



ISSN 0514-7468

44 (3)
2022

Жизнь Земли

Жизнь Земли

2022 44 (3)

2022



**В МУЗЕЕ ТОРФА ТОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ПЕДАГОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
(см. с. 364-369)**



**ЖИЗНЬ МИКРОБНОГО СООБЩЕСТВА
(см. с. 377-388)**



ЖИЗНЬ ЗЕМЛИ

LIFE OF THE EARTH

ISSN 0514-7468

2022
Т. 44, № 3

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

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

ИНДЕКСИРОВАНИЕ
ЖУРНАЛА

РОССИЙСКИЙ ИНДЕКС
НАУЧНОГО ЦИТИРОВАНИЯ
Science Index *

НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ
БИБЛИОТЕКА
LIBRARY.RU



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



ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКОВСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА
2022

Редакционный совет:

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

Редакционная коллегия:

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

Адрес редакции:

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

**ЖИЗНЬ
ЗЕМЛИ**
LIFE OF THE EARTH

ISSN 0514-7468

2022

T. 44, № 3

Zhizn Zemli [Life of the Earth]

An Interdisciplinary Scientific and Practical Journal

Published quarterly since 2016

Editorial council:

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

Editorial board:

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



PUBLISHING
Moscow State University
2022

Editorial address

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

СОДЕРЖАНИЕ

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГЕОСФЕР

<i>Шигаев В.Ю., Шешинёв А.С., Иванов А.В.</i> О связи геоэлектрохимических аномалий с тектонической трещиноватостью (на примере Вольновского месторождения, Рязано-Саратовский прогиб)	288
<i>Ахметьев М.А., Соловьев А.В., Ипатьева И.С.</i> Определение изотопного возраста циркона из туфов стратотипического разреза цагайанской серии (Приамурье, граница мела и палеогена)	298
<i>Соловьев А.В., Палечек Т.Н.</i> Обоснование позднемелового возраста андриановской свиты (Срединный хребет, Камчатка)	303
<i>Довбня Б.В.</i> Дрейфовые эффекты геомагнитных пульсаций ультранизкочастотного диапазона	310
<i>Таранец И.П., Алексеева В.А.</i> Охрана природы на Воробьёвых горах: прошлое и настоящее	319

ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНАЯ МУЗЕОЛОГИЯ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

<i>Молошиников С.В.</i> Среднедевонские коккостейдные панцирные рыбы Воронежской области (живет Павловского карьера) по материалам в коллекции Музея землеведения МГУ	334
<i>Максимов Ю.И., Мамбетова А.Б.</i> Андижанское восстание 1898 г. по материалам фотоархива Музея землеведения МГУ	343

МУЗЕЙНАЯ ПЕДАГОГИКА

<i>Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Е.П. Яковлева, Т.В. Леонидова, Н.Г. Рыбальский, В.В. Снакин, А.В. Емельянов, Е.В. Скрипникова, А.С. Горбунов, О.П. Быковская.</i> Экологическая культура и рациональное природопользование в сельском хозяйстве России	354
--	-----

ВЕСТИ ИЗ МУЗЕЕВ

<i>Инишева Л.И., Порохина Е.В.</i> Экспозиция в Музее торфа Томского государственного педагогического университета, посвящённая профессору Г.Н. Блинкову	364
<i>Винник М.А., Иванов О.П., Коснырева А.А., Чаругин В.М.</i> Стенд «Магнитосфера» в экспозиции Музея землеведения «Земля во Вселенной»	370

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

<i>Колотилова Н.Н.</i> Вертикальные движения популяции фототрофных бактерий в лабораторном микрокосме	377
---	-----

ХРОНИКА. СОБЫТИЯ

Самая быстрая птица на Земле гнездится в МГУ (<i>Смуров А.В., Козлов С.В.</i>). Вернисаж «Сады и парки. Коломенское & Измайлово» (<i>Таранец И.П.</i>). Выставка «Человек и медведь» в Дарвиновском музее (<i>Максимов Ю.И.</i>). 150 лет со дня рождения В.С. Буткевича (<i>Колотилова Н.Н.</i>). 140 лет со дня рождения Н.Г. Холодного (<i>Колотилова Н.Н.</i>)	383
--	-----

КНИЖНОЕ ОБОЗРЕНИЕ

Рецензия на научную монографию А.Б. Шаповалова «Основы энергогенерации» (<i>Смуров А.В.</i>). Биотехнология. История создания продуктов: учебное пособие. Биотехнология. Основы биологии: учебное пособие для вузов. Экологическая биотехнология: учебное пособие для вузов. Philosophical aspects of globalization: a multidisciplinary inquiry (коллективная монография)	392
TABLE OF CONTENTS	396

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГЕОСФЕР

УДК 551.24.02:550.849

DOI 10.29003/m3042.0514-7468.2022_44_3/288-297

О СВЯЗИ ГЕОЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ С ТЕКТОНИЧЕСКОЙ ТРЕЩИНОВАТОСТЬЮ (НА ПРИМЕРЕ ВОЛЬНОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ, РЯЗАНО-САРАТОВСКИЙ ПРОГИБ)

В.Ю. Шигаев, А.С. Шешнёв, А.В. Иванов*

В статье затрагиваются вопросы приуроченности месторождений нефти и газа к зонам тектонической трещиноватости. На примере Вольновского нефтяного месторождения (Саратовская часть Рязано-Саратовского прогиба) установлена тектоническая приуроченность центробежной по форме эрозионной сети к антиклинальному поднятию. На исследуемой площади проведено сравнение валового содержания Zn, Si, Cr, Ni до и после электрообработки образцов подпочвенного слоя. Установлено мозаичное распределение валовой концентрации металлов по исходным данным и кольцевая аномалия повышенных значений геоэлектрохимического коэффициента активизации геохимических процессов постоянным током. Определена взаимосвязь распределения аномально-высоких значений коэффициента активизации геохимических процессов постоянным электрическим током с вероятным характером распространения напряжённо-деформированных зон на Вольновской антиклинальной структуре.

Ключевые слова: тектоническая трещиноватость, эрозионная сеть, электрообработка образцов, коэффициент активизации, кольцевые аномалии, Вольновское месторождение, Рязано-Саратовский прогиб.

Ссылка для цитирования: Шигаев В. Ю., Шешнёв А. С., Иванов А. В. О связи геоэлектрохимических аномалий с тектонической трещиноватостью (на примере Вольновского месторождения, Рязано-Саратовский прогиб) // Жизнь Земли. 2022. Т. 44, № 3. С. 288–297. DOI: 10.29003/m3042.0514-7468.2022_44_3/288-297.

Поступила 17.07.2022 / Принята к публикации 03.08.2022

* Шигаев Виталий Юрьевич – к.г.-м.н., доцент Саратовского национального исследовательского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского, геологический факультет, vital1969_08@mail.ru; Шешнёв Александр Сергеевич – к.г.н., доцент Саратовского национального исследовательского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского, геологический факультет, sheshnev@inbox.ru; Иванов Алексей Викторович – к.г.-м.н., с.н.с. Музея землеведения МГУ, с.н.с. Института географии РАН, доцент Тамбовского государственного технического университета, ivanovav@igras.ru.

ON THE RELATIONSHIP OF GEOELECTROCHEMICAL ANOMALIES WITH JOINTING (VOL'NOVSKOYE OIL FIELD, RYAZAN-SARATOV TROUGH)

V.Yu. Shigaev¹, PhD, A.S. Sheshnev¹, PhD, A.V. Ivanov^{2,3,4}, PhD

¹ Saratov National Research State University named after N.G. Chernyshevsky

² Lomonosov Moscow State University (Earth Science Museum)

³ Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow

⁴ Tambov State Technical University, Tambov

The issues of oil and gas deposits being confined to zones of jointing are considered in the paper. Based on the results of our field observations, the stages of formation and external manifestation of fracture zones in the geological environment were traced. Using the example of the Vol'novskoye oil field (the Saratov part of the Ryazan-Saratov trough), the tectonic confinement of the centrifugal erosion network to the anticlinal uplift under study has been established. The distribution of the total-rock content of Zn, Si, Cr, and Ni before and after the electrical treatment of the samples of the subsurface layer was compared on the studied area. A mosaic distribution of the whole concentration of these metals according to the initial data and a ring-shaped anomaly of increased values of the geochemical coefficient of activation of geochemical processes by direct electric current have been established. The interrelation of the distribution of abnormally high values of the coefficient of activation of geochemical processes by direct electric current with a probable nature of the propagation of stress-strain zones on the Vol'nov anticline was determined.

Keywords: tectonic fracturing, erosion system, electrical processing of samples, activation coefficient, ring anomalies, Vol'novskoye oil field, Ryazan-Saratov trough.

For citation: Shigaev, V.Yu., Sheshnev, A.S., Ivanov A.V., «On the relationship of geoelectrochemical anomalies with jointing (Vol'novskoye oil field, Ryazan-Saratov trough)», *Zhizn Zemli* [Life of the Earth] **44**, no 3, 288–297 (2022) (in Russ., abstract in Engl.). DOI: 10.29003/m3042.0514-7468.2022_44_3/288-297.

Введение. Тектонические трещины и соответствующие им напряжённо-деформированные зоны, наряду с другими структурными элементами, представляя собой объекты, интерес к которым неуклонно возрастает [1, 9, 11, 12, 16, 17 и др.]. История геологического развития и современный структурный план связаны с разломно-трещинной сетью. Связь эта отражает, прежде всего, блоковый характер строения фундамента. При этом переходные межблоковые зоны рассматриваются как специфические геологические тела, в которых фиксируется массовое проявление элементов разломно-трещинной сети, разнообразных по направлению, рангу и генезису [6]. По мнению А.Ф. Грачёва, генезис трещиноватости горных пород в платформенных условиях определяется системой трещин северо-восточного и северо-западного простираний, происхождение которых связывается с давлением порового флюида на протяжении всего фанерозоя по зонам повышенной проницаемости [5]. М.Л. Копп отмечает длительное развитие большого числа трещин тектонической природы разных типов в породах платформенного чехла юго-востока Восточно-Европейской платформы [7].

Понятие разлома отождествляется с некоторым объёмом геологической среды, имеющим аномальное строение и включающим не только дизъюнктивное нарушение, но и зону динамического влияния как область деформирования и место снижения интенсивности приразломных деформаций [9]. Р.М. Лобацкая выделяет следующие структурные элементы разлома: осевая зона, магистральный разлом, крылья с системой разрывов в виде деструктивных полей [9].

Очевидно, что изучение дизъюнктивных дислокаций различных типов – от трещиноватости сжатия и растяжения до глубинных разломов – имеет важнейшее значение для раскрытия закономерностей размещения полезных ископаемых, в частности, нефти и газа [18]. Так, многие месторождения углеводородов (УВ) Волго-Уральской нефтегазоносной области и Нижнего Поволжья приурочены к выраженным в рельефе новейшим поднятиям или их склонам, при этом нефтяные месторождения преимущественно тяготеют к участкам относительно слабых новейших поднятий, а газовые – к участкам наиболее интенсивных [4]. Обнаруживается связь расположения месторождений с выраженными в рельефе разломами, активными в новейшее время, но характеризующимися не слишком большой интенсивностью движений, способной потенциально привести к «разгерметизации недр».

Если вопросы приуроченности месторождений УВ к приразломным зонам рассмотрены в научной литературе широко, то связь с этими зонами геоэлектрохимических аномалий исследована явно недостаточно. Например, установленные в работе [14] разнообразные по форме геоэлектрохимические аномалии (сплошной, кольцевой, комбинированной форм) нуждаются в более детальном обосновании, особенно в части взаимосвязи формы геоэлектрохимических аномалий с геометрическими характеристиками антиклинальных структур.

Методики и результаты исследования. Для картирования и систематизации разрывных нарушений применяются геофизические, геохимические, геоморфологические и другие методы. Однако интерпретация получаемых результатов требует разработки комплексного методического подхода, важным этапом реализации которого является проведение экспериментального моделирования тектонических нарушений [1, 11], особенно с привлечением геофизических данных [10].

Трещиноватость горных пород отражает геологические, в первую очередь, тектонические процессы. На ансамблях трещин формируется поле рассеянных сейсмических волн, происходит трансформация одних типов волн в другие [8, 11 и др.]. Зонам трещиноватости соответствуют ослабленные участки, по которым вполне возможна транспортировка флюидов и, как следствие, образование геоэлектрохимических аномалий различной формы [14]. Основной причиной появления трещиноватости является возникновение сложного напряжённо-деформированного состояния (НДС) массивов горных пород [10]. Формирование и развитие большинства современных геологических и инженерно-геологических процессов – оползней, обвалов, провальных явлений, деформаций и др., обусловленных проходкой скважин, горных выработок, откачками подземных флюидов, захоронением жидких промышленных отходов – в значительной степени связаны с изменением НДС. Данное обстоятельство приводит к перераспределению напряжений и возникновению систем трещин различных направлений и конфигураций. Основное направление трещин в геологической среде – субвертикальное с углом падения 60–85° [8].

Механизм образования разрывных разрушений изучен и описан в работах В.В. Белоусова, М.В. Гзовского, Ю.А. Косыгина, Е.Н. Пермякова, В. Ярошевского и многих других. Остановимся на некоторых моментах формирования и внешнего проявления разрывных нарушений и зон трещиноватости в геологической среде.

