow: Nauka, 1983) (in Russian).
5. Tsinkoburova, M.G., “Some remarks on the characteristics of the taphofacies (on the example of the Lower Frasnian hardgrounds of the Main Devonian Field)”, *Yestestvennye i tekhnicheskie nauki* 3 (178), 149–154 (2023) (in Russian).
6. Bayer, S., Balseiro, D., Muñoz, D.F., Gordillo, S., “Unveiling the consequences of environmental variation and species abundances on beach taphofacies in Bahamas: the role of cementation and exhumation”, *PALAIOS* 34, 300–316 (2019).
7. Boessenecker, R.W., Perry, F.A., Schmitt, J.G., “Comparative Taphonomy, Taphofacies, and Bonebeds of the Mio-Pliocene Purisima Formation, Central California: Strong Physical Control on Marine Vertebrate Preservation in Shallow Marine Settings”, *PLoS ONE* 9 (3), 1–49 (2014).

8. Brett, C.E., Moffat, H.A., Taylor, W.L., “Echinoderm taphonomy, taphofacies, and Lagerstätten”, *The Paleontological Society Papers. A publication of The Paleontological Society, V. Geobiology of Echinoderms*, 147–190 (1997).
9. Mahyad, M., Safari, A., Vaziri-Moghaddam, H., Seyrafiyan, A., “Biofacies, Taphofacies, and Depositional Environments in the North of Neotethys Seaway (Qom Formation, Miocene, Central Iran)”, *Russian Geology and Geophysics* **60** (12), 1368–1384 (2019).
10. Moutinho, L.P., Scorzazon, A.K., Nascimento, S., Lemos, V.B., “Taphofacies of Lower-Middle Pennsylvanian marine invertebrates from the Monte Alegre and Itaituba formations, part of the outcropped marine sequence of the Tapajós Group (Southern Amazonas Basin, Brazil) – regional paleoecological model”, *J. of South American Earth Sciences* **70**, 83–114 (2016).
11. Rozhnov, S.V., Palmer, T.D., “The origin of the ecosystem of hardgrounds and the ordovician benthic radiation”, *Paleontological J.* **30** (6), 688–692 (1996).
12. Vinn, O., Madison, A., Wilson, M.A., Toom, U., “Cornulitid tubeworms and other calcareous tubicolous organisms from the Hirmuse Formation (Katian, Upper Ordovician) of northern Estonia”, *J. of Paleontology* **97**, Is. 1, 38–46 (2022).
13. Vinn, O., Toom, U., “A sparsely encrusted hardground with abundant Trypanites borings from the Llandovery of the Velise River, western Estonia (Baltica)”, *Estonian J. of Earth Sciences* **65**, 19–26 (2016).
14. Vinn, O., Toom, U. “Some encrusted hardgrounds from the Ordovician of Estonia (Baltica)”, *Carnets de Géologie* **15** (7), 63–70 (2015).
15. Wilson, M.A., Palmer, T. *Hardgrounds and hardgrounds faunas* (Wales: University of Wales, 1992).
16. Zhuravlev, A.V., Sokiran, E.V., Evdokimova, I.O., Dorofeeva, L.A., Rusetskaya, G.A., Małkowski, K., “Faunal and facies changes at the Early–Middle Frasnian boundary in the north–western East European Platform”, *Acta Palaeontologica Polonica* **51** (4), 747–758 (2006).
17. Ziegler, W., Sandberg, C.A., *The late Devonian Standard Conodont Zonation* (Senckenberg: Courier Forschungsinstitut Senckenberg, Band 121, 1990).
18. Zhao, F., Caron, J-B., Hu, S., Zhu, M., “Quantitative analysis of taphofacies and paleocommunities in the Early Cambrian Chengjiang lagerstätte”, *PALAIOS* **24** (12), 826–839 (2009).

---

---

# МУЗЕЙНАЯ ПЕДАГОГИКА

---

---

УДК 378.147

EDN ZAQREV

DOI 10.29003/m3775.0514-7468.2024\_46\_1/73-80

## ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ И ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСКУРСИЙ В ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОМ МУЗЕЕ И В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ

**Л.В. Попова, И.П. Таранец, Е.С. Романова,  
М.М. Пикуленко, А.А. Мазаева\***

*В статье проанализированы подходы к разработке и проведению экскурсий для учащейся молодёжи начала XX века и приведены рекомендации, которые уже сто лет назад высказывались для экскурсоводов и преподавателей. Именно тогда выделялись два основных подхода: ориентация на слушателей (экскурсантов) и детальное знание экскурсоводом объекта показа. В настоящее время подготовка экскурсий как в естественнонаучный музей, так и в ботанический сад практически одинакова и включает одни и те же этапы: от выбора темы до разработки детального плана. Но проведение экскурсий в ботаническом саду отличается от музея, т. к. имеет сезонный характер и зависит от периода цветения растений. Однако все экскурсии в музее и в ботаническом саду выполняют одни и те же функции: информационную, культурно-воспитательную, просветительскую и досуговую, хотя по степени воздействия на чувства человека, бесспорно, экскурсия в ботанический сад значительно отличается от экскурсии в музей.*

**Ключевые слова:** экологическое просвещение, дополнительное образование, музейная педагогика.

**Ссылка для цитирования:** Попова Л.В., Таранец И.П., Романова Е.С., Пикуленко М.М., Мазаева А.А. Особенности подготовки и проведения экскурсий в естественнонаучном музее и в ботаническом саду // Жизнь Земли. Т. 46, № 1. С. 73–80. DOI: 10.29003/m3775.0514-7468.2024\_46\_1/73-80.

Поступила 17.01.2024 / Принята к публикации 21.02.2024

---

\* Попова Людмила Владимировна – д.п.н., в.н.с., Музей землеведения МГУ, [popova@mes.msu.ru](mailto:popova@mes.msu.ru); Таранец Ирина Павловна – к.б.н., с.н.с., Музей землеведения МГУ, [iris1@mail.ru](mailto:iris1@mail.ru); Романова Екатерина Сергеевна – к.б.н., н.с., НОЦ – Ботанический сад Петра I биологического факультета МГУ, [esromanova77@mail.ru](mailto:esromanova77@mail.ru); Пикуленко Марина Маилловна – к.б.н., в.н.с., Музей землеведения МГУ, [pikulenkomarina@mail.ru](mailto:pikulenkomarina@mail.ru); Мазаева Александра Алексеевна – вед. специалист, НОЦ – Ботанический сад Петра I биологического факультета МГУ, [mazaeva.alex@yandex.ru](mailto:mazaeva.alex@yandex.ru).

## PECULIARITIES OF THE PREPARATION AND CONDUCT OF EXCURSIONS IN A NATURAL SCIENCE MUSEUM AND BOTANICAL GARDE

L.V. Popova<sup>1</sup>, I.P. Taranets<sup>1</sup>, E.S. Romanova<sup>2</sup>, M.M. Pikulenko<sup>1</sup>, A.A. Mazaeva<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Lomonosov Moscow State University

<sup>2</sup> Ботанический сад МГУ

*The article analyzes approaches to the development and conduct of excursions for students of the early twentieth century and provides recommendations already expressed a hundred years ago for guides and teachers. It was then that two main approaches were distinguished, namely: orientation to listeners (excursionists) and the guide's detailed knowledge of the museum's objects. Currently, the preparation of excursions to both the Natural science museum and the botanical garden is almost the same and includes the same stages: from choosing a topic to developing a detailed plan. But botanical garden excursions differ from museum ones, as they have a seasonal nature and depends on the flowering period of the plants. However, all excursions (in a museum or in a botanical garden) perform the same functions, namely: informational, cultural, educational and leisure, although in terms of the degree of impact on human feelings, undoubtedly, botanical garden excursions differ significantly from museum excursions.*

**Keywords:** environmental enlightenment, non-formal education, museum pedagogy.

**For citation:** Popova, L.V., Taranets, I.P., Romanova, E.S., Pikulenko, M.M., Mazaeva, A.A., "Peculiarities of the preparation and conduct of excursions in a natural science museum and botanical garden", *Zhizn Zemli [Life of the Earth]* 46, no 1, 73–80 (2023) (in Russ., abstr. in Engl.). DOI: 10.29003/m3775.0514-7468.2024\_46\_1/73-80.

**Введение.** История возникновения и развития экскурсионной деятельности в нашей стране насчитывает уже более двухсот лет и тесно переплетается с отечественной культурой и становлением музейного дела. Большинство авторов считает [5, 6, 12], что экскурсионное дело в России берёт начало со школьных экскурсий, которые в первое время носили случайный, единичный характер, но постепенно им стали отводить значимую роль в учебном процессе.

В начале XX века экскурсионное движение стало охватывать всю страну, чему способствовали циркуляры Министерства народного просвещения. Так, в 1900 г. были рекомендованы «образовательные прогулки и путешествия» [5], а в 1902 г. на железных дорогах Российской империи был введён специальный тариф № 6900 на проезд учащихся, которые отправлялись в образовательные экскурсии. При проезде учащихся на расстояние до 50 км проезд был бесплатным, а на более дальние расстояния школьным группам предоставлялась значительная скидка в вагонах 3-го класса. Музеи в это время становятся неотъемлемой частью путешествий–экскурсий, а экскурсии становятся важной формой просветительской деятельности музеев. Путешествия учащихся приобрели такую популярность, что пришлось ввести меры, ограничивающие посещение различных городов и достопримечательностей в дни торжеств или школьных каникул.

Экскурсионный метод преподавания был впервые рассмотрен в начале XX века профессором Д.Н. Кайгородовым, т. к. в 1901 г. ему было поручено Правительством разработать новые программы по естествознанию [13]. Но поскольку его программы требовали иных подходов и серьёзной научно-педагогической подготовки (одна из программ предполагала 12 экскурсий в год на класс по одному только природоведению), то они были заменены на менее оригинальные.

Почему же экскурсии стали такими популярными в учебном процессе? Как сделать экскурсию эффективной для обучения? Как подготовить и наиболее удачно провести экскурсию? Имеются ли отличия в проведении экскурсий в музее и на природе? Эти вопросы волновали наших коллег ещё сто лет назад. Поэтому *целью данной работы явился теоретический анализ литературных источников и обобщение собственного педагогического опыта для составления рекомендаций по планированию и проведению экскурсий для учащихся (школьников и студентов).*

**Результаты и обсуждение.** Понятие «экскурсия» произошло от латинского «*excursio*» и в русском языке появилось в середине XIX века, принеся с собой несколько значений. Изначально слово «экскурсия» понималось как «выбегание», или же «военный набег», а уже позже, к концу века стало означать «вылазку, поездку». Позднее произошло видоизменение этого слова по типу существительных на «*ия*» (экскурс + *ия*). Таким образом, мы получаем слово «экскурсия» в значении «путешествие группой» или «посещение мест» [6]. Какое же определение понятия «экскурсия» наиболее применимо для использования в современной педагогике? В настоящее время под экскурсией педагоги понимают *«форму организации обучения, предполагающую наблюдения и изучение различных предметов и явлений в реальных условиях»* [16]. Однако у слова «экскурсия» за сто пятьдесят лет его употребления в России были и другие определения.

Рассмотрим в хронологическом порядке, как менялось, конкретизировалось и уточнялось определение понятия «экскурсия». Одно из самых ранних толкований слова «экскурсия» можно найти в Толковом словаре Владимира Ивановича Даля, данное в 1882 г.: *«Экскурсия – проходка, прогулка, выход на поиск чего-то, для собирания трав и пр.»* [4]. В начале XX века историк и краевед Николай Павлович Анциферов писал, что *«экскурсия есть прогулка, ставящая своей задачей изучение определённой темы на конкретном материале, доступном созерцанию»* [2]. Малая советская энциклопедия в 1931 г. раскрывает понятие «экскурсия» больше в сторону исследовательской работы: *«Экскурсия – коллективное посещение какой-либо местности, промышленных предприятий, совхозов, музеев и прочее, преимущественно с научной или образовательной целью»* [8]. Вскоре понятие уточняется в Большой советской энциклопедии. Там говорится, что экскурсия – это *«один из видов массовой культурно-просветительной, агитационной и учебной работы, имеющей целью расширение и углубление знаний подрастающего поколения...»* [3].

В 1940 году, как и Толковый словарь В.И. Даля, Толковый словарь Д.Н. Ушакова даёт нам свой взгляд на понятие, поясняя, что *«экскурсия – это коллективная поездка или прогулка с научно-образовательной или увеселительной целью»* [15]. Через тридцать лет, в 1960 г., Малая советская энциклопедия уточняет определение: *«Экскурсия – коллективная поездка или поход в достопримечательные места с научной, общеобразовательной или культурно-просветительной целью»* [9]. В начале XXI века Российская музейная энциклопедия (2005) конкретизирует понятие «экскурсия» уже непосредственно в музее и приводит следующее определение: *«Экскурсия музейная – форма культурно-образовательной деятельности музея, основанная на коллективном осмотре объектов музейного показа под руководством специалиста по заранее намеченной теме и специальному маршруту»* [14]. Для музейного педагога именно это определение можно считать наиболее полным и отражающим основную суть процесса.

Выше представлена лишь малая часть определений «экскурсии», в наше время их больше пятидесяти. Каждый автор привносит своё уточнение в значение данного тер-

мина, при этом оставляя основу понятия неизменной. Исходя из приведённых выше определений, мы можем сказать, что *экскурсия – это наглядная форма обучения, в основе которой находятся заранее подобранные объекты и методы изучения.*

Стоит обратить внимание на тот факт, что изначально экскурсия рассматривалась как метод познания и изучения природы, и лишь затем как метод знакомства с музейной экспозицией. Однако высказанные почти сто лет назад Борисом Евгеньевичем Райковым «Десять заповедей экскурсионного дела» [12] применимы для использования в настоящее время экскурсоводами как для показа природных, так и музейных объектов (табл. 1).

**Таблица 1.** Десять заповедей экскурсионного дела по Б.Е. Райкову [8]

**Table 1.** Ten precepts of excursion trade according to B.E. Raykov [8]

№	Заповедь для преподавателя (экскурсовода)	Примечание
1.	Помни, экскурсия не прогулка, но обязательная часть учебных занятий	Делается акцент на знакомство с природными объектами
2.	Изучи место, куда ведёшь экскурсию, наметь тему и составь её план	Рекомендация актуальна как для природной местности, так и для музея
3.	Выдерживай тему экскурсии, не отвлекайся случайными вопросами	Актуально для всех экскурсоводов
4.	Рассказывай на экскурсии только о том, что можно показать	Актуально для всех экскурсоводов
5.	Избегай длинных объяснений	Актуально для всех экскурсоводов
6.	Не оставляй экскурсантов только слушателями, заставь их активно работать	Сделан акцент на использование активных методов обучения
7.	Не забрасывай экскурсантов многими названиями	Указывает на правила коммуникативной этики
8.	Умей правильно показывать объекты	Актуально для всех экскурсоводов
9.	Не утомляй излишне, перестанут слушать	Актуально для всех экскурсоводов
10.	Закрепи экскурсию в памяти последующей проработкой	Рекомендация наиболее важна для преподавателя, но экскурсоводу следует это тоже учитывать и в конце экскурсии напомнить основные её моменты

Итак, изначально экскурсия использовалась в учебном процессе только как знакомство с природными объектами или объектами окружающей среды. Из разработанных Б.Е. Райковым [12] заповедей для экскурсовода чётко прослеживаются два подхода – это ориентация на слушателя и детальное знание экскурсоводом объекта показа, что в настоящее время рекомендуется использовать при разработке и проведении любой экскурсии. Также стал единым план подготовки экскурсии вне зависимости от показа музейных или природных объектов (рис. 1).

Но между показом природных и музейных объектов имеются различия. В первую очередь надо отметить влияние сезонности (времени года) на показ природных объектов, что для музейных экспонатов значения не имеет. Рассмотрим особенности на примере Ботанического сада МГУ. Коллекция Ботанического сада МГУ на Ленинских горах размещена в открытом грунте, экскурсии проводятся во время вегетации растений с апреля по октябрь [7]. Коллекции весьма обширны и насчитывают около 7 тысяч



**Рис. 1.** Схематический план разработки экскурсии.  
**Fig. 1.** Schematic plan of the development of an excursion.

таксонов, но на экскурсиях посетителям, естественно, интересны растения, цветущие в данный момент. Их показ составляет основу экскурсии, которая дополняется видами, интересные особенности которых можно наблюдать в любой сезон (например, бархат амурский, черёмуха Маака, хвойные и вечнозелёные породы), а также растениями, представляющими особый интерес – реликты, ядовитые растения, и охранный статус – редкие, «краснокнижные» виды.

Во-вторых, обширность коллекции и постоянно сменяющиеся аспекты экспозиции обеспечивают большое разнообразие экскурсионной программы. В настоящее время в Ботаническом саду около 30 тем экскурсий двух основных направленностей: обзорные и тематические. Каждая из них имеет определённую специфику. На обзорной экскурсии посетители знакомятся с основными отделами Ботанического сада – альпинарием (искусственно созданной ландшафтной зоной с коллекцией горных растений) и дендрарием (коллекцией деревьев, кустарников и лиан). Растения в коллекциях расположены согласно географическому принципу. С апреля (времени появления первоцветов) до конца вегетационного сезона в октябре содержание экскурсий постоянно меняется в связи с разным набором цветущих видов. Таким образом, впечатления, которые остаются у посетителей после посещения коллекции, также зависят от сезонности. В ботанический сад можно приходить неоднократно и каждый раз увидеть что-то новое.

Тематические экскурсии имеют разное содержание и могут быть посвящены как одному роду растений (коллекция сиреней, пионов, ирисов), так и группе особо значимых растений (например, лекарственных), и проводятся в период их максимальной декоративности [1].

Специалистами-орнитологами также проводятся экскурсии по разнообразию птиц, живущих на территории Ботанического сада. Как отмечает П.И. Боровицкий в приложении к пособию для учителей, подготовленном И.И. Полянским [11], зоологические экскурсии находятся в менее благоприятных условиях, чем ботанические, поскольку объекты подвижные, находки их часто случайны и зависят от самых разных причин. Зато на экскурсии по птицам посетители имеют реальный шанс впервые обнаружить и сфотографировать редкие виды, которые интересны как для любителей природы, так и для представителей профессионального орнитологического сообщества.

Методические правила для организации и проведения экскурсий в ботанических садах подробно изложены в работе [10]; из них особенно хочется отметить следующие положения, которые являются базовыми и для проведения экскурсий в Ботаническом саду МГУ:

1. Во время экскурсии экскурсовод приглашает экскурсантов задействовать все органы чувств при демонстрации растений, обращая внимание на особенности растения, при возможности предлагая потрогать растение (листья чистеца византийского, крылатые стебли бересклета, кору бархата амурского), почувствовать его запах (цветущие коллекции сирени, пионов, роз, листья ароматических растений).

2. В рассказе о растениях присутствует как описательная научная информация, так и просветительская, включающая рассказы о применении растений в жизни человека, а также мифы, легенды и т. п.

3. При построении маршрута экскурсовод стремится обеспечить динамичное передвижение экскурсионной группы, для того чтобы успеть осмотреть все интересные на данный момент растения с учётом заложенного времени экскурсии. Экскурсоводы Ботанического сада МГУ вправе сами выбирать маршрут экскурсии в рамках заявленной темы и отдавать предпочтение тем или иным растениям. Но во время цветения интересных групп (например, сакур, магнолий и других редких экзотических видов) маршрут экскурсии обязательно проходит через места их произрастания в коллекции, даже если этот участок не входит в основной маршрут.

Итак, при проведении экскурсий в ботанических садах следует отметить такие особенности, как ориентация тематических экскурсий на период цветения растений и построение маршрута экскурсий в соответствии с этим. Но в естественнонаучном музее все тематические экскурсии идут круглогодично, а их проведение связано только с интересом посетителей. Однако необходимо заметить, что экскурсовод в музее для удержания внимания посетителей должен использовать большее количество методических приёмов, чем на экскурсии в ботаническом саду, в т. ч. и для того, чтобы сделать музейную экскурсию более динамичной.

Несмотря на различия в показе объектов живой природы (ботанический сад) и музейных экспонатов естественнонаучного музея, проводимые на данных территориях экскурсии выполняют одинаковые функции. Это:

- информационная функция (в зависимости от темы экскурсия содержит определённую информацию о достижениях в той или иной области знаний, и информация при этом строго выверена);
- культурно-воспитательная функция (экскурсия прививает эстетические чувства и способствует формированию художественных взглядов);
- просветительская функция (расширяет кругозор посетителей музея и ботанического сада, инициирует появление интереса к какой-либо области знания);
- досуговая функция (организация культурного досуга и отдыха).



Таким образом, можно констатировать, что функции у экскурсий одинаковы вне зависимости от показа объекта, но та или иная функция может быть усилена в зависимости от места проведения экскурсии и профессионализма экскурсовода. Например, знакомство с коллекцией цветущей сирени в ботаническом саду значительно больше повлияет на эстетические чувства посетителей, чем рассмотрение гербария в естественнонаучном музее. Хотя использование различных методических приёмов взаимодействия с посетителями в музее (например, подборка иллюстративного материала) может логично дополнять экскурсии, усиливать эффект наглядности и одновременно мотивировать к посещению ботанического сада в летний период.

**Заключение.** Подготовка экскурсий в естественнонаучном музее и в ботаническом саду имеет много общего, но их проведение может различаться отдельными используемыми приёмами, т. к. в одном случае происходит знакомство посетителей уже с музейефицированными экспозициями, которые дают представление об объектах в целом, но не могут передать запах и нежность живого объекта. В то время как экскурсии в ботаническом саду оказывают влияние практически на все органы чувств человека (цвет, запах, тактильные чувства и др.), но имеют выраженную сезонность.

Следовательно, можно заключить, что экскурсии на природных территориях и в естественнонаучном музее дополняют друг друга, позволяют более широко познакомиться с разнообразием живой и неживой природы и понять взаимосвязь природных процессов.

В качестве основных рекомендаций по планированию и проведению экскурсий следует указать рассмотренный нами в статье обобщённый план подготовки экскурсии, а также отдельные аспекты приведённых заповедей работы экскурсоводов.

Работа выполнена при финансовой поддержке государственного задания АААА-А16-116042710030-7 «Музееведение и образование музейными средствами в области наук о Земле и жизни», а также Программы развития МГУ, проект № 23-Ш02-17 «Разработка основ создания, функционирования и развития комплексного научно-просветительского университетского молодёжного музея на примере МГУ имени М.В. Ломоносова».

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Андреева П.Г., Бердыева А.М., Лаврова Т.В., Раппопорт А.В., Романова Е.С., Захарова Е.А., Филатова И.О., Каплун Е.В., Казарова С.Ю., Афонина А.В. Экскурсии, занятия и праздники в Ботаническом саду МГУ на Воробьевых горах. М.: Ботанический сад МГУ, 2023. 34 с.
2. Анциферов Н.П. О методах и типах историко-культурных экскурсий. Петроград: Начатки знаний, 1923. 39 с.
3. Большая советская энциклопедия: в 65 т. / Под ред. О.Ю. Шмидта, М.Н. Покровского, Н.Л. Мещерякова, В.Я. Брюсова. Т. 63. М.: Советская энциклопедия, 1933. 316 с.
4. Даль В.И. Толковый словарь живого великорусского языка: в 4 т. Т. 4. М.: М.О. Вольфа, 1880–1884. 693 с.
5. Дьякова Р.А., Емельянов Б.В., Пасечный П.С. Основы экскурсоведения. М.: Просвещение, 1985. 256 с.
6. Емельянов Б.В. Экскурсоведение. М.: Советский спорт, 2007. 216 с.
7. Лаврова Т.В. Времена года в Ботаническом саду Московского университета. М.: Перо, 2016. 92 с.
8. Малая советская энциклопедия: в 10 т. / Под ред. Н.Л. Мещерякова. Т. 10. М.: АО Советская энциклопедия, 1931. 195 с.
9. Малая советская энциклопедия: в 10 т. / Под ред. Б.А. Введенского. Т. 10. М.: Большая советская энциклопедия, 1960. 770 с.

10. Мусинова Л.П., Калугин Ю.Г., Митина Е.Г. Экскурсия как форма организации просветительской деятельности Ботанического сада Петра Великого БИН РАН // СНВ. 2020. № 1 (30). С. 259–267.
11. Полянский И.И. Ботанические экскурсии. Л.–М.: Изд-во Министерства просвещения РСФСР, 1950. 291 с.
12. Райков Б.Е. Методика и техника экскурсий. М.–Л.: ГИЗ, 1930. 114 с.
13. Сизинцева Л.И. Музеи и отечественные традиции экскурсионизма в первой трети XX в. // Вопросы музеологии. 2012. № 2 (6), 2012. С. 60–71.
14. Российская музейная энциклопедия. М.: Прогресс, РИПОЛ классик, 2005. 848 с.
15. Толковый словарь русского языка: в 4 т. / Под ред. Б.М. Волина, Д.Н. Ушакова. Т. 4. М.: Гос. изд-во иностр. и нац. слов., 1940. 404 с.
16. Тютюкова И.А. Педагогический тезаурус: учебное пособие / Сост. И.А. Тютюкова. М.: В. Секачев, 2016. 130 с.

## REFERENCES

1. Andreyeva, P.G., Berdyeva, A.M., Lavrova, T.V., Rappoport, A.V., Romanova, E.S., Zakharova, E.A., Filatova, I.O., Kaplun, E.V., Kazarova, S.Yu., Afonina, A.V., *Excursions, classes and celebrations in the Botanical Garden of Moscow State University on Vorobyovy Gory* (Moscow: Botanical Garden of Moscow State University, 2023) (in Russian).
2. Antsiferov, N.P., *On the methods and types of historical and cultural excursions* (Petrograd: Nachatki znaniy, 1923) (in Russian).
3. *Great Soviet Encyclopedia* 63. Ed. by O.Yu. Schmidt, M.N. Pokrovsky, N.L. Meshcheryakov, V.Ya. Bryusov, 1st ed. (Moscow: Soviet Encyclopedia, 1933) (in Russian).
4. Dahl, V.I., *Explanatory dictionary of the living Great Russian language* 4 (Moscow: M.O. Wolf, 1880–1884) (in Russian).
5. Dyakova, R.A., Yemelyanov, B.V., Pasechny, P.S., *Fundamentals of excursion management* (Moscow: Prosveschenie, 1985) (in Russian).
6. Yemelyanov, B.V., *Guided tours* (Moscow: Sovetskiy Sport, 2007) (in Russian).
7. Lavrova, T.V., *Seasons in the Botanical Garden of Moscow University* (Moscow: Pero, 2016) (in Russian).
8. *Small Soviet Encyclopedia* 10. Ed. by N.L. Meshcheryakova (Moscow: JSC Sovetskaya Encyclopedia, 1931) (in Russian).
9. *Small Soviet Encyclopedia* 10. Ed. by B.A. Vvedensky (Moscow: Great Soviet Encyclopedia, 1960) (in Russian).
10. Musinova, L.P., Kalugin, Yu.G., Mitina, E.G., “Excursion as a form of organizing educational activities of the Peter the Great Botanical Garden BIN RAS”, *SNV* 1 (30), 259–267 (2020) (in Russian).
11. Polyansky, I.I., *Botanical excursions* (Leningrad–Moscow: Publishing house of the Ministry of Education of the RSFSR, 1950) (in Russian).
12. Raykov, B.E., *Methods and techniques of excursions* (Moscow–Leningrad: GIZ, 1930) (in Russian).
13. Sizintseva, L.I., “Museums and domestic traditions of excursionism in the first third of the twentieth century”, *Questions of museology* 2 (6), 60–71 (2012) (in Russian).
14. *Russian Museum Encyclopedia* (Moscow: Progress, 2005) (in Russian).
15. *Explanatory dictionary of the Russian language* 4. Ed. by B.M. Volin, D.N. Ushakov (Moscow: State publishing house of foreign and national dictionaries, 1940) (in Russian).
16. Tyutkova, I.A. (comp.), *Pedagogical thesaurus: textbook* (Moscow: V. Sekachev, 2016) (in Russian).