Общее модельное представление об эволюции разломно-трещинной сети в условиях растущего поднятия можно получить, наблюдая, например, за развитием «антиклинали» в асфальтовом покрытии при давлении снизу (при этом, безусловно, необходимо принимать во внимание, что структурно асфальтовое тело не может напрямую отожд-

дествляться ни с многослойной толщей осадочного чехла, ни с внутренней структурой самих пород). На рис. 1 представлены результаты таких наблюдений за образованием протяжённого линейно вытянутого разрывного нарушения (А), системы трещин под действием растущей корневой биомассы под асфальтовым покрытием – от линейно вытянутой (рис. 1Б, В) до кольцевой (рис. 1Г). Учитывая тот факт, что трещины на каждом этапе образовались одновременно, можно предположить, что они являются сопряжёнными [15], а ось создавшего их напряжения будет перпендикулярна линии разрыва. Характерной особенностью является образование разветвлённой системы радиальных трещин в сводовой части куполовидной структуры. Особенно это заметно на рис. 1Г.

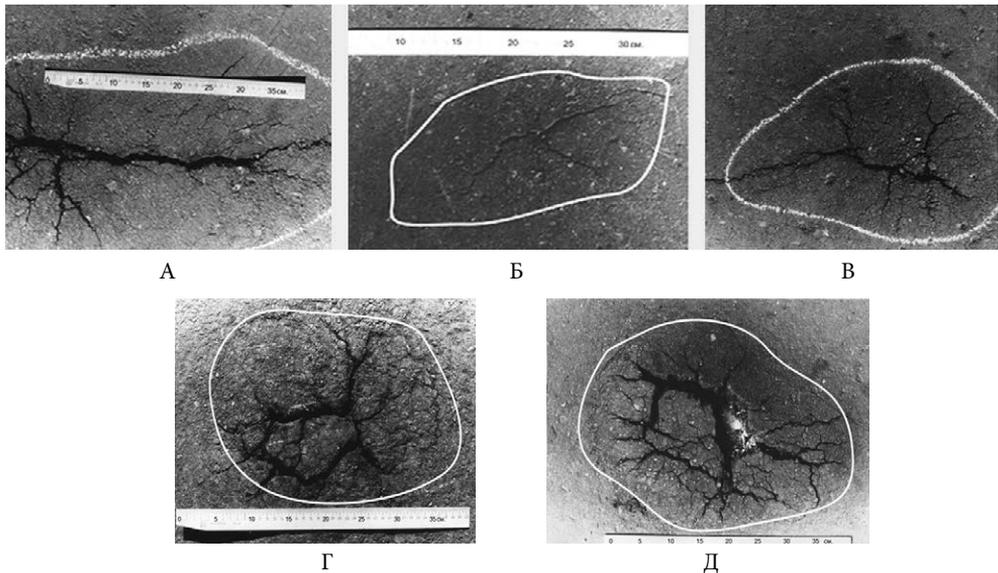


Рис. 1. Результаты натуральных наблюдений: А – образование протяжённого линейно вытянутого разрывного нарушения; Б, В – образование линейно вытянутой системы трещин; Г – образование кольцевой системы трещин; Д – система радиальных трещин, осложняющих куполовидную структуру.

Fig. 1. Results of the authors' field observations: А – the formation of an extended linearly-elongated discontinuity; Б, В – the formation of a linearly elongated system of cracks; Г – the formation of an annular system of cracks; Д – a system of radial cracks complicating the dome-shaped structure.

Необходимым условием для образования разрывных нарушений является «решение проблемы пространства», т.е. наличие возможности расширения геологической среды [15]. Даже при условии, что верхнее полупространство в нашем эксперименте заполнено воздухом, горизонтальное расширение затруднено. В результате образуется сеть более мелких трещин, оперяющих магистральное разрывное нарушение. Ориентировка последних, как правило, составляет $60-90^\circ$ относительно магистрального разлома. Что касается стремления трещин занять перпендикулярное положение относительно напластования, то этот факт объясняется тем, что трещины отражают остаточное напряжение, существовавшее до изгиба слоёв.

Разветвлённая система трещин отражает зоны максимального растяжения в переклиналных частях поднятий. На рис. 1Д чётко прослеживаются границы куполовидной структуры изометричной формы, имитирующей поднятие фундамента. В результате

происходит выгибание «осадочного чехла» с образованием унаследованных складок во всех «литолого-стратиграфических толщах».

Образование радиальных трещин зависит не столько от возникающих напряжений, сколько от их взаимодействия с геологической средой. В общем случае, при увеличении деформируемого объёма, глубина развития радиальных трещин зависит от растягивающих напряжений и механических свойств, прежде всего плотностных, верхнего слоя. Так, при малом давлении верхнего слоя величина растягивающего напряжения превышает гравитационное давление, и глубина развития радиальных трещин, их поперечные размеры становятся больше. Различия в форме проявления трещиноватости над антиклинальными структурами объясняются материалами экспериментального моделирования тектонических нарушений [1]. Согласно материалам В.В. Белоусова и М.В. Гзовского, при толщине перекрывающей толщи меньше ширины структуры выделяются ослабленные зоны кольцевой формы, соизмеримой или большей ширины структуры – система трещин сплошной или комбинированной форм.

Параметры геоэлектрoхимических аномалий в приповерхностных зонах нефтегазoносных структур формируются в породах под воздействием миграционного потока УВ и наследуют конфигурацию ослабленных участков, что подтверждается результатами исследований на известных нефтегазовых месторождениях в различных провинциях как по распределению концентраций подвижных форм элементов-индикаторов Mn, V, Ti, Ni, Cu, Pb, Sr и др. [14], так и по аномалиям окислительно-восстановительных свойств [13].

Для примера рассмотрим результаты геоэлектрoхимических исследований вещественного состава горных пород на Вольновском месторождении нефти (Саратовская часть Рязано-Саратовского прогиба) (рис. 2). По меловым отложениям Вольновское поднятие представляет собой асимметричную брахиантиклиналь северо-западного простирания и имеет форму овала размером 5,6×1,3 км [2]. Северо-восточное крыло относительно пологое, юго-западное крутое. По отложениям продуктивного бобриковского горизонта брахиантиклиналь имеет крутое юго-западное и пологое северо-восточное крылья, свод его в районе скв. 12 оконтурен изогипсой минус 1020 м.

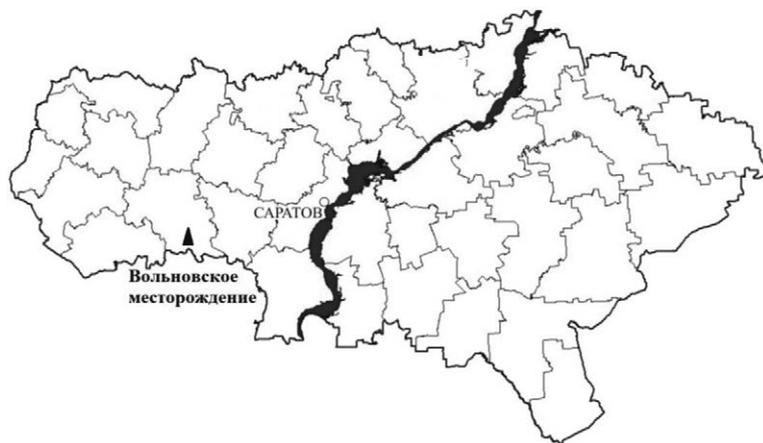


Рис. 2. Схема расположения Вольновского нефтяного месторождения на схеме Саратовской области.

Fig. 2. Layout of the Vol'novskoye oil field in the Saratov region.

В целом по площади наблюдается погружение слоёв в юго-восточном направлении, а соотношение поперечных размеров структуры и глубин залегания бобриковских песчаников даёт основание ожидать наиболее вероятную кольцевую форму возможных геоэлектрoхимических аномалий в приповерхностных отложениях.

В геоморфологическом отношении территория представляет собой денудационную равнину с сочетанием генетически однородных поверхностей: грядовых по морфологии водораздельных поверхностей позднеплейстоценового возраста и поверхностей склонов водораздельных пространств и долин позднеплейстоцен-голоценового возраста [3]. Преобладающие абсолютные отметки высот около 200–240 м.

Зоны повышенной тектонической трещиноватости горных пород, как правило, осваиваются долинными комплексами. Плановый рисунок эрозионной сети (верховья малых рек, балки и крупные овраги) в районе структуры имеет близкую к центробежной форму. Часть эрозионных форм прямолинейна, часть пологоизогнута, что по морфологическим признакам подчёркивает их приуроченность к положительной структурной форме (рис. 3).

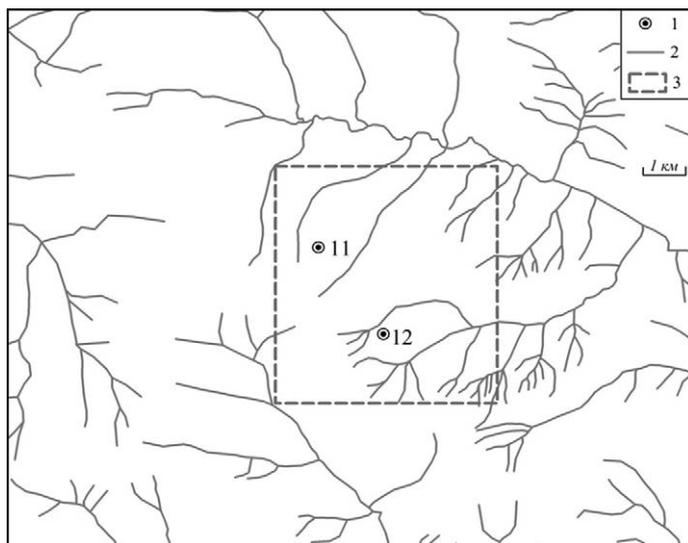


Рис. 3. Рисунок эрозионной сети в районе Вольновской структуры. Условные обозначения: 1 – скважина и её номер, 2 – эрозионная сеть, 3 – полигон геоэлектрoхимических исследований.

Fig. 3. Drawing of the erosion network in the area of the Vol'nov structure. Symbols: 1 – the well and its number, 2 – the erosion network, 3 – the geoelectrochemical research site.

При проведении полевых исследований по системе геоэлектрoхимических профилей отбирались образцы горных пород массой 250–300 г с глубины 40–50 см по восьми профилям, пересекающим структуру в субширотном направлении. Исследуемые породы измельчались до фракции менее 0,05 мм и в них определялись исходные (валовые) концентрации кислоторастворимых форм тяжёлых металлов ($C_{\text{исх}}$). В качестве экстрагента использованы вытяжки 1 моль/дм³ раствором HNO₃, извлекающие до 90–95% валового содержания элементов. По данным атомно-абсорбционной спектроскопии с пламенной атомизацией на спектрофотометре «Квант-2А» в исследуемых образцах Вольновской площади обнаружены Zn, Cu, Cr, Ni.

Далее образцы насыщались дистиллированной водой до полной влагоёмкости, загружались в геоэлектрохимическое устройство и подвергались обработке постоянным электрическим током силой 250 мА в течение 45 минут. Геоэлектрохимическое устройство представляет собой пластмассовый стакан объёмом 90 см³, с торцов которого крепятся инертные графитовые электроды с отверстиями для свободного оттока газообразных продуктов электрохимических реакций, скапливающихся в приэлектродных зонах. После пропускания тока из приэлектродных зон устройства отбирались навески массой 2 г, в которых также устанавливались концентрации тех же металлов.

Важным этапом обработки геоэлектрохимических данных является численный расчёт коэффициента активизации геохимических процессов (преобразование форм элементов и их валентных состояний) постоянным электрическим током (K_n). В ходе расчёта учитываются катионные и анионные формы микроэлементов в анализируемой породе. Расчёт проводится путём нормирования экспериментальных данных, полученных из прикатодной и прианодной зон геоэлектрохимического устройства, относительно значений исходных концентраций каждого металла. Далее для упорядочивания распределения данных по каждому отработанному геоэлектрохимическому профилю рассчитываются средние нормированные значения для всей совокупности микроэлементов (Zn, Cu, Cr, Ni). После чего определяется комплексный параметр K_n как произведение средних нормированных значений из прикатодной и прианодной зон.

Если значения K_n превышают 1 отн. ед., значит, в исследуемом образце присутствуют растворимые формы Zn, Cu, Cr, Ni; когда значения K_n меньше или равны 1 отн. ед. – растворимые формы металлов отсутствуют. Подробнее с конструкцией геоэлектрохимического устройства, методикой проведения исследований и порядком расчёта можно ознакомиться в работе [14].

По результатам определения $C_{исх}$ и расчёта комплексного параметра K_n были построены карты распределения рассматриваемых величин по изучаемой площади (рис. 4, 5).