---

---

# ВЕСТИ ИЗ МУЗЕЕВ

---

---

УДК 069.7

EDN DFBVCE

DOI 10.29003/m3776.0514-7468.2024\_46\_1/81-89

## ПАНТОГРАФ: ИСТОРИЯ УНИВЕРСАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ

**Г.А. Базанчук, С.В. Кураков, Г.В. Тихомиров\***

*Плоские и пространственные механизмы сыграли важную роль в истории мировой науки и техники. На примере пантографа – раннего математического инструмента – прослежено во времени развитие этой уникальной по своей простоте конструкции; показаны редкие экземпляры этих приборов из коллекции музея МГТУ им. Н.Э. Баумана. Широкое применение пантографов относится к XVIII–XIX вв., что позволяет раскрыть взаимосвязь между естествознанием (совокупность знаний о Земле, природных объектах, явлениях и процессах) и инженерными, сугубо техническими дисциплинами. До недавнего времени в машиностроении использование механизма пантографа позволяло решать вопросы получения деталей со сложной фасонной поверхностью на копировальных станках без применения систем ЧПУ. Ныне копировальные станки с пантографом продолжают выпускаться, но скорее для хобби, досуга, художественной обработки материалов.*

**Ключевые слова:** пантограф, ранние математические инструменты, масштаб, копир, копировальный станок с пантографом.

**Ссылка для цитирования:** Базанчук Г.А., Кураков С.В., Тихомиров Г.В. Пантограф: история универсальной конструкции // Жизнь Земли. Т. 46, № 1. С. 81–89. DOI: 10.29003/m3776.0514-7468.2024\_46\_1/81-89.

Поступила 26.01.2024 / Принята к публикации 21.02.2024

## PANTOGRAPH: THE HISTORY OF THIS UNIVERSAL DEVICE

**G.A. Bazanchuk, S.V. Kurakov, G.V. Tikhomirov**  
Museum Bauman Moscow State Technical University

*The article talks about the important role played by the rectilinear-directing mechanism in the history of world science and technology. Using the example of pantograph, an early mathematical instrument, we will trace the development of this design, unique in its simplicity, over time and show rare examples of these devices from the collection of the*

---

\* Базанчук Галина Алексеевна – директор музея, [bga@bmstu.ru](mailto:bga@bmstu.ru); Кураков Сергей Витальевич – инженер музея, ст. преподаватель кафедры «Метрология и взаимозаменяемость», [kurakov@bmstu.ru](mailto:kurakov@bmstu.ru); Тихомиров Григорий Викторович – магистр 2 курса, [tgw-22@yandex.ru](mailto:tgw-22@yandex.ru); МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Museum of Bauman Moscow State Technical University. The widespread use of pantographs dates back to the 18th–19th centuries, which allows us to reveal the relationship between natural sciences (the body of knowledge about the Earth, natural objects, phenomena and processes) and engineering, purely technical disciplines, using the example of the use of these scientific instruments in the activities of naturalists and scientists and inventors. Until recently, in mechanical engineering, the use of pantograph mechanisms made it possible to solve the problems of producing parts with complex shaped surfaces on copying machines without the use of CNC systems. Nowadays, copying machines with pantographs continue to be produced, but rather for hobbies, leisure, and artistic processing of materials. The authors' choice of the topic is dictated by the infrequent mention of such tools and mechanisms in modern Russian publications and sources.

**Keywords:** pantograph, early mathematical instruments, scale, copier, copying, pantograph copying machine.

**For citation:** Bazanchuk, G.A., Kurakov, S.V., Tikhomirov, G.V., “Pantograph: the history of this universal device”, *Zhizn Zemli* [Life of the Earth] 46, no 1, 81–89 (2024) (in Russ., abstract in Engl.). DOI: 10.29003/m3776.0514-7468.2024\_46\_1/81-89.

**Введение.** В современном мире мы окружены предметами, имеющими очень древнюю историю функционального применения. Зачастую назначение и форма многих вещей претерпевают значительные метаморфозы. Примером таких превращений является пантограф – инструмент пропорциональной математики, охватывающей античность, Средние века и эпоху Возрождения. Если сегодня исследователь обратится к ресурсам Интернета, результатом поиска будут конструкции токосъёмника для электротранспорта, манипуляторы для разгрузочно-погрузочных работ, механизмы мебельных лифтов, стойки для удобного расположения микрофона и многое другое. Авторы заинтересовало инженерно-техническое направление применения пантографа, но в данной статье характеризуется использование этого плоского пространственного механизма в естественнонаучной сфере и области обработки материалов – дерева, кости и металла.

Первое известное научное описание устройства пантографа и его применения дал Христофор (Кристоф) Шейнер (лат. *Christophori Scheiner*, 1575–1650) – немецкий астроном, физик, механик и математик в своём труде [10], изданном в 1631 г. В трактате автор описывает изобретённый им в 1603 г. прибор и приводит примеры его использования в широком спектре областей человеческой деятельности: от астрономии до гражданских и военных наук, а также применительно к изобразительному искусству. Аллегорический фронтиспис издания показывает, что пантографом можно работать как горизонтально, так и вертикально, чтобы, например, механически воспроизвести перспективу. Мы видим устройство, хотя и грубое (упрощённое) по конструкции, но вполне эффективное для решения прикладных задач того времени (**рис. 1**).

Немного ранее Жак Бессон (Jacques Besson, 1540?–1573) – французский изобретатель, математик, богослов и философ – в своём трактате [9] приводит схему работы машин и механизмов, где применяется плоскопараллельное движение пантографа или параллелограмма, а также показывает способ построения фигур постоянной ширины методом копирования – обкатки шаблона (**рис. 2**).

Как видим, научный опыт Античности и Средних веков стал базой для применения нашего устройства в эпоху Ренессанса и Просвещения. Итак, пантограф – это прибор, предназначенный для копирования планов, чертежей, карт, гравюр и эстампов, декоративных элементов и т. д. в увеличенном или уменьшенном масштабах. Его название происходит от двух греческих слов: *pantos* – «весь (всё)» и *grapho* – «пишу», т. е. «всё пишу», тем самым подчёркивается многофункциональность устройства.

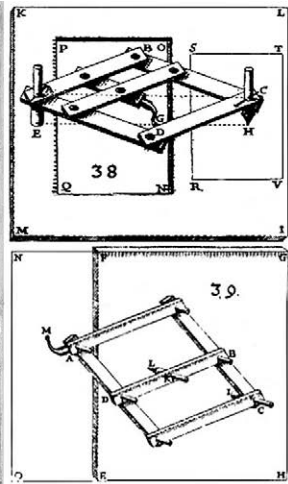


Рис. 1. Титульный лист, фронтиспис и примеры конструкций пантографа из издания «Pantographice...» Х. Шейнера, 1631 г. [10].

Fig. 1. Title page, frontispiece and examples of pantograph designs from C. Scheiner's book "Pantographice...", 1631 [10].

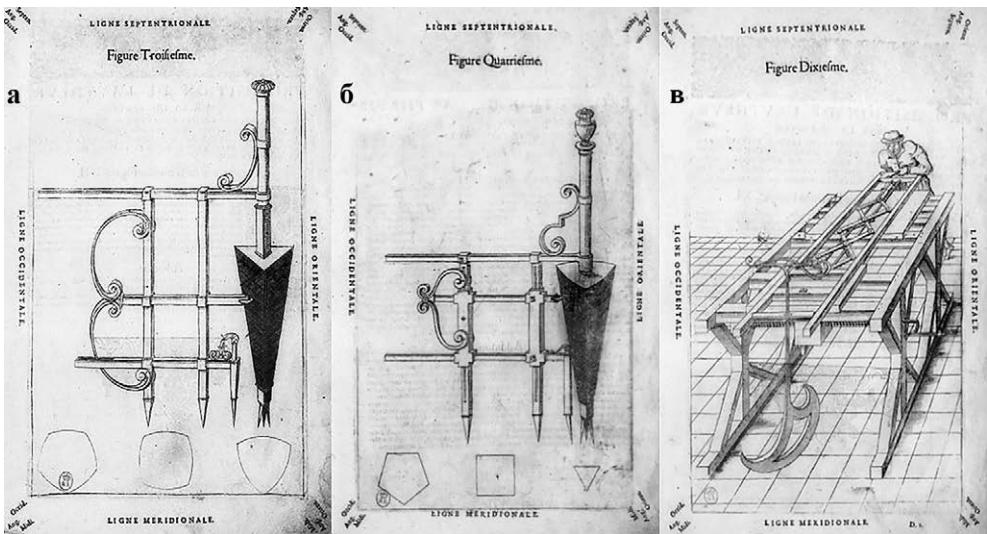


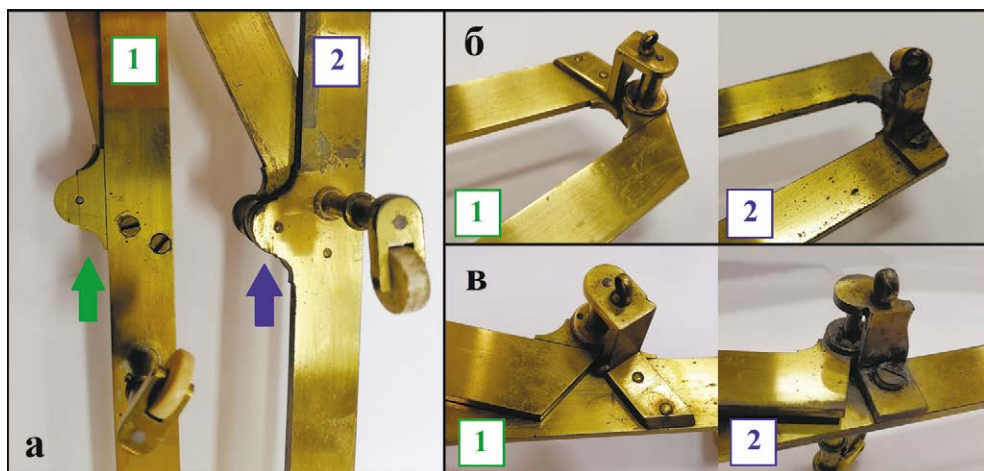
Рис. 2. Прямая и обратная задача построения фигур постоянной ширины методом копирования (а, б) и применение пантографа в механизме подачи суппорта плоскошлифовального камнерезного станка (в) [9].

Fig. 2. Direct and inverse problem of constructing constant-width figures by the copying method (a, b) and the use of a pantograph in the support feed mechanism of a surface grinding stone-cutting machine (в) [9].

**Чертёжные пантографы и механизмы с пантографом в коллекции музея МГТУ им. Н.Э. Баумана.** Мы уже знакомили читателя журнала «Жизнь Земли» с самым ранним экспонатом музея МГТУ им. Н.Э. Баумана – это английский пантограф фирмы «Nairne & Blunt» [3], произведённый в 1774–93 гг., которому на прошедшем 16 декабря

2022 г. юбилейном XXX заседании Экспертного совета при Политехническом музее был присвоен статус «Памятник науки и техники России».

Второй пантограф из коллекции музея МГТУ им. Н.Э. Баумана изготовлен в мастерской Чарльза Бланта (Charles Blunt, сын Томаса Бланта), произведён в Лондоне на Tavistock street, дом 38, примерно в 1811–18 гг. и имеет ряд локальных технологических упрощений. Он более прост в изготовлении, чем первый пантограф, но при этом оба прибора имеют одно и то же компоновочное решение, примерно равные габариты и вес. Небольшие отличия в деталях (рис. 3) говорят о том, что в начале XIX века английским производителям математических инструментов приходилось жертвовать эстетикой внешнего вида механизмов в угоду конкурентоспособности своих изделий при бурном развитии и увеличении числа подобных фирм во время промышленной революции [2]. Но при этом представленные пантографы всё равно являются непростыми в изготовлении, имеющими высокую долю ручного труда приборами; они наглядно демонстрируют посетителям нашего музея технологические возможности мастеров того времени.



**Рис. 3.** Сравнение двух пантографов: 1 – «Nairne & Blunt», 1774–1793; 2 – «С. Blunt», 1811–1818: а) более точная фасонная пропиловка плоского шарнира (по стрелке); б) и в) – более изящное оформление мест крепежа и сочленений у модели 1. Из коллекции музея МГТУ им. Н.Э. Баумана.

**Fig. 3.** Comparison of two pantographs: 1 – one by “Nairne & Blunt”, 1774–1793; 2 – one by “С. Blunt”, 1811–1818: а) more precise shaped sawing of a flat hinge (arrow); б) and в) – more elegant design of fastening points and joints in model 1. From the collection of N.E. Bauman MSTU museum.

Одним из таких примеров технического совершенства может служить редкая модель пантографа (рис. 4), выпускавшегося в середине XIX века фирмой оптиков-механиков «Г. Белау и Сынъ» (фр. «G. Boelau et Fils») в Санкт-Петербурге. В этом приборе при помощи нити и системы блоков происходит взаимодействие копирующего узла (рис. 4в) с подпружиненным чертёжным приспособлением (рис. 4б), что позволяет пользователю пантографа, когда нужно, поднимать грифель и прерывать обводку до перемещения иглы копира в нужную точку на плоскости.

Во второй половине XIX века постепенно наступает закат эры применения чертёжных пантографов – для масштабирования станут использовать оптически-проекционные методы переноса изображения, копирование выполнять фотохимическим способом, находить длину пути курвиметром, а площадь – планиметром. Конечно, прибор ещё

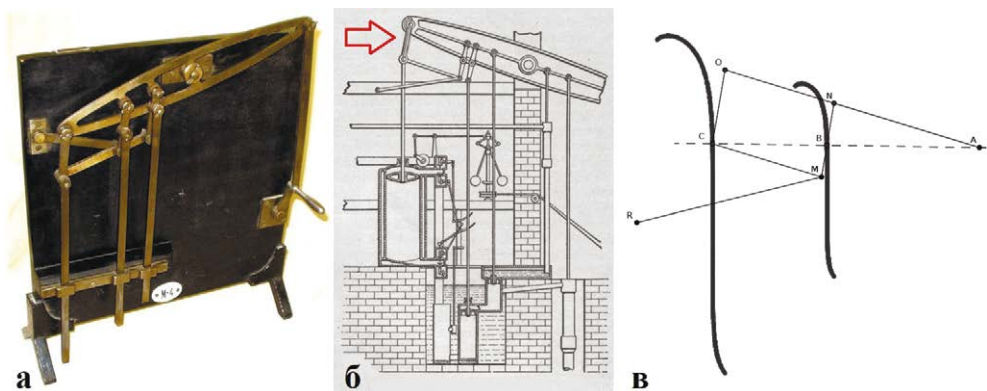


**Рис. 4.** Пантограф «Г. Белая и Сынъ», середина XIX в. (а); чертёжное устройство с плоской пружиной (б); копировальный узел с системой блоков и рычагом (в). Из коллекции музея МГТУ им. Н.Э. Баумана.

**Fig. 4.** Pantograph by "G. Boelau et Fils", mid-19th century. (a); drawing device with a flat spring (б); copying unit with a system of blocks and a lever (v). From the collection of N.E. Bauman MSTU Museum.

будет производиться и усовершенствоваться в XX веке, пантограф станет более точным и жёстким, в его комплекте появятся новые приспособления, сложные узлы и даже линзы для удобства работы [6]. Но из-за своей громоздкости и больших габаритов пантографы станут «обитателями» конструкторских бюро, военных штабов и геодезических контор, скорее, как неперемный атрибут интерьера, чем прибор первой необходимости инженера-конструктора, топографа и др.

В конце XVIII века английский изобретатель Джеймс Уатт применяет т. н. «параллельное движение» для прямолинейного направления поршня и клапана в его паровой машине. Узел, реализовавший этот замысел, получил название «параллелограмм Уатта», или «механизм Уатта» (рис. 5).



**Рис. 5.** Модель рычажного механизма паровой машины Уатта, изготовленная в 1862–1867 гг. в мастерских МРУЗ из русской коллекции А.С. Ершова музея МГТУ им. Н.Э. Баумана (а); схема паровой машины Уатта (б); диаграмма траекторий механизма Уатта (в).

**Fig. 5.** Model of the lever mechanism of Watt's steam engine, made in 1862–1867 in the workshops of MRUZ from the Russian collection of A.S. Yershov, Museum of Moscow State Technical University named after N.E. Bauman (a); diagram of Watt's steam engine (б); diagram of trajectories of Watt's mechanism (в).

Это несколько иной вид пантографа, но всё же во всех отношениях это настоящий пантограф. В более поздней практике в качестве узлов перемещения для исполнительных механизмов будут использоваться обработанные направляющие, но в XVIII веке технология точной обработки таких узлов, имевших большие габаритные размеры, ещё не была развита. На диаграмме (рис. 5в) показана траектория перемещения механизма Уатта. Это не совсем параллельное движение, точнее – лемнискатоида, плоская алгебраическая кривая шестого порядка, частный случай кривой скольжения, но, как видим, эта кривая имеет параллельный участок необходимой длины для выполнения своей задачи плоскопараллельного перемещения.

Изобретение Уаттом его параллелограмма привело к тому, что в первой половине XIX века появилось огромное семейство плоских механизмов с прямыми направляющими, которые решали задачу превращения прямолинейного возвратно-поступательного движения во вращательное и наоборот [7]. С этой научной проблемой в буквальном смысле бились многие известные учёные-механики, такие как Эванс, Нейрлих, Редтенбахер, Рёло и др. «Инженерный ажиотаж» не обошёл стороной великого русского математика и механика, академика П.Л. Чебышёва, разработавшего свой плоский пространственный механизм [4], модель которого хранится в музее МГТУ им. Н.Э. Баумана (вместе с другими творениями гениального учёного, изготовленными в мастерских ИМТУ по его заказу) и занимает достойное место среди других многочисленных экспонатов коллекции кинематических моделей с прямолинейными направляющими (рис. 6).

Дальнейшее развитие конструкции станков с пантографом. Свойством пантографа редуцировать (уменьшать) копируемое изображение очень быстро воспользовались художники-гравёры и медальёры [5]. На свет появился копировально-гравировальный

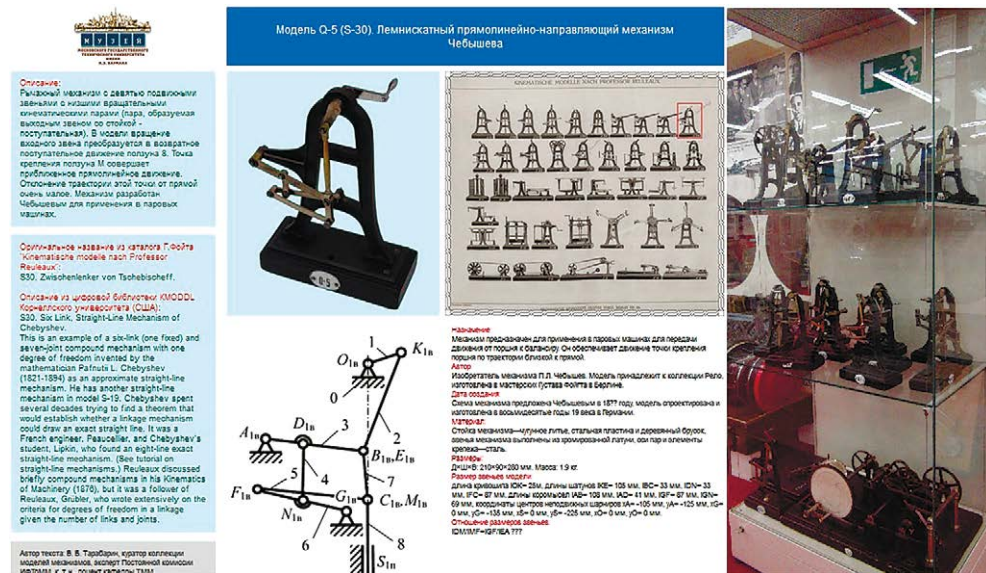
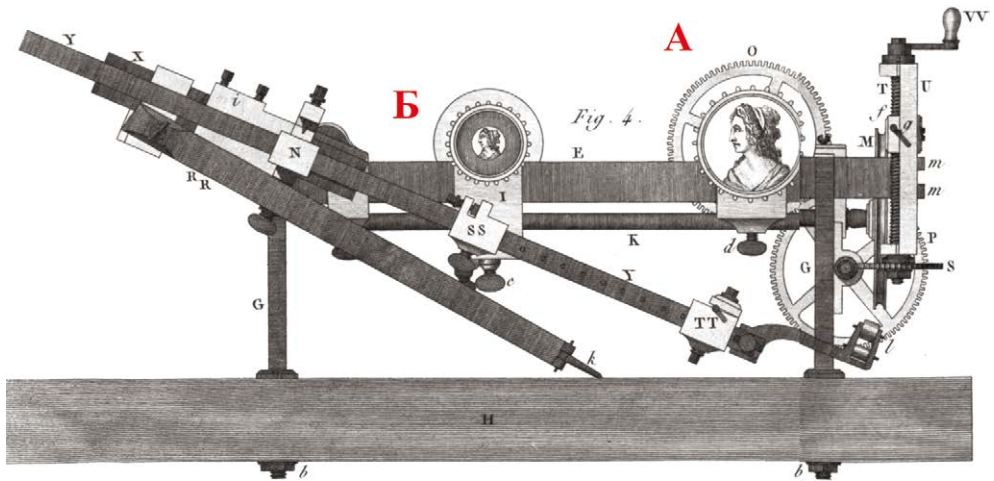


Рис. 6. Пример отображения информации о модели П.Л. Чебышёва в сетевом ресурсе «Театрум Машинарум – цифровой музей» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Справа – часть коллекции плоских пространственных механизмов Ф. Рёло в витрине музея.

Fig. 6. An example of displaying information about P.L. Chebyshev’s model in the network resource “Theatrum Mashinarum - Digital Museum” of N.E. Bauman MSTU. On the right is part of F. Reuleaux’ collection of flat spatial mechanisms in a museum showcase.



станок, кинематическая схема которого в дальнейшем развилась, преобразовалась и была использована при создании широкой группы копировально-фрезерных и копировально-строгальных станков с пантографом. В 1788 г. француз Жан-Баптист Бартоломью Дюпьер (фр. *Jean Baptiste Barthélemy Dupuyrat*, 1759–1834) создал чуть более продвинутую машину (рис. 7), которая получила широкое признание среди французских ремесленников и закупалась Монетными дворами Англии (Soho и Королевский монетный двор), а также Монетным двором в Карлсруэ (Германия). Как и первая паровая машина, этот копировальный станок сразу нашёл своё применение в 1790 г. на предприятии в Сохо, которым руководил Мэттью Болтон (англ. *Matthew Boulton*, 1728–1809) – английский промышленник и деловой партнёр инженера Джеймса Уатта.



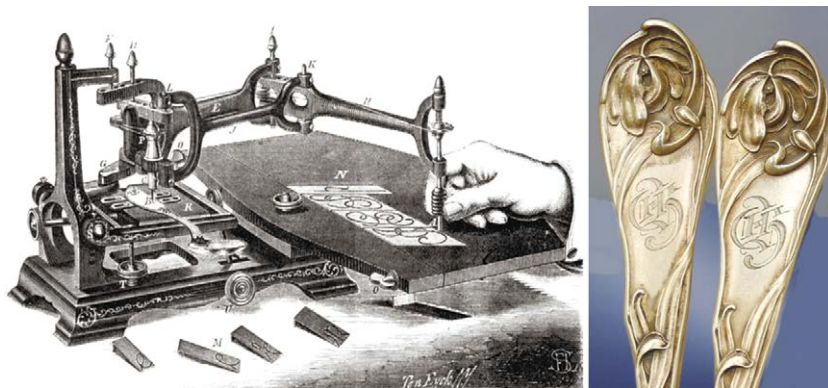
**Рис. 7.** Фронтальный вид «медальёрного, или портретного» станка с пантографом, предположительно авторства Жана-Баптиста Бартоломью Дюпьера, конец XIX в. [8, с. 592]: А) крупная заготовка для обводки копиром, Б) уменьшенное вырезанное изображение, например, медального или монетного штемпеля (пуансона).

**Fig. 7.** Frontal view of the “medal or portrait” machine with a pantograph, presumably by Jean-Baptiste Bartholomew Dupierre, late 19th century. [8, p. 592]: А) a large blank for tracing with a copier, Б) a reduced cut-out image, for example, of a medal or coin stamp (punch).

«...Мы не можем точно установить время, когда это изобретение Дюпьера было обнародовано; но мы уверены, что прошло не очень много времени с этого момента... Одно несомненно – автор опирался на труды Плюмье (фр. *Charles Plumier*, 1646–1704) и Ла Кондамина (фр. *Charles-Marie de la Condamine*, 1701–1774)..., а также схемы механика Ш. Юло (фр. *C. Hulot*), значительно их упростив...» – цитата из учебника токаря «Bergeron», 1796 г. [8, с. 592]. На самом деле, перед нами двухшпиндельный токарный станок, на котором шаблон и заготовка устанавливаются на отдельные передние бабки, обращённые к фронтальной части станка. Трассирующий (копирующий) и режущий инструменты установлены на рычаге, поворачиваемом влево. Стоит обратить внимание, что направляющие пантографа узлы крепления инструмента и шарниры выполнены достаточно жёстко – не из металлополосы, а из прутка квадратного сечения.

Другое практическое применение пантографа в XIX в. – механизированное нанесение монограмм, букв, цифр и различных надписей на простые и фасонные поверхности

(рис. 8) – для памятных подарков, сувениров и т. п. При этом гравёр мог выполнить надпись двумя способами – при осевом вращении инструмента (сверла, бура или фрезы) получалось, по сути, фрезерование, а при неподвижном инструменте (резце) надпись была похожа на штихельную гравировку.



**Рис. 8.** Гравировальный пантограф, гравюра из Американской энциклопедии 1870 г.<sup>1</sup> Гравёр обводит копиром набранное слово, инструмент повторяет уменьшенное изображение на ручке столовой ложки. Справа – пример такой тиражной гравировки монограммы.

**Fig. 8.** Engraving pantograph, a print from the American Encyclopedia, 1870. The engraver traces a typed word with a copier, and the tool repeats a reduced image on the handle of a table spoon. On the right is an example of such a monogram print.

Громоздкие чертёжные «левиафаны» к середине XX века практически исчезают, механизм пантографа дольше всего продержался в устройствах копировально-фрезерных и многошпиндельных станков [1]. Но и здесь пантограф в конце XX века потеснили станочные системы с ЧПУ, а с развитием программного обеспечения и интеграцией автоматизированного проектирования с автоматизированным производством посредством CAD/CAM/CAE и вовсе сделали прибор «техническим анахронизмом». Таковы современные реалии. Конечно, копировальные станки с пантографом продолжают выпускаться (например, появился термин «Дубликарвер») в машиностроительном сегменте рынка, но уже скорее для хобби, досуга, мелкосерийного производства, художественной обработки материалов при гравировальных, ювелирных, а также реставрационных работах или в версии «сделай сам».

**Заключение.** Пантограф, или параллелограмм, как плоский пространственный механизм, привнёс в механику XVIII–XIX вв. множество возможностей для создания нового оборудования, позволившего решить проблему использования пара как источника энергии и передачу различного вида рабочих движений машин. Прибор способствовал развитию гравировального дела, помогал геодезистам изменять масштаб карт, навигаторам – рассчитывать криволинейную длину маршрута пути, а чертёжникам – копировать необходимые документы. Посетители музея МГТУ им. Н.Э. Баумана могут убедиться в этом, ознакомившись с богатой коллекцией моделей кинематических механизмов, часть из которых – не что иное, как модифицированный или усложнённый пантограф.