Из рис. 4 видно, что центральная часть карты характеризуется низкими значениями $C_{исх}$, не превышающими $35 \cdot 10^{-4}\%$. В северной части, в районе непродуктивной скв. № 11-В, амплитуда $C_{исх}$ составляет $35 \cdot 10^{-4}\%$. Максимальное суммарное содержание установившихся микроэлементов $60 \cdot 10^{-4}\%$ отмечается на севере площади, а также южнее скв. № 11-В на границе зоны отсутствия коллекторов. Южно-Турковской залежи (скв. № 12-ЮТ) соответствует зона $C_{исх}$, не превышающая $35 \cdot 10^{-4}\%$, обрамлённая локальными аномалиями повышенных значений $35-40 \cdot 10^{-4}\%$.

Таким образом, центральную часть исследуемой площади с некоторым приближением можно считать территорией с минимальной $C_{исх}$. Отдельные локальные аномалии повышенных значений $C_{исх}$ представляют собой участки, фрагментарно окаймляющие залежь УВ. Тем не менее, однозначной картины распределения $C_{исх}$ по материалам лито-геохимической съёмки не наблюдается, что требует проведения дополнительных исследований по оценке возможного влияния зон тектонической трещиноватости на форму концентрационных аномалий элементов-индикаторов. Дополнительную информацию при этом можно получить по результатам проведения электрообработки горных пород.

В центральной части карты, характеризующей распределение комплексного параметра K_n (рис. 5), выделяется зона северо-западного простирания амплитудой менее 1 отн. ед., несколько смещённая в северном направлении.

Положение юго-восточной зоны минимальных значений <1 отн. ед. приходится на Южно-Турковскую залежь и фиксируется южнее продуктивной скв. № 12-ЮТ. Максимальные показатели комплексного параметра, равные 1,2–1,4 отн. ед., зафиксированы как

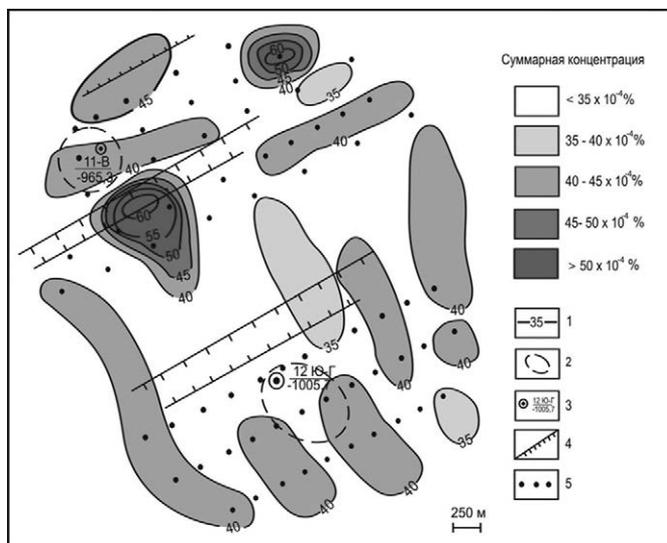


Рис. 4. Карта распределения исходной суммарной концентрации в приповерхностных отложениях Вольновской площади. Условные обозначения: 1 – изолинии суммарной концентрации, 2 – схематическое положение ловушки, 3 – скважины, 4 – граница зоны отсутствия коллекторов, 5 – геоэлектрoхимические пикеты.

Fig. 4. Distribution map of the initial total concentration in the near-surface sediments of the Vol'novskaya field. Symbols: 1 – isolines of the total concentration, 2 – the schematic position of the trap, 3 – wells, 4 – the border of the zone of absence of collectors, 5 – geoelectrochemical pickets.

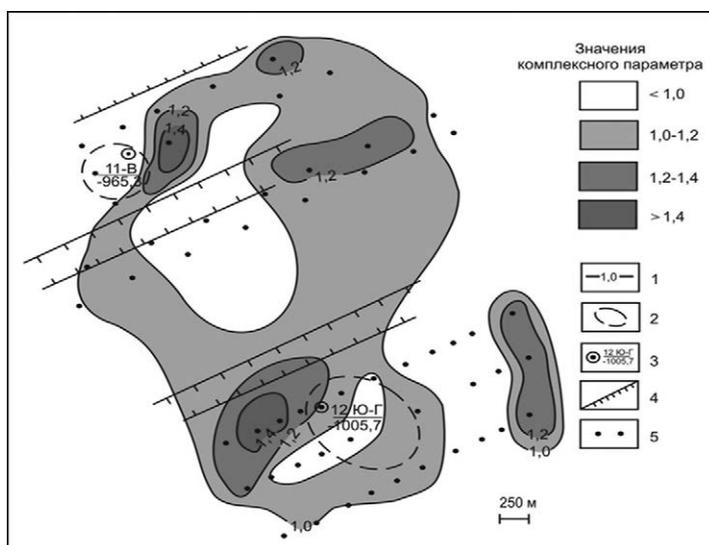


Рис. 5. Карта распределения комплексного параметра в приповерхностных отложениях Вольновской площади. Условные обозначения: 1 – изолинии комплексного параметра. Прочие обозначения см. рис. 4.

Fig. 5. Distribution map of the complex parameter in the near-surface sediments of the Vol'novskoye field. Symbols: 1 – isolines of the complex parameter. For other designations, see Fig. 4.

в северной части восточнее непродуктивной скв. № 11-В, так и на юго-западе площади вблизи зоны выклинивания коллекторов. Причём скв. № 12-ЮТ пробурена на краю геоэлектрохимической аномалии повышенных $K_{\text{т}}$, достигающих 1,2 отн. ед.

Наиболее важным элементом карты является кольцевая аномалия амплитудой 1,0–1,2 отн. ед., окаймляющая центральную и юго-восточную зоны минимальных значений. Ширина южной части аномалии намного меньше, чем северной, что подтверждает характер залегания кровли бобриковского горизонта с более крутым падением юго-западного крыла складки [2]. Интересно, что непродуктивная скважина № 11-В расположена за пределами кольцевой аномалии (см. рис. 5). На востоке площади выделяется локальная зона повышенных значений комплексного параметра 1,0–1,2 отн. ед., возможной причиной появления которой является субвертикальная миграция углеводородов из Южно-Турковской залежи по зонам тектонической трещиноватости вплоть до приповерхностных горизонтов.

Заключение. Представленные материалы наглядно указывают на связь аномальных концентраций растворимых форм элементов-индикаторов в подпочвенных отложениях с вероятным характером распространения напряжённо-деформированных зон над антиклинальным Вольновским поднятием. Плановый рисунок эрозионной сети в районе структуры имеет близкую к центробежной форму. Эрозионные формы либо прямолинейны, либо полого изогнуты, что по морфологическим признакам подчёркивает их тектоническую приуроченность к положительной Вольновской структуре. Кольцевая аномалия повышенных значений комплексного параметра, отвечающего за распределение кислоторастворимых форм Zn, Cu, Cr, Ni, точнее отражает особенности тектонического строения исследуемой территории по сравнению с данными литогеохимических исследований (по валовым концентрациям металлов), геоэлектрохимические данные являются более информативными при картировании ослабленных зон в геологическом разрезе.

Благодарности и источники финансирования. Исследование выполнено при финансовой поддержке государственных заданий Музея земледелия МГУ ААА А-А16-116042010089-2 и АААА-А16-116042710030-7, а также в рамках темы государственного задания Института географии РАН АААА-А19-119021990093-8 (FMGE-2019-0007).

ЛИТЕРАТУРА

1. Белоусов В. В., Гзовский М. В. Экспериментальная тектоника. М.: Недра, 1964. 119 с.
2. Бородина В. А., Кучук Э. В. Уточнение геологического строения Вольновского месторождения на основе имеющихся и новых геолого-геофизических данных. Саратов: ВНИИнефть–Поволжье, 2007. 147 с.
3. Геоморфологическая карта Среднего и Нижнего Поволжья (Пензенская, Куйбышевская, Саратовская, Волгоградская, Астраханская области и Калмыцкая АССР). М. 1:500 000 / Гл. ред. Ф.И. Ковальский. М.: Мингео, 1982. 1 л.
4. Горелов С. К., Розанов Л. Н. Роль новейших тектонических движений и морфоструктурного фактора в размещении месторождений нефти и газа // Геоморфология. 1970. № 4. С. 32–39.
5. Грачёв А. Ф. Трещиноватость платформенных областей (на примере Восточно-Европейской и Северо-Американской платформ) // Тектоника неогена: общие и региональные аспекты. Т. 1. М.: ГЕОС, 2001. С. 181–184.
6. Иванов А. В., Яшков И. А. Предварительные результаты разработки «фрактально-ячеистой» модели геологического субстрата при оценке эколого-геологических опасностей в городах // Геологические науки-2007. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2007. С. 60–61.
7. Копп М. Л. Мобилистическая неотектоника платформ Юго-Восточной Европы. М.: Наука, 2004. 340 с.
8. Курьянов Ю. А., Кокшаров В. З., Чиркин И. А., Смирнов М. Ю. Трещиноватость геосреды и её изучение сейсмоакустическими методами // Геофизика. 2004. Спецвыпуск. С. 9–16.
9. Лобацкая Р. М. Структурная зональность разломов. М.: Недра, 1987. 128 с.
10. Мушин И. А., Корольков Ю. С., Чернов А. А. Выявление и картирование дизъюнктивных дислокаций методами разведочной геофизики. М.: Научный мир, 2001. 120 с.

11. Ольнева Т. В., Сапрыкин Э. В. Экспериментальные и интерпретационные модели тектонических нарушений // Геофизика. 2004. № 1. С. 9–12.
12. Устинова В. Н., Устинов В. Т. Изучение по данным сейсморазведки тектонически напряжённых зон нефтегазоносных структур // Геофизика. 2004. № 1. С. 13–17.
13. Шигаев В. Ю., Волкова Е. Н., Аверченкова Е. В. Геоэлектрoхимические исследования физико-химической обстановки надпродуктивных отложений // Геофизика. 2014. № 1. С. 53–56.
14. Шигаев В. Ю. Геоэлектрoхимические исследования геологической среды. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2012. 184 с.
15. Ярошевский В. Тектоника разрывов и складок. М.: Недра, 1981. 245 с.
16. Molnar P., Anderson R. S., Anderson S. P. Tectonics, fracturing of rock, and erosion // J. of Geophysical Research Atmospheres. 2007. V. 112. P. 1–12.
17. Li H., Qin O., Zhang B., Ge X., Hu X., Fan C., Tang H. Tectonic Fracture Formation and Distribution in Ultradeep Marine Carbonate Gas Reservoirs: A Case Study of the Maokou Formation in the Jiulongshan Gas Field, Sichuan Basin, Southwest China // Geology, Energy & Fuels. 2020. V. 34, no. 11. P. 14132–46.
18. Lu Y., Li X., Liu Y., Leng J. The Establishment of Ore-Controlling Fracture System of Baoginshan Gold Mine Based on Fracture-Tectonic Analysis // Mobile Information Systems. 2021. V. 2. P. 1–9.

REFERENCES

1. Belousov, V.V., Gzovskii, M.V., *Experimental tectonics* (Moscow: Nedra, 1964) (in Russian).
2. Borodina, V.A., Kuchuk, E.V., *Clarification of the geological structure of the Vol'novskoye oil field based on existing and new geological and geophysical data* (Saratov: VNIIneft'–Povolzh'e, 2007) (in Russian).
3. Kowalski, F.I. (ed.), *Geomorphological map of the Middle and Lower Volga regions* (Penza, Kuibyshev, Saratov, Volgograd, Astrakhan regions and the Kalmyk ASSR). Scale 1:500,000 (Moscow: Mingeo, 1982) (in Russian).
4. Gorelov, S.K., Rozanov, N.L., «The role of most recent tectonic movements and of the morphostructural factor in the distribution of oil and gas deposits», *Geomorphologiya* 4, 32–39 (1970) (in Russian).
5. Grachev, A.F., «Fracturing of platform areas (on the example of the East European and North American platforms)», *Tectonics of the Neogay: general and regional aspects*. V. 1 (Moscow: GEOS, 2001) (in Russian).
6. Ivanov, A.V., Yashkov, I.A., «Preliminary results of the development of a «fractal-cellular» model of the geological substrate in the assessment of environmental and geological hazards in cities», *Geological Sciences-2007* (Saratov: Saratov Univ. Publ., 2007) (in Russian).
7. Kopp, M.L., *Horizontal components of recent movements in platform areas of the South-Eastern Europe* (Moscow: Nauka, 2004) (in Russian).
8. Kur'ianov, Yu.A., Koksharov, V.Z., Chirkin, I.A., Smirnov, M.Iu., «Fracturing in the Geological Medium and Its Studies by Seismic Survey», *Geophysics special issue*, 9–16 (2004) (in Russian).
9. Lobatskaia, R.M., *Structural zonality of fractures* (Moscow: Nedra, 1987) (in Russian).
10. Mushin, I.A., Korol'kov, Yu.S., Chernov, A.A., *Identification and mapping of disjunctive dislocations by methods of exploration geophysics* (Moscow: Nauchnyi mir, 2001) (in Russian).
11. Ol'neva, T.V., Saprykin, E.V., «Experimental and interpretative models of tectonic disturbances», *Geofizika* 1, 9–12 (2004) (in Russian).
12. Ustinova, V.N., Ustinov, V.T., «Study of tectonically stressed zones of oil and gas bearing structures according to seismic data», *Geofizika* 1, 13–17 (2004) (in Russian).
13. Shigaev, V.Yu., Volkova, E.N., Averchenkova, E.V., «Gеоelectrochemical studies of the physicochemical situation of superproductive deposits», *Geofizika* 1, 53–56 (2014) (in Russian).
14. Shigaev, V.Yu., *Geoelectrochemical studies of the geological environment* (Saratov: Sarat. Univ Publ., 2012) (in Russian).
15. Jaroszewski, W., *Tektonika uskóków i fałdów* (Warszawa: Wydawnictwo Geologiczne, 1974).
16. Molnar, P., Anderson, R.S., Anderson, S.P., «Tectonics, fracturing of rock, and erosion», *J. of Geophysical Research Atmospheres* 112, 1–12 (2007).
17. Li, H., Qin, O., Zhang, B., Ge, X., Hu, X., Fan, C., Tang, H., «Tectonic Fracture Formation and Distribution in Ultradeep Marine Carbonate Gas Reservoirs: A Case Study of the Maokou Formation in the Jiulongshan Gas Field, Sichuan Basin, Southwest China», *Geology, Energy & Fuels* 34, no. 11, 14132–46 (2020).
18. Lu, Y., Li, X., Liu, Y., Leng, J., «The Establishment of Ore-Controlling Fracture System of Baoginshan Gold Mine Based on Fracture-Tectonic Analysis», *Mobile Information Systems* 2, 1–9 (2021).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗОТОПНОГО ВОЗРАСТА ЦИРКОНА ИЗ ТУФОВ СТРАТОТИПИЧЕСКОГО РАЗРЕЗА ЦАГАЯНСКОЙ СЕРИИ (ПРИАМУРЬЕ, ГРАНИЦА МЕЛА И ПАЛЕОГЕНА)