<sup>1</sup> <http://glavmex.ru/forum/viewtopic.php?f=3&tp=37361>, [https://www.si.edu/object/patent-model-pantographic-engraving-machine:nmah\\_998164](https://www.si.edu/object/patent-model-pantographic-engraving-machine:nmah_998164)

## ЛИТЕРАТУРА

1. Артоболевский И.И. Механизмы в современной технике. М.: ЛЕНАНД, 2021. Т. 1. ISBN 978-5-9519-2082-9.
2. Базанчук Г.А., Кураков С.В. Инженерная графика и черчение как искусство. Экспонаты из коллекции и фондов музея МГТУ им. Н.Э. Баумана // Станкоинструмент. 2019. № 4 (17). С. 120.
3. Базанчук Г.А., Кураков С.В. Ранние математические инструменты в коллекции Музея МГТУ имени Н.Э. Баумана – связь естествознания и прикладной науки // Жизнь Земли. 2022. Т. 44, № 1. С. 90–91.
4. Ершов Б.А., Кутеева Г.А., Тарабарин В.Б. О роли моделей механизмов П.Л. Чебышёва в истории науки и техники // Гуманитарный вестник. 2016. № 1 (39). С. 8–11.
5. Загорский Ф.Н. Труды Ла-Кондамина по теории токарно-копировальных станков. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1960. С. 34–35.
6. Нетыкса М.А. Техника черчения: О том, как и чем чертить. М.: Типолитография Т-ва И.Н. Кушнерев и К<sup>о</sup>, 1913. С. 282.
7. Тарабарин В.Б. Коллекция моделей механизмов МГТУ им. Н.Э. Баумана. Историческая часть 1860–1935. М.: Изд-во Первый том, 2019. С. 217–238.
8. Bergeron L.-E. Manuel du tourneur: ouvrage dans lequel on enseigne aux amateurs la manière d'exécuter sur le tour à pointes, à lunette, en l'air, excentrique, ovale, à guillocher, quarré, à portraits & autres, tout ce que l'art a produit de plus ingénieux & de plus agréable (<https://archive.org/details/manueldutourneur02berg/mode/2up>).
9. Besson J. Théâtre des instrumens mathématiques et mécaniques de Jacques Besson, avec l'interprétation des figures d'icelui par Fr. Beroald (<https://catalogue.bnf.fr/ark:/12148/cb393159737>).
10. Scheiner Ch. Pantographice, seu ars delineandi res quaslibet per parallelogrammum lineare seu cavum, mechanicum, mobile: libellis duobus explicata, et demonstrationibus geometricis illustrate ([https://archive.org/details/gri\\_33125008065183/page/n11/mode/2up](https://archive.org/details/gri_33125008065183/page/n11/mode/2up)).

## REFERENCES

1. Artobolevsky, I.I., *Mechanisms in modern technique* (Moscow: LENAND, 2021. V. 1) (in Russian).
2. Bazanchuk, G.A., Kurakov, S.V., “Engineering graphics and drawing as an Art. Exhibits from the museum collection of the Bauman Moscow State Technical University”, *Stankoinstrument* 4 (17), 120 (2019) (in Russian).
3. Bazanchuk, G.A., Kurakov, S.V., “Early mathematical instruments in the museum collection of the Bauman Moscow State Technical University: The connection of natural and applied sciences”, *Zhizn Zemli [Life of the Earth]* 44 (1), 90–91 (2022) (in Russian).
4. Yershov, B.A., Kuteyeva, G.A., Tarabarin, V.B., “Role of P. Chebyshev’s models of mechanisms in the history of science and technology”, *Gumanitarnyy vestnik* 1 (39), 8–11 (2016) (in Russian).
5. Zagorsky, F.N., *Proc. of La Condamine on the Theory of Copy Turning Lathes* (Moscow: USSR Academy of Sciences, 1960) (in Russian).
6. Netyksa, M.A., *Drawing technique: About how and with what to draw* (Moscow: Typo-lithography T-va I.N. Kushnerev and C<sup>o</sup>, 1913) (in Russian).
7. Tarabarin, V.B., *Collection of mechanisms models from BMSTU. Historical part 1860-1935* (Moscow: Pervyi tom [First volume], 2019) (in Russian).
8. Bergeron, L.-E., *Manuel du tourneur: ouvrage dans lequel on enseigne aux amateurs la manière d'exécuter sur le tour à pointes, à lunette, en l'air, excentrique, ovale, à guillocher, quarré, à portraits & autres, tout ce que l'art a produit de plus ingénieux & de plus agréable* (<https://archive.org/details/manueldutourneur02berg/mode/2up>).
9. Besson, J., *Théâtre des instrumens mathématiques et mécaniques de Jacques Besson, avec l'interprétation des figures d'icelui par Fr. Beroald - Gallica* (Bibliothèque nationale de France) (<https://catalogue.bnf.fr/ark:/12148/cb393159737>).
10. Scheiner, Ch., *Pantographice, seu ars delineandi res quaslibet per parallelogrammum lineare seu cavum, mechanicum, mobile: libellis duobus explicata, et demonstrationibus geometricis illustrate*, ([https://archive.org/details/gri\\_33125008065183/page/n11/mode/2up](https://archive.org/details/gri_33125008065183/page/n11/mode/2up)).

## ЗООКОМПОНЕНТ ОБЪЁМНЫХ ФРАГМЕНТОВ БИОГЕОЦЕНОЗОВ В ЭКСПОЗИЦИИ МУЗЕЯ ЗЕМЛЕВЕДЕНИЯ МГУ

**Д.А. Борискин, П.И. Конькова, В.Р. Хрисанов\***

В экспозиции отдела «Природные зоны» Музея землеведения МГУ (25 этаж, залы № 18–20) представлено 15 натуральных экспонатов сухих объёмных фрагментов биogeоценозов: пятнистой тундры, лесотундры, болот: плоско-бугристого тундрового, олиготрофного верхового и мезотрофного низинного осокового, ельника-зеленомошника, разнотравно-ковыльных и типчаково-ковыльных степей, субтропического горного леса, альпийского луга, полупустыни, пустынь – глинистой, полынно-солянковой и илакового белосаксаульника на грядовых песках, а также саванны. Эти экспонаты демонстрируют взаимодействие основных природных компонентов, характерных для соответствующих климатических условий – почв, флоры и фауны. На основе визуального обследования зоологических экспонатов и исследования их номенклатурно-таксономических изменений в статье даётся характеристика представленных в экспозиции видов животных.

**Ключевые слова:** Музей землеведения МГУ, биogeоценоз, животные, биогруппа, музейная экспозиция.

**Ссылка для цитирования:** Борискин Д.А., Конькова П.И., Хрисанов В.Р. Зоокомпонент объёмных фрагментов биogeоценозов в экспозиции Музея землеведения МГУ // Жизнь Земли. Т. 46, № 1. С. 90–97. DOI: 10.29003/m3777.0514-7468.2024\_46\_1/90-97.

Поступила 18.12.2023 / Принята к публикации 21.02.2024

## ZOOCOMPONENT OF 3D FRAGMENTS OF BIOGEOCENOSSES IN THE EXPOSITION OF THE MSU EARTH SCIENCE MUSEUM

**D.A. Boriskin, P.I. Kon'kova<sup>1</sup>, V.R. Khrisanov<sup>1,2</sup>, PhD**

<sup>1</sup> Lomonosov Moscow State University (Earth Science Museum)

<sup>2</sup> Institute of Basic Biological Problems RAS, Pushchino, Moscow Region

The exposition of the department "Natural Zones" in the Earth Science Museum of Moscow State University (25<sup>th</sup> floor, halls Nos 18–20) presents 15 full-scale exhibits of dry 3D fragments of biogeocenoses, namely: spotted tundra; forest tundra; swamps: flat-hummocky tundra, oligotrophic upland and mesotrophic lowland sedge; spruce-green grass; grass-grass and tipchak-grass steppes; subtropical mountain forest; alpine meadows; semi-deserts; deserts – clay, wormwood-solyanka and ilak belosaksaulnik on ridge sands; and savannas. These exhibits demonstrate the interaction of the main natural components characteristic of the respective climatic conditions (soils, flora, and fauna). The article gives a description of the animal species represented in the exposition based on a visual examination of zoological exhibits and a study of their nomenclature and taxonomic changes.

**Keywords:** Earth Science Museum, MSU, biogeocenosis, animals, biogroup, museum displays.

**For citation:** Boriskin, D.A., Konkova, P.I., Khrisanov, V.R., "Zoocomponent of 3D fragments of biogeocenoses in the exposition of the MSU Earth Science Museum",

\* Борискин Дмитрий Анатольевич – инженер 1 кат., boriskin2priroda@mail.ru; Конькова Полина Игоревна – инженер 1 кат., Музей землеведения МГУ, polinakonkova5@gmail.com; Хрисанов Владислав Радомирович – к.г.н., с.н.с., Институт фундаментальных проблем биологии РАН, г. Пушкино Московской области, hvr14@yandex.ru.

**Введение.** Объёмные фрагменты биогеоценозов являются частью экспозиции Музея земледения МГУ. Они экспонируются в отделе «Природные зоны» (залы № 18–20), где отражены особенности структурно-функциональной организации и динамики зональных природных комплексов территории России и сопредельных стран [16].

Объёмные фрагменты биогеоценозов, как и другие коллекции натуральных материалов, размещены в нижней части соответствующих стендов. Под стеклянными колпаками представлены сухие объёмные фрагменты различных биогеоценозов, смонтированные на цельных образцах естественных почвенных блоков [20]. Эти модели удачно отражают натуральные прототипы, характерные для соответствующих природно-климатических зон: лесотундры, ельника-зеленомошника, разнотравно-ковыльных и типчаково-ковыльных степей, субтропического горного леса, альпийского луга, а также полупустынных, пустынных, болотных и тундровых биогеоценозов. Более подробно растительный компонент этой экспозиции был описан ранее [7].

Научная ценность объёмных фрагментов биогеоценозов заключается и в их возрасте. Эта экспозиция была смонтирована в самые первые годы создания Музея земледения МГУ имени М.В. Ломоносова, т. е. в 1950-е гг. [9]. Соответственно, описываемые объекты являются своего рода законсервированными геоботаническими квадратами (1 × 1 м) с верхними слоями почвы, дополненными представителями фауны. В биогеографическом аспекте они являются типовыми для каждой из природно-климатических зон, которые можно считать эталонными, особенно с исторической точки зрения. Следовательно, каждый из них – учебно-научный экспонат и объект изучения по геоботанике, а в своем комплексе – и по биогеографии и почвоведению. Не исключено, что подобные экспонаты и их комплекс в нашей стране представлены только в Музее земледения МГУ.

С учётом возраста этой экспозиции определённую научную ценность представляют сохраняющиеся в них исторические геномы (см., например, исследования Зоомузея МГУ [1]). Они заключены во фрагментах экспозиции – в экспонатах видов растений и животных, почвенных структурах и возможных микроорганизмах, их останках и других элементах. Особенно это касается редких, исчезающих охраняемых видов, занесённых в Красные книги и списки.

Ещё больший научный интерес представляют собой совокупные комплексы исторических геномов данных фрагментов биогеоценозов, законсервированные в экспонатах. Причём их научная ценность со временем будет только возрастать, т. к. аналогичные природные геномы меняются, взаимодействуя с вирусами и посредством мутаций, а также из-за действия естественного отбора.

**Изменение номенклатуры.** Со временем менялось и научное представление об объектах экспозиции. В первую очередь это касается систематики таксонов организмов, представленных в них. Так, с 1950-х гг. неоднократно изменялись правила номенклатуры по присвоению объектам животного и растительного миров соответствующих названий, произошли изменения и в некоторых таксонах. Например, был создан Международный кодекс зоологической номенклатуры, который претерпел неоднократные изменения, и сейчас действует уже 4-е его издание [14]. Это нашло своё отражение в современных научных названиях ряда таксонов, в т. ч. видовых, которые перестали соответствовать историческим. Кроме того, в научном сообществе выделялись и выделяются новые виды и роды живых организмов – как по морфологическим, так и (особенно в последнее время) по генетическим признакам. Всё это в свою очередь требует переатрибутации экспонатов. Комплексное исследование объёмных фрагментов биогеоценозов, включая морфологическое и генетическое определение биологических видов, с их расконсервацией возможно в перспективе, когда будут созданы все необходимые условия их сохранности.

В настоящее время было проведено визуальное обследование зоологических экспонатов и исследованы номенклатурно-таксономические изменения представленных в экспозиции объектов. При этом за основу была взята систематика ЗИН РАН [25].

**Характеристика видов животных, представленных в натуральных экспонатах сухих объёмных фрагментов биогеоценозов.** В экспозиции фрагментов биогеоценозов представлены чучела, а также хитиновые скелеты 20 видов животных, обитающих в биотопах соответствующих зон.

**Пятнистая тундра.** Лемминги – типичные представители тундры и северной тайги. Эта довольно обширная группа видов семейства хомяковых подсемейства полёвковых отряда грызунов объединяет 4 рода: настоящие лемминги (*Lemmus* Link, 1795, 5 видов), копытные лемминги (*Dicrostonyx* Gloger, 1841, 8 видов), мышевидные лемминги, или лемминговые мыши (*Synaptomys* Baird, 1857, 2 вида) и лесные лемминги (*Myopus* Miller, 1910, 1 вид) [25]. К сожалению, у лемминга, представленного в биогруппе, пока нет возможности определить не только вид, но и род.

Рогатый жаворонок (*Eremophila alpestris* Linnaeus, 1758) – единственный представитель рода в России (семейство жаворонковые, отряд воробьинообразные). Населяет открытые пространства, включая тундру. Некоторые авторы выделяют подвид рогатого жаворонка, который гнездится в тундре, называя его рюмом.

**Плоско-бугристое тундровое болото.** Круглоносый плавунчик (*Phalaropus lobatus* Linnaeus, 1758) – один из трёх видов рода плавунчиков семейства бекасовых отряда ржанкообразных. Типичный представитель мелководных тундровых болот. В отличие от большинства куликов способен плавать, его пальцы на лапах снабжены перепонками. При кормлении плавает кругами, поднимая водоворот, за что и получил название.

**Европейская лесотундра.** Чечётка, или обыкновенная чечётка (*Acanthis flammea* Linnaeus, 1758) – один из 6 видов рода чечёток семейства вьюрковых отряда воробьинообразных. Гнездится на севере Евразии, Северной Америки и в Гренландии. Предпочитает кустарниковую тундру, таёжные опушки болот, озёр и рек. Поскольку её основным кормом являются семена берёзы, в биогруппе представитель этого вида показан на этом дереве.

Горноста́й (*Mustela erminea* Linnaeus, 1758) – вид семейства куньих отряда хищных млекопитающих. По качеству зимнего меха, окраски летнего меха и размерам тела выделяют 37 подвидов горноста́я. Обитает в арктической, субарктической и умеренной зонах Евразии и Северной Америки, предпочитает лесостепи, тайгу и тундру.

**Ельник-зеленомошник.** Рыжая полёвка (*Myodes glareolus* Schreber, 1780) – один из 12 видов рода лесных полёвок семейства хомяковых отряда грызунов. С 2003 г. *Myodes Pallas 1811* является приоритетным названием рода [18]. В русском языке этот вид тоже имеет несколько названий: лесная или европейская полёвка [21]. Этот типичный представитель лесов равнин и предгорий Евразии предпочитает в пищу семена липы и дуба, поэтому преимущественно встречается в лиственных лесах, особенно в Европе, где является доминирующим видом грызунов.

Гаичка (семейство синициевые, отряд воробьинообразные). С 2005 г. по результатам генетического анализа виды гаичек выделили в собственный род гаичек (*Poecile* Kaup, 1829, 14 видов) [23]. Однако отечественные орнитологи относят гаичек к роду синиц (*Parus* Linnaeus, 1758) [10, 25]. В биогруппе представлена, скорее всего, буроголовая гаичка, или пухляк (*P. Montanus* Linnaeus, 1758) – представитель лесных сообществ Евразии.

Большой пёстрый дятел (*Dendrocopos major* Linnaeus, 1758) – один из 9 видов рода пёстрых дятлов семейства дятловых отряда дятлообразных. Типичный представитель фауны лесов Евразии, включая горные. Предпочитает смешанные леса, но избегает липовые. Для строительства дупел выбирает преимущественно осину.

**Низинное осоковое болото.** Пастушок (*Rallus* Linnaeus, 1758) – род из 24 видов семейства пастушковых отряда журавлеобразных. В фауне нашей страны номинальный

вид этих птиц – водяной пастушок (*R. Aquaticus* Linnaeus, 1758), который, скорее всего, представлен в био группе. Восточный пастушок (*R. Indicus* Blyth, 1849) в современной систематике из подвида водяного пастушка выделен в отдельный вид [6]. Водяной пастушок населяет заболоченные участки водоёмов средних широт. Перелётная птица, однако в 2021 г. по крайней мере одна особь успешно перенесла зимовку в Москве [5].

**Разнотравно-ковыльная степь.** Суслик (*Spermophilus* F. Cuvier, 1825) – род из 19 видов семейства беличьих отряда грызунов. Ареал рода – Евразия и Северная Америка. Все суслики – обитатели открытых пространств: лугов, включая высокогорные, степей, полупустынь. В био группе, скорее всего, представлен крапчатый суслик (*S. suslicus* Gldenstaedt, 1770), предпочитающий разнотравную степь. Особи этого вида живут преимущественно колониями в индивидуальных норах. Эти грызуны играют важную роль в трофических цепях биоценозов, почвообразовательных процессах [15]. Предпочитает злаки и цветки высших растений, особенно клевера, одуванчика, тысячелистника. В 2020 г. внесён в Красную книгу России [11] с категориями статуса редкости 2 (сокращающиеся в численности), угрозы исчезновения И (исчезающие) и степени первоочерёдности принимаемых природоохранных мер III (достаточно общих мер, предусмотренных законодательством) [19].

Перепел (*Coturnix* Bonnaterre, 1791) – род, состоящий из 8 видов семейства фазановых отряда курообразных. В био группе, скорее всего, представлен обыкновенный перепел (*C. coturnix* Linnaeus, 1758) – один из двух видов, обитающих в нашей стране. Это самый мелкий вид курообразных птиц в фауне России и один из немногих перелётных видов куриных. Типичный обитатель различных открытых пространств: лугов, полей, полей и т. д., а также степей – как разнотравных, так и опустыненных.

**Типчакково-ковыльная степь.** Степная гадюка – вид рода настоящие гадюки (*Vipera* Laurenti, 1768) семейства гадюковых отряда чешуйчатых класса рептилий. Систематика рода гадюк до сих пор не устоялась. Ряд авторов [8] выделяет подрод щитоголового гадюк (*Pelias* Merrem, 1820) в отдельный род, к которому относятся степные гадюки. По данным The Reptile Database, сейчас выделяют 21 вид и подвида [24]. До недавнего времени степная гадюка (*Vipera ursini* Bonaparte, 1835) имела два подвида, которые в настоящий момент систематизируются как виды. В био группе, вероятнее всего, представлена восточная степная гадюка (*Vipera* или *Pelias renardi* Cristoph, 1861) – типичный обитатель равнинных и горных поленных степей. Встречается в степной, лесостепной и полупустынной зонах Юго-Восточной Европы, севера Средней и северо-запада Центральной Азии. Видовое латинское название гадюк дано в честь Карла Ивановича Ренара – бывшего директора Зоологического музея МГУ и президента МОИП. Вид включён в Красную книгу России для популяций Предкавказья и полуострова Крым с категориями статуса редкости 2, угрозы исчезновения У (уязвимый вид) и степени первоочерёдности принимаемых природоохранных мер II [19].

Стрепет восточный, стрепет (*Tetrax tetrax* Linnaeus, 1758) – единственный вид рода стрепетов семейства дрофиных отряда журавлеобразных (по другим данным [4] – отряда дрофообразных). Этот обитатель разнотравных и злаковых степей и лугов Северной Африки и Евразии, как правило, встречается на сохранившихся непаханных участках степей или сформировавшихся залежей. Включён в Красную книгу России с категориями статуса редкости 3 (редкий вид), угрозы исчезновения У и степени первоочерёдности принимаемых природоохранных мер III [19], Красный список МСОП и в ряд международных конвенций, способствующих охране животных.

**Полупустыня.** Малый суслик (*Spermophilus pygmaeus* Pallas, 1778) обитает в южных пустынных степях, пустынях и полупустынях Евразии, в т. ч. – закреплённых песчаных, глинисто-песчаных, глинистых и лёссовых. Наиболее многочислен на участках разнотравно-ковыльных степей с разреженной растительностью, в поленных пустынях и полупустынях на целинных и залежных землях. Колониальный вид. В отдельных

частях ареала малый суслик обитает совместно с большой песчанкой, краснощёким, большим, жёлтым, крапчатым сусликами и байбаком. Питается разными частями пустынных и степных растений (60 видов). Внесён в ряд региональных Красных книг субъектов РФ.

**Илаковый белосаксаульник на грядовых песках.** Чернотелка гигантская (*Pisterotarsa gigantea* Fischer von Waldheim, 1821) и Медляк Фауста (*Blaps fausti* Seidlitz, 1893) – жуки семейства чернотелковых отряда жёсткокрылых. Обитают в пустынных и полупустынных ландшафтах. Питаются в основном ростками, стеблями и листьями травянистых и кустарниковых растений, в т. ч. на пескоукрепительных посадках. Чернотелка гигантская впервые была описана Г.И. Фишером фон Вальдгеймом – основателем МОИП.

Степная агама (*Trapelus sanguinolentus* Pallas, 1814) – один из 13 видов рода степных агам, или трапелусов [3] семейства агамовых отряда чешуйчатых рептилий. Характерный представитель пустынь и полупустынь Евразии. Ксерофильный вид. Населяет биотопы с кустарниковой или полудревесной растительностью. Включён в Красную книгу РФ с категориями статуса редкости 2, угрозы исчезновения У и степени первоочерёдности принимаемых природоохранных мер II [11], а также ряд региональных Красных книг, в частности, в Красную книгу Чеченской республики [12].

**Полынно-солянковая пустыня.** Малый тушканчик (*Allactaga elater* Lichtenstein, 1825) – один из самых мелких из 12 видов рода пятипалых тушканчиков, или земляных зайцев отряда грызунов. Населяет разнообразные биотопы пустынь и полупустынь Евразии, но избегает голых сыпучих песков и участков с густой растительностью. Наиболее многочислен в полынно-солянковых и полынно-эфемеровых пустынях и солянковых полупустынях [22]. Занесён в ряд региональных Красных книг субъектов РФ на границах ареала.

**Альпийский луг.** Кавказская гадюка, или гадюка Казнакова (*Vipera kaznakovi* или *Pelias kaznakovi* Nikolsky, 1909). Вид назван в честь директора Кавказского музея, пригласившего первые отловленные экземпляры описавшему их герпетологу. Эта рептилия обитает на Черноморском побережье восточной Турции и Кавказа до 1000 м н.у.м., не выше границы хвойных и широколиственных лесов, в Колхидской низменности. Помещение этого вида в биотоп альпийского луга в таком случае не соответствует местам обитания этой гадюки. Возможно, в экспозиции представлен другой вид – гадюка Динника (*Pelias dinniki* Nikolsky, 1913), обитающая в высокогорьях Кавказа. В 2021 г. по результатам сравнения особей гадюки Казнакова и гадюки Динника в Восточном Закавказье предложено выделить новый вид – гадюка Туниева (*P. tuniyevi*) [2].

Кавказская гадюка включена в Красную книгу России с категориями статуса редкости 1 (вид, находящийся под угрозой исчезновения), угрозы исчезновения И и степени первоочерёдности принимаемых природоохранных мер I (требуется незамедлительное принятие комплекса мер...) [19], а также в Красный список МСОП. Гадюка Динника также включена в Красную книгу России с категориями статуса редкости 2 (сокращающийся в численности вид), угрозы исчезновения У и степени первоочерёдности принимаемых природоохранных мер III [11], а также в Красный список МСОП.

**Термитник.** *Macrotermes natalensis* Haviland, 1898 – вид термитов из Африки семейства *Termitidae*. Общественные насекомые инфраотряда или эписемейства *Termitoidea* в составе надотряда тараканообразных *Dictyoptera*. Их особенностью является симбиоз с грибами рода *Termitomyces*, при котором термиты выращивают грибы и питаются ими. В свою очередь, существование грибов зависит от деятельности термитов. Наиболее изученный вид, у которого обнаружен самый длинный для термитов геном.

**Другие экспонаты фауны.** Рядом с объёмными фрагментами биогеоценозов демонстрируются чучела других образцов фауны соответствующих природных зон. Белая сова (*Nyctea scandiaca* Linnaeus, 1758) встречается в тундре и арктической пустыне. В тундре и лесотундре обитают северный олень (*Rangifer tarandus* Linnaeus, 1758), песец (*Vulpes* или *Alopex lagopus* Linnaeus, 1758) и сибирский лемминг (*Lemmus lemmus* Linnaeus,



1758). В открытой тундре и моховых болотах тайги гнездится белая куропатка (*Lagopus lagopus* Linnaeus, 1758). Снежный баран (*Ovis nivicola* Eschscholtz, 1829) обитает в тундре и горной тайге Восточной Сибири. Заяц-беляк (*Lepus timidus* Linnaeus, 1758) встречается от тундры до лесостепи.

Характерными обитателями лесной зоны являются лось (*Alces alces* Linnaeus, 1758), предпочитающий леса, чередующиеся с мелколесьем и верховыми болотами, а также бобр обыкновенный (*Castor fiber* Linnaeus, 1758), селящийся по берегам равнинных пресноводных водоёмов лесной и лесостепной зон. Здесь же представлена ондатра (*Ondatra zibethicus* Linnaeus, 1766) – акклиматизированный североамериканский полизональный вид. Рысь (*Lynx lynx* Linnaeus, 1758) является типичным обитателем таёжных и хвойно-широколиственных равнинных и горных лесов. Кабан (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758) наиболее распространён в лесной и лесостепной зонах, где предпочитает местообитания с малоснежным покровом, а также в разных горных странах умеренного пояса [17]. Пластичность и всеядность кабана позволили ему пережить оледенение и распространить свой ареал от полупустынь до северной тайги. Является объектом охоты, и потому на большей части ареала был истреблён. В XX веке, как и бобр, восстановил свою численность благодаря участию человека.

Байбак, или степной сурок (*Marmota bobac* Müller, 1776) встречается на целинных участках разнотравных и ковыльных степей. В песчаных степях, в солянковых и полынных полупустынях обитает сайга (*Saiga tatarica* Linnaeus, 1758).

**Заключение.** Объёмные фрагменты биогеоценозов из экспозиции Музея землеведения представляют большую научную, художественную и историческую ценность. В экспозиции они вместе с окружающими их экспонатами музея дают представление о пространственной динамике зональных природных комплексов и органично дополняют коллекцию экспонатов млекопитающих, птиц и насекомых в отделе «Природные зоны» Музея землеведения МГУ.

Не менее трети видов – фрагментов экспозиции в настоящий момент являются редкими и исчезающими. Из них в Красном списке МСОП 2 вида, в Красной книге Российской Федерации – 5. Для трети видов фауны, представленной в биогруппах описываемой экспозиции, зафиксированы изменения в их систематике, требующие обновлений музейной атрибуции.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамсон Н.И., Петрова Т.В. Генетические исследования зоологических коллекций на примере грызунов: промежуточные итоги и перспективы исследований // Зоологические исследования. 2018. № 20. С. 20–22.
2. Ананьева Н.Б., Габаев В.Н., Иремашвили Г.Н., Лотиев К.Ю., Петрова Т.В. Таксономический статус гадюк *Pelias (kaznakovi)* комплекса из бассейна среднего течения реки Кура в Восточном Закавказье // Тр. Зоологического института РАН. 2021. Т. 325, № 1. С. 3–33. <https://doi.org/10.31610/trudyzin/2021.325.1.3>.
3. Ананьева Н.Б., Орлов Н.Л., Халиков Р.Г., Даревский И.С., Рябов С.А., Барабанов А.В. Атлас пресмыкающихся Северной Евразии (таксономическое разнообразие, географическое распространение и природоохранный статус). СПб: Зоологический институт РАН, 2004. 232 с.
4. Бёме Р.Л., Флинт В.Е. Пятиязычный словарь названий животных. Птицы. Латинский, русский, английский, немецкий, французский: 11060 назв. / Под общ. ред. В.Е. Соколова. М.: Руссо: Рус. яз., 1994. 845 с.
5. Водяной пастушок: редкая птица успешно перезимовала в Москве (<https://www.mos.ru/news/item/87922073/>).
6. Глуценко Ю.Н., Коробов Д.В., Тиунов И.М., Блохин А.Ю., Сотников В.Н., Вялков А.В., Шохрин В.П., Акуликин С.Ф. Материалы к изучению восточного пастушка *Rallus indicus* на Дальнем Востоке России // Русский орнитологический журнал. 2023. Т. 32. Экспресс-выпуск 2263. С. 113–126.

7. Голиков К.А. Фитокомпонент объёмных фрагментов биогеоценозов в экспозиции Музея земледения МГУ // Жизнь Земли. 2023. Т. 45, № 3. С. 398–406.
8. Дунаев Е.А., Орлова В.Ф. Змеи. Виды фауны России: Атлас-определитель. М.: Фитон XXI, 2014. 120 с.
9. Ермаков Н.П. Принципы современной экспозиции естественнонаучных музеев (на примере создания Музея земледения) // Жизнь Земли. 1961. № 1. С. 130–136.
10. Коблик Е.А., Архипов В.Ю. Фауна птиц стран Северной Евразии в границах бывшего СССР: списки видов // Зоологические исследования. № 4. М.: Т-во научных изданий КМК, 2014. 171 с.
11. Красная книга Российской Федерации. 2-е изд. М.: ФГБУ «ВНИИ Экология», 2021. Т. Животные. 2021. 1127 с.
12. Красная книга Чеченской Республики: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных / Отв. ред. М.У. Умаров. Грозный: Южный издательский дом, 2007. 432 с.
13. Лисовский А.А., Шефтель Б.И., Савельев А.П., Ермаков О.А., Козлов Ю.А., Смирнов Д.Г., Стахеев В.В., Глазов Д.М. Млекопитающие России: список видов и прикладные аспекты / Сб. тр. Зоологического музея МГУ. Т. 56. М.: Т-во научных изданий КМК, 2019. 191 с.
14. Международный кодекс зоологической номенклатуры / Пер. с англ. и фр. И.М. Кержнера. Изд. 2-е. М.: Т-во научных изданий КМК, 2004. 224 с.
15. Миноранский В.А., Сидельников В.В., Симонович Е.И. Состояние популяций сусликов (*Spermophilus* spp.) на Дону // Фундаментальные исследования. 2015. № 2–2. С. 277–280.
16. Музей земледения. Путеводитель. М.: МГУ, 2010. 100 с.
17. Онипченко В.Г., Голиков К.А. Демутационные смены после пороев кабанов на альпийских лишайниковых пустошах в Тебердинском заповеднике // Бюл. МОИП. Отд. Биол. 1996. Т. 101. Вып. 4. С. 49–54.
18. Павлинов И.Я. *Myodes Pallas* 1811 – действительное название для рода лесных полёвок (*Cricetidae*) // Зоологический журнал. 2006. Т. 85. С. 667–669.
19. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 24.03.2020 № 162 «Об утверждении Перечня объектов животного мира, занесённых в Красную книгу Российской Федерации» (<http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202004020020?ysclid=lrxyhdj03g95562828>).
20. Муров А.В., Гришина З.В. История развития музейного дела в Московском университете. К 250-летию учебных музеев России и 60-летию Музея земледения // Жизнь Земли. 2011. Т. 33. С. 5–13.
21. Соколов В.Е. Пятиязычный словарь названий животных. Латинский, русский, английский, немецкий, французский. 5391 назв. Млекопитающие. М.: Русский язык, 1984. 352 с.
22. Центр охраны дикой природы. Грызуны бывшего СССР. Оценка статуса и план природоохранных действий (<https://biodiversity.ru/programs/rodent.html>).
23. Gill F.B., Slikas B., Sheldon F.H. Species relationships based on sequences of the mitochondrial cytochrome-b gene // American Ornithological Society. 2005. V. 122, № 1. P. 121–143.
24. The Reptile Database (<http://www.reptile-database.org/>).
25. ZooDiv. Информационная система «Биоразнообразие животных России» (<https://www.zin.ru/ZooDiv/Project.htm>).

## REFERENCES

1. Abramson, N.I., Petrova, T.V., “Genetic studies of zoological collections using the example of rodents: intermediate results and prospects of research”, *Zoologicheskie issledovaniya* **20**, 20–22 (2018) (in Russian).
2. Ananyeva, N.B., Gabayev, V.N., Iremashvili, G.N., Lothiev, K.Yu., Petrova, T.V., “Taxonomic status of the vipers of the Pelias (*kaznakovi*) complex in the middle-flow of the Kura River basin in the East Transcaucasia”, *Trudy Zoologicheskogo instituta RAN* **325**, no 1, 3–33 (2021). <https://doi.org/10.31610/trudyzin/2021.325.1.3> (in Russian).
3. Ananyeva, N.B., Orlov, N.L., Khalikov, R.G., Darevsky, I.S., Ryabov, S.A., Barabanov, A.V., *Atlas of reptiles of Northern Eurasia (taxonomic diversity, geographical distribution and conservation status)* (Saint-Petersburg: Zoologicheskii institut RAN, 2004) (in Russian).

4. Boehme, R.L., Flint, V.E., *Dictionary of animal names in five languages. Birds: Latin, Russian, English, German, French: 11,060 names* (Moscow: Russo, Russky yazyk, 1994).
5. *Water shepherd: a rare bird successfully wintered in Moscow* (<https://www.mos.ru/news/item/87922073/>) (in Russian).
6. Glushchenko, Yu.N., Korobov, D.V., Tiunov, I.M., Blokhin, A.Yu., Sotnikov, V.N., Vyalkov, A.V., Shokhrin, V.P., Akulinkin, S.F., "Materials for the study of the eastern shepherd *Rallus indicus* in the Russian Far East", *Russkiy ornitologicheskij zhurnal* **32** (Express issue 2263), 113–126 (2023) (in Russian).
7. Golikov, K.A., "Phytocomponent of three-dimensional fragments of biogeocenoses in the exposition of the MSU Earth Science Museum", *Zhizn Zemli* [Life of the Earth] **45**, no 3, 398–406 (2023) (in Russian).
8. Dunaev, E.A., Orlova, V.F., *Snakes. Types of fauna of Russia: Atlas-determinant* (Moscow: Fiton XXI, 2014) (in Russian).
9. Ermakov, N.P., "Principles of modern exposition of natural science museums (on the example of creation of the Earth Science Museum)", *Zhizn Zemli* [Life of the Earth] **1**, 130–136 (1961) (in Russian).
10. Koblik, E.A., Arkhipov, V.Yu., "Fauna of birds of the countries of Northern Eurasia within the borders of the former USSR: lists of species", *Zoologicheskie issledovaniya* **14** (Moscow: KMK, 2014) (in Russian).
11. *The Red Book of the Russian Federation. Animals* (Moscow: FGBU "VNII Jekologija", 2021) (in Russian).
12. *The Red Book of the Chechen Republic: Rare and endangered species of plants and animals*, ed. by Umarov, M.U. (Groznyy: Yuzhnyi izdatel'skiy dom, 2007) (in Russian).
13. Lisovsky, A.A., Sheftel, B.I., Savelyev, A.P., Ermakov, O.A., Kozlov, Y.A., Smirnov, D.G., Stakheev, V.V., Glazov, D.M., "Mammals of Russia: list of species and applied aspects", *Sbornik trudov Zoologicheskogo muzeya MGU* **56** (Moscow: KMK, 2019) (in Russian).
14. *International Code of Zoological Nomenclature. Fourth Ed. Adopted by the International Union of Biological Sciences*. (London: International Trust for Zoological Nomenclature, 1999).
15. Minoransky, V.A., Sidelnikov, V.V., Simonovich, E.I., "Status of the populations of ground squirrels (*Spermophilus* spp.) in the Don river basin", *Fundamental'nye issledovaniya* **2–2**, 277–280 (2015) (in Russian).
16. *The Earth Science Museum. Guide* (Moscow: MGU, 2010) (in Russian).
17. Onipchenko, V.G., Golikov, K.A., "Demutation shifts after wild boar flogging on Alpine lichen wastelands in the Teberdinsky Nature Reserve", *Bull. of MOIP. Otdel biologicheskij* **101**, no 4, 49–54 (1996) (in Russian).
18. Pavlinov, I.Ja., "Myodes Pallas 1811 – the actual name for the genus of forest voles (Cricetidae)", *Zoologicheskij zhurnal* **85**, 667–669 (2006) (in Russian).
19. *Order of the Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation dated 03/24/2020 No. 162 «On Approval of the List of Wildlife Listed in the Red Book of the Russian Federation»* (<http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202004020020?ysclid=lpxyhdj03g955628287>) (in Russian).
20. Smurov, A.V., Grishina, Z.V., "History of development of museum business at Moscow State University. To the 250th anniversary of educational museums of Russia and the 60th anniversary of the Earth Science Museum", *Zhizn Zemli* [Life of the Earth] **33**, 5–13 (2011) (in Russian).
21. Sokolov, V.E., *Five-language dictionary of animal names. Latin, Russian, English, German, French. 5391 names. Mammals* (Moscow: Russkiy yazyk, 1984).
22. *Rodents of the former USSR. Status assessment and environmental action plan* (Wildlife Conservation Center) (<https://biodiversity.ru/programs/rodent.html>) (in Russian).
23. Gill, F.B., Slikas, B., Sheldon, F.H., "Species relationships based on sequences of the mitochondrial cytochrome-b gene", *American Ornithological Society* **122**, no 1, 121–143 (2005).
24. *The Reptile Database* (<http://www.reptile-database.org/>).
25. *ZooDiv. Information system "Biodiversity of animals of Russia"* (<https://www.zin.ru/ZooDiv/Project.htm>) (in Russian).

---

---

# ИСТОРИЯ НАУКИ

---

---

УДК 550.7+069.015

EDN OSLAQW

DOI 10.29003/m3778.0514-7468.2024\_46\_1/98-102

## БОРИС СЕРГЕЕВИЧ СОКОЛОВ (1914–2013). ЖИЗНЬ В СФЕРЕ НАУКИ

П.А Чехович\*

*9 апреля 2024 года исполняется 110 лет со дня рождения Бориса Сергеевича Соколова – видного российского учёного, геолога и палеонтолога, организатора науки. В статье кратко излагаются основные вехи жизненного пути учёного и его научные достижения.*

**Ключевые слова:** палеонтология, стратиграфия, табулятоморфные кораллы, палеозой, венд, учение о биосфере.

**Ссылка для цитирования:** Чехович П.А. Борис Сергеевич Соколов (1914–2013). Жизнь в сфере науки // Жизнь Земли. Т. 46, № 1. С. 98–102 DOI: 10.29003/m3778.0514-7468.2024\_46\_1/98-102.

Поступила 21.02.2024 / Принята к публикации 21.02.2024

## BORIS SOKOLOV (1914–2013). LIFE IN SCIENCE

P.A. Chekhovich, Dr.Sci (Geol.)

Lomonosov Moscow State University (Earth Science Museum)

*April 9, 2024 marks the 110<sup>th</sup> anniversary of the birth of Boris Sergeyevich Sokolov – a prominent Russian scientist, geologist and paleontologist, science organizer. The article summarizes the main milestones of B. Sokolov's life and his scientific achievements.*

**Keywords:** paleontology, stratigraphy, tabulate corals, Paleozoic, Vendian, concept of biosphere.

**For citation:** Chekhovich, P.A., "Boris Sokolov (1914–2013). Life in science", *Zhizn Zemli* [Life of the Earth] 46, no 1, 98–102 (2024) (in Russ., abstract in Engl.). DOI: 10.29003/m3778.0514-7468.2024\_46\_1/98-102.

**Введение.** Борис Сергеевич Соколов – одно из блестящих имён в российской науке XX–XXI столетий. Оставленное им научное наследие охватывает широчайшую область знаний. Она включает геологию, историю Земли и жизни (главный предмет

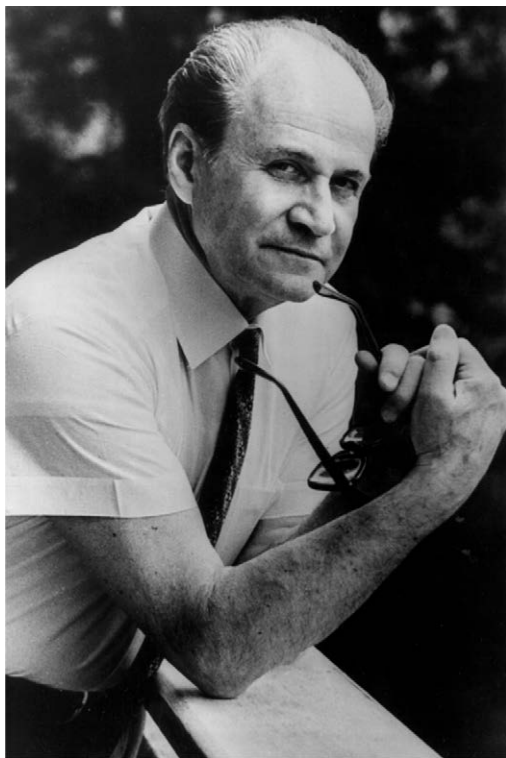
---

\* Чехович Пётр Андреевич – д.г.-м.н., Музей землеведения МГУ, p.chekhovich@gmail.com.

его исследовательской деятельности), затрагивает также просветительскую и общекультурную сферу познания окружающего мира. Гуманитарии самых разных специальностей – искусствоведы, музеологи, литературные критики, краеведы, историки, исследователи духовного-нравственных основ воспитания личности – входили в круг его друзей и единомышленников. Борис Сергеевич прожил долгую и очень непростую жизнь, приносившую и трудные испытания, и трагические потери. И все же счастливая судьба сохранила его для российской науки, уберегла от военных бурь, политических репрессий и других правоограничений, применявшихся к выходцам из «непролетарских классов».

Корни Б.С. Соколова крепко связаны с тверской землёй. Отец – Сергей Борисович (1881–1967) – земский врач Зубцовского уезда, получивший медицинское образование в Твери; мать Дарья Андреевна Скурлова (1885–1951) происходила из среды зажиточных сельских предпринимателей. Борис Сергеевич появился на свет в Вышнем Волочке 9 апреля (27 марта по старому стилю). Семья Соколовых занимала большой семикомнатный дом, подаренный Дарье Андреевне богатым родственником, по случаю её бракосочетания. Начавшаяся вскоре империалистическая война и все последующие события коренным образом переменили уклад жизни. Подробности этого тяжёлого периода обстоятельно изложены в книге воспоминаний «Записки с берегов Имоложья» [1].

Живописный Вышневолоцкий озёрный край, лежащий на окраине Валдайской возвышенности, посередине пути между двумя российскими столицами, стал местом, которое навсегда определило призвание и всю дальнейшую судьбу семилетнего мальчика, выросшего во всемирно известного учёного-естествоиспытателя. Обстоятельства, связанные с работой отца, заставили семью перебраться из города в сельскую местность, в мир старых помещичьих усадеб в окрестностях Имоложья, большого лесного озера, лежащего среди моренных гряд осташковской ледниковой эпохи. В этих местах находили вдохновение известные русские живописцы Архип Куинджи, Илья Репин, Аполлинарий Васнецов, Михаил Нестеров, Николай Рёрих. В воспоминаниях Б.С. Соколова особо отмечается, что знаменитая семья Рёрихов берет свое начало именно здесь, на берегах Имоложья, где Николай Константинович встретился с будущей супругой, Еленой Ивановной Шапошниковой. Уже в более поздний период своей жизни, в 70-х годах XX века, Борис Сергеевич был близко знаком с младшим сыном Рёрихов, Святославом Николаевичем, вместе с которым он активно сотрудничал в деле создания Международного центра по изучению Рёриховского наследия. Это уди-



вительное пересечение судеб людей разных поколений, близких по духу и интересам, всегда сопровождало Б.С. Соколова на жизненном пути.

В 1931 г. после окончания школы Б.С. Соколов приехал в Ленинград, некоторое время работал электромонтёром в «Ленэнерго», что позволило ему год спустя поступить на вечернее отделение геолого-почвенно-географического факультета Ленинградского университета. Он прослушал лекции и сдал экзамены по полному циклу геологических дисциплин и по основным предметам смежных специальностей. Незаурядные способности талантливого студента были замечены университетскими профессорами, и после окончания в 1937 г. Ленинградского университета он был оставлен на кафедре палеонтологии в качестве ассистента. Б.С. Соколов навсегда сохранил благодарную память о своих школьных и университетских преподавателях. Роль учителей в становлении человека, его вращении в научную среду, преемственность культурных традиций, уважительное отношение к научному наследию – эти темы проходят через всё творчество Бориса Сергеевича. Выдающимся учёным и простым труженикам науки он посвятил множество блестящих очерков. В своей научной деятельности он всегда опирался на опыт и труды предшественников, умел и любил находить забытые и по достоинству не оценённые работы, бережно выделяя и подчёркивая их достижения.

После окончания университета главным направлением научной деятельности Б.С. Соколова стало изучение палеозойских кораллов Русской платформы и других регионов СССР. По палеонтологическим и литолого-палеогеографическим данным он обосновал новую стратиграфическую схему терригенных каменноугольных отложений севера Московской синеклизы и выполнил ее корреляцию со схемой угленосно-карбонатных отложений южной части этой крупнейшей структуры. В этот же период он начал принимать участие в геолого-съёмочных работах в Средней Азии.

Первые военные годы Б.С. Соколов провел вдали от полей сражений – в малоизученных горных районах Синьцзяна на северо-западе Китая, где он возглавлял группу советских специалистов, осуществлявших поиски цветных и редких металлов в китайской части Тянь-Шаня. Экспедиционные работы осуществлялись силами Наркомцветмета и Наркомнефти СССР. Они были сопряжены с серьёзными опасностями из-за сложной внутриполитической обстановки в этой части страны. Центральное правительство Китая находилось в то время в состоянии войны с Японией, а в самом Синьцзяне то и дело вспыхивали кровопролитные междоусобицы среди местного населения. Научными предшественниками советских геологов были знаменитые русские путешественники И.В. Мушкетов, В.А. Обручев, Н.М. Пржевальский, В.И. Роборовский, Г.Е. Грумм-Гржимайло и др. Здесь уместно отметить, что две последние фамилии исторически прочно связаны с упоминавшимися выше местами, в которых протекали детские годы Б.С. Соколова. По воспоминаниям Бориса Сергеевича [2], исследования 1941–42 гг. были одними из самых плодотворных и успешных в его научной карьере несмотря на то, что многие из них остались неопубликованными.

Вернувшись в 1945 г. в Ленинград, Б.С. Соколов продолжил изучение палеозойских кораллов в ведущем нефтяном институте страны – ВНИГРИ, совмещая исследовательскую работу с преподаванием в Ленинградском университете. Он активно включился в масштабную программу регионально-геологического изучения Восточно-Европейской платформы по материалам опорного бурения. Оба эти направления его научной деятельности завершились выдающимися результатами. Монография по хететидам, написанная в 1941 г., была защищена им в 1947 г. как кандидатская диссертация. В 1951–55 гг. выходит в свет пятитомная монография «Табуляты палеозоя Ев-

ропейской части СССР», которая вместе с опубликованной в 1950 г. работой «Хететиды карбона» составила капитальную серию из шести книг. В ней впервые на огромном материале были рассмотрены вопросы систематики, филогении, эволюции, стратиграфического и палеобиогеографического распространения палеозойских кораллов. Опираясь на огромный оригинальный материал и критический анализ данных по всем регионам мира, Б.С. Соколов полностью перестроил систему табулятоморфных кораллов. Результаты этих исследований коренным образом изменили представления не только об истории развития кораллов, но и об их стратиграфическом значении. Она сразу же заняла видное место в ряду классических образцов мировой палеонтологической литературы, став настольным методическим руководством для нескольких поколений "кораллистов" всего мира. В 1955 г. эта работа была защищена Борисом Сергеевичем как докторская диссертация. Благодаря Б.С. Соколову изучение ископаемых кораллов стало бурно развиваться. Это сыграло огромную роль в палеонтолого-стратиграфическом обеспечении интенсивно проводившихся в те годы геолого-съёмочных и геологопоисковых работ, так как в палеозойских отложениях кораллы – одна из самых распространённых групп фауны.

Второе научное направление ленинградского периода творческой деятельности Б.С. Соколова также привело к результатам мирового значения. Обобщение материалов глубокого бурения на Восточно-Европейской платформе и, в особенности данных по древнейшим этапам ее геологической истории, коренным образом изменило представления о стратиграфии, палеогеографии и тектонике палеозоя. Это положило начало обоснованию новой геологической системы – венда и в дальнейшем привело к переосмыслению докембрийской истории биосферы.

Ещё одно направление научной деятельности Б.С. Соколова – разработка общих принципов стратиграфии в связи с начавшейся реконструкцией Общей шкалы (ОСШ) и проблемами стандартизации стратиграфических границ. Борис Сергеевич как председатель Постоянной комиссии по ордовику и силуру Межведомственного стратиграфического комитета проделал огромную работу по обобщению региональных материалов по этим системам и подготовил к XXI сессии Международного геологического конгресса в Копенгагене (1960 г.) специальный сборник докладов советских геологов «Стратиграфия и корреляция ордовика и силура». Публикация серии статей и непосредственное участие Б.С. Соколова в работе Международного комитета по терминологии способствовали тому, что ордовик был выведен из состава силурийской системы палеозоя и получил официальный международный статус в качестве самостоятельного подразделения ОСШ. Одновременно было утверждено новое деление на отделы и ярусы обеих систем.

В 1975 г. Б.С. Соколов был избран в состав Президиума Академии наук СССР и, по его собственному выражению, оказался в «академическом пекле». Он возглавил в качестве академика-секретаря Отделение геологии, геохимии и геофизики (ОГГГ). Вскоре после этого в структуре академической науки были восстановлены также разделы геологии, которые теперь связываются с понятием «геоэкология» – инженерная геология, гидрогеология, мерзлотоведение. Полтора десятилетия Б.С. Соколов находился на посту руководителя академической геологии. Он внёс огромный вклад в развитие разных научных направлений, в решение проблем взаимодействия академической и отраслевой науки с геологической практикой, в пропаганду достижений геологической науки в связи с развитием топливно-энергетического и горнорудного комплексов, в популяризацию мировоззренческого значения наук о Земле, особенно в

биосферно-экологическом аспекте. Это направление его научной деятельности, безусловно, заслуживает отдельного и более подробного рассмотрения.

В рамках короткой заметки можно лишь упомянуть подборку статей Б.С. Соколова «Биосферология. Геобиология». Она была включена в книгу, изданную Новосибирским издательством СО РАН в 2004 г. к 90-летию юбилею учёного [3]. (В библиотечном архиве Музея земледования МГУ хранится экземпляр этого издания с дарственным автографом Б.С. Соколова). В этих статьях обобщены идеи, развивавшиеся учёным в рамках главных научных направлений – палеонтологии и стратиграфии, которые он разрабатывал на протяжении своей научной деятельности. Они ярко демонстрируют выдающуюся роль Бориса Сергеевича в возрождении и дальнейшем развитии учения В.И. Вернадского о биосфере. Геологическая летопись органического мира, традиционно представлявшаяся в форме филогенетических моделей развития, трансформирована в этих работах в целостную экосистемную концепцию, которая отражает сложнейший ход эволюционных преобразований во взаимодействии биот с геологической средой. Б.С. Соколов с присущей ему чёткостью и ясностью сформулировал новое, более широкое толкование термина «геобиология», предложенное в конце XIX века В.В. Докучаевым. Тем самым он заложил исключительно важные методологические основы для дальнейшего развития учения о биосфере.

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России для МГУ (пер. № АААА-А16-116042710030-7).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Соколов Б.С. Записки с берегов Имоложья. СПб: «Ирида-прос», 2007. 448 с. (Серия «Щедрый дар». Вып. IV).
2. Соколов Б.С. Далеко от войны // Геологи Академии наук СССР в годы Великой Отечественной войны на трудовом фронте. М.: Наука, 1991. С.72–90. (Очерки по истории геологических знаний. Вып. 27).
3. Соколов Б.С. Среди наук о Земле и жизни: Избранные статьи. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. 452 с.

#### REFERENCES

1. Sokolov, B.S., *Notes from the Imolozh'ye Lakeside* (Saint-Petersburg: Irida-Pros Pub., 2007) (The Generous Gift Series, fourth release).
2. Sokolov, B.S., "Far from the war", *Geologists of the USSR Academy of Sciences during the World War II on the Labour Front*. (Moscow: Nauka Pub., 1991) (Essays on the history of geological knowledge, 27th Is.).
3. Sokolov, B.S., *Among the Earth and Life Sciences: featured articles* (Novosibirsk: RAS SB Publishing, 2004).



## ИВАН АНДРЕЕВИЧ ГЕЙМ – РЕКТОР МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА И УЧЁНЫЙ-ЭНЦИКЛОПЕДИСТ

Ю.И. Максимов, А.И. Кривичев, В.Н. Сидоренко\*

*В статье представлены основные этапы научного пути Ивана Андреевича Гейма (Bernhard Andreas von Heim, 1758–1821) – представителя немецкой академической среды, переехавшего в Россию в 1779 г. и занимавшего должность ректора Московского университета с 1808 по 1819 гг. Рассмотрено научное наследие И.А. Гейма в области лингвистики, географии и статистики. Показаны большие заслуги И.А. Гейма в части организации эвакуации Московского университета в ходе Отечественной войны 1812 г. и его последующего восстановления.*

**Ключевые слова:** И.А. Гейм, ректор, Московский университет, Отечественная война 1812 г., лингвистика, словесные науки, география, планеты, землеописание, статистика, государственное управление, народоведение.

**Ссылка для цитирования:** Максимов Ю.И., Кривичев А.И., Сидоренко В.Н. Иван Андреевич Гейм – ректор Московского университета и учёный-энциклопедист // Жизнь Земли. Т. 46, № 1. С. 103–112. DOI: 10.29003/m3779.0514-7468.2024\_46\_1/103-112.

Поступила 13.11.2023 / Принята к публикации 21.02.2024

### IVAN A. HEIM, RECTOR OF MOSCOW UNIVERSITY AND ENCYCLOPEDIA SCHOLAR

Yu.I. Maximov<sup>1</sup>, PhD, A.I. Krivichev<sup>2</sup>, PhD, V.N. Sidorenko<sup>2</sup>, PhD

<sup>1</sup> Lomonosov Moscow State University (Earth Science Museum)

<sup>2</sup> Lomonosov Moscow State University (Faculty of Economics)

*The article presents the main stages of the scientific path of Ivan A. Heim (Bernhard Andreas von Heim, 1758–1821), a representative of the German academic society, who moved to Russia in 1779 and held the position of the rector of Moscow University from 1808 to 1819. I.A. Heim's scientific heritage in the field of linguistics, geography and statistics is considered. The great merits of I.A. Heim in the organization of evacuation of Moscow University during the Patriotic War of 1812 and its subsequent restoration are shown.*

**Keywords:** I.A. Heim, rector, Moscow University, Patriotic War of 1812, linguistics, verbal sciences, geography, planets, land description, statistics, state and national studies.

**For citation:** Maximov, Yu.I., Krivichev, A.I., Sidorenko, V.N., “Ivan A. Heim, rector of Moscow University and encyclopedic scholar”, *Zhizn Zemli* [Life of the Earth] 46, no 1, 103–112 (2023) (in Russ., abstr. in Engl.). DOI: 10.29003/m3779.0514-7468.2024\_46\_1/103-112.

**Введение.** Важную роль в становлении и развитии Московского университета в 1755–1855 гг. сыграли представители немецкой академической среды. Многие из них

\* Максимов Юрий Игоревич – к.э.н., с.н.с. Музея землеведения МГУ, [deforestation75@mail.ru](mailto:deforestation75@mail.ru); Кривичев Александр Иванович – к.э.н., инженер I категории, [krivichev@live.ru](mailto:krivichev@live.ru); Сидоренко Владимир Николаевич – к.э.н., к.ф.-м.н., к.ю.н., доцент, экономический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, [v\\_sidorenko@mail.ru](mailto:v_sidorenko@mail.ru).

были деканами факультетов, а двое избирались ректорами. Наиболее ярким представителем из них является Иван Андреевич Гейм<sup>1</sup>, возглавлявший Московский университет в течение 11 лет. И.А. Гейм был учёным с энциклопедическим кругозором: филологом, лингвистом, географом, экономистом, статистиком. Как отметил Ф.А. Петров, «Гейм был одним из тех немецких профессоров, которые не только не препятствовали выдвижению себе на смену русских учёных, но и сами заботились о подготовке этой смены» [13, с. 59].

**Путь в науку.** Иван Андреевич Гейм (*Bernhard Andreas von Heim*) родился в 1758 г. в городе Брауншвейг (Нижняя Саксония), в семье придворного врача герцога. После окончания брауншвейгской гимназии при церкви Святого Мартина И.А. Гейм приступил к получению высшего образования: в 1774 г. будущий учёный поступает в Хельмшtedский университет, а в следующем году переходит на философский факультет Гёттингенского университета. Там он «изучил главнейшие европейские, а также некоторые восточные языки» [13, с. 56], филологию, историю, политические науки. В научной литературе последних лет отмечается, что Гёттингенский университет отличали «прорусские настроения и открытость по отношению к России» [4, с. 301].