М.А. Ахметьев, А.В. Соловьев, И.С. Ипатьева*

Изучение границ стратиграфических подразделений в континентальных толщах всегда вызывает трудности. Из стратотипа цагайанской свиты и типового местонахождения цагайанской флоры в Приамурье отобрана проба из кристаллокластических туфов на границе мела и палеогена для изучения циркона и определения абсолютного возраста. Возраст цирконов из туфов по нижнему пересечению с конкордией определён как $68,6 \pm 0,8$ млн лет и может рассматриваться как близкий ко времени осадконакопления пород.

Ключевые слова: граница мела и палеогена, циркон, U/Pb датирование, цагайанская серия, Приамурье.

Ссылка для цитирования: Ахметьев М. А., Соловьев А. В., Ипатьева И. С. Определение изотопного возраста циркона из туфов стратотипического разреза цагайанской серии (Приамурье, граница мела и палеогена) // Жизнь Земли. Т. 44, № 3. С. 298–302. DOI: 10.29003/m3043.0514-7468.2022_44_3/298-302.

Поступила 28.07.2022 / Принята к публикации 03.08.2022

ISOTOPIC AGE DETERMINATION OF ZIRCON FROM TUFFS FORMATION OF THE TSAGAYAN GROUP STRATOTYPE (AMUR REGION, CRETACEOUS–PALEOGENE BOUNDARY)

М.А. Akhmetiev, Dr. Sci (Geol.), A.V. Soloviev, Dr. Sci (Geol.), I.S. Ipatieva, PhD
Geological Institute of Russian Academy of Science

Any study of the boundaries of stratigraphic units in continental sequences always encounters difficulties. A sample was taken from a stratotype of the Tsagayan formation and a typical locality of the Tsagayan flora in the Amur region from crystalloclastic tuffs at the Cretaceous–Paleogene boundary to study zircon and determine its absolute age. The age of the zircons from tuffs was estimated as 68.6 ± 0.8 Ma by the lower intersection with the concordia and can be considered as close to the rock sedimentation time.

Keywords: Cretaceous–Paleogene boundary, zircon, U/Pb dating, Tsagayan group, Amur region.

For citation: Akhmetiev, M.A., Soloviev, A.V., Ipatieva, I.S., «Isotopic age determination of zircon from tuffs formation of the Tsagayan Group stratotype (Amur region, Cretaceous–Paleogene boundary)», *Zhizn Zemli* [Life of the Earth] **44**, no 3, 298–302 (2022) (in Russ., abstract in Engl.). DOI: 10.29003/m3043.0514-7468.2022_44_3/298-302.

Введение. Установление границ стратиграфических подразделений общей шкалы любого ранга в континентальных толщах всегда вызывает трудности. Пограничные слои мела и палеогена в Приамурье изучались в рамках международного проекта «Меловая биота и граница мела и палеогена в бассейне Амура» с участием специалистов из Бельгии,

* Ахметьев Михаил Алексеевич – д.г.-м.н., профессор, заведующий лабораторией палеофлористики; Соловьев Алексей Викторович – д.г.-м.н., профессор РАН, в.н.с., soloviev@vniigni.ru; Ипатьева Ида Семёновна – к.г.-м.н., с.н.с.; Геологический институт РАН.

Великобритании, Китая, России, США, Японии и других стран, с акцентом на исследование биосферных событий этого рубежа. Амурские разрезы Китая и России выбраны неслучайно. В ряде местонахождений здесь были обнаружены скелетные остатки наиболее молодых по возрасту в Азии гигантских растительноядных динозавров – гадрозавров, исчезнувших в маастрихте. Из этих разрезов А.Н. Криштофовичем в разные годы в первой половине прошлого столетия была собрана и позже описана [1] классическая датская цагайская флора – прототип кайнозойских умеренно-теплолюбивых хвойно-широколиственных листопадных мезофильных флор Северного полушария. Проба (обр. К-Т) для определения абсолютного возраста была отобрана М.А. Ахметьевым из пласта кристаллокластических туфов, содержащих циркон, из классического разреза Буреинского Белогорья – стратотипа цагайской свиты и типового местонахождения цагайской флоры А.Н. Криштофовича [1]. Подошва этого пласта принята за границу средне- и верхнецагайской свит, полагая условное соответствие её в регионе границе мела и палеогена. Слои с цагайской флорой в стратотипическом разрезе залегают в девяти метрах выше пласта туфов, а последние находки динозавров происходят из подстилающей среднецгайскую – нижнецагайской свиты. Её возраст специалистами по этой группе позвоночных оценивается средним или поздним маастрихтом. Палинологи же полагают, что она не моложе среднего маастрихта.

Описание циркона. Циркон из образца К-Т был выделен по стандартной методике [2] в лаборатории минералогического и трекового анализа Геологического института РАН. Во фракции выделяются две группы цирконов. Первая группа, наиболее многочисленная (95–97%), представлена бесцветными или окрашенными в желтоватый цвет прозрачными идиоморфными кристаллами, среди которых выделяются длиннопризматические зёрна с отношением длины к ширине от 6 до 10 (рис. 1) и толстопризматические более крупные кристаллы с хорошо развитой призмой 110 (рис. 2). Толстопризматические кристаллы содержат многочисленные включения мелких кристаллов, рудных минералов и гидроксидов железа, окрашивающих зёрна в желтоватый или красноватый цвет.

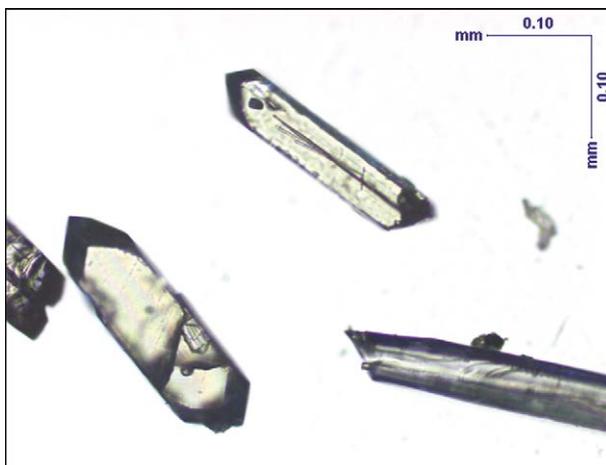


Рис. 1. Бесцветные идиоморфные тонкодлиннопризматические цирконы из образца К-Т.
Fig. 1. Colorless euhedral long-prismatic zircons from the K-T sample.

Ко второй группе цирконов, составляющей от 3 до 5% всей фракции, отнесены сиреневые цирконы, имеющие округлую или овальную форму (рис. 3). Поверхность зёрен гладкая, без видимых граней, иногда наблюдаются следы растворения. Некоторые кристаллы имеют в середине зерна «пережим», характерный для цирконов метаморфических пород. Удаётся различить в сиреневых зёрнах прозрачные бесцветные ядра, явно ксеногенного характера, что также типично для метаморфогенных цирконов. Таким образом, цирконы в породе гетерогенны. Цирконы первой группы, скорее всего, сформированы в результате кристаллизации, близкой ко времени формирования породы. Цирконы второй группы, вероятно, захвачены расплавом из вмещающих пород, а их возраст, скорее всего, отражает возраст протолита источника сноса.

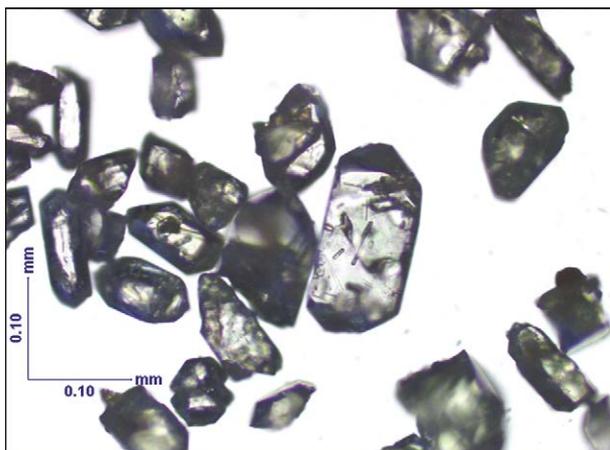


Рис. 2. Бесцветные идиоморфные толстопризматические цирконы из образца К-Т.
Fig. 2. Colorless euhedral short-prismatic zircons from the K-T sample.

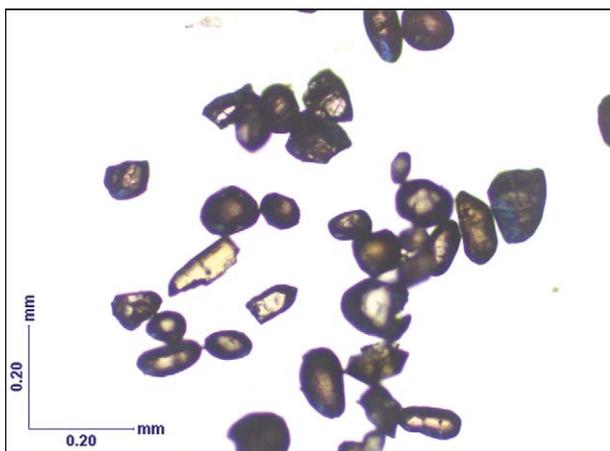


Рис. 3. Сиреневые цирконы, имеющие округлую или овальную форму, из образца К-Т.
Fig. 3. Lilac rounded or oval-shaped zircons from the K-T sample.

Датирование циркона. Для изотопного датирования были отобраны идиоморфные наиболее прозрачные цирконы из первой группы, так как главная цель исследований заключалась в определении возраста формирования туфа. Фракции различались по

размеру (меньше и больше 100 мкм). Изотопное исследование цирконов проводилось по методу Т. Кроу [3] для микронавесок циркона. Концентрации урана и свинца определены методом изотопного разбавления с применением смешанного $^{208}\text{Pb}+^{235}\text{U}$ трассера. Холостое загрязнение составило 0,1 нг свинца. Изотопный состав измерен на многоколлекторном твёрдофазном масс-спектрометре ТРИТОН (Triton™). Изотопные возрасты рассчитаны по программе К.Р. Людвиг [4]. Ошибки в U-Pb отношениях составили 0,2%. Поправка на примесь обыкновенного свинца введена на возраст 70 млн лет по модели [5]. Возраст по дискордии составил $68,6 \pm 4$ и 1249 ± 5 млн лет соответственно. Полученные данные приведены в таблице и на диаграмме с конкордией (рис. 4).

Таблица. U-Pb изотопные данные для цирконов из К-Т
Table. U-Pb isotopic data for zircons from the K-T sample

N	Размер фракции, мкм	Навеска, г	Содержание, часть на млн		Изотопный состав Pb			Изотопные отношения		
			U	Pb	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$	$^{206}\text{Pb}/^{208}\text{Pb}$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$
1.	+100	0,0017	411,8	7,48	1540	14,206	6,098	0,0171	0,1440	$641,3 \pm 3,6$
2.	-100	0,0023	531,4	57,59	1980	11,474	6,778	0,1013	1,1187	$1199,4 \pm 2.1$

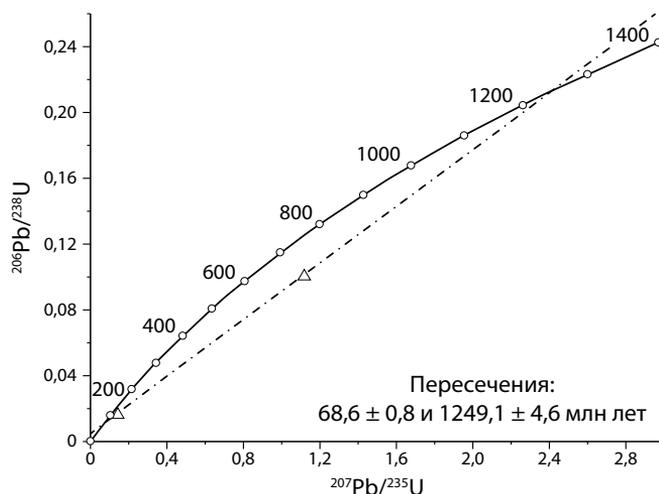


Рис. 4. Диаграмма с конкордией для образца К-Т. Треугольники – наблюдаемые значения изотопных отношений. Пунктирная линия – дискордия.