Среди учителей И.А. Гейма следует отметить представителя немецкой школы государственоведения Августа Людвиг Шлёцера (1735–1809), читавшего «всеобщую и политическую историю, политику, государственное право и статистику» [4, с. 302], а также профессора, филолога и археолога Христиана Готлиба Гейне (1729–1812), который преподавал «филологию, историю и археологию как единую науку об античности, а кроме того, долгие годы руководил Гёттингенской университетской библиотекой» [4, с. 302]. Эти два учёных оказали сильное влияние на дальнейшую научную биографию И.А. Гейма. Возможно, следуя примеру А.Л. Шлёцера, И.А. Гейм скоро тоже переедет в Россию, а его частная научная библиотека будет комплектоваться по основополагающим и концептуальным принципам Гёттингенской библиотеки:

- распределение книг по отраслям научного знания;
- свобода науки от узких рамок социального заказа;
- общественная польза;
- постоянный бюджет;
- планомерное и систематическое развитие и пополнение библиотечных фондов;
- либеральные правила пользования библиотекой.

С 1778 г. И.А. Гейм работал помощником библиотекаря Гёттингенского университета под руководством Х.Г. Гейне. Кроме того, И.А. Гейм состоял в Гёттингенской филологической семинарии.

В 1779 г. И.А. Гейм переехал в Россию по приглашению А.А. Лопухина, где первое время работал гувернёром его сына. В 1781 г. начал работать в Московском университете в должности доцента, преподавателя немецкого языка и латыни, а также помощника библиотекаря. К середине 1780-х гг. И.А. Гейм овладел русским языком настолько, чтобы преподавать на нём. В 1784 г. стал экстраординарным (внештатным) профессором, а в 1786 г. – ординарным (штатным) профессором кафедры истории (универсальной, российской, древности и геральдики). С 1786 г. И.А. Гейм читает статистику и историю в Московском университете, историю, коммерческую географию и немецкий язык – в Демидовском коммерческом училище, находившемся тогда в Москве [13].

Одновременно он преподавал географию, немецкий язык, хронологию и геральдику в Благородном пансионе при Московском университете. При этом И.А. Гейм –

<sup>1</sup> См. рис. на 4 с. обложки журнала.

один из немногих иностранных профессоров, получивший чин коллежского асессора, что соответствует чину майора на военной службе.

**И.А. Гейм – филолог и лингвист.** Иван Андреевич Гейм получил большую известность благодаря выпуску специализированных двух- и трёхязычных словарей (немецких, русских, французских), востребованных до середины XIX в. и содержащих большое количество отраслевых терминов. В 1789 г. И.А. Гейм пишет первый учебник на немецком языке – «Грамматика русского языка для немцев», неоднократно переиздававшийся впоследствии и переведённый на ряд европейских языков. Позднее выходят учебник по немецкому языку для русскоговорящих «Немецкая грамматика для классов гимназии и вольного Благородного пансиона при Московском университете» (1802), а также «Первые правила немецкого языка для низших классов университетского пансиона» (1804). В 1796 г. Иван Андреевич становится автором-составителем «Нового русско-немецко-французского словаря», также неоднократно переиздававшимся.

В 1805–08, 1819–20 гг. И.А. Гейм был деканом отделения словесных наук. Он первым из немецких профессоров *«начал читать лекции на беглом, хотя и не вполне правильном русском языке»* [10, с. 50]. Один из его учеников свидетельствовал, что профессор, *«не подражая прочим иностранцам, переселившимся в Россию, изучил русский язык так, что писал и говорил по-русски, как природный русский»* [14, с. 289]. Неудивительно, что И.А. Гейм активно участвовал в организации работы Общества любителей российской словесности; на протяжении 12 лет он *«выполнял обязанности по просмотру рукописей»* [8, с. 11–12].

**Годы ректорства И.А. Гейма и Отечественная война 1812 г.** В 1808–19 гг. И.А. Гейм занимал должность ректора Московского университета, причём в ректоры его избирали четыре раза. Это была относительно новая, учреждённая в 1803 г. выборная должность, введённая вместо должности директора, который назначался правительством. Как отмечал исследователь истории Московского университета Ю.А. Андреев, *«по сравнению с прежними правами директора полномочия ректора были гораздо скромнее: фактически это был первый среди равных ему профессоров, председательствующий в Совете университета и имевший право решающего голоса. Но так как ректор руководил правлением, на его плечи ложился весь груз хозяйственных забот»* [1, с. 7].

До И.А. Гейма ректорами Московского университета избирались Х.А. Чеботарёв (1803–05), П.И. Страхов (1805–07), Ф.Г. Баузе (1807–08). Таким образом, И.А. Гейм был четвёртым по счёту ректором Московского университета и находился на этом посту более чем в два раза дольше, чем три его предшественника.

За годы ректорства И.А. Гейма в университете была организована подготовка государственных служащих к экзамену на присвоение очередного классного чина, в 1810 г. основано Московское общество математиков, в 1811 г. – Общество любителей российской словесности.

На период ректорства И.А. Гейма пришлась Отечественная война 1812 г. и, следовательно, тяжелейшие проблемы, связанные с необходимостью эвакуации университета из Москвы, его сохранением и восстановлением.

В середине июля 1812 г. начинается запись студентов Московского университета в «Московскую военную силу». Университетские профессора участвуют в сборе пожертвований на организацию ополчения, которое формировалось в 16 губерниях, ближайших к театру военных действий. В конце августа 1812 г. медики (профессора и студенты) Московского университета участвуют в Бородинском сражении, работая в полковых госпиталях.

Распоряжение генерал-губернатора Москвы Ф.В. Ростопчина о подготовке Московского университета к эвакуации вышло лишь 18.08.1812<sup>2</sup>, «в обстановке паники и начинавшегося хаоса» [1, с. 45], но спустя четыре дня поступает его же новое распоряжение о том, что «*приготовлять к отправлению следует самые только дорогие и значащие вещи, а прочие оставить до времени, так как и воспитанников, коих отправить можно будет после*» [12, с. 86–87].

Важно отметить, что ещё за месяц до объявления о начале подготовки к эвакуации Московского университета император Александр I дал Ф.В. Ростопчину прощальную аудиенцию, в ходе которой передал ему все полномочия, необходимые в случае спасения жителей и городского имущества.

Как отмечает А.Ю. Андреев, «*в середине июля неизбежность эвакуации Москвы ещё было трудно представить*» [1, с. 45]. Вот и Ф.В. Ростопчин не верил, что Москва будет отдана французам. Твёрдый противник Наполеона, он выразил общенародные антифранцузские настроения сначала в брошюре «Мысли вслух на Красном крыльце российского дворянина Силы Андреевича Богатырёва» (1807), а затем в афишках 1812 г. С другой стороны, Ф.В. Ростопчин относился к Московскому университету с предубеждением, боролся с воображаемым заговором маргинистов и якобинцев в университете, доносил о них Александру I, усугубляя и без того напряжённую ситуацию.

В результате такой позиции и непоследовательных хаотичных действий генерал-губернатора Москвы ректору Московского университета лишь 30.08.1812 удалось организовать отправку обоза из 52 подвод с наиболее ценным оборудованием, экспонатами и коллекциями университетских музеев из Москвы в Нижний Новгород. Попечитель Московского университета и Московского учебного округа П.И. Голенищев-Кутузов, не успев выдать предписание о полной эвакуации всего университета, также отбыл из Москвы. Преподаватели и студенты Московского университета оказались брошенными на произвол судьбы, так как Ф.В. Ростопчин больше не давал лошадей. Однако И.А. Гейму с трудом удалось найти ещё 15 лошадей для вывоза профессоров и студентов, которые чудом смогли покинуть Москву 01.09.1812, т. е. за день до вступления в город войск Наполеона.

В Москве для присмотра за зданиями университета остались лишь профессор Х.Л. Штельцер и экзекутор А.А. Артемьев. Пока университетский обоз был в пути, а точнее 04–05.09.1812, сгорели все здания Московского университета, кроме ректорского дома и большого корпуса. Был уничтожен Музей естественной истории, основанный Г.И. Фишером фон Вальдгеймом в 1805 г., «удалось спасти лишь коллекцию раковин и полипов, немногие драгоценные камни» [9, с. 554]. Сгорели архив и библиотека, состоявшая из 20 тыс. томов. В Нижний Новгород из всего библиотечного фонда удалось вывезти только 51 редкую книгу и 12 древних рукописей.

Руководимые ректором подводы с университетскими преподавателями, студентами и имуществом 18.09.1812 прибыли в Нижний Новгород. Иван Андреевич договорился о временном размещении Московского университета в здании Нижегородской губернской гимназии.

Два здания Московского университета, уцелевшие после пожара, пострадали от взрывов, которые устроили французы. Наполеоновские войска покинули сожжённую и разграбленную Москву 11.10.1812.

Через две недели И.А. Гейм посылает в Москву кандидата Т.А. Каменецкого, будущего адъюнкта географии и статистики, для осмотра остатков сгоревших зданий. Сам И.А. Гейм отправился в Москву 16.12.1812, поручив при этом надзор за университет-

<sup>2</sup> Все даты в статье даются по старому стилю.

ским имуществом в Нижнем Новгороде профессору Н.Е. Черепанову, декану отделения словесных наук.

В предпоследний день 1812 года в Московском университете была создана Временная комиссия для решения текущих дел, которую возглавил И.А. Гейм. В состав комиссии вошли вернувшиеся из Нижнего Новгорода вместе с ректором Г.И. Фишер фон Вальдгейм, В.М. Рихтер, И.А. Двигубский, М.М. Снегирёв, А.Ф. Мерзляков и М.Т. Каченовский.

Узнав о том, что его личная библиотека не пострадала от пожара, т. к. находилась в уцелевшем от огня ректорском доме, Иван Андреевич завещал её Московскому университету. В 1814–1821 гг. И.А. Гейм был директором университетской библиотеки, проводилась работа по приёму новых книг и составлению каталогов.

25.07.1813, согласно предписанию министра народного просвещения А.К. Разумовского от 03.05.1813, из Нижнего Новгорода в Москву вернулись обозы с университетским имуществом, преподавателями и студентами. Занятия в Московском университете возобновились 17.08.1813 в наёмном доме в Долгоруковском переулке.

В 1817 г. в одном из учебников при описании достопримечательностей Москвы И.А. Гейм упоминает Московский университет, «*который хотя и разорён лютым и неистовым врагом, но имеет лестную надежду на скорое возобновление*» [5, с. 45].

Оставил пост ректора И.А. Гейм в 1819 г. по состоянию здоровья.

**Гейм — географ и статистик.** По-видимому, первой работой И.А. Гейма в области географии и статистики стала опубликованная в 1796 г. в Гёттингене книга «Опыт полной географическо-топографической энциклопедии Российской империи в алфавитном порядке». Этот факт, безусловно, повлиял на то, что в 1804 г. И.А. Гейм возглавил кафедру истории, географии и статистики Российского государства в Московском университете, и с этого момента стал работать преимущественно в области географии и статистики.

В 1805 г. И.А. Гейм возглавил только что открытое по инициативе попечителя М.Н. Муравьёва Статистическое общество при Московском университете. Оно было создано «с целью исследования способов устройства отечественных произведений промышленности, искусств и политической силы Российского государства» [12, с. 75]. Состоялось несколько заседаний общества. И.А. Гейм также участвовал в работе Московского общества математиков, основанного в 1810 г. М.Н. и Н.Н. Муравьёвыми. Впрочем, и это общество просуществовало недолго, а в своих последующих трудах в области географии и статистики Иван Андреевич почти не использовал математические методы.

С 1805 г. И.А. Гейм состоял ещё и в Московском обществе испытателей природы (МОИП), организованном в том же году Г.И. Фишером фон Вальдгеймом, ставшим его первым директором. Целью МОИП было заявлено «*изучение природных богатств и содействие успехам естественных наук в России*» [12, с. 75].

В конце августа 1813 г., когда в Московском университете возобновилось чтение лекций, Иван Андреевич начал читать в отделении словесных наук российскую и всеобщую статистику.

С 1811 по 1821 г. И.А. Гейм издал «*пять руководств по “землеописанию” и статистике*» [3, с. 81]: «Начертание всеобщего землеописания» (1811), «Первоначальные основания новейшего всеобщего землеописания» (1813), «Начертание всеобщего землеописания по новейшему разделению государств и земель» (1817 – первое издание; 1819 – второе издание, исправленное и весьма умноженное), «Опыт начертания статистики главнейших государств, по нынешнему их состоянию» (1821). Не-

которые авторы отмечают однотипность этих работ «по содержанию и по строению» [11, с. 261].

И.А. Гейм считал землеописание и географию синонимами, что следует из его определения: «География или землеописание есть наука, описывающая земной шар с его произведениями и людей, на нём обитающих» [6, с. 3]. Профессор подразделял географию по времени на древнюю и новую, а по предмету – на математическую, физическую и политическую. Математическая география, по И.А. Гейму, «обозревает земной шар как тело и представляет нам его вид или фигуру», а физическая «рассуждает о естественных достопримечательностях земного шара, как то: о горах, морях, источниках, реках, озёрах, атмосфере, произведениях и человеке» [6, с. 3]. Политическая география состояла из хорографии (описание страны), топографии (описание места или города) и этнографии (описание народа).

В обоих изданиях «Начертания всеобщего землеописания...» (1817 и 1819) в разделе о математической географии автор приводит интересные сведения о планетах солнечной системы (таблица)

Таблица. Планеты, около Солнца обращающиеся<sup>3</sup>  
Table. Planets orbiting around the Sun

Планета	Среднее отстояние от Солнца, млн миль	Период обращения вокруг Солнца
Меркурий	8	88 дней
Венера	14	224 дня
Земля	20	365 дней 5 часов 48 минут
Марс	32	1 год 321 день 17 часов
Веста	49	3 года 224 дня
Юнона	55	4 года 131 день
Церера	57	4 года 221 день
Паллада	57,5	4,5 года
Юпитер	108	11 лет 314 дней 20 часов
Сатурн	199	29 лет 169 дней
Уран	393	83 года

Любопытным является тот факт, что помимо известных в то время планет Солнечной системы (Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран) к последним причисляли астероиды Веста, Юнона, Церера, Паллада, открытые соответственно в 1807, 1804, 1801 и 1802 гг. Это свидетельствует о том, что уровень наблюдательной техники повысился, и новые обнаруженные астрономические объекты было принято причислять к планетам.

Сам термин «астероид» был впервые применён в 1802 г. (Уильям Гершель) поначалу и к спутникам, но на момент написания «Начертания всеобщего землеописания...» не было научно разработано понятие «астероид». Если учитывать эти факты, становится понятным, почему И.А. Гейм не решился назвать недавно открытые небесные тела новым термином «астероиды».

Ещё в первом издании «Начертания всеобщего землеописания...» (1817), в параграфе о Московской губернии, И.А. Гейм обратил внимание на сезонную миграцию

<sup>3</sup> Таблица составлена авторами по данным И.А. Гейма [5, 6].

жителей Москвы: «Число жителей зимою простирается до 300 000, а летом – от 160 000 до 175 000» [5, с. 46].

На титульном листе последнего руководства (1821) было уточнение «Часть первая, содержащая статистику Российской и Австрийской империй, Французского, Великобританского и Прусского государств». Намерение Ивана Андреевича издать «в скором времени статистику прочих европейских государств» [7, с. V] не осуществилось: он умер после непродолжительной болезни 16 октября 1821 г. в Москве и был похоронен на Введенском кладбище.

Общий план последнего сочинения, по словам автора, большей частью соответствует «системе» его учителя А.Л. Шлёцера. Эта система представляла собой схоластическую схему, по которой строилось описание отдельных государств. Её можно описать формулой «*vires, unitae, agunt*», где *vires* – земля, население, продукты, торговля, финансы; *unitae* – образ соединения людей, форма правления, государственное устройство, *agunt* – действительное приложение сил, государственное управление» [15, с. 52].

План статистического описания государства И.А. Гейм изобразил в виде следующей «статистической таблицы» (рис. 1), в которой выделял государствоведение и народоведение.

Во введении к этой книге И.А. Гейм рассмотрел, чем отличается статистика от политики: «Предмет статистики есть государство, и, следовательно, она находится в связи с государственной наукой, или политикой, составляя отрасль её, но, несмотря на сие сходство, она весьма различествует от упомянутой науки. Политика исследует правила и средства, ведущие к тому, как лучше устроить государство, дабы самым верным путём достигнуть предложенной цели; напротив того, статистика изображает государство в том точно виде, в каком оно находится, не входя ни в какие исследования о том, как бы должно быть или как можно лучше его сделать: она предоставляет сие политике. Статистика представляет одни только существующие дела (*facta*), политика предлагает правила» [7, с. 10–11]. Такая позиция была характерна для представителей немецкой школы государствоведения.

По мнению И.А. Гейма, «со времени Ахенваля начинается новая эпоха статистики, ибо он привёл сию науку в лучший порядок, отделил её от географии и политики, первый дал ей название статистики, которое после семи было принято» [7, с. 17].

И.А. Гейм считал, что «статистика не есть отрасль землеописания, с которым её несправедливо смешивают, хотя география и доставляет для статистики самые важные предметы» [3, с. 78]. Статистику он определял как «основательное познание действительных достопримечательностей какого-нибудь государства» [15, с. 52].

Один из слушателей лекций И.А. Гейма вспоминал, что «для собрания точных сведений о разных ветвях русской промышленности он старался поддерживать непрерывные сношения со многими знатнейшими промышленниками и торговыми людьми русскими, не щадя ни трудов, ни издержек» [14, с. 289].

Как отметил современный историк из Санкт-Петербурга А.Ю. Скрыдлов, работы Ивана Андреевича «активно использовались в преподавании статистики преемникам И.А. Гейма по кафедре. Среди них Ю.П. Ульрихс (1773–1836), И.А. Щедритский (1792–1869), М.Т. Каченовский (1775–1842)» [16, с. 28].

Но в трудах последующих поколений учёных (И.В. Вернадский, М.Г. Кадек и др.) мы встречаем утверждения о том, что И.А. Гейм не сказал нового слова в статистике. Советский статистик М.В. Птуха, отдавая должное широкому научному кругозору И.А. Гейма, с сожалением констатировал, что не находит у И.А. Гейма «даже следов намерения пересмотреть теоретические позиции немецкой школы государствоведения» [14, с. 292].

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ТАБЛИЦА.		НАРОДЪ, или общество въ Государствѣ соединенномъ.			
ГОСУДАРСТВО въ собственномъ смыслѣ.		Б. НАРОДОВЪДѢНІЕ.			
А. ГОСУДАРСТВОВЪДѢНІЕ.					
<p><b>I. СТАТИСТИЧЕСКОЕ ОПИСАНІЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ОБЛАСТИ.</b></p> <p>а. Земля.</p> <p>б. Положеніе, Границы и Величина.</p> <p>в. Раздѣленіе.</p> <p>г. Натуральное состояніе.</p> <p>а. Горы и Равнины.</p> <p>б. Вода: Моря, Озера и Рѣки.</p> <p>с. Почва.</p> <p>д. Населеніе.</p> <p>е. Произведенія иъ трехъ чертъ пріроды.</p> <p>в. Животныя.</p> <p>г. Народочисленіе.</p> <p>д. Тѣлесныя свойства.</p>	<p><b>II. ПОСЛАНОВЕНІЕ.</b></p> <p>1. По самому Государству.</p> <p>а. Коренные законы.</p> <p>б. Образъ правленія.</p> <p>с. Титуляръ.</p> <p>д. Гербы.</p> <p>е. Предуриный Штабъ.</p> <p>г. Ордены.</p> <p>2. Поставленіе по части гражданской.</p> <p>а. Дворничество.</p> <p>б. Дворянство.</p> <p>с. Среднее сословіе (Теръ-Ест.).</p> <p>д. Крестьяне.</p> <p>3. Церковное поставленіе.</p> <p>а. Государственная или господствующая Вѣра.</p> <p>б. Термины вѣры. Свѣдѣніе о ея чистотѣ.</p>	<p><b>III. УПРАВЛЕНІЕ.</b></p> <p>1. Высшія вѣдства: Законодательное управленіе, Государственный Канцелярскій Департаментъ, Сенатъ, Министры и др.</p> <p>2. Вѣдомства, управленія особыми часями.</p> <p>3. Управленіе Губернскими и городами.</p> <p>4. Управленіе Юстиціею или Судопроизводствомъ.</p> <p>а. Законы.</p> <p>б. Судебныя вѣдомства.</p> <p>3. Подчиненіе обширныхъ областей.</p> <p>6. Церковное управленіе.</p> <p>7. Подчиненіе управленію.</p> <p>а. Управленіе военными, сухопутными и морскими войсками.</p> <p>б. Управленіе иностранными дѣлами.</p> <p>8. Хозяйственное управленіе.</p>	<p><b>IV. ВНЕШНЕЕ СНОШЕНІЕ или ПОЛИТИЧЕСКОЕ ГОСУДАРСТВОВЪДѢНІЕ.</b></p> <p>Трактаты, Союзы, Коммерческія сношенія и проч.</p>	<p><b>I. НАРОДНОХОЗЯЙСТВО (Economie intérieure de la Société).</b></p> <p>1. Народныя промыслы: а. Промышленныя. б. Обрабатывающія. в. Провѣнныя. г. Хозяйственное хозяйство.</p> <p>а. Состояніе частнаго хозяйства.</p> <p>б. Взаимосвязи между массами.</p>	<p><b>II. НАРОДНОЕ ПРОИЗВОДСТВО.</b></p> <p>1. Промышленное.</p> <p>2. Успѣшное.</p>

Рис. 1. «Статистическая таблица» Ивана Гейма [7].  
Fig. 1. "Statistical table" by Ivan Heim [7].



**Заключение.** Будучи уроженцем Германии и представителем немецкой академической среды, Иван Андреевич Гейм тем не менее прожил в России две трети своей жизни: 42 года из 63. Он внёс неоценимый вклад в формирование и развитие российской науки и как учёный-преподаватель, обладавший уникальной эрудицией и памятью, и как ректор Московского университета.

Как лингвист и филолог И.А. Гейм способствовал распространению русского языка среди немецкоговорящего населения, написал ряд учебников и книг по практическому языковедению. Как географ и статистик И.А. Гейм стоял у истоков формирования статистики как науки, стал автором ряда географическо-статистических трудов о России и странах Европы, однако при этом твёрдо стоял на устаревших позициях немецкой школы государственоведения.

В период Отечественной войны 1812 года занимающий пост ректора И.А. Гейм сделал очень многое для эвакуации Московского университета в Нижний Новгород, причём, по выражению А.Ю. Андреева, «*был вынужден преодолевать многочисленные трудности, вызванные беспорядочными распоряжениями попечителя П.И. Голенищева-Кутузова и явным недоброжелательством московского генерал-губернатора Ф.В. Ростопчина*» [2]. В послевоенные годы деятельность И.А. Гейма была направлена на восстановление Московского университета и возобновление его нормальной работы. И.А. Гейм завещал Московскому университету свою обширную библиотеку, уцелевшую в московском пожаре 1812 г.

**Благодарности и источники финансирования.** Авторы выражают благодарность доктору педагогических наук М.А. Виннику за ценные замечания, касающиеся генезиса некоторых дефиниций в области астрономии.

Работа выполнена в рамках государственного задания Музея землеведения МГУ АААА-А16-116042710030-7 «Музееведение и образование музейными средствами в области наук о Земле».

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев А.Ю. 1812 год в истории Московского университета. М.: Изд-во МГУ, 1998. 88 с.
2. Андреев А.Ю. Гейм Иван Андреевич // Электронный ресурс «История Императорского Московского университета» (<http://museum.guru.ru/personalii/articles/67/article.htm>).
3. Ануцин Д.Н. Избранные географические работы / Под общ. ред. академика Л.С. Берга. М.: Гос. изд-во географической литературы, 1949. 390 с.
4. Баров-Василевич Д.А., Сквайрс Е.Р. Частная библиотека Ивана Андреевича Гейма в фонде Отдела Редких книг и рукописей Научной библиотеки Московского университета // Вольтеровские чтения = Lectures Voltairiennes: сб. научных трудов. Вып. 5: [по материалам международной научной конференции «Пути Просвещения: личные библиотеки XVIII – начала XX в. и их владельцы», 8–9 ноября 2017 г.]. СПб: Российская национальная библиотека, 2019. С. 301–321.
5. Гейм И.А. Начертание всеобщего землеописания по новейшему разделению государств и земель. М.: Университетская типография, 1817. Ч. 1 [8], IV. 350 с.
6. Гейм И.А. Начертание всеобщего землеописания по новейшему разделению государств и земель. 2-е изд., исправленное и весьма умноженное. М.: Университетская типография, 1819. 492 с.
7. Гейм И.А. Опыт начертания статистики главнейших государств, по нынешнему их состоянию. М.: Университетская типография, 1821. VIII. 468 с.
8. Гринченко Н.А. Профессор в цензурном ведомстве России в первой половине XIX в. // Тр. С.-Петербургского гос. ун-та культуры и искусств. 2013. Часть 1. Традиции и инновации в книжном деле. XVII Смирдинские чтения. С. 9–19.
9. Гуцин А.И., Брянцева Г.В., Дубинин Е.П. Григорий Иванович Фишер фон Вальдгейм и его роль в развитии естествознания в России // Жизнь Земли. Т. 43, № 4. С. 546–557. DOI: 10.29003/m2518.0514-7468.2020\_43\_4/546-557.

10. Еришова Е.О. И.А. Гейм на службе русскому языку и российскому просвещению // Филология и человек. 2011. № 1. С. 47–56.
11. Камзолова Т.Н. Преподавание наук о Земле в Московском университете (XVIII – начало XIX в.) // Жизнь Земли. Т. 9. 1973. С. 248–263.
12. Летопись Московского университета. В 3-х т. Т. 1: 1755–1952 / Автор-составитель Е.В. Ильченко. М.: Изд-во МГУ, 2004. 624 с. (Серия «Архив Московского университета»).
13. Петров Ф.А. Немецкие профессора в Московском университете. М.: Христианское издательство, 1997. 180 с.
14. Птуха М.В. Очерки по истории статистики в СССР. Т. 2. I. Статистика в Академии наук, учёных обществах и учебных заведениях 1801–1863. II. Университетская статистика (государствование) в России 1801–1845. М.: Изд-во АН СССР, 1959. 476 с.
15. Савинский Д.В. Московский университет и статистическая наука // Очерки по истории статистики СССР. Сб. второй / Институт экономики АН СССР. М.: Госстатиздат, 1957. С. 50–60.
16. Скрыдлов А.Ю. Институционализация статистической науки в университетах Российской империи (конец XVIII – первая треть XIX вв.) // Genesis: исторические исследования. 2020. № 3. С. 24–38. DOI: 10.25136/2409-868X.2020.3.32372

#### REFERENCES

1. Andreyev, A.Yu., *1812 in the history of Moscow University* (Moscow: Publishing House of Moscow State University, 1998) (in Russian).
2. Andreyev, A.Yu., “Heim Ivan Andreyevich”, *Electronic resource «History of the Imperial Moscow University»* (<http://museum.guru.ru/personalii/articles/67/article.htm>) (in Russian).
3. Anuchin, D.N., *Selected geographical works* (Moscow: State Publishing House of Geographical Literature, 1949) (in Russian).
4. Barov-Vasilevich, D.A., Skvayrs, Ye.R., “Private library of Ivan Andreyevich Heim in the stock of the Department of Rare Books and Manuscripts of the Scientific Library of Moscow University”, *Voltaire Readings = Lectures Voltairiennes: a collection of scientific papers 5* (St. Petersburg: Rossiyskaya natsional'naya biblioteka, 2019) (in Russian).
5. Heim, I.A., *Review of the universal land description according to the newest division of states and lands*. Part 1 (Moscow: University printing house, 1817) (in Russian).
6. Heim, I.A., *Review of the universal land description according to the newest division of states and lands*. 2<sup>nd</sup> ed., corrected and greatly enlarged (Moscow: University printing house, 1819) (in Russian).
7. Heim, I.A. *The experience of statistics review of the main states, according to their current state* (Moscow: University Printing House, 1821) (in Russian).
8. Grinchenko, N.A., “Professor in the Russian censorship department in the first half of the 19<sup>th</sup> century”, *Proceedings of the St. Petersburg State University of Culture and Arts*. 2013. Part 1. Traditions and innovations in the book business. XVII Smirdinskiy Readings (in Russian).
9. Gushchin, A.I., Bryantseva, G.V., Dubinin, E.P., “Grigory Ivanovich Fischer von Waldheim and his Role in the Development of Natural Science in Russia”, *Zhizn Zemli [Life of the Earth]* **43** (4), 546–557 (2021) (in Russian, abstr. in English). DOI: 10.29003/m2518.0514-7468.2020\_43\_4/546-557.
10. Yershova, E.O., “I.A. Heim in the service of the Russian language and Russian enlightenment”, *Philology and man* **1**, 47–56 (2011) (in Russian).
11. Kamzolova, T.N., “Teaching of Earth Sciences at Moscow University (XVIII – early XIX century)”, *Zhizn Zemli [Life of the Earth]* **9**, 248–263 (1973) (in Russian).
12. Ilchenko, E.V. (compiled), *Chronicle of Moscow University*. In 3 vols. Vol. 1: 1755–1952 (Series “Archive of Moscow University”) (Moscow: Publishing House of Moscow State University, 2004) (in Russian).
13. Petrov, F.A., *German professors in Moscow University* (Moscow: Christian publishing house, 1997).
14. Ptukha, M.V., *Essays on the history of statistics in the USSR*. Vol. 2. I. Statistics in the Academy of Sciences, scientific societies and educational institutions 1801–1863. II. University Statistics (State Studies) in Russia 1801–1845 (Moscow: Publishing house of the USSR Academy of Sciences, 1959) (in Russian).
15. Savinsky, D.V., “Moscow University and Statistical Science”, *Essays on the History of Statistics of the USSR*. Collection 2 (Moscow: Gosstatizdat, 1957) (in Russian).
16. Skrydlov, A.Yu., “Institutionalization of statistical science in the universities of the Russian Empire (late 18<sup>th</sup> – first third of the 19<sup>th</sup> centuries)”, *Genesis: istoricheskiye issledovaniya* [Genesis: historical research] **3**, 24–38 (2020). DOI: 10.25136/2409-868X.2020.3.32372 (in Russian).