Fig. 4. Concordia diagram for the K-T sample. Triangles denote the observed values of isotope ratios; the dashed line is the discordia.

Интерпретация. Изотопные возрасты, полученные для обеих фракций циркона, сильно дискордантны. Одна из фигуративных точек на диаграмме с конкордией максимально приближена к нижнему пересечению. Вторая находится посередине между верхним и нижним пересечениями. Хотя делать однозначное заключение о возрасте

цирконов при анализе только двух фракций преждевременно, но расположение точек на графике может быть объяснено присутствием в цирконах с возрастом около 68 млн лет более древнего вещества. Это могут быть сохранившиеся ядра цирконов либо более древний радиогенный свинец, вошедший в цирконы при их кристаллизации. Так как проба отобрана из туфа, то возраст цирконов ($68,6 \pm 0,8$ млн лет назад) может рассматриваться как близкий ко времени формирования породы.

Благодарности и источники финансирования. Авторы выражают признательность Е.В. Бибиковой (ГЕОХИ РАН) за проведённый анализ.

Работа выполнена в рамках государственного задания Геологического института РАН № 0135-2019-0049.

ЛИТЕРАТУРА

1. Криштофович А. Н., Байковская Т. Н. Верхнемеловая флора цагаяна в Амурской области: Избр. тр. М.–Л.: АН СССР, 1966. Т. 3. С. 184–320.
2. Ляхович В. В. Акцессорные минералы горных пород. М.: Недра, 1979. 296 с.
3. Krogh T. A low contamination method for hydrothermal decomposition of zircon and extraction of U and Pb for isotopic age determination // *Geochim. Cosmochim. Acta*. 1973. V. 37. P. 485–494.
4. Ludwig K. R. ISOPLOT/EX (version 2.00). A geochronological toolkit for Microsoft Excel. Berkeley Geochronology Center Special Publication Nr 1a, 1999. 46 p.
5. Stacey J. S., Kramers J. D. Approximation of terrestrial lead isotope evolution by a two-stage model // *Earth Planet. Sci. Lett.* 1975. V. 26 P. 207–221.

REFERENCES

1. Kryshstofovich, A.N., Baykovskaya, T.N., *Upper Cretaceous flora of Tsagayan in the Amur region* 3, 184–320 (Moscow–Leningrad: AN SSSR, 1966) (in Russian).
2. Lyakhovich, V.V., *Accessory minerals of rocks*. (Moscow: Nedra, 1979) (in Russian).
3. Krogh, T., «A low contamination method for hydrothermal decomposition of zircon and extraction of U and Pb for isotopic age determination», *Geochim. Cosmochim. Acta* 37, 485–494 (1973).
4. Ludwig, K.R., ISOPLOT/EX (version 2.00). *A geochronological toolkit for Microsoft Excel* (Berkeley Geochronology Center Special Publication Nr 1a, 1999).
5. Stacey, J.S., Kramers, J.D., «Approximation of terrestrial lead isotope evolution by a two-stage model», *Earth Planet. Sci. Lett.* 26, 207–221 (1975).

УДК 551.7:551.763

DOI 10.29003/m3044.0514-7468.2022_44_3/303-309

ОБОСНОВАНИЕ ПОЗДНЕМЕЛОВОГО ВОЗРАСТА АНДРИАНОВСКОЙ СВИТЫ (СРЕДИННЫЙ ХРЕБЕТ, КАМЧАТКА)

А.В. Соловьёв, Т.Н. Палечек*

Андриановская свита, обнажающаяся в Срединном хребте (Камчатка), представлена зелёными сланцами, кварцитами и амфиболитами. Выводы о возрасте отложенной андриановской свиты делались на основе данных о возрастах подстилающих и/или перекрывающих толщ, корреляций с другими структурными единицами. Впервые из наименее метаморфизованных кремнистых пород андриановской свиты выделены радиолярии сантон-раннекампанского возраста. Образования андриановской свиты могут рассматриваться как метаморфический аналог отложений ирунейской свиты, из которых также выделены радиолярии сантон-раннекампанского возраста.

Ключевые слова: верхний мел, радиолярии, андриановская и ирунейская свиты, Срединный хребет, Камчатка.

Ссылка для цитирования: Соловьёв А.В., Палечек Т.Н. Обоснование поздне-мелового возраста андриановской свиты (Срединный хребет, Камчатка) // Жизнь Земли. Т. 44, № 3. С. 303–309. DOI: 10.29003/m3044.0514-7468.2022_44_3/303-309.

Поступила 28.07.2022 / Принята к публикации 03.08.2022

SUBSTANTIATION OF THE LATE CRETACEOUS AGE OF THE ANDRIANOVKA SUITE (SREDINNY RIDGE, KAMCHATKA)

A.V. Soloviev, Dr. Sci (Geol.), T.N. Palechek, PhD
Geological Institute of Russian Academy of Science

The Andrianovka Formation exposed in the Sredinny Ridge (Kamchatka) is represented by green shales, quartzites, and amphibolites. Conclusions about the age of the deposits of the Andrianovka Formation were made on the basis of data on the ages of the underlying and/or overlying strata, and correlations with other structural units. For the first time, radiolarians of the Santonian–Early Campanian age were extracted from the least metamorphosed siliceous rocks of the Andrianovka Formation. The rocks of the Andrianovka Formation can be considered as a metamorphic analogue of the deposits of the Irunev Formation, which Santonian–Early Campanian radiolarians were also isolated from.

Keywords. Upper Cretaceous, radiolarians, Andrianovka and Irunev Suite, Sredinny Ridge, Kamchatka.

For citation: Soloviev, A.V., Palechek, T.N., «Substantiation of the Late Cretaceous age of the Andrianovka Formation (Sredinny Ridge, Kamchatka)», *Zhizn Zemli* [Life of the Earth] 44, no 3, 303–309 (2022) (in Russ., abstract in Engl.). DOI: 10.29003/m3044.0514-7468.2022_44_3/303-309.

Введение. Происхождение и возраст метаморфических пород Срединного хребта Камчатки являются предметом дискуссий на протяжении последних 30 лет. Наибольшие дебаты вызывает вопрос о возрасте протолита и времени метаморфизма. Метаморфические образования Срединного хребта Камчатки подразделялись на три структурно-вещественных комплекса [8, 13]: 1) высокометаморфизованные породы ядра (или основания) Срединно-Камчатского массива (колпаковская серия, прорванная гранитами крутогоровского ком-

* Соловьёв Алексей Викторович – д.г.-м.н., профессор РАН, в.н.с., soloviev@vniigni.ru; Палечек Татьяна Николаевна – к.г.-м.н., в.н.с., Геологический институт РАН.

плекса); 2) метаморфические породы чехла (малкинская серия: шихтинская, андриановская, алисторская, хейванская, химкинская свиты); 3) слабометаморфизованные отложения аллохтонного Квахонского террейна. В работах [8, 13] была обоснована точка зрения о несогласном налегании пород малкинской серии в составе шихтинской, андриановской, хейванской, химкинской и алисторской свит (чехол) на породы колпаковской серии (фундамент) с выделением базальных конгломератов в основании шихтинской свиты. В последние годы развиваются представления о Срединном массиве как о деформированном пакете тектонических чешуй различного возраста и происхождения [1, 10]. Так, в верховьях реки Крутогорова было установлено аллохтонное залегание пород андриановской свиты с фрагментами офиолитов в основании покрова [10]. Аллохтонное положение андриановской свиты отмечалось и на восточном склоне Срединного хребта [4, 11]. В такой трактовке колпаковский комплекс, сложенный наиболее высокометаморфизованными образованиями, перекрывается отложениями камчатской серии (шихтинской свиты), на которую надвинуты островодужные метавулканы андриановской свиты. Вопрос о возрасте андриановской свиты до сих пор остаётся открытым, что вносит неопределённость в модели тектонической эволюции метаморфических комплексов Срединного хребта Камчатки.

Строение и возраст андриановской и ирунейской свит. Андриановская свита (Срединный хребет, Камчатка) выделена Б.Ф. Дьяковым в 1955 г. В качестве андриановской свиты описаны метаморфизованные эффузивы и кварцитовидные полосчатые сланцы, залегающие на гнейсах и кристаллических сланцах колпаковской толщи. Возраст пород андриановской свиты условно определялся как протерозойский [2]. Затем образования андриановской свиты условно считались ниже- [8] или среднепалеозойскими [13], триасовыми [1], верхнемеловыми [7], докампанскими [10]. Выводы о возрасте отложений делались на основе данных о возрастах подстилающих и/или перекрывающих толщ, корреляций с другими структурными единицами. Единственными прямыми данными о возрасте андриановской свиты являлись Sm-Nd определения по валовым пробам основных пород, которые показали, «что возраст формирования амфиболовых сланцев андриановского комплекса... соответствует 500 млн лет» [6, с. 41].

Строение андриановской свиты изучалось нами на восточном склоне Срединного хребта Камчатки в зоне Андриановского шва [4], где совмещены комплексы, испытывавшие разную степень метаморфической и структурной переработки. Образования колпаковской и камчатской серий являются *автохтонном*. Аллохтон сложен метаморфическими образованиями андриановской и туфогенно-кремнистыми отложениями ирунейской свит.

Образования андриановской свиты, обнажающиеся на левом борту реки Левая Андриановка (рисунок), представлены кварц-альбит-актинолит-хлоритовыми, кварц-полевошпат-амфиболовыми, эпидот-амфиболовыми, амфиболовыми, клинопироксен-амфиболовыми сланцами, кварцитами и амфиболитами. Сланцеватость в породах падает на восток и северо-восток. Сиениты, прорывающие метавулканы андриановской свиты, датированы значениями $70,4 \pm 0,4$ и $63,0 \pm 0,6$ млн лет [14]. На правом борту реки Левая Андриановка обнажаются отложения ирунейской свиты, представленные кремнисто-туфогенными породами. Слоистость в породах имеет устойчивые восточные падения (см. рис.), в отдельных зонах породы интенсивно рассланцованы с развитием серицит-хлоритовых агрегатов по плоскостям рассланцевания, в туфогенных разностях наблюдается кливаж. Контакт между образованиями ирунейской и андриановской свит имеет признаки постепенного перехода. При наблюдениях в шлифах переход к породам андриановской свиты очень чётко фиксируется появлением амфибола. В зоне контакта, наряду с надвигами, развиты субвертикальные поздние сбросы [4].

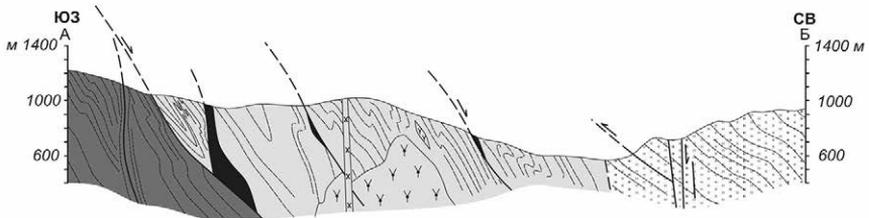
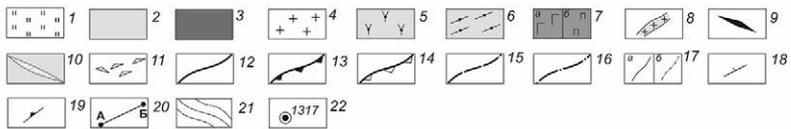
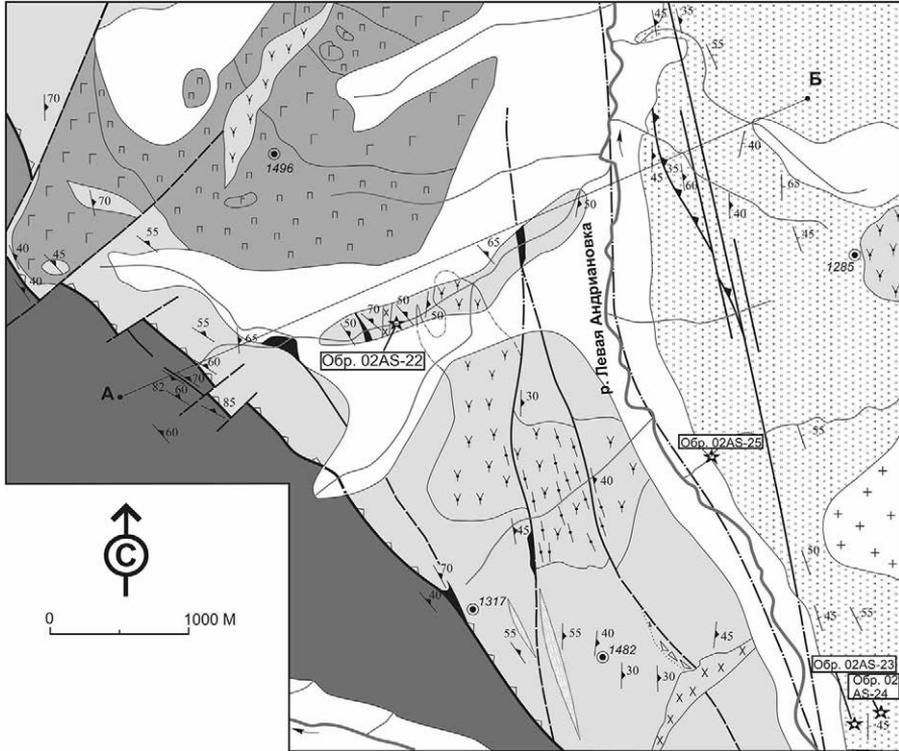