## РОЛЬ БОТАНИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ И.Н. ГОРОЖАНКИНА В ИЗУЧЕНИИ ФЛОРЫ СРЕДНЕЙ РОССИИ

К.А. Голиков\*

В 2024 г. исполняется 140 лет с начала экспедиций лаборатории Ботанического сада Московского университета под руководством профессора Ивана Николаевича Горожанкина по изучению среднерусской флоры. Прослежен историко-научный контекст исследования этого традиционного для Ботанического сада Московского университета объекта на протяжении XVIII – начала XXI веков. Показано, как долговременные целенаправленные полевые изыскания коллектива лаборатории Ботанического сада благодаря методологически единому подходу к организации программы изучения флоры бассейна р. Ока позволили не только расширить территориальный охват, выйдя за пределы сугубо Московской губернии, но и внести существенный вклад в разработку важной научной проблемы – познания феномена Окской флоры. Применённый Горожанкиным принцип системного исследования региональной флоры в конце XX века был успешно реализован учёными Ботанического сада Московского университета при изучении флоры Средней России.

**Ключевые слова:** Ботанический сад МГУ, И.Н. Горожанкин, история науки, флора, Средняя Россия.

**Ссылка для цитирования:** Голиков К.А. Роль ботанической лаборатории И.Н. Горожанкина в изучении флоры Средней России // Жизнь Земли. Т. 46, № 1. С. 113–121. DOI: 10.29003/m3780.0514-7468.2024\_46\_1/113-121.

Поступила 01.02.2024 / Принята к публикации 21.02.2024

## ROLE OF I.N. GOROZHANKIN'S BOTANICAL LABORATORY IN THE STUDY OF THE FLORA OF CENTRAL RUSSIA

K.A. Golikov, PhD

Lomonosov Moscow State University (Earth Science Museum)

2024 marks the 140<sup>th</sup> anniversary of the beginning of the expeditions of the laboratory of the Botanical Garden of Moscow University under the supervision of Professor Ivan Nikolaevich Gorozhankin to study the Central Russian flora. The historical and scientific context of the studies of this traditional object for the Botanical Garden of Moscow University during the 18<sup>th</sup> – early 21<sup>st</sup> centuries is traced. It is shown how the long-term targeted field research by the staff of the laboratory of the Botanical Garden has contributed to a methodologically unified approach to the organization of the program for studying the flora of the Oka River basin allowed not only to expand the territorial coverage, going beyond the purely Moscow region, but also to significantly contribute to the development of an important scientific problem, namely, the cognition of the phenomenon of the Oka River flora. Gorozhankin's principle of systemic research of regional flora was successfully implemented at the end of the 20<sup>th</sup> century by scientists of the Botanical Garden of Moscow University in the study of the flora of Central Russia.

\* Голиков Кирилл Андреевич – к.б.н., с.н.с., Музей землеведения МГУ; iris750@gmail.com.

**Keywords:** *Botanical Garden, Moscow University, I.N. Gorozhankin, history of science, flora, Central Russia.*

**For citation:** Golikov, K.A., "Role of I.N. Gorozhankin's Botanical Laboratory in the study of the flora of Central Russia", *Zhizn Zemli [Life of the Earth]* 46, no 1, 113–121 (2024) (in Russ., abstract in Engl.). DOI: 10.29003/m3780.0514-7468.2024\_46\_1/113-121.

**Введение.** Средняя полоса – один из пяти крупных регионов, образующих природное, социально-экономическое, историческое и культурное многообразие пространства Европейской России [26]. Этот регион с «*богатой и разнообразной флорой ... и классическими ботаническими школами*» [30, с. 8] издавна привлекал внимание исследователей. Аннотированная библиография трудов по его флоре включает 3627 источников – от первых публикаций XVIII в. до конца XX столетия. С учётом четырёх дополнений и двух изданий на электронных носителях [14] этот «*наиболее полный информационный массив по среднерусской флоре*», по оценке отечественного историка науки И.М. Калининко, является сегодня «*основной библиографической сводкой по флоре Средней России*» [13, с. 80].

Она охватывает территории в современных административных границах 27 субъектов Российской Федерации – Центрального Черноземья и Среднего Поволжья (четырёх республик – Марий Эл, Мордовия, Татарстан и Чувашия), а также Белгородской, Брянской, Владимирской, Воронежской, Ивановской, Калужской, Костромской, Курской, Липецкой, Нижегородской, Орловской, Пензенской, Рязанской, Самарской, Саратовской, Смоленской, Тамбовской, Тверской, Тульской, Ульяновской, Ярославской, Московской областей и г. Москва.

Московский регион является наиболее исследованным во флористическом отношении. Отечественными ботаниками предложена периодизация истории изучения его растительного покрова на протяжении двух столетий – с 1771 по 1970 г.: начальный (1771–1828 гг.), флористический (1828–1866 гг.), ботанико-географический (1866–1917 гг.), современный (1917–1970 гг.). Рубежными вехами авторы обзора предлагают считать «*крупные “Московские флоры”, подытоживающие предшествующую работу и служащие отправной точкой для последующих исследований*» [10, с. 15]: И.А. Двигубского [11], Н.Н. Кауфмана [15], Д.П. Сырейщикова [27].

В успех работы последнего – хранителя Гербария Московского университета в 1918–1932 гг. и создателя Ботанической иконотеки (при этом не имевшего специального ботанического образования), изданной «*на высшем научном уровне*» и представляющей «*большой шаг вперёд по сравнению с “Флорой” Н.Н. Кауфмана*» [10, с. 15, 39–40], значительный вклад внёс её редактор – ученик Кауфмана А.Н. Петунников, чей «*Критический обзор московской флоры*» (1896–1901), по оценке В.Н. Тихомирова и др., представляет «*исключительную ценность*» [30, с. 19].

**Изучение флоры и растительности Европейской России** – традиционное направление научных изысканий Ботанического сада Московского университета [7]. Ещё до приобретения университетом в 1805 г. в качестве ботанического сада одного из московских аптекарских огородов возглавлявшие его в XVIII в. немецкие ботаники внесли заметный вклад в исследование московской флоры [23].

Приглашённый из Лейпцигского университета доктор медицины Трауготт Гербер (1709/10–1743) по заключении в 1735 г. четырёхлетнего контракта (затем продлённого ещё на три года) [28] не только собрал гербарий местной флоры, но и организовал медико-ботанические экспедиции для изучения растений в окрестностях Москвы, а также бас-

сейна Волги и Дона. Впоследствии материалы рукописных трудов Гербера (написанные на латыни): «Московская флора» (1736) – аннотированный список, содержащий около 400 видовых названий растений, «Волжская флора» (1739) и «Донская флора» (1742) отчасти послужили И. Амману для составления первой сводной флоры России – «*Stirpium rariorum in imperio Rutheno sponte provenientium icones et descriptiones*» («Изображения и описания редких растений, дико произрастающих в Российской империи»).

Первой попыткой обобщить сведения о подмосковной флоре стали труды Фридриха Христиана Стефана (1757–1814) – доктора медицины, философии и права, профессора химии и ботаники Московского медико-хирургического училища, в 1876 г. возглавившего Аптекарский огород. Как и Гербер, Стефан вёл флористические исследования, особое внимание уделяя флоре Центральной России. Его перу принадлежит первый напечатанный «Список растений Московской губернии» («*Enumeratio stirpium agri mosquensis*», 1792), содержащий перечень 860 видов растений с указанием их местонахождений и сроков цветения, а также «Список растений, дикорастущих и культивируемых в окрестностях Москвы» («*Nomina plantarum, quas alit ager Mosquensis et hortus privatus*», 1804).

«Наиболее важной работой по московской флоре» этого периода [10, с. 22] стал составленный в 1826 г. Михаилом Александровичем Максимовичем (1804–1873) – учеником и преемником Георга Франца Гофмана на посту директора университетского Ботанического сада (1826–1834) – «Список растений московской флоры» [18], содержащий краткую справку об истории её изучения. При подготовке данного труда, во многом послужившего основой для первой русскоязычной «Московской флоры» И.А. Двигубского (ординарного профессора кафедры ботаники в 1827–1833 гг. и ректора в 1826–1833 гг. Московского университета), Максимович по заданию университета в 1824–1825 гг. посетил все уезды Московской губернии для поиска растений.

Как подчёркивает В.В. Алёхин – основатель (1929) кафедры геоботаники в Московском университете (с 2019 г. – экологии и географии растений), если «Московская флора» Двигубского представляет собой «чисто формальное перечисление видов», то «Флора» Кауфмана является первой флорой «критического характера в России» [6, с. 270]. Эта докторская диссертация Николая Николаевича Кауфмана (1834–1870) – директора Ботанического сада Московского университета в 1865–1870 гг., возглавлявшего кафедру морфологии и систематики растений в 1863–1870 гг., содержала ботанико-географический очерк Московской губернии с описанием феномена «Окской флоры» – присутствия в долине р. Ока свиты южных степных видов.

Труд Кауфмана, в котором он впервые выдвинул новое направление – ботанико-географическое, дал импульс изучению флоры соседних губерний в конце 1870–1880-х гг. Его ученик Иван Николаевич Горожанкин (1848–1904) – глава кафедры морфологии и систематики растений (в 1875–1904 гг.), ординарный профессор (с 1885 г.) и директор Ботанического сада (в 1874–1902 гг.) основал в Московском университете сравнительно-морфологическую школу ботаников и создал онто-филогенетическое направление в отечественной морфологии растений. В то же время получили развитие флористические и, в особенности, ботанико-географические исследования, что В.В. Алёхин объяснял «широтой взглядов и крайней разносторонностью» своего учителя И.Н. Горожанкина, характеризуя его время как «расцвет ботаники в Московском университете и формирование многочисленных кадров» [6, с. 272].

**Вклад И.Н. Горожанкина и его учеников в изучение Окской флоры.** Согласно второму общему университетскому Уставу, утверждённому в контексте реформ в России в 1863 г., на естественных и медицинских факультетах впервые предусматривались

расходы на содержание при университетах лаборатории для проведения практических занятий. Благодаря открытию по инициативе Горожанкина в Ботаническом саду в 1883 г. исследовательской лаборатории, оснащённой по современным стандартам, появилась возможность осуществления комплексных исследований. В лаборатории, ставшей базой «горожанкинской» научной школы ботаников, разместились библиотека и университетский гербарий, которым Иван Николаевич заведовал в 1875–1887 гг.

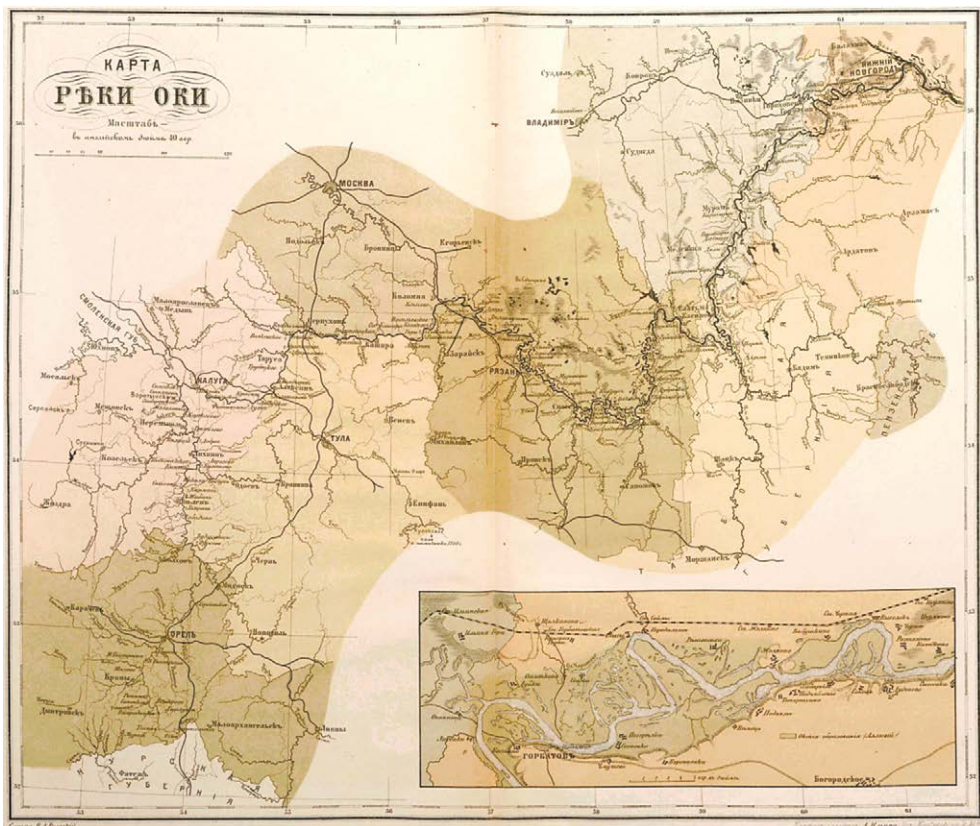
Биографы Горожанкина отмечают его *«скрупулёзный стиль научной работы, исключительное трудолюбие»* [5, с. 10]. По свидетельству ученика Горожанкина К.И. Мейера, *«значение его в истории русской ботаники трудно переоценить»* [21, с. 7]. При этом роль организованных Иваном Николаевичем экспедиций (экскурсий) лаборатории Ботанического сада Московского университета по исследованию средне-русской флоры остаётся малоизученной.

Хотя Горожанкина, как и Кауфмана, привлекала флора заливных лугов Оки, приоритетным для его команды объектом изучения стала флора остепнённых прибрежных участков в среднем течении Оки, резко выделявшихся во всём Подмосковье. Значение известняков как фактора флористического разнообразия в 1880 г. было акцентировано учеником Ивана Николаевича Д.А. Кожевниковым и В.Я. Цингером в «Очерке флоры Тульской губернии». МОИП (вице-президентом которого Горожанкин являлся в 1894–1901 гг.), объявил конкурс на соискание премии Фишера фон Вальдгейма, темой которого стал сбор данных и материалов для объяснения особенностей флоры известняков по берегам Оки.

С этой целью в 1884 г. под руководством Горожанкина были организованы флористические и ботанико-географические экспедиции (экскурсии) лаборатории Ботанического сада. На протяжении ряда лет, последовательно разбив территорию по течению Оки на участки (**рис. 1**), Горожанкин не только осуществлял общее руководство, но лично совершил экскурсии как по Московской, так и по Тульской, Рязанской и Калужской губерниям [4]. По воспоминаниям известного агрохимика Д.Н. Прянишникова, *«Горожанкин устраивал многодневные экскурсии для изучения окской флоры, ночевал вместе с нами в крестьянских избах и на сеновалах, вообще держал себя с нами по-товарищески, как ни один из профессоров того времени»* [24, с. 80].

Так, в 1887 г. А.П. Артари и К.А. Космовский изучали флору берегов Оки от её истоков до Орла, а М.И. Голенкин и С.Н. Милютин – в бывших Лихвинском и Перемышльском уездах Калужской губернии, малоисследованных во флористическом отношении. А.И. Шингарёв работал в 1889 г. между Калугой и Тарусой, тогда как побережья Оки от Серпухова до Коломны сотрудники лаборатории обследовали в 1885–1889 гг. при непосредственном руководстве Горожанкина. Прибрежную флору между Рязанью и Спаском, а также между Касимовым и Елатьмой Милютин изучал в 1891 г. Наконец, под Муромом работал Артари (в 1887–1888 гг.).

Результаты обследования Горожанкиным Московской губернии [9] стали важным флористическим источником. Список новых и редких видов подмосковных растений, а также поправки к этой работе Горожанкина содержит публикация [22] Сергея Николаевича Милютина (1864–1915) – флориста и фитоценолога, с 1888 г. – Учёного хранителя Гербария. В статье «Материалы по флоре известняков р. Оки», вошедшей в 1890 г. в первый выпуск сборника «Материалы к познанию фауны и флоры Российской империи» [19, с. 95–167], он одним из первых выдвинул гипотезу происхождения окской флоры, связав формирование оазисов степных видов в Нечерноземье с заносом их семян течением реки.



**Рис. 1.** Карта реки Ока. 1880 г. [34]  
**Fig. 1.** Map of the Oka River in 1880 [34].

Публикации других учеников Ивана Николаевича также вошли в этот сводный труд. «Ботанико-географический очерк западной части Пензенской губернии и список дикорастущих в ней семенных и высших споровых растений» [19, с. 3–92] Константина Адамовича Космовского, содержащий перечень из 850 видов, подытоживал результаты его обследований 1887–1889 гг. По мнению Горожанкина, «хороший вклад в литературу по флоре Средней России» представляла статья «Материалы для флоры юго-восточной части Калужской губернии» [19, с. 171–231] Михаила Ильича Голенкина (впоследствии – его преемника на кафедре (в 1904–1930 гг.) и в Ботаническом саду (в 1902–1930 гг.)). Иван Николаевич с удовлетворением отмечал, что «во всех многочисленных экскурсиях, которые были предприняты от Лаборатории сада в 1884, 1885 и 1886 гг., Голенкин был самым ревностным учеником» [3, л. 5–5 об.].

Оценивая значение экскурсий ботанической лаборатории Горожанкина, В.В. Алёхин отмечал, что они способствовали не только приращению флористических знаний, но также «формированию кадров и сближению молодых начинающих ботаников» [6, с. 272]. В этих экскурсиях участвовали и другие ученики Горожанкина, в т. ч. Семён Иванович Ростовцев и Владимир Митрофанович Арнольди (1871–1924), который в 1898 г. стал зятем Горожанкина и впоследствии основал в Харькове научную школу альгологов.

В третьем выпуске «Материалов к познанию фауны и флоры Российской империи» (1899) опубликованы статьи Д.И. Литвинова «Об Окской флоре в Московской губернии» [20, с. 1–34], а также результаты обследования Владимирской губернии Бориса Алексеевича Федченко (1872–1947) и Александра Фёдоровича Флёрова (1872–1960), впоследствии ревизовавшего материалы по окской флоре [32]. Развивая ботанико-географическое направление, они опубликовали первое в России методическое пособие по изучению растительности [31] и руководили ботаническими исследованиями Переселенческого управления.

Ученик Горожанкина Петр Феликсович Маевский (1851–1892) – морфолог растений, флорист-систематик, натуралист, в 1889 г. в качестве редактора подготовил второе издание «Московской флоры...» Кауфмана с учётом авторских заметок, диагнозов и примечаний на гербарных этикетках [12]. Эта публикация, наряду с содержащим обобщённые данные о распространении и экологических особенностях почти 1750 видов «Сборником сведений о флоре Средней России» [33] В.Я. Цингера (1836–1907) – профессора кафедры чистой математики, декана физико-математического факультета и создателя геометрической школы Московского университета, являвшего «замечательный пример ботаника-самоучки» [9, с. 271], который увлёкся лекциями Кауфмана по ботанике, легли в основу «Флоры Средней России» Маевского. Задуманный как общедоступный отечественный учебный определитель растений, потребность в котором настоятельно ощущалась, этот классический труд увидел свет в 1892 г. и с тех пор выдержал 11 изданий (с 7-го по 9-е – «Флора средней полосы европейской части СССР») [17], в подготовке которых участвовали ведущие флористы своего времени: С.И. Коржинский, Б.А. Федченко, Д.И. Литвинов, В.Л. Комаров, Б.К. Шишкин, В.Н. Тихомиров, А.К. Скворцов и др. По оценке В.В. Алёхина, «Маевский выполнил для всей Средней России то, что Кауфман сделал для Московской губернии» [6, с. 272].

**Заключение.** Хотя к началу XX в. экскурсии лаборатории Ботанического сада Московского университета практически сошли на нет, превратившись в традиционные прогулки, в своё время они стали важной вехой в изучении окской флоры Средней России. Благодаря применённому Горожанкиным методологически единому подходу к организации исследовательской программы удалось не только расширить территориальный охват, выйдя за пределы сугубо Московской губернии, но и внести существенный вклад в разработку важной научной проблемы – познания феномена Окской флоры.

Целенаправленное, системное исследование среднерусской флоры коллективом лаборатории Ботанического сада, организованное И.Н. Горожанкиным по единой программе и методике, впоследствии, в 1960–1970-х гг. было осуществлено под руководством Вадима Николаевича Тихомирова (1932–1998) – флориста, морфолога, систематика, специалиста в области охраны растений, возглавлявшего кафедру высших растений (в 1976–1998 гг.) и Ботанический сад (в 1967–1987 гг.). В начале 1970-х гг. одним из перспективных направлений развития научных исследований Ботанического сада МГУ становится изучение флоры и растительности (региональные исследования) – для рационального использования растительных ресурсов в связи с проблемами загрязнения биосферы, обеспечения населения питанием, охраны природы, сохранения планетарного генофонда [2].

Эта программная установка нашла выражение в проблематике изучения природных ресурсов [1], а также флоры и растительности Европейской части СССР. Поэтому с 1968 г. под руководством В.Н. Тихомирова были организованы экспедиции Ботанического сада по изучению флоры Окско-Клязьминского междуречья (на первом



этапе – Рязанской Мещёры) [29], результатом которых стала обобщающая сводка [8], удостоенная в 1977 г. второй премии МОИП.

В 1983 г. на основной территории Ботанического сада на Ленинских горах началось формирование экспозиции участка флоры Средней России с целью сохранения в условиях культуры генофонда редких и исчезающих растений этого региона [7], в т. ч. занесённых в Красные книги [25] – как региональные, так и в «Красную книгу Российской Федерации» (2008). Одним из её главных редакторов стал Владимир Сергеевич Новиков (1940–2016), возглавлявший Ботанический сад в 1988–2016 гг. и курировавший флористические исследования на территории этого макрорегиона [16]. Ботанический сад МГУ является ведущим по региону центра европейской части России в комиссии по редким видам при Совете ботанических садов.

Таким образом, экскурсии лаборатории Ботанического сада Московского университета под руководством профессора И.Н. Горожанкина благодаря качественно иному уровню организации исследований по сравнению с предыдущим периодом, когда преобладал индивидуальный научный интерес, заложили основу комплексного изучения флоры Средней России на перспективу. Применённый Горожанкиным принцип методологически единого коллективного исследования позволил ставить и разрешать масштабные научные задачи. Впоследствии долговременные целенаправленные системные научные изыскания среднерусской флоры успешно развивали преемники Ивана Николаевича на посту директора Ботанического сада Московского университета – старейшего научного ботанического учреждения России.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Архив МГУ. Ф. 56. Оп. 1 (2) Д. 399. Л. 1–9.
2. Архив МГУ. Ф. 56. Оп. 1 (2). Д. 403.
3. Центральный Государственный Архив города Москвы (ЦГАМ). Ф. 418. Оп. 56. Д. 417.
4. ЦГАМ. Ф. 418. Оп. 59. Д. 3.
5. Алексеев Л.В., Калесник Е.В. Иван Николаевич Горожанкин. 1848–1904. М.: Наука, 1998. 208 с.
6. Алёхин В.В. Флористика и систематика растений, ботаническая география и фитоценология в Московском университете // Учёные записки Моск. гос. ун-та. Юбилейная серия. 1940. Вып. 54: Биология. С. 269–287.
7. Ботанический сад Биологического факультета Московского университета. 1706–2011: первому научному ботаническому учреждению России 305 лет. М.: Тов-во научных изданий КМК, 2012. 352 с.
8. Водолазская Н.Н., Губанов И.А., Киселёва К.В., Новиков В.С., Октябрёва Н.Б., Тихомиров В.Н. Конспект флоры Рязанской Мещёры / Под ред. В.Н. Тихомирова. М.: Лесная промышленность, 1975. 326 с.
9. Горожанкин И.Н. Материалы для флоры Московской губернии // Bull. Soc. Nat. Moscou. 1888. № 2. С. 349–372.
10. Губанов И.А., Старостин Б.А., Тихомиров В.Н. Флора и растительность Московской области (История изучения и аннотированная библиография). М.: Изд-во Моск. ун-та, 1972. 288 с.
11. Двигубский И. Московская флора, или описание растений, дикорастущих в Московской губернии. М.: Унив. тип., 1828. 578 с.
12. Калиниченко И.М. Пётр Феликсович Маевский (14(26).06.1851–14(26).04.1892) (к 160-летию со дня рождения) // Ботанический журнал. 2012. Т. 97, № 5. С. 684–691.
13. Калиниченко И.М. Вадим Николаевич Тихомиров как библиограф, биограф, редактор (к 85-летию со дня рождения) // Бюл. МОИП. Отд. биол. 2018. Т. 123. Вып. 1. С. 79–81.
14. Калиниченко И.М., Щербаков А.В., Тихомиров В.Н., Новиков В.С. Флора Средней России: Аннотированная библиография. 1768–2015 гг. М., 2017. 622 с.
15. Кауфман Н. Московская флора, или описание высших растений и ботанико-географический обзор Московской губернии. М.: Издание книгопродавца А.И. Глазунова, 1866. 737 с.

16. Киселёва К.В., Майоров С.Р., Новиков В.С. Флора средней полосы России: Атлас-определитель / Под ред. проф. В.С. Новикова. М.: ЗАО «Фитон+». 2010. 544 с.
17. Маевский П.Ф. Флора Средней России: Иллюстрированное руководство к определению среднерусских цветковых растений. М.: Изд. Барановской, 1892. XVIII. 596 с.; 11-е изд. М., 2014.
18. Максимович М. Список растений московской флоры // Новый магазин естеств. истории, физики, химии и сведений экономических, изд. И. Двигубским. М., 1826. Ч. 2, № 3. С. 203–224.
19. Материалы к познанию фауны и флоры Российской империи. Отд. ботан. Вып. 1. М.: МОИП, 1890. 233 с.
20. Материалы к познанию фауны и флоры Российской империи. Отд. ботан. Вып. 3. М.: МОИП, 1899. 283 с.
21. Мейер К.И. Иван Николаевич Горожанкин и его роль в развитии русской ботаники (1848–1904) // Замечательные учёные Московского университета. № 38. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1966. 96 с.
22. Милютин С.Н. Некоторые дополнения к флоре Московской губернии // Bull. Soc. Nat. Moscou. 1888. № 3. С. 549–560.
23. Петров В.А. Первые этапы развития ботаники в Московском университете // Учён. зап. Моск. гос. ун-та. Юбил. серия. 1940. Вып. 54: Биология. С. 259–268.
24. Прянишников Д.Н. Мои воспоминания. 2-е изд. М.: Сельхозгиз, 1957. 336 с.
25. Растения Красной книги России в коллекциях ботанических садов и дендрариев / Ю.Н. Горбунов, М.Л. Орленко (сост.). Отв. ред. А.С. Демидов. Тула: «Гриф и К». 2005. 144 с.
26. Современная Россия: географическое описание нашего отечества. Европейская Россия и Урал: в 2 кн. Кн. 2. Регионы Европейской России и Урала / Отв. ред. В.М. Котляков, А.П. Зырянов. М.: Паулсен, 2021. 576 с.
27. Сырейшиков Д.П. Иллюстрированная флора Московской губернии / Под ред. А.Н. Петуникова. Ч. I. М., 1906. 195 с.; Ч. II. М., 1907. 446 с.; Ч. III. М., 1910. 399 с.; Ч. IV. Дополнения, поправки и критические замечания. М., 1914. 197 с.
28. Сытин А.К. Трауготт Гербер – исследователь Московской, Волжской и Донской флор // От кунсткамеры к травопознанию. Развитие ботаники в России в первой половине XVIII века / Сост. А.К. Сытин, Д.Д. Сластунов; отв. ред. А.К. Сытин. СПб: Келлер, 2022. С. 209–244.
29. Тихомиров В.Н. Флора Мещёры. Принципы и программа // Материалы по флоре и растительности Окско-Клязьминского междуречья. М., 1971. С. 4–6.
30. Тихомиров В.Н., Губанов И.А., Калинин И.М., Лозарь Р.А. Флора Средней России. Аннотированная библиография / Под ред. В.Н. Тихомирова. М.: Рус. университет, 1998. 199 с.
31. Федченко Б.А., Флёров А.Ф. Пособие по изучению растительных сообществ средней России. М.: М. и С. Сабашниковы, 1902. 184 с.
32. Флёров А.Ф. Окская флора [В 4 ч.] // Труды СПб. Ботанического сада. Т. 27. Вып. 1–3. СПб: 1906–1910.
33. Цингер В.Я. Сборник сведений о флоре Средней России. М.: Унив. тип. (М.: Катков и К°, 1885). 520 с.
34. Карта реки Ока 1880 г. ([https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7d/Karta\\_reki\\_Oka\\_1880.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7d/Karta_reki_Oka_1880.jpg)).

#### REFERENCES

1. *Arkhiv MGU* [MSU Archive]. F. 56. Op. 1 (2). D. 399 (in Russian).
2. *Arkhiv MGU* [MSU Archive]. F. 56. Op. 1 (2). D. 403 (in Russian).
3. *Central State Archives of Moscow*. F. 418. Op. 56. D. 417 (in Russian).
4. *Central State Archives of Moscow*. F. 418. Op. 59. D. 3 (in Russian).
5. Alekseyev, L.V., Kalesnik, E.V., *Ivan Nikolaevich Gorozhankin. 1848–1904* (Moscow: Nauka, 1998) (in Russian).
6. Alekhin, V.V., “Floristics and systematics of plants, Botanical geography and Phytocenology at the Moscow University”, *Uchenye zapiski Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta. Yubileynaya seriya* 54, 269–287 (1940) (in Russian).
7. *Botanical Garden of the Faculty of Biology of Moscow University. 1706–2011: the first scientific botanical institution in Russia is 305 years old* / Eds.: V.S. Novikov et al. (Moscow: KMK, 2006) (in Russian).

8. Vodolazskaya, N.N., Gubanov, I.A., Kiselyova, K.V., Novikov, V.S., Oktyabryova, N.B., Tikhomirov, V.N., *Synopsis of the flora of the Ryazan Meschera* (Moscow: Lesnaya promyshlennost', 1975) (in Russian).
9. Gorozhankin, I.N., "Materials for the flora of the Moscow province", *Bull. Soc. Nat. Moscow* **2**, 349–372 (1888) (in Russian).
10. Gubanov, I.A., Starostin, B.A., Tikhomirov, V.N., *Flora and vegetation of the Moscow region (History of study and annotated bibliography)* (Moscow: MGU, 1972) (in Russian).
11. Dvigubsky, I., *Moscow flora, or a description of plants growing wild in the Moscow province* (Moscow: Universitetskaya tipografiya, 1828) (in Russian).
12. Kalinichenko, I.M., "Pyotr Felixovich Mayevsky (14(26).06.1851–14(26).04.1892) (to the 160<sup>th</sup> anniversary of his birth)", *Botanicheskiy zhurnal* **97** (5), 684–691 (2012) (in Russian).
13. Kalinichenko, I.M., "Vadim Nikolaevich Tikhomirov as a bibliographer, biographer, editor (on the 85<sup>th</sup> anniversary of his birth)", *Bull. MOIP* **123** (1), 79–81 (2018) (in Russian).
14. Kalinichenko, I.M., Scherbakov, A.V., Tikhomirov, V.N., Novikov, V.S., *Flora of Central Russia. Annotated bibliography. 1768–2015* (Moscow, 2017) (in Russian).
15. Kaufman, N., *Moscow flora, or a description of higher plants and a botanical and geographical overview of the Moscow province* (Moscow, 1866) (in Russian).
16. Kiselyova, K.V., Mayorov, S.R., Novikov, V.S., *Flora of Central Russia: Atlas-determinant* (Moscow: Fiton+, 2010) (in Russian).
17. Mayevsky, P.F., *Flora of Central Russia: An illustrated guide to the definition of Central Russian flowering plants* (Moscow: Baranovskaya, 1892) (in Russian).
18. Maximovich, M., "List of plants of the Moscow flora", *Novyi magazin estestvennoy istorii, fiziki, himii i svedeniy ekonomicheskikh, izdavaemyi I. Dvigubskim* **2** (3), 203–224 (1826) (in Russian).
19. *Materials for the knowledge of the fauna and flora of the Russian Empire. Dept. Botan.* **1** (Moscow: MOIP, 1890) (in Russian).
20. *Materials for the knowledge of the fauna and flora of the Russian Empire. Dept. Botan.* **3** (Moscow: MOIP, 1899) (in Russian).
21. Meyer, K.I., "Ivan Nikolaevich Gorozhankin and his role in the development of Russian botany (1848–1904)", *Wonderful scientists of Moscow University* **38** (Moscow: MSU, 1966) (in Russian).
22. Milyutin, S.N., "Some additions to the flora of the Moscow province", *Bull. Soc. Nat. Moscow* **3**, 549–560 (1888) (in Russian).
23. Petrov, V.A., "First stages of botany development at Moscow University", *Uchenye zapiski Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta. Yubileynaya seriya* **54**, 259–268 (1940) (in Russian).
24. Pryanishnikov, D.N., *My memories. 2<sup>nd</sup> ed.* (Moscow: Sel'khozgiz, 1957) (in Russian).
25. *Plants from the Red Book of Russia in collections of botanical gardens and arboretums*. Comp. by Y.N. Gorbunov, M.L. Orlenko. Ed. by A.S. Demidov (Tula: Grif i K, 2005) (in Russian).
26. *Modern Russia: a geographical description of our Fatherland. European Russia and the Urals: in 2 books. B. 2. Regions of European Russia and the Urals*. Ed. by V.M. Kotlyakov, A.P. Zyryanov (Moscow: Paulsen, 2021) (in Russian).
27. Syreyshikov, D.P., *Illustrated flora of the Moscow province*. Ed. by A.N. Petunnikov. Part I (Moscow, 1906); Part II (Moscow, 1907); Part III (Moscow, 1910); Part IV (Moscow, 1914) (in Russian).
28. Sytin, A.K., "Traugott Gerber – researcher of the Moscow, Volga and Don flora", *Ot kumstkamery k travopoznaniyu. Razvitie botaniki v Rossii v pervoy polovine XVIII veka*. Ed. by A.K. Sytin (209–244) (St. Petersburg: Keller, 2022) (in Russian).
29. Tikhomirov, V.N., "Flora of Meschera. Principles and program", *Materialy po flore i rastitel'nosti Oksko-Kljaz'minskogo mezhdurech'ya 4–6* (1971) (in Russian).
30. Tikhomirov, V.N., Gubanov, I.A., Kalinichenko, I.M., Lozar, R.A., *Flora of Central Russia. Annotated bibliography*. Ed. by V.N. Tikhomirov (Moscow: Russkiy universitet, 1998) (in Russian).
31. Fedchenko, B.A., Fleurov, A.F., *Handbook on the study of plant societies in Middle Russia* (Moscow: M. & S. Sabashnikovy, 1902) (in Russian).
32. Fleurov, A.F., "Flora of Oka" [In 4 parts], *Trudy SPb Botanicheskogo sada* **27** (1–3), 1–788 (St. Petersburg: 1906–1910) (in Russian).
33. Zinger, N.V., *Collection of information about the flora of Central Russia* (Moscow, 1885) (in Russian).
34. *Map of the Oka River in 1880* ([https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7d/Karta\\_reki\\_Oka\\_1880.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7d/Karta_reki_Oka_1880.jpg)).

---

---

## ХРОНИКА. СОБЫТИЯ

---

---

**Итоги «Года В.И. Вернадского» в научно-образовательном сообществе. Расширенное заседание Комиссии РАН по изучению наследия выдающихся учёных.**

**Results of the «Year of V.I. Vernadsky» in the scientific and educational community. Extended meeting of The RAS Commission for the Study of the Legacy of Outstanding Scientists.**

В XXI веке в научно-образовательном сообществе наблюдается очередной виток усиления интереса к научному наследию В.И. Вернадского, истории научных школ, личностей и организаций, связанных с деятельностью его учеников и последователей. На пути к новому этапу изучения и осмысления наследия В.И. Вернадского можно говорить о тенденции к единению его последователей – формированию своеобразного сообщества «вернадистов», постановке ими потенциально оригинальных междисциплинарных исследований, углублению представителей нового поколения учёных в историю науки на уровне конкретных школ, групп, научно-образовательных направлений, созданных ранее учениками и последователями В.И. Вернадского. Сегодня оплотом «вернадизма» как фундаментального диалога человечества с природой (прежде всего с системой геосфер планеты и более широко – в космоглобалистическом плане) становятся университеты, что логически связано с их миссией. Развивая настоящий университет, мы исходим из концепции синтеза естественнонаучного, технического и гуманитарного знания, примата фундаментальных исследований и новейших образовательных технологий в целях формирования целостной и гармоничной картины мира современного человека – сотворческого участника глобального процесса формирования ноосферы и обеспечения гармоничного развития планетарной системы. При этом университеты являются интеллектуальными центрами конкретных регионов по разработке актуальных направлений, импульс развития которых задан В.И. Вернадским, его учениками и последователями. Особый признак настоящего университета – повышенное внимание к изучению истории науки и популяризации научного знания, экологическому просвещению и развитию музейного дела – тем направлениям, которые неизбежно ассоциируются с именем Владимира Ивановича.

Особое значение при этом приобретают межрегиональные научно-просветительские проекты, связанные с наследием В.И. Вернадского и его учеников, вовлекающие в среду научного творчества новое поколение исследователей, продвигающие идеи «Приютинского братства». Последние годы такие проекты активно организуются в сотворчестве с МГУ имени М.В. Ломоносова институтами РАН, университетами – членами Ассоциации «Объединённый университет имени В.И. Вернадского», беспрецедентно сплотившей под именем выдающегося учёного более 15 организаций в научно-образовательном пространстве. Именно на этой почве

последние годы всё активнее произрастают оригинальные мобильно-сетевые проекты – экспедиционные, музейные. В частности, в формате научно-просветительской экспедиции «Флотилия плавучих университетов» (вспомним, что исторически философия и практика «плавучих университетов» корнями уходят в т. ч. к В.И. Вернадскому и активно внедрялись им и его последователями) развиваются проекты «Плавучий университет В.И. Вернадского» и «Плавучий эковолонтерский отряд “Вернадский”». Зарождается проект «Геоэкопарк В.И. Вернадского» как научно-просветительский полигон и геоэкотуристическая система. Появляются первые результаты работы проекта «Коэволюция геосфер» в пространстве университетского «молодёжного музея».

Теория и практика подобных междисциплинарных оригинальных проектов стали магистральной темой заседания Комиссии Российской Академии наук по изучению научного наследия выдающихся учёных, которое состоялось 24 декабря 2023 г. на ВДНХ (павильон 75) и стало итоговым мероприятием в год 160-летия со дня рождения академика В.И. Вернадского.

В заседании приняли участие более 80 человек, среди которых руководители и члены Комиссии РАН по изучению научного наследия выдающихся учёных, академики и члены-корреспонденты РАН, руководители, сотрудники и учащиеся научных и образовательных организаций Москвы, Тамбова, Саратова и других регионов (рис. 1). Заседание комиссии интегрировано в каскад мероприятий «Международной выставки-форума “Россия”» и приурочено к «Дням Тамбовской области». Как известно, именно с Тамбовским краем связаны многие события истории научной династии Вернадских, и сегодня здесь развивается один из ключевых регионов – инициаторов кооперации российских учёных для совместной работы по сохранению и развитию научного наследия В.И. Вернадского, увековечиванию памяти о нём.

Участники Заседания комиссии РАН обсудили вопросы глобальной безопасности, а также вопросы будущего науки в свете идей В.И. Вернадского. Кроме того, представлен опыт системы образования на примере конкретных организаций в реализации научных и образовательных мероприятий по проблемам устойчивого развития и экологической безопасности. Открыл заседание председатель комиссии РАН по изучению научного наследия



**Рис. 1.** Участники заседания Комиссии РАН по изучению научного наследия выдающихся учёных. Фото М.П. Игнатовой.

**Fig. 1.** Participants of the meeting of The RAS Commission for the Study of the Legacy of Outstanding Scientists. Photo by M.P. Ignatova.

выдающихся учёных чл.-корр. РАН Ю.М. Батулин (Институт истории естествознания и техники РАН, г. Москва) – доктор юридических наук, профессор, летчик-космонавт, Герой России, который после приветственных слов сделал доклад «Вопросы будущего науки в аспекте идей академика В.И. Вернадского».

Обстоятельный доклад «Деятельность секции В.И. Вернадского Комиссии РАН по изучению научного наследия выдающихся учёных в 2023 г.» представил заместитель председателя Комиссии РАН, ректор Тамбовского ГТУ, профессор РАН М.Н. Краснянский. Докладчик особо отметил развивающиеся проекты, направленные на вовлечение молодёжи в исследовательскую работу, в научную деятельность, развивающую идеи В.И. Вернадского – научно-просветительская экспедиция «Плавучий университет В.И. Вернадского», научно-образовательные музейные центры и выставки, которые реализованы на самых разных площадках в Тамбове и в Москве, а также научно-популярный фильм «Братство научного творчества» и «Полевая геоэкологическая школа». «Эти проекты позволяют объединить школьников, студентов, молодых учёных в рамках изучения и продвижения научного наследия Вернадского» – заключил М.Н. Краснянский<sup>1</sup>.

Ряд выступлений содержал подробное изложение конкретного опыта воплощения и развития идей В.И. Вернадского в научно-образовательных организациях: директор ГЕОХИ РАН, чл.-корр. РАН Р.Х. Хамизов (г. Москва) – «Деятельность ФГБУН Ордена Ленина и Ордена Октябрьской Революции Института геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН по реализации и продвижению научных идей академика В.И. Вернадского в 2023 г.»; министр образования и науки Тамбовской области Т.П. Котельникова – «Опыт и результаты Тамбовской области в реализации научных и образовательных мероприятий по проблемам устойчивого развития и глобальной безопасности»; начальник отдела организации и методического обеспечения работы с талантливой молодёжью Управления по работе с талантливой молодёжью, председатель Совета Студенческого союза ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» (г. Москва) Зимакова Екатерина Игоревна – «Проекты молодёжного сотрудничества в рамках Научно-образовательных консорциумов «Вернадский».

Также на заседании выступили генеральный директор Неправительственного экологического фонда имени В.И. Вернадского, исполнительный директор РЭА О.В. Плямина, ведущий научный сотрудник Института истории естествознания и техники имени С.И. Вавилова РАН, биограф В.И. Вернадского Г.П. Аксёнов и др.

Традиционно заседание Комиссии РАН является площадкой обсуждения перспектив сотрудничества учёных и организаций, зарождения новых оригинальных идей и междисциплинарных проектов. В частности, здесь состоялось подписание договора о научно-техническом сотрудничестве ГЕОХИ имени В.И. Вернадского РАН и Тамбовского ГТУ.

Комиссия совместно с Ассоциацией «Объединённый университет В.И. Вернадского» и Неправительственным экологическим фондом В.И. Вернадского организовала ряд мероприятий в год 160-летия со дня рождения учёного. Однако основная задача установочного периода – выработка принципов и механизмов дальнейшей работы. Важным моментом, безусловно, является развитие заложенной предшественниками академической традиции опубликования исследовательских, архивных, текущих и иных материалов в едином издании. Таковым ранее являлся «Бюллетень комиссии», 23 выпуска которого изданы в конце XX и начале XXI вв. преимущественно в виде сборников научных статей. Члены комиссии сочли целесообразным, сохраняя преемственность, предложить систематиче-

<sup>1</sup> <http://press.tstu.ru/index.php/item/5347-tgtu-provel-rashirennoe-zasedanie-komissii-ran-po-izucheniyu-nauchnogo-naslediya-vydayushchikhsya-uchenykh>

ское обнародование итогов работы Секции В.И. Вернадского Комиссии РАН в виде серии научных изданий. Первый том серии с иллюстрированным дайджест-обзором результатов научно-просветительских проектов в современном университетском сообществе, инициированных и осуществляемых под флагом личности В.И. Вернадского, а также с материалами по современному этапу деятельности и перспективам работы секции В.И. Вернадского Комиссии РАН подготовлен и издан специально к завершению «Года В.И. Вернадского».

Ключевым событием на заседании Комиссии РАН стала презентация первого тома «Бюллетеня Секции по изучению наследия В.И. Вернадского» – книга получила название «Вернадизм в современном университете. Опыт мобильно-сетевых научно-просветительских проектов» (рис. 2). Специально для этого прибыли из разных городов практически все представители обширного авторского коллектива книги: А.В. Иванов (МГУ, Институт географии РАН), А.В. Козачек (ТГТУ), В.Е. Бредихин (ТГТУ), С.А. Струлёв (ТГТУ), Н.Е. Беспалько (ТГТУ), Ю.М. Батулин (ИИЕТ РАН, Москва), И.А. Воликова (ТГТУ), Е.Е. Захаров (Высшая школа экономики, Москва), Н.Н. Колотилова (МГУ), М.Н. Краснянский (ТГТУ), Н.В. Молоткова (ТГТУ), Д.Ю. Муромцев (ТГТУ), В.В. Снакин (МГУ, ИФПБ РАН), А.В. Сузюмов (ТГТУ), А.А. Тишков (Институт географии РАН, Москва), И.А. Яшков (Музей геологии, нефти и газа города Ханты-Мансийска), а также фотохудожники: А.В. Сочивко (МГУ), М.П. Игнатова (Саратов), Е.А. Григорьева (Москва), Е.Г. Романова (Ханты-Мансийск), А.Г. Хропов (Институт географии РАН, Москва), А.С. Обухов (Москва), а также рецензенты: чл.-корр. РАН В.А. Шахнов (МГТУ имени Н.Э. Баумана); директор Музея земледования МГУ А.В. Смуров (МГУ); заместитель декана Факультета глобальных процессов Р.Р. Габдуллин (МГУ). Презентация монографии завершилась автограф-сессией авторов в фотографической зоне Международной выставки-форума «Россия». Информацию о книге можно видеть в разделе «книжное обозрение» данного номера журнала.



**Рис. 2.** Генеральный директор Неправительственного экологического фонда имени В.И. Вернадского Ольга Владимировна Плямина с первым томом Бюллетеня Секции по изучению наследия В.И. Вернадского. Фото Е.Е. Максимовой.

**Fig. 2.** Olga Plyamina, Director General of the Vernadsky Non-Governmental Ecological Foundation, with the first volume of the Bulletin of the Section for the Study of Vernadsky's Heritage. Photo by E.E. Maximova.

**Год 160-летия со дня рождения В.И. Вернадского.  
Year of the 160<sup>th</sup> anniversary of the birth of V.I. Vernadsky.**

Завершается год празднования 160-летия со дня рождения В.И. Вернадского (далее – Год), выдающегося мыслителя и ученого XX века.

Под патронатом Неправительственного экологического Фонда им. В.И. Вернадского 12 марта 2023 г. состоялось открытие Года. Программным и Организационным комитетами были запланированы научные и общественные события, ориентированные на школьников, студентов, молодых учёных, взрослое население нашей страны. В итоге, за это время образовательными и общественными организациями, научными, культурными учреждениями, творческими объединениями проведено более 150 мероприятий для привлечения внимания к научному творчеству и жизни учёного.

О научном пути и творчестве академика В.И. Вернадского студентами, аспирантами, научными работниками написано множество статей в области истории науки, университетами изданы его научные произведения, книги о жизни учёного, наполняется канал Фонда им. В.И. Вернадского в ВК «ВернадскийMedia» <https://vk.com/vernadskymedia>.

Флагманским проектом Года явился Всероссийский проект «Места, связанные с В.И. Вернадским». Он был организован и проведен Фондом им. В.И. Вернадского и Ассоциацией художников-пленэристов. Всего за Год было написано более 130 художественных работ, проведено 12 выставок картин. Завершающая выставка проекта представлена сейчас в Государственном Дарвиновском музее и продлится до 31 марта 2024 г. (рис. 3).



**Рис. 3.** На открытии выставки в Государственном Дарвиновском музее. 08.02.2024 г.

**Fig. 3.** At the opening of the exhibition at the State Darwin Museum. 02/08/2024.

29 марта 2024 г. в рамках XI Общероссийского фестиваля природы «Первозданная Россия» состоится подведение итогов Года празднования 160-летия со дня рождения В.И. Вернадского и чествование активных участников научных и общественно значимых событий.

*Т.В. Августманова, Фонд им. В.И. Вернадского*



**IX Международная научно-практическая конференция «Современное образование: мировые тенденции и региональные аспекты».****IX International Scientific and Practical Conference «Modern Education: World Trends and Regional Aspects».**

1 декабря 2023 г. в городе Могилёв (Республика Беларусь) на базе Могилёвского государственного областного института развития образования (МГОИРО) в очно-заочной форме состоялась IX Международная научно-практическая конференция «Современное образование: мировые тенденции и региональные аспекты». Данная конференция проводится ежегодно, начиная с 2015 г. Её организует кафедра педагогики и психологии МГОИРО. Конференция традиционно предлагает широкое проблемное поле, которое позволяет принимать в ней участие как научным сотрудникам, преподавателям вузов и учреждений дополнительного образования взрослых, так и школьным учителям, воспитателям детских садов, а также другим категориям педагогов. На этот раз для участия в конференции зарегистрировалось 773 исследователя и педагога из Республики Беларусь, Российской Федерации и Республики Узбекистан, которые представили 688 докладов.

На пленарном заседании со вступительным словом к участникам конференции обратился ректор МГОИРО, кандидат экономических наук, доцент Михаил Михайлович Жудро. В ходе пленарного заседания конференции, модератором которого выступил заведующий кафедрой педагогики и психологии, кандидат исторических наук П.А. Концевой, были заслушаны 8 докладов, из них 2 были сделаны московскими учёными. Доцент кафедры педагогических технологий непрерывного образования института непрерывного образования Московского городского педагогического университета, кандидат педагогических наук С.М. Лесин (соавтор Н.Н. Шевелёва) выступил с докладом на тему «Трансформация системы дополнительного профессионального образования в условиях цифровизации как мировой тренд». Кандидат экономических наук, старший научный сотрудник Музея землеведения МГУ Ю.И. Максимов (соавторы А.Б. Мамбетова и И.В. Ногаев) сделал доклад на тему «Картины В.Ф. Стожарова в галерее ландшафтной живописи Музея землеведения МГУ». Это три малоизвестные картины «Казахский мелкосопочник», «Пенеплен Центрального Казахстана» и «Геологи в Казахстане», написанные в 1955 г. на основе этюдов 1954 г. для формирующейся в тот период галереи ландшафтной живописи Музея землеведения МГУ. Докладчиком были озвучены научно-художественные описания картин, сделана попытка проследить историю их создания на основе воспоминаний В.Ф. Стожарова и публикаций первого директора Музея землеведения МГУ Ю.К. Ефремова.

Далее конференция продолжила работу по секциям, на которых было представлено двенадцать проблемных полей:

1. Дополнительное образование взрослых. Системность в непрерывном образовании педагогов как фактор развития и воспитания личности обучающихся.
2. Эффективные методы, технологии, средства реализации образовательного стандарта дошкольного образования.
3. Методологические и методические аспекты обеспечения результатов образования в соответствии с образовательным стандартом общего среднего образования.
4. Актуальные проблемы и пути их разрешения в системе профессионально-технического и среднего специального образования на современном этапе развития общества.
5. Актуальные аспекты становления личности специалиста, гражданина и патриота в системе высшего образования.

6. Реализация принципа инклюзии на всех ступенях образования для обеспечения учёта особых индивидуальных образовательных потребностей и индивидуальных возможностей обучающихся.
7. Обеспечение развития личности и содействие адаптации к жизни в обществе обучающихся в системе дополнительного образования детей и молодёжи.
8. Инновации в образовании как условие повышения качества образования.
9. Актуальные вопросы гражданско-патриотического, духовно-нравственного воспитания обучающихся.
10. Музейная педагогика в реализации задач воспитания личности в учреждениях образования.
11. Психолого-педагогическое сопровождение субъектов образовательного процесса в учреждениях образования.
12. Реализация воспитательного потенциала учебного занятия в деятельности педагога.

3 декабря в рамках культурной программы конференции была организована экскурсионная поездка в город Бобруйск Могилёвской области. Участники конференции осмотрели сохранившиеся постройки Бобруйской крепости, посетили Бобруйский художественный музей, а также музейную экспозицию образцов минералов и горных пород «Живопись земли», в основании которой лежит уникальная коллекция, переданная в дар городу геологоразведчиком, альпинистом, путешественником В.Н. Соколовым в 2006 г. Экскурсию по городу провела доцент кафедры психологии и коррекционной работы Могилёвского государственного университета имени А.А. Кулешова, кандидат филологических наук, доцент Ирина Николаевна Малашук.

Спустя полтора месяца после завершения конференции по итогам её работы был выпущен сборник статей «Современное образование: мировые тенденции и региональные аспекты» (под общей редакцией канд. ист. наук П.А. Концевого) в 3 частях.

*П.А. Концевой, Ю.И. Максимов*

### **XXXVII пленум геоморфологической комиссии Российской Академии наук и школа молодых учёных.**

### **XXXVII Plenum of the Geomorphological Commission of the Russian Academy of Sciences and the School of Young Scientists.**

В Иркутске, в Институте земной коры Сибирского отделения РАН с 5 по 10 сентября 2023 г. проходили XXXVII Пленум Геоморфологической комиссии РАН и Школа молодых учёных.

Геоморфология всегда занимала одно из ведущих мест среди отраслей отечественной географической науки – с 1930 по 1934 г. в Ленинграде работал Геоморфологический институт АН СССР, впоследствии ставший Институтом географии РАН.

Тематика пленарных докладов Форума охватывала многие направления геоморфологических исследований, подробнее освещённые в секционных выступлениях: русловые и пойменные процессы в городских реках; селевые потоки в условиях поствулканической гидротермальной активности; история формирования Онежского озера и его донных отложений; пространственно-временные закономерности стока наносов рек и современная денудация Кавказа; эоловый рельеф Западной Сибири; сейсмогенные деформации в рельефе и рыхлых отложениях Фенноскандии и прилегающих территорий; гранитные купола Забайкалья.

В секции «Прикладная геоморфология» были заслушаны доклады, посвящённые результатам мониторинга береговых геосистем с применением БПЛА, стадиям развития флюидогенных форм на шельфе Печорского моря, динамике морских берегов Абхазии за последние 80 лет, особенностям трансформации рельефа урбанизированных территорий Арктической зоны РФ, моделям управления антропогенным морфолитогенезом, морфологии и динамике берегов о. Уруп как факторов его хозяйственного освоения, идентификации пространственных объектов неопределённой локализации (на примере элементов орографии), прогнозу вероятности активизации и оценке степени опасности проявлений экзогенных процессов на региональном и локальном уровнях. В двух докладах на этой секции поднимались вопросы преподавания геоморфологии: «Содержание и особенности лекционных и практических занятий по курсу «Создание цифровых моделей рельефа и местности» и «К истории полевых учебных практик кафедр геоморфологии и палеогеографии МГУ».