Рисунок. Геологическая схема участка в верховьях реки Левая Андриановка (Срединный хребет, Камчатка) (по [4] с использованием данных М.Н. Шапиро): 1–2 – аллохтон: 1 – кремнисто-вулканогенные отложения ирунейской свиты, коньяк – сантон; 2 – зелёные сланцы и амфиболиты андриановской свиты, коньяк – сантон; 3 – автохтон: биотит-гранатовые сланцы камчатской серии; 4–10 – интрузивные образования: 4 – постколлизийные миоценовые граниты; 5, 6 – позднемеловые сиениты (5), в т.ч. милонитизированные (6); 7 – сложные интрузии базит-ультрабазитового состава, в т.ч. габбро (а), габбро-пироксениты (б); 8 – дайки гранитов и диоритов; 9 – пироксениты; 10 – зоны окварцевания; 11 – тектонические (?) брекчии; 12–16 – разрывные нарушения (12), в т.ч. надвиги (12), сбросы (14), предполагаемые разрывы (15) и скрытые под чехлом четвертичных отложений (16); 17 – геологические границы (а), в т.ч. предполагаемые под покровом четвертичных отложений (б); 18–19 – элементы залегания: 18 – слоистости, 19 – сланцеватости; 20 – линия разреза; 21 – слоистость (сланцеватость) на профиле; 22 – абсолютные отметки высот.

Figure. Geological map of the site in the upper reaches of the Levaya Andrianovka River (Sredinny Ridge, Kamchatka) (according to Ref. [4] using data by M.N. Shapiro): 1–2 – allochthon: 1 – siliceous-volcanogenic deposits of the Irunev Formation, Coniacian – Santonian; 2 – green shales and amphibolites of the Andrianovka Formation, Coniacian – Santonian; 3 – autochthon: biotite-garnet schists of the Kamchatka Series; 4–10 – intrusive formations: 4 – post-collision Miocene granites; 5, 6 – Late Cretaceous syenites (5), including mylonitized ones (6); 7 – complex intrusions of mafic-ultramafic composition, including gabbro (a), gabbro-pyroxenites (b); (8) dikes of granites and diorites; 9 – pyroxenites; 10 – silicification zones; 11 – tectonic (?) breccias; 12–16 – faults (12), including thrusts (12), normal faults (14), supposed faults (15) and hidden under the cover of the Quaternary deposits (16); 17 – geological boundaries (a), including those assumed under the cover of Quaternary deposits (b); 18–19 – occurrence elements: 18 – bedding, 19 – schistosity; 20 – cut line; 21 – layering (schistosity) on the profile; 22 – absolute elevations.

Разрез андриановской свиты по левому притоку реки Левая Андриановка (см. рис.) параллельно профилю АБ:

- 1) массивные тёмно-серые магнетит-хлоритовые породы; мощность 43 м;
- 2) магнетит-хлоритовые сланцы с множеством кварцевых жил; мощность 48 м;
- 3) зелёные сланцы по вулканогенно-кремнистым породам, отмечается игольчатый амфибол; мощность 66 м;
- 4) тонкополосчатые мелкозернистые амфиболиты; мощность 129 м;
- 5) переслаивание амфиболитов и зелёных сланцев, признаки вязкопластичных деформаций; мощность 100 м;
- 6) интрузивное тело, представленное метасоматическими породами по мафитовым породам («биотитовые пироксениты»); размер интрузии по тальвегу ручья 106 м;
- 7) переходные породы между зелёными сланцами и амфиболитами по вулканогенно-кремнистым отложениям. Отмечаются кремнистые прослои сильно будинированные; мощность 163 м;
- 8) интрузия сиенитов с крупными вкрапленниками калиевого полевого шпата; сиениты с закалочным контактом прорывают зелёные сланцы; размер интрузии по тальвегу ручья 486 м;
- 9) переслаивание амфиболитов и зелёных сланцев по вулканогенно-кремнистым отложениям; кремнистые прослои белёсого цвета превращены в кварциты; мощность 50 м;
- 10) амфиболовые сланцы, амфиболиты; мощность 68 м;
- 11) пачка с преобладанием кварцитов по кремнистым отложениям над сланцами и амфиболитами. Из наименее изменённого кремнистого прослоя отобран образец 02AS-22; мощность 34 м;
- 12) интрузия сиенитов прорывает сланцы и амфиболиты; размер интрузии по тальвегу ручья 43 м;
- 13) чёрные тонкосланцеватые породы с множеством кварцевых жил; мощность 100 м;
- 14) интрузивное тело, представленное метасоматическими породами по мафитовым породам («биотитовые пироксениты»); размер интрузии по тальвегу ручья 30 м;
- 15) переслаивание чёрных тонкосланцеватых пород с зелёными сланцами; мощность 377 м;
- 16) интрузия, сложенная метасоматизированными мафитовыми породами («биотитовые диопсидиты»); размер интрузии по тальвегу ручья 257 м;
- 17) амфиболовые сланцы, амфиболиты; мощность 290 м;
- 18) тонкосланцеватые амфиболиты по кремнисто-туфовым отложениям; мощность 54 м;
- 19) гранатовые амфиболиты по базитовым породам; мощность 10 м;

20) дайка мелкозернистых гранодиоритов с гранатом; мощность 1 м;

21) зона милонитов по сланцам камчатской серии, породы интенсивно перетёрты, тонкоразлинзованы. На участке мощностью 5–7 м породы превращены в тектонические глины по слюдястым минералам с линзами кварца; общая мощность зоны 25 м;

22) гранат-биотитовые сланцы камчатской серии; мощность более 100 м.

Кремнистые, наименее метаморфизованные породы были отобраны из отложений андриановской и ирунейской свит. Из ряда образцов удалось экстрагировать радиолярии путём химического травления. Из образца 02AS-22 (см. рис.), отобранного из кремнистых пород андриановской свиты (слой 11, см. описание разреза), выделены радиолярии: *Orbiculiforma cf. quadrata* Pessagno, *Crucella cf. lata* (Lipman), *Crucella cf. aster* (Lipman), *Prunobrachium cf. articulatum* (Lipman), *Praestylosphaera sp.*, *Haliomma sp.*, *Alievium sp.*, *Patulibracchium sp.*, *Stichomitra sp.*, *Xitus sp.* (таблица). Из-за плохой сохранности выделенных форм можно говорить о вероятном сантон-раннекампанском возрасте вмещающих

Таблица. Таксономический состав радиолярий из андриановской и ирунейской свит
Table. Taxonomic composition of radiolarians from the Andrianovka and Iruneyskaya suites

Виды	Андриановская	Ирунейская			
	№ образцов				
	02-AS-22	02-AS-236	02-AS-23в	02-AS-23д	02-AS-24а
	1	2	3	4	5
<i>Orbiculiforma quadrata</i> Pessagno	cf			cf	
<i>Orbiculiforma monticelloensis</i> Pessagno					
<i>Praestylosphaera cf. pusilla</i> (Campbell et Clark)					
<i>Praestylosphaera sp.</i>					
<i>Haliomma sp.</i>					
<i>Patulibracchium petroleumensis</i> Pessagno				cf	cf
<i>Patulibracchium sp.</i>					
<i>Prunobrachium cf. articulatum</i> (Lipman)					
<i>Rhopalastrum sp.</i>					
<i>Alievium cf. praegallowayi</i> Pessagno					
<i>Alievium sp.</i>					
<i>Crucella cf. aster</i> (Lipman)					
<i>Crucella cf. espartoensis</i> Pessagno					
<i>Crucella lata</i> (Lipman)	cf	cf	cf		
<i>Crucella sp.</i>					
<i>Spongotropus cf. morenoensis</i> Campbell et Clark					
<i>Cryptamphorella cf. conara</i> (Foreman)					
<i>Cryptamphorella sp.</i>					
<i>Afens cf. liriodes</i> Riedel et Sanfilippo					
<i>Lithostrobus sp.</i>					
<i>Stichomitra sp.</i>					
<i>Dictyomitra sp.</i>					
<i>Xitus cf. asymbatos</i> (Foreman)					
<i>Xitus sp.</i>					

отложений. Из серии образцов (02AS-23б, 02AS-23в, 02AS-23д, 02AS-24а) ирунейских кремней получены также радиоларии средней и плохой сохранности, указывающие, скорее всего, на сантон-раннекампанский возраст. Здесь установлены: *Orbiculiforma quadrata* Pessagno, *O. monticelloensis* Pessagno, *Praestylosphaera cf. pusilla* (Campbell et Clark), *Patulibracchium petroleumensis* Pessagno, *Alievium cf. praegallowayi* Pessagno, *Crucella cf. aster* (Lipman), *Crucella cf. espartoensis* Pessagno, *C. lata* (Lipman), *Rhopalastrum sp.*, *Spongotripus cf. morenoensis* Campbell et Clark, *Cryptamphorella cf. conara* (Foreman), *Afens cf. liriodes* Riedel et Sanfilippo, *Xitus cf. asymbatos* (Foreman), *Stichomitra sp.*, *Dictyomitra sp.*, *Lithostrobos sp.* (см. табл.). Таким образом, новые определения радиоларий из кремнистых пород андриановской и ирунейской свит подтверждают одновозрастность этих отложений.

Обсуждение результатов. Новые данные показывают, что отложения, послужившие протолитом образований андриановской свиты, и породы ирунейской свиты формировались в позднем мелу. Протолитом пород андриановской свиты являются кремнисто-вулканогенные породы окраинноморского и островодужного происхождения, проградно метаморфизованные в процессе покровообразования [4, 5, 9]. Отложения ирунейской свиты залегают в виде пакета тектонических пластин, сложенных фациально неоднородными образованиями окраинноморского и островодужного генезиса [3, 5]. Таким образом, сходная обстановка накопления и одновозрастность отложений андриановской и ирунейской свит позволяют предполагать, что они сформированы в близких геодинамических условиях, в пределах Озерновско-Валагинской островной дуги и окраинного моря, отделявшего эту дугу в меловое время от северо-восточной окраины Евразии. В раннем эоцене произошло шарьирование пакета окраинноморских и островодужных образований на отложения евразийской окраины [4, 5, 12], в результате чего нижняя пластина аллохтона была метаморфизована и превращена в сланцы, амфиболиты и кварциты андриановской свиты.

Благодарности и источники финансирования. Авторы выражают глубокую признательность М.Н. Шапиро за предоставленный неопубликованный материал, консультации и обсуждение результатов работы, А.Б. Кирмасову, Дж. Хоуригану за помощь при проведении полевых работ.

Работа выполнена в рамках государственного задания Геологического института РАН № 0135-2019-0049, № 0114-2021-0003, при частичной финансовой поддержке Российского научного фонда, проект № 22-27-00440.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бондаренко Г. Е. Ультраосновные и основные метавулканы Среднего хребта Камчатки: положение в разрезе и обстановка формирования // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1997. Т. 72, вып. 3. С. 32–40.
2. Геология СССР. Т. XXXI. Камчатка, Курильские и Командорские острова. Ч. I. М.: Недра. 1964. 734 с.
3. Зинкевич В. П., Колодяжный С. Ю., Брагина Л. Г. и др. Тектоника восточного обрамления Срединнокамчатского массива метаморфических пород // Геотектоника. 1994. № 1. С. 81–96.
4. Кирмасов А. Б., Соловьёв А. В., Хоуриган Дж. К. Коллизионная и постколлизионная структурная эволюция Андриановского шва (Срединный хребет, Камчатка) // Геотектоника. 2004. № 4. С. 1–26.
5. Константиновская Е. А. Тектоника восточных окраин Азии: структурное развитие и геодинамическое моделирование. Труды ГИН РАН. Вып. 549. М.: Научный мир, 2003. 224 с.
6. Кузьмин В. К., Беляцкий Б. В. Первые Sm-Nd изотопные определения возраста метаморфических пород Срединно-Камчатского массива // Геология и полезные ископаемые Камчатской области и Корякского автономного округа. Петропавловск-Камчатский: КАМШАТ, 1999. С. 41–42.

7. Лебедев М. М. Верхнемеловые кристаллические сланцы Камчатки // Советская геология. 1967. № 4. С. 57–69.
8. Марченко А. Ф. О тектонической природе, возрасте и структурном положении метаморфических комплексов Камчатки // Вопросы магматизма и тектоники Дальнего Востока. Владивосток: ДВФ АН СССР, 1975. С. 234–246.
9. Рихтер А. В. Строение метаморфических образований Восточной Камчатки // Аккреционная тектоника Восточной Камчатки / Под ред. Ю.М. Пушаровского. М.: Наука, 1993. С. 28–58.
10. Рихтер А. В. Структура метаморфического комплекса Срединно-Камчатского массива // Геотектоника. 1995. № 1. С. 71–78.
11. Савостин Л. А., Кузнецов Н. Б., Бондаренко Г. Е. и др. Новые данные о характере соотношений камчатского и андриановского комплексов (Срединная Камчатка) // ДАН. 1992. Т. 326, № 1. С. 148–153.
12. Соловьёв А. В., Хоуриган Дж.К., Брэндон М. Т. и др. Возраст барабской свиты по данным (U/Pb SHRIMP) датирования (Срединный хребет, Камчатка): геологические следствия // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2004. Т. 12, № 4. С. 132–139.
13. Ханчук А. И. Эволюция древней сиалической коры в островодужных системах восточной Азии. Владивосток: ДВНЦ АН, 1985. 138 с.
14. Хоуриган Дж.К., Соловьёв А. В., Леднева Г. В. и др. Датирование сиенитовых интрузий восточного склона Срединного хребта Камчатки (скорость выведения аккреционных структур на поверхность) // Геохимия. 2004. № 2. С. 131–140.

REFERENCES

1. Bondarenko, G.E., «Ultramafic and basic metavolcanics of the Sredinny Ridge of Kamchatka: position in the section and setting of formation», *Bul. MOIP. Dep. geol.* 72, no 3, 32–40 (1997) (in Russian).
2. *Geology of the USSR*. Vol. XXXI «Kamchatka, Kuril and Commander Islands». Part I. (Moscow: Nedra, 1964) (in Russian).
3. Zinkevich, V.P., Kolodyazhny, S.Yu., Bragina, L.G., «Tectonics of the eastern framing of the Middle Kamchatka massif of metamorphic rocks», *Geotektonika* 1, 81–96 (1994) (in Russian).
4. Kirmasov, A.B., Soloviev, A.V., Hourigan, J.K., «Collisional and postcollisional structural evolution of the Andrianovsk suture (Sredinny Ridge, Kamchatka)», *Geotektonika* 4, 1–26 (2004) (in Russian).
5. Konstantinovskaya, E.A., «Tectonics of the Eastern Margins of Asia: Structural Development and Geodynamic Modeling», *Trudy GIN RAN* 549 (Moscow: Nauchnyj Mir, 2003) (in Russian).
6. Kuzmin, V.K., Belyatsky, B.V., «First Sm-Nd isotope age determinations of metamorphic rocks of the Sredinno-Kamchatka massif», *Geology and minerals of the Kamchatka region and the Koryak Autonomous Okrug* (Petropavlovsk-Kamchatsky: KAMSHAT, 1999) (in Russian).
7. Lebedev, M.M., «Upper Cretaceous crystalline schists of Kamchatka», *Sovetskaya Geologiya* 4, 57–69 (1967) (in Russian).
8. Marchenko, A.F., «On the tectonic nature, age and structural position of the metamorphic complexes of Kamchatka», *Questions of magmatism and tectonics of the Far East*, 234–246 (Vladivostok: DVF AN SSSR, 1975) (in Russian).
9. Richter, A.V., *Structure of metamorphic formations in Eastern Kamchatka // Accretionary tectonics of Eastern Kamchatka*, ed. by Yu.M. Pushcharovsky (Moscow: Nauka, 1993) (in Russian).
10. Richter, A.V., «Structure of the metamorphic complex of the Sredinno-Kamchatka massif», *Geotektonika* 1, 71–78 (1995) (in Russian).
11. Savostin, L.A., Kuznetsov, N.B., Bondarenko, G.E., et al., «New data on the relationship between the Kamchatka and Andrianov complexes (Middle Kamchatka)», *Doklady AN SSSR* 326, no. 1, 148–153 (1992) (in Russian).
12. Soloviev, A.V., Hourigan, J.K., Brandon, M.T., et al., «Age of the Baraba Formation according to (U/Pb SHRIMP) Dating (Sredinny Ridge, Kamchatka): Geological Consequences», *Stratigraphy. geological correlation* 12, no 4, 132–139 (2004) (in Russian).
13. Khanchuk, A.I., *Evolution of the ancient sialic crust in the island-arc systems of East Asia*. (Vladivostok: DVNC AN SSSR, 1985) (in Russian).
14. Hourigan, J.K., Soloviev, A.V., Ledneva, G.V., et al., «Dating of syenite intrusions on the Eastern slope of the Sredinny Ridge of Kamchatka (the rate of bringing accretionary structures to the surface)», *Geohimiya* 2, 131–140 (2004) (in Russian).

УДК 550.385.37

DOI 10.29003/m3045.0514-7468.2022_44_3/310-318

ДРЕЙФОВЫЕ ЭФФЕКТЫ ГЕОМАГНИТНЫХ ПУЛЬСАЦИЙ УЛЬТРАНИЗКОЧАСТНОГО ДИАПАЗОНА

Б.В. Довбня*

Ранее, при анализе УНЧ-вариаций естественного электромагнитного поля по данным наблюдений в обсерваториях Борок и Монды, разнесённых по долготе на 60°, были обнаружены долготные эффекты геомагнитных пульсаций Pc1 (жемчужины). Эффекты проявлялись в запаздывании или опережении начала когерентных серий Pc1 в Борке по отношению к их наблюдению в обсерватории Монды. В 63 % случаев пульсации в Борке начинались позже и в 37 % случаев раньше их появления в обсерватории Монды. Время запаздывания-опережения варьировало в интервале от минут до одного часа. Предлагается гипотеза о природе обнаруженного явления, в которой долготные эффекты напрямую связываются с дрейфовым движением частиц кольцевого тока протонов и антипротонов как источника пульсаций, соответственно в западном и восточном направлении. Приводятся примеры, иллюстрирующие обнаруженные эффекты. Дается качественная и количественная оценка сделанному предположению.

Ключевые слова: геомагнитные пульсации, протоны, антипротоны, кольцевой ток, дрейфы.

Ссылка для цитирования: Довбня Б.В. Дрейфовые эффекты геомагнитных пульсаций ультранизкочастного диапазона // Жизнь Земли. Т. 44, № 3. С. 310–318. DOI: 10.29003/m3045.0514-7468.2022_44_3/310-318.

Поступила 03.06.2022 / Принята к публикации 03.08.2022

DRIFT EFFECTS IN ULTRA-LOW-FREQUENCY GEOMAGNETIC PULSATIONS

B. V. Dovbnya

Borok Geophysical Observatory of the Schmidt Institute of Earth Physics,
Russian Academy of Sciences

Previously, when analyzing ULF variations of the natural electromagnetic field according to observations in the Borok and Mondy observatories, separated by 60 degrees of longitude, longitudinal effects of geomagnetic Pc1 pulsations («pearls») were revealed. The effects were manifested themselves as a delay or advance of the beginning of the coherent Pc1 series in Borok in relation to their observation at the Mondy observatory. In 63% and 37% of cases, pulsations in Borok began later and before their detection at the Mondy observatory, respectively. The delay-advance time varied in the range from few minutes to one hour. A hypothesis is proposed about the nature of the revealed phenomenon, which directly associates these longitudinal effects with the drift motion of ring current particles, protons and antiprotons, as the source of pulsations, in the western and eastern direction, respectively. Examples illustrating the revealed effects are given. The assumption is qualitatively and quantitatively assessed.

Keywords: geomagnetic pulsations, protons, antiprotons, ring current, drifts.

For citation: Dovbnya, B.V., «Drift effects in ultra-low-frequency geomagnetic pulsations», Zhizn Zemli [Life of the Earth] 44, no 3, 310–318 (2022) (in Russ., abstract in Engl.). DOI: 10.29003/m3045.0514-7468.2022_44_3/310-318.

* Довбня Борис Викторович – к.ф.-м.н., с.н.с. Геофизической обсерватории «Борок» Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, dovbnya@inbox.ru; ORCID-0000-0002-7019-5646.

Введение. Геомагнитные пульсации типа Pc1 (Pc – *pulsations continuous*) – удивительное явление в мире электромагнитных волн, проникающих непрерывно на земную поверхность из космического пространства. Они получили поэтическое название «жемчужины», поскольку на осциллограммах напоминают нитку жемчужного ожерелья. Пульсации наблюдаются на Земле в полосе частот 0,2–5,0 Гц в виде периодически следующих друг за другом волновых пакетов [6]. Их удивительная амплитудно-частотная модуляция придаёт им на спектрограмме неповторимое своеобразие. Пример динамического спектра колебаний (спектрограммы) можно увидеть на рис. 1 (жемчужины были зарегистрированы в обсерватории Борок 13.02.1988).

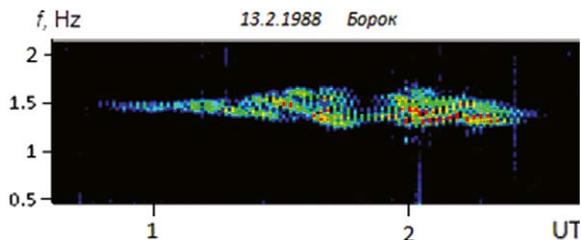


Рис. 1. Динамический спектр серии жемчужин. Здесь и далее UT – всемирное время, указывается в часах.

Fig. 1. Dynamic spectrum of a pearl series.

Серия жемчужин на спектрограмме представляет собой периодическую последовательность изолированных элементов растущего тона, которые следуют друг за другом с периодом, в данном случае равным примерно одной минуте. Хорошо заметна амплитудно-частотная модуляция, которая проявляется в разной интенсивности элементов на разных частотах.

Ожерелье жемчужин представляет собой одно из самых загадочных явлений в околоземном космическом пространстве. Имеется большое разнообразие динамических форм жемчужин, наблюдаемых в разных частотных диапазонах и с разным периодом повторения. Характерный спектральный облик ожерелья жемчужин позволяет по виду динамического спектра отличать их от известных типов геомагнитных пульсаций. Длительность серий может составлять от получаса до нескольких часов, период повторения может меняться в интервале от 1 до 6 минут.

Их экспериментальному и теоретическому изучению посвящена обширная литература (см., например, [1, 9, 11, 14] и приведённые там ссылки). Можно также отметить работы [2, 4, 8], в которых исследована связь Pc1 с условиями в межпланетном пространстве и в магнитосфере Земли. В работе [15] рассматривалось взаимодействие волн Pc1 с другими типами колебаний. Обнаружены и исследованы эффекты землетрясений в режиме жемчужин [12].

Принято считать, что пульсации Pc1 зарождаются во внешнем радиационном поясе и распространяются к земной поверхности вдоль силовых линий геомагнитного поля [7]. Каналом для распространения сигналов вдоль земной поверхности может служить ионосферный волновод, по которому пульсации способны распространяться со скоростью 800–1000 км/с на значительные расстояния [13, 16].

При анализе УНЧ-вариаций естественного электромагнитного поля по данным наблюдений в обсерваториях Борок и Монды были обнаружены долготные эффекты

геомагнитных пульсаций Pc1 [3], особенности проявления которых не могли быть объяснены в рамках представления о волноводном распространении сигналов. В настоящей статье предлагается гипотеза о физической природе обнаруженного явления, в которой эффекты связываются с дрейфовым движением частиц кольцевого тока, протонов и антипротонов как источника пульсаций, соответственно, в западном и восточном направлении. Приводятся примеры, иллюстрирующие обнаруженные эффекты. Дается качественная и количественная оценка сделанному предположению.

Исходный материал и методы анализа. Анализ ультранизкочастотных излучений выполнялся по данным магнитных измерений на двух среднеширотных обсерваториях – геофизической обсерватории Борок Института физики Земли РАН (58.1° с. ш., 38.2° в. д.) и Саянской солнечной обсерватории Монды Института солнечно-земной физики СО РАН (51.6° с. ш., 100.9° в. д.) за период с 1996 по 2001 г. Обе обсерватории были оборудованы идентичными высокочувствительными индукционными магнитометрами ИНТ-1 (производства Львовского Института космических исследований, Украина). Амплитудно-частотная характеристика приборов позволяла анализировать колебания в диапазоне 0,001–10,000 Гц. Привязка ко времени выполнялась с помощью службы GPS. Исходным материалом для анализа являлись записи УНЧ-вариаций электромагнитного поля Земли. В обеих обсерваториях регистрировались по две горизонтальные компоненты магнитных вариаций: север–юг и восток–запад. Данные наблюдений анализировались с помощью различных компьютерных программ (SpectraPRO, Grapher, CoreDRAW, excel). Строились динамические спектры колебаний (спектрограммы), на которых в координатах частота–время отражалась информация о переменном электромагнитном поле в анализируемом интервале.