На секции «Флювиальная геоморфология» поднимались вопросы изменения стока наносов с территории водосбора Якутской агломерации в результате лесных пожаров, особенностей речных долин в условиях газогидротермального воздействия, строения поймы верхнего Днепра в районе археологического комплекса Гнёздово, селевого рельефа гор Европейского сектора Российской Субарктики, хронологии и условий формирования пойменных генераций нижнего течения р. Белая, русловых деформаций и опасных геологических процессов левобережных притоков р. Ангара, динамике урбанизации пойменно-русловых комплексов Ангары в пределах г. Иркутск, озёрного осадконакопления на Кургальском полуострове в южной части Финского залива, формирования наносов на водосборе озера Донгуз-Орун, осадконакопления в речных долинах южной части Центрально-Якутской равнины в неоген-четвертичное время, особенностей геоморфологического строения территории бассейна р. Усвяча, развития русловых деформаций на равнинных реках Обь-Иртышского региона, самоорганизации геоморфосистем, влияния Раннехвалынской трансгрессии Каспия на строение долины Волги и её притоков.

В ходе работы секции «Климатическая и структурная геоморфология» прозвучали доклады про сейсмогенные деформации в рельефе и рыхлых отложениях Фенноскандии и прилегающих территорий, индикаторы эолово-криогенного морфолитогенеза Ишимской равнины в позднем квартере и их палеогеографическая информативность, дискуссионные проблемы генезиса четвертичных отложений и формирования рельефа в долине р. Катунь, новые результаты палинологического анализа поверхностных проб на разных высотах Гималаев, последовательность формирования геоморфологических форм и разрывов района дельты р. Рита на основе данных аэрофотосъёмки сверхвысокого разрешения (северо-западное побережье оз. Байкал), условия формирования ландшафтов Юго-Восточной Прибалтики в беллинге – среднем дриасе, роль рельефа в пространственной изменчивости биоклиматического потенциала, астроблемовидные котловины восточной части Московской области, природные условия экзогенного рельефообразования на севере Центральной Камчатской депрессии в позднем голоцене, береговые деформации в нижнем течении р. Вах, географическое распространение активно развивающегося гидротермокарста, прибрежный эоловый морфолитогенез на восточном побережье Белого моря в голоцене. Кроме того, на секции был сделан дискуссионный доклад «Нужен ли геоморфологии С.В. Мейен? (несистемные замечания о некоторых проблемах геоморфологии)».

На секции «Склоновые процессы и формы рельефа» заслушивались доклады про влияние морфологии рельефа на строение эрозионно-аккумулятивных структур

почвенного покрова в центральной части Среднерусской возвышенности, склоновое осадконакопление на юге Сибири в конце последнего ледникового периода, опыт организации мониторинга опасных экзогенных процессов на покрытых лесом участках с использованием ВЛС и БПЛА, слабые землетрясения как фактор завершения цикла экстремальных экзогенных процессов в горах Центрального Кавказа, характер оползневых проявлений в низкогорно-лесных ландшафтах (на примере оползневого участка «Улус-Керт»), активность склоновых процессов в долинах рек Шумная и Гейзерная (Камчатка) по результатам дешифрирования разновременных снимков, аккумуляцию лёссовидных отложений в Западном Забайкалье в позднеледниковье и голоцене, мониторинг скорости плоскостной и ручейковой эрозии (урочище Гитче-Гижгит, Кабардино-Балкария), результаты многолетних исследований овражной эрозии на юге Вятско-Камского региона, проницаемость нижней границы обрабатываемого склона в формировании стока наносов бассейна р. Плава, оценку интенсивности почвенной и овражной эрозии в зонах интенсивного земледелия России.

В секции «Геоморфология аридных зон» были заслушаны доклады «Силикатный карст Центрального Казахстана», «Пространственный анализ распространения форм эолового рельефа на севере Западной Сибири (бассейн реки Надым)», «Новые аспекты в изучении бугров Бэра», «Строение лёссово-почвенной серии Западного Крыма (по данным исследования разреза Альма-Песчаное)», «Использование БПЛА при изучении морфологии активных дюнных массивов центральной Якутии», «Пространственно-временная организованность геоморфологических систем в степях Даурии», «Распространение и морфометрические особенности северных материковых дюн Западной Сибири».

На секции «Гляциальная и перигляциальная геоморфология» авторы выступили с докладами «Структура рельефа на участке долинного Зандра (на примере долины р. Актру)», «Палеолимнологические исследования на западном Шпицбергене: первые результаты», «Специфика развития рельефа к югу от современной области полигонально-жильных льдов при взаимодействии криогенеза и криопедогенеза в Западной Сибири в позднем квартере», «Следы плейстоценового оледенения Южно-Муйского хребта», «Рельефообразующие процессы в гляциальной зоне гор юга Восточной Сибири», «Первые результаты исследования донных отложений озёр п-ва Файлдс, Антарктида».

На секции «Экологическая геоморфология» прозвучали доклады «Критичность, кризисность и катастрофизм в развитии геосистем тихоокеанской России», «Опыт количественной оценки экологических факторов в прирусловой зоне поймы Оби», «Роль рельефа в воздействии участков добычи полезных ископаемых на экологическое состояние Байкальской природной территории», «Рельеф природных территорий Москвы как базис экологического каркаса города», «Эколого-геоморфологические основы природопользования».

В ходе работы Школы молодых учёных были прочитаны лекции «Геоморфологические проблемы полярных районов», «Подготовка и публикация научных статей: основные этапы, ошибки и способы их избежать», «Цифровые модели рельефа: источники данных, возможности ГИС-обработки для задач геоморфологии».

В процессе работы пленума для участников была проведена экскурсия по Центру коллективного пользования, музею Института земной коры СО РАН (рис. 4) и городу Иркутск. В заключительный день форума была организована поездка на Байкал.



**Рис. 4.** Экскурсия в Музей Института земной коры СО РАН.

**Fig. 4.** In the Museum of the Institute of Earth Crust of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences.

*В.А. Караваяев*

**XVII Международная научно-практическая конференция «История науки и техники. Музейное дело».**

**XVII International Scientific and Practical Conference «History of Science and Technology. Museum management».**

14–15 декабря 2023 г. на площадке Дома учёных им. академика А.П. Александрова НИЦ «Курчатовский институт» состоялась XVII Международная научно-практическая конференция Политехнического музея «История науки и техники. Музейное дело», тематика которой – «Инженерное наследие и музейные практики»<sup>2</sup>. Организаторами конференции выступили Министерство культуры РФ, Политехнический музей, Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», Институт истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН, Исторический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, Российский государственный гуманитарный университет, Университет науки и технологий, МИСИС.

На пленарной сессии и заседаниях 10 тематических секций, объединённых в два направления – исследовательское и музейное, а также в дискуссиях было представлено

<sup>2</sup> <https://polymus.ru/expo/detail/xvii-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-istoriya-nauki-i-tehniki-muzeynoe-delo>

около 130 докладов, посвящённых исследованиям в области истории науки, техники и технологий.

Так, в рамках музейного направления д.и.н., профессор, чл.-корр. РАН, зав. кафедрой исторической информатики исторического факультета МГУ Л.И. Бородкин выступил модератором секции «История отечественных фирм и предприятий: стратегии предпринимательства и взаимодействие с обществом». В рамках исследовательского направления на заседании секции «Большое в малом: организации, коллективы, ракурсы исследования» с.н.с. Музея землеведения МГУ к.б.н. К.А. Голиков сделал доклад «Лаборатория профессора И.Н. Горожанкина в Ботаническом саду Московского университета в конце XIX в.».

По итогам конференции планируется опубликовать сборник трудов.

*К.А. Голиков*

**Художественно-просветительский проект «Исследователь и художник. Искусство в экспедиции».**

**Art and Education Project «Researcher and Artist. Art on Expedition».**

В Москве в парке «Зарядье» 26 января 2024 г. при поддержке горно-металлургической компании «Норникель» стартовал междисциплинарный художественно-просветительский проект «Исследователь и художник. Искусство в экспедиции». В центре внимания проекта – ретроспектива научных и ресурсно-поисковых экспедиций на Крайний Север за последние 400 лет. Куратор проекта, кандидат искусствоведения, член-корреспондент Российской академии художеств Кирилл Николаевич Гаврилин отметил, что в проекте участвуют учёные, художники, арт-критики, историки, искусствоведы. Этот факт позволяет посмотреть на Арктику с разных точек зрения.

Выставочное пространство в рамках проекта разместилось на нескольких площадках: палаты Старого Английского двора и павильон «Заповедное посольство» в парке «Зарядье», Государственный Дарвиновский музей, Российский государственный художественно-промышленный университет имени С.Г. Строганова.

Центральное место в экспозиции в Старом Английском дворе занимают живописные работы: 15 картин А.А. Борисова (1866–1934), 2 картины его ученика, ненецкого художника И.К. Вылки (1886–1960), три картины С.Г. Писахова (1879–1960), картина Н.В. Пинегина (1883–1940). Представлены иллюстрации из книги А.А. Борисова «У самоедов. От Пинегина до Карского моря» (1907) – фототипия с картины «В области вечного льда. Лето» (1896) А.А. Борисова и дружеский шарж на него художника Анри Гуссе (1872–1914); этнографические зарисовки начала XIX в. Инеса де Эсменара (1814–1857) и Эдварда Хардинга; иллюстрации Густава-Теодора Паули (1817–1867) из книги «Этнографическое описание народов России» (1862); 12 рисунков А.П. Лекаренко (1895–1978) из дневников экспедиции на полуостров Таймыр 1926–1928 гг.; цветные изображения Арктики 1912–1914 гг., полученные со стеклянных диапозитивов Н.В. Пинегина. Посетители также увидят исторические карты Заполярья, костюмные комплексы, предметы одежды, быта и культа коренных северных народов. В культуре народов Русского Севера находили собственный источник вдохновения такие художники как К.С. Малевич (1879–1935) и Н.М. Суегин (1897–1954), о чём свидетельствует орнамент «Супрематизм» на двух декоративных тарелках и флакон одеколона «Северный» (1911) (автор К.С. Малевич),

орнамент «Горизонтальное движение. Серое, чёрное, оранжевое» на чашке с блюдцем (1923) (автор Н.М. Суетин).

Музейные предметы для выставочного пространства в палатах Старого Английского двора представлены из фондов музейного объединения «Художественная культура Русского Севера» (г. Архангельск), Северного морского музея (г. Архангельск), Красноярского краевого краеведческого музея (г. Красноярск), а также из коллекций Л.В. Введенской, И.В. Скибы, К.Н. Гаврилина, Т. Алексеевой и А. Гостева.

Помимо выставок проект включает обширную научно-просветительскую программу с лекциями, мастер-классами, тематическими документальными и художественными фильмами. 13 февраля заведующий отделом «Музей художественного освоения Арктики им. А.А. Борисова» ГБУК Архангельской области «Государственное музейное объединение «Художественная культура Русского Севера» Иван Александрович Катышев прочитал лекцию (рис. 5) на тему «Художник во льдах. Александр Борисов и его экспедиции (1896–1903)».



Рис. 5. Павильон «Заповедное посольство» в парке «Зарядье». Иван Александрович Катышев читает лекцию про художника А.А. Борисова. 13.02.2024.

Fig. 5. Ivan Alexandrovich Katsyhev giving a lecture about the artist A.A. Borisov. 13.02.2024.

16 февраля Евгений Анатольевич Тенетов, директор Северного морского музея (г. Архангельск) прочитал лекцию «Мистерия волшебного фонаря: как россияне видели Арктику более 120 лет назад» – рассказ о Николае Васильевиче Пинегине – художнике, фотографe, кинодокументалисте и писателе, выдающемся полярнике, участнике первой русской научной экспедиции к Северному полюсу Г.Я. Седова 1912–14 гг.

Ю.И. Максимов

---

## КНИЖНОЕ ОБОЗРЕНИЕ

---



**Вернадский В.И. Начало и вечность жизни:** статьи / Сост. Г.П. Аксёнов. М.: «Гаудеамус», 2023. 507 с. ISBN 978-5-98426-231-6.

Сборник произведений В.И. Вернадского посвящён самой революционной из всех его идей – вечности и космическому смыслу живой материи. Статьи написаны в 1922–1943 гг. В них учёный не только провозгласил, но доказал на эмпирическом и теоретическом уровне синхронность геологической истории планеты и её биосферы. Уникальность Земли обязывает нас считать её типичным телом в космосе, считал В.И. Вернадский. Её форма, оболочечное строение, химический и минералогический состав определяются деятельностью живого вещества биосферы. Мы должны распространить эти свойства на другие небесные тела такого же класса. Он показал, что живое вещество является источником течения времени и хиральности пространства, которые генерируются только размножением организмов. Тем самым он заложил основы новой, биосферной космологии.

Сегодня для фундаментальных идей В.И. Вернадского, которые в советский период подвергались гонениям и замалчиванию, настало время осмысления и освоения. Они имеют захватывающие исследовательские перспективы. Тот, кто следит за современной наукой, не может не увидеть, что концепция вечности жизни согласуется с современными открытиями. Новый геоцентризм В.И. Вернадского – наше великое национальное достояние, имеющее мировой характер.

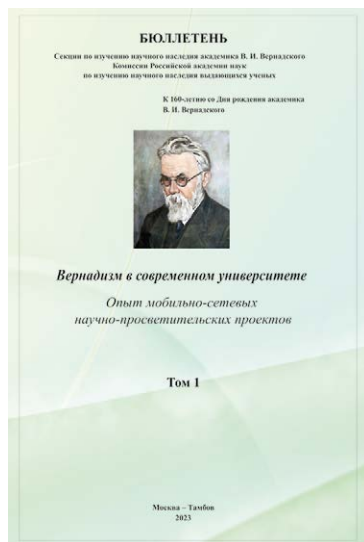
Статьи сборника предназначены как для специалистов разных профессий, так и для всех интересующихся проблемами науки и научного мировоззрения.

**Вернадизм в современном университете. Опыт мобильно-сетевых научно-просветительских проектов** // А.В. Иванов, А.В. Козачек, В.Е. Бредихин, С.А. Струлёв, Н.Е. Беспалько, Ю.М. Батулин, И.А. Воликова, Е.Е. Захаров, Н.Н. Колотилова, М.Н. Краснянский, Н.В. Молоткова, Д.Ю. Муромцев, В.В. Снакин, А.В. Сузюмов, А.А. Тишков, И.А. Яшков / Под ред. А.В. Иванова, А.В. Козачека. Москва – Тамбов: Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2023. 200 с. (Бюллетень Секции по изучению научного наследия академика В.И. Вернадского Комиссии Российской академии наук по изучению



научного наследия выдающихся учёных. Т. 1). ISBN 978-5-8265-2694-1.

Одной из ключевых задач Секции по изучению научно-наследия академика В.И. Вернадского Комиссии РАН по изучению научного наследия выдающихся учёных на современном этапе её деятельности является популяризация идей и трудов великого учёного для широкой общественности, прежде всего для начинающих исследователей. Эффективным механизмом на этом пути служит инициирование и продвижение системы научно-просветительских проектов мобильно-сетевых типа. Системной средой их зарождения и реализации является Ассоциация «Объединённый университет имени В.И. Вернадского». В книге приведён обзор оригинальных проектов, развиваемых Секцией по изучению научного наследия академика В.И. Вернадского: рассмотрены «Плавучий университет В.И. Вернадского» как одного из флагманов научно-просветительских молодёжных экспедиций, музейные стационарные и мобильные выставки «Живое вещество в геосферах» и «Коэволюция геосфер», созданные по материалам экспедиций, а также опыт создания медийного продукта на примере научно-популярного фильма «Братство научного творчества. Плавучий университет Владимира Вернадского». Книга адресует всем интересующимся наследием В.И. Вернадского и увековечиванием памяти о выдающемся учёном, особенностями организации научно-просветительских проектов, популяризацией науки.

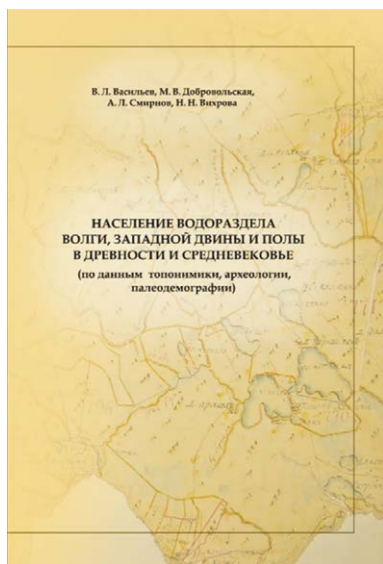


**Бурлыкينا М.И. Искренняя кисть Энгельса Козлова.** Сыктывкар: Изд-во СыктГУ им. Питирима Сорокина, 2024. 292 с.: ил. ISBN 978-5-87661-852-8.

Книга посвящена народному художнику России, народному художнику Республики Коми, лауреату премии Правительства Республики Коми Энгельсу Васильевичу Козлову (1926–2007). История мирового изобразительного искусства не может быть полной и достоверной без истории жизни отдельных творцов. Воссоздан жизненный путь замечательного человека и талантливого живописца, уроженца земли Коми, ставшего ленинградцем; показаны его взаимоотношения с окружающим миром. Большое внимание уделено родственным связям Энгельса Васильевича, представителям старшего поколения Козловых, оказавших значительное влияние на формирование его характера и мировоззрения. Издание крупноформатное,

богато иллюстрировано. В числе других представлены репродукции портретов известных деятелей науки, культуры, образования, в т. ч. профессоров Сыктывкарского университета имени Питирима Сорокина, Московского университета имени М.В. Ломоносова, Санкт-Петербургского университета. В Музейном комплексе СГУ им. Питирима Сорокина сформирован личный фонд художника и его семьи, насчитывающий свыше тысячи единиц хранения.

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



Васильев В.Л., Добровольская М.В., Смирнов А.Л., Вихрова Н.Н. **Население водораздела Волги, Западной Двины и Пола в древности и средневековье (по данным топонимики, археологии, палеодемографии): коллективная монография.** Великий Новгород: НовГУ им. Ярослава Мудрого, 2023. 200 с. ISBN 978-5-89896-894-6. DOI: 10.34680/978-5-89896-894-6/2023.toponymy.

Путём объединения и сопоставления материалов топонимики, археологии, палеодемографии, антропологии авторы попытались воссоздать основные этапы заселения и характер освоения водораздела Волги, Западной Двины и Пола представителями различных этнических групп. Территория этого микрорегиона с первых веков н. э. и в эпоху средневековья была полем взаимодействия носителей археологических культур и диалектов, традиционно связываемых с финнами, балтами и славянами. В монографии обобщены новые данные, полученные при изучении географических имён, археологических памятников и

антропологических материалов, что отражает современный уровень исследованности истории земель, игравших важнейшую роль в сложении древнерусской общности.

Издание предназначено для специалистов в области языкознания, истории, археологии, географии.

**Сочивко А.В. Насекомые мира.** Детская энциклопедия. М.: Эксмо, 2024. 168 с. ISBN 978-5-04-179899-4.

Эта красочная энциклопедия расскажет детям и взрослым о самых удивительных и загадочных представителях нашей планеты – насекомых! Автор книги, учёный-энтомолог Андрей Сочивко, поделится с читателями интересными фактами о жизни этих необычных существ, особенностях их строения, поведении, взаимодействии с человеком и окружающим миром. А уникальные яркие фотографии, созданные автором в экспедициях, позволят разглядеть крылатых, многоногих и жужжащих во всей красе.

Издание предназначено для детей среднего школьного возраста.



# TABLE OF CONTENTS

## INTERACTION OF GEOSPHERES

<i>Snakin V.V.</i> Low-carbon power and global climate warming .....	4
<i>Bashkin V.N.</i> Greenhouse gas emissions as a measure of energy efficiency in assessing the life cycle of fertilizers .....	20
<i>Fomin A.A.</i> Acceleration of both biotic and tectonic evolutions: Does biota modulate tectonics? .....	33
<i>Ivanov A.V.</i> Coastal ecosystem of the Aptian sea basin in the region of the Yelshan-Kurdyum uplift (Saratov Volga region) .....	48

## NATURAL SCIENCE MUSEOLOGY: THEORY AND PRACTICE

<i>Tsinkoburova M.G., Kuznetsov A.V.</i> On the paleoecological value of the collections of Lower Frasnian invertebrates of the Main Devonian Field in the Mining Museum .....	60
--	----

## MUSEUM EDUCATION

<i>Popova L.V., Taranets I.P., Romanova E.S., Pikulenko M.M., Mazaeva A.A.</i> Peculiarities of the preparation and conduct of excursions in a natural science museum and botanical garden .....	73
--	----

## MUSEUM NEWS

<i>Bazanchuk G.A., Kurakov S.V., Tikhomirov G.V.</i> Pantograph: the history of this universal device .....	81
<i>Boriskin D.A., Kon'kova P.I., Khrisanov V.R.</i> Zoocomponent of 3D fragments of biogeocenoses in the exposition of the MSU Earth Science Museum .....	90

## HISTORY OF SCIENCE

<i>Chekhovich P.A.</i> Boris Sokolov (1914–2013). Life in science .....	98
<i>Maximov Yu.I., Krivichev A.I., Sidorenko V.N.</i> Ivan A. Heim, rector of Moscow University and encyclopedic scholar .....	103
<i>Golikov K.A.</i> Role of I.N. Gorozhankin's Botanical Laboratory in the study of the flora of Central Russia .....	113

## CHRONICLE OF EVENTS

Results of the "Year of V.I. Vernadsky" in the scientific and educational community. Extended meeting of the RAS Commission for the Study of the Legacy of Outstanding Scientists ( <i>A.V. Ivanov, A.V. Kozachek, E.E. Maksimova</i> ). Year of the 160 <sup>th</sup> anniversary of the birth of V.I. Vernadsky ( <i>T.V. Avgusmanova</i> ). IX International Scientific and Practical Conference "Modern Education: World Trends and Regional Aspects" ( <i>P.A. Kontsevov, Yu.I. Maksimov</i> ). XXXVII Plenum of the Geomorphological Commission of the Russian Academy of Sciences and the School of Young Scientists ( <i>V.A. Karavaev</i> ). XVII International Scientific and Practical Conference "History of Science and Technology. Museum business" ( <i>K.A. Golikov</i> ). Art and Education Project "Researcher and Artist. Art on Expedition" ( <i>Yu.I. Maksimov</i> ) .....	122
--	-----

BOOK REVIEW .....	134
-------------------	-----

TABLE OF CONTENTS .....	137
-------------------------	-----

## К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

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

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

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

Языки: русский, английский.

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

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

Ссылки на литературу даются в квадратных скобках номерами в соответствии с алфавитным списком литературы. При цитировании следует указать при этом конкретную страницу первоисточника. Автоцитирование – не более 20 %.

Материалы, набранные через 1,5 интервала 14 кеглем, следует передавать в редакцию в электронном виде по адресу: [zhizn\\_zemli@org.msu.ru](mailto:zhizn_zemli@org.msu.ru).

### **К рукописи прилагаются:**

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

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

– список литературы на английском языке (references);

– англоязычные варианты подписей рисунков и таблиц;

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

– сопроводительное письмо (акт экспертизы) о возможности опубликования материалов в открытой печати и данные для связи с автором(ами): ФИО, должность, звание, адрес, телефон, электронный адрес.

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

Рукописи рецензируются.

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

Публикуемые материалы могут не отражать точку зрения редколлегии.

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

**Регистрация электронной версии журнала – Эл № ФС77-85408 от 06 июня 2023 г.**

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



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



---

---

## Подписка на журнал «Жизнь Земли»

*Подписной индекс: Э39904*

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

На этом сайте Вы легко сможете оформить онлайн-подписку на журнал «Жизнь Земли» на 2024 год. Теперь не обязательно посещать отделение Почты России – Вы можете оформить подписку через Интернет по адресу: [https://www.akc.ru/itm/z\\_hizn-zemli/](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 2024 год (период: от 3 месяцев). Стоимость подписки — от 1559,30 руб. Доставка изданий производится почтовыми бандеролями по России. Для юридических лиц доступна курьерская доставка по Москве.

---

---

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

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

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

**С 2022 года журнал входит в Перечень рецензируемых изданий, утверждённых Учёным советом МГУ имени М.В. Ломоносова, по следующим отраслям наук: 1.5.15 «Экология», 1.6.1 «Общая и региональная геология. Геотектоника и геодинамика», 1.6.2 «Палеонтология и стратиграфия», 1.6.4 «Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых», 1.6.9 «Геофизика», 1.6.12 «Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов», 1.6.14 «Геоморфология и палеогеография», 5.6.6 «История науки и техники», 5.10.2 «Музееведение, консервация и реставрация историко-культурных объектов».**

**Жизнь Земли:** Междисциплинарный научно-практический журнал.  
Ж71 Т. 46, № 1. — М.: Издательство Московского университета; МАКС Пресс,  
2024. — 140 с.

ISSN 0514-7468

ISBN 978-5-317-07152-3

ББК 26.3

DOI 10.29003/m28.0514-7468

DOI 10.29003/m3769.0514-7468.2024\_46\_1



<https://elibrary.ru/nvrslq>

---

## ЖИЗНЬ ЗЕМЛИ

*Междисциплинарный научно-практический журнал*

Том 46, № 1

2024 г.

Издание Музея землеведения МГУ  
Адрес: Москва, Ленинские горы, дом 1  
Zhizn\_zemli@org.msu.ru  
<http://zhiznzemli.ru>

<http://msupress.com/catalogue/magazines/geografiya/>

Редакторы: *В.В. Снакин, Л.В. Алексеева*  
Верстка: *В.Р. Хрисанов*

Отпечатано с готового оригинал-макета

Подписано в печать 21.02.2024.

Формат 70×100 1/16. Усл.печ.л. 11,38. Тираж 100 экз. Заказ № 031

Издательство ООО «МАКС Пресс»

Лицензия ИД N 00510 от 01.12.99 г.

119992, ГСП-2, Москва, Ленинские горы, МГУ им. М.В. Ломоносова,

2-й учебный корпус, 527 к.

Тел. 8(495)939-3890/91. Тел./Факс 8(495)939-3891.

Отпечатано в полном соответствии с качеством  
предоставленных материалов в ООО «Фотоэксперт»  
109316, г. Москва, Волгоградский проспект, д. 42,  
корп. 5, эт. 1, пом. I, ком. 6.3-23Н



Вышла в свет книга сотрудника Музея землеведения МГУ  
**Юрия Игоревича Максимова:**  
*За час до субботы: иронические стихи / Юрий Максимов;*  
художник Альфия Мамбетова.  
Москва: Образ, 2023. 101 с. (Поэтическая серия «Вдохновение»);  
ISBN 978-5-6049631-1-1

## **ПОЗДРАВЛЯЕМ!!!**

Стихи о лесной таксации

**Полнотонер Биттерлиха**

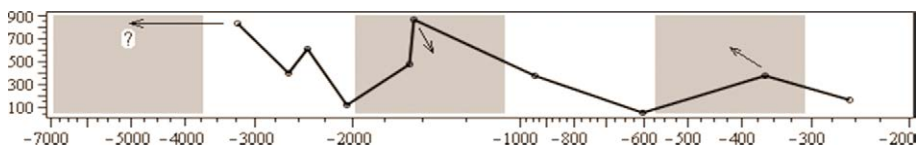
*А полноту у древостоя  
Измерить – дело непростое.  
Но я её измерил лихо  
Полнотонером Биттерлиха.  
И вот шагаю беззаботно  
Сквозь древостой низкополнотный.*

**РЕКТОР МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА  
ИВАН АНДРЕЕВИЧ ГЕЙМ  
(см. с. 103–112)**



Иван Андреевич Гейм (1758–1821) – профессор древностей, словесности и истории, декан словесного факультета, ректор Императорского Московского университета. Гравюра с оригинала И.И. Жерена, первая четверть XIX в.

**УСКОРЕННОСТЬ БИОТИЧЕСКОЙ И ТЕКТОНИЧЕСКОЙ ЭВОЛЮЦИЙ  
(см. с. 33–47)**



Сокращающиеся циклы в длительности (млн лет)  
существования суперконтинентов.