Результаты наблюдений. Результаты анализа оказались неожиданными. Помимо одновременного появления серий жемчужин на разнесённых в азимутальном направлении обсерваториях были обнаружены долготные эффекты геомагнитных пульсаций Pc1, которым, по характеру их проявления, дадим названия *западный* и *восточный дрейфы*. Рассмотрим каждый из режимов в отдельности.

Западный дрейф. Эффект проявлялся в запаздывании серий жемчужин на отстоящей к западу обсерватории Борок относительно их наблюдения в обсерватории Монды. Пример дан на рис. 2.

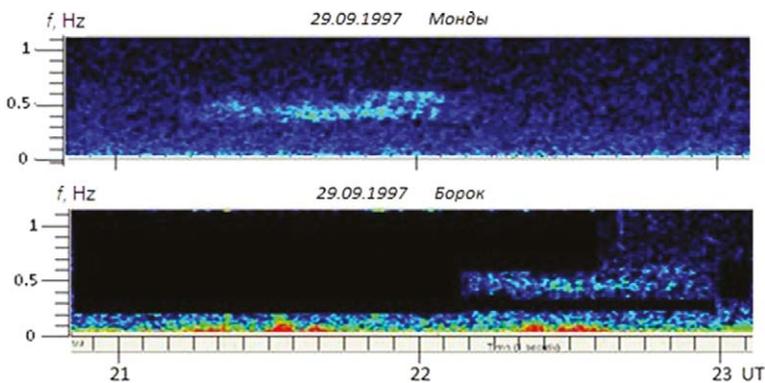


Рис. 2. Пример западного дрейфа серий Pc1.
Fig. 2. An example of the western drift of the Pc1 series.

На рисунке мы наблюдаем серию жемчужин в обсерваториях Монды и Борок. В Мондах пульсации были зарегистрированы в вечерние часы, примерно в 21:15 UT. В обсерватории Борок также регистрируется серия Pc1, которая имеет ту же спектральную форму, но появляется там уже с задержкой около 55 минут и имеет незначительные отличия в интенсивности излучения при одинаковом режиме воспроизведения.

На следующем рисунке 3 эффект проиллюстрирован на примере наблюдения трёх коротких серий Pc1.

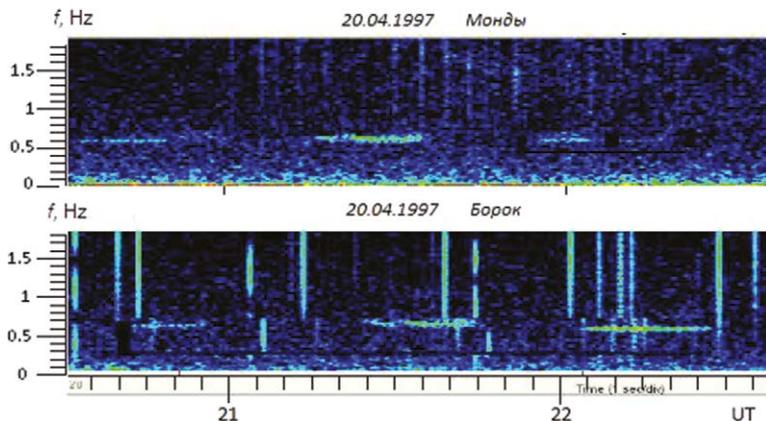


Рис. 3. Проявление эффекта западного дрейфа на примере последовательности из трёх серий Pc1.

Fig. 3. Manifestation of the western drift effect on the example of a sequence of three Pc1 series.

На верхней панели мы видим три короткие серии жемчужин, которые наблюдались в обсерватории Монды в вечерние часы с интервалом примерно 45 минут. Та же последовательность из серий Pc1 регистрируется и в Борке, но там она появляется уже с задержкой около 10 минут.

На рис. 4 показано распределение задержек по длительности, полученное по данным наблюдений в Борке и Мондах. Видно, что величина запаздывания начала пульсаций в Борке относительно их наблюдения в Мондах лежит в интервале от минут до одного часа. Наиболее же вероятны задержки от 20 до 40 минут.

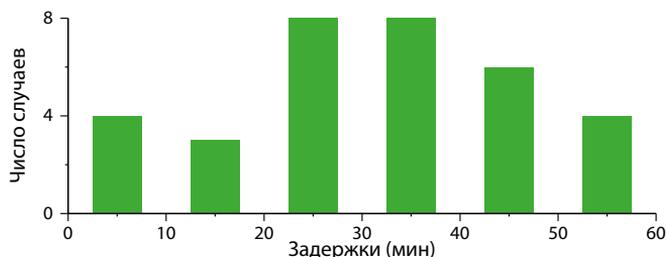


Рис. 4. Распределение задержек Pc1 по длительности при западном дрейфе по данным наблюдений в Борке и Мондах.

Fig. 4. Distribution of Pc1 delays by duration during western drift according to observations at Borok and Mondy.

Восточный дрейф. Ещё более неожиданным оказалось обнаружение эффекта восточного дрейфа Pc1. Эффект проявлялся в задержке начала пульсаций на отстоящей к востоку обсерватории Монды относительно их наблюдения в обсерватории Борок. Пример дан на рис. 5.

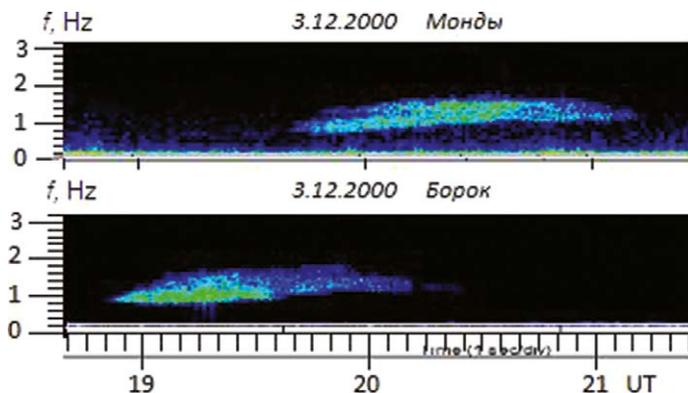


Рис. 5. Пример восточного дрейфа пульсаций Pc1.

Fig. 5. An example of the eastern drift of Pc1 pulsations.

Мы снова видим одну и ту же серию Pc1, но на этот раз уже с задержкой на обсерватории Монды, расположенной к востоку от Борка. Запаздывание в данном случае составляет около 50 минут.

И ещё один пример. Одна и та же квазипериодическая последовательность из серий Pc1 переменной интенсивности наблюдается в вечерние часы на обеих обсерваториях. Как и в предыдущем случае, в обсерватории Монды пульсации появляются с запаздыванием относительно их наблюдения в Борке (рис. 6). Время задержки составляет примерно 50 минут.

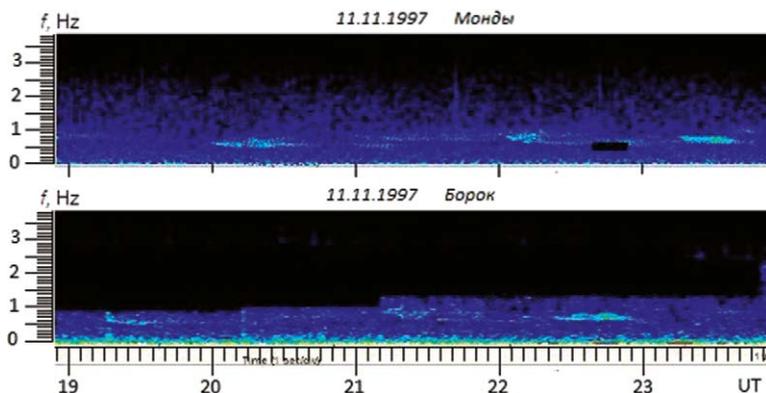


Рис. 6. Эффект восточного дрейфа на примере последовательности из серий Pc1.

Fig. 6. Eastern drift effect on the example of a sequence of Pc1 series.

На рис. 7 показано распределение задержек по длительности при восточном дрейфе. В отличие от западного дрейфа, при восточном более вероятны задержки в интервале 5–15 минут, т.е. несколько меньше.

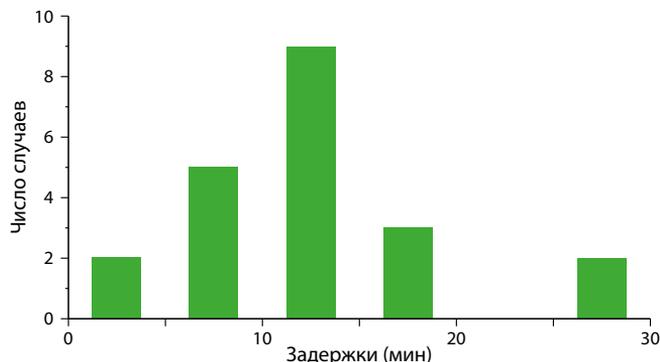


Рис. 7. Распределение задержек Pc1 по длительности при восточном дрейфе по данным наблюдений в Борке и Мондах.

Fig. 7. Distribution of Pc1 delays by duration during eastern drift according to observations at Borok and Mondy.

Обсуждение результатов. Мы кратко рассмотрели обнаруженные при анализе эффекты долгого дрейфа геомагнитных пульсаций Pc1 (жемчужин) на разнесённых по долготе геофизических обсерваториях Борок и Монды. Эффекты проявлялись в запаздывании или опережении начала когерентных серий Pc1 в Борке по отношению к их наблюдению в обсерватории Монды. В 63 % случаев пульсации в Борке начинались позже и в 37 % случаев – раньше их появления в обсерватории Монды.

Физическая природа обнаруженного явления неочевидна. В рамках представления о волноводном распространении пульсаций в ионосфере обнаруженные задержки не находят своего решения.

Возможное объяснение эффекта *западного дрейфа* можно попытаться найти в сопоставлении с известным западным дрейфом пульсаций типа IPDP, который связан с движением протонов кольцевого тока в западном направлении. Обратимся к рис. 8, который был детально рассмотрен (случай 29.05.1998) в работе [5]. Здесь показаны колебания убывающего периода, которые в Мондах длятся примерно с 14:30 до 16:00 UT, а в Борке – с 15:40 до 17:00 UT (рис. 8а). Таким образом, сигнал приходит на западную обсерваторию с запаздыванием около часа. Скорость азимутального дрейфа равна около 1°/мин. В этот день, 29 мая 1998 г., наблюдался ещё один интересный сигнал. В Мондах примерно между 20:15 и 21:10 UT были заметны излучения на частоте около 1,2 Гц, которые при более высоком разрешении отмечаются как серия Pc1 (рис. 8б, верхняя панель). В Борке излучение наблюдается между 21:15 и 22:10 UT (рис. 8а и рис. 8б, нижняя панель), т.е. примерно с тем же запаздыванием относительно их наблюдения в Мондах, что и для наблюдавшегося КУПа: около одного часа. Такое совпадение, как полагают авторы, может свидетельствовать о близкой природе эффектов в обоих типах геомагнитных пульсаций.

Следовательно, можно сделать предположение о природе обнаруженного явления, в котором задержка в появлении Pc1 связана с дрейфом протонов, как источника колебаний, в западном направлении.

Связь геомагнитных пульсаций с протонами была подробно исследована в работе [17]. По данным спутниковых и наземных наблюдений, была статистически установлена тесная корреляция Pc1 с протонными пятнами. Серии жемчужин появлялись

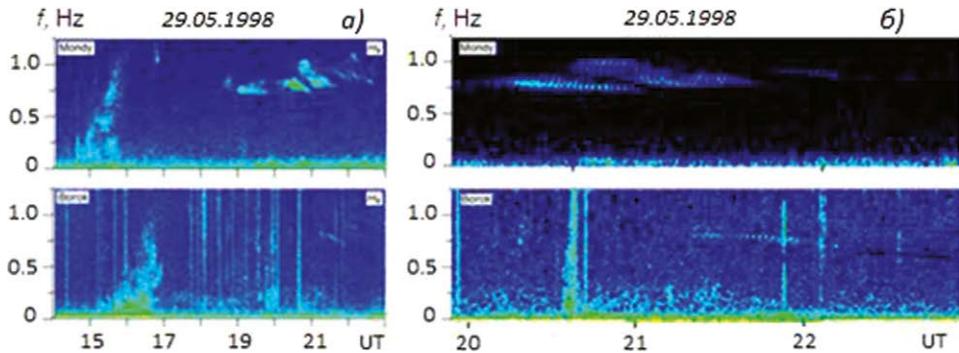


Рис. 8. Западный дрейф пульсаций Ipdp и Pc1.

Fig. 8. Western drift of Ipdp and Pc1 pulsations.

и исчезали одновременно с появлением и исчезновением пятна. При дрейфе пятна в западном направлении пульсации будут наблюдаться локально вблизи проекции их источника на земную поверхность. Наши результаты не противоречат наблюдениям авторов указанной выше работы.

Эффект *восточного дрейфа*, на первый взгляд, кажется необъяснимым. Дрейф Pc1 в обратном направлении могут дать частицы с массой, равной массе протона, но имеющие заряд, противоположный заряду протона. Но в этом случае придётся сделать также неожиданное предположение о присутствии в кольцевом токе *антипротонов*, дрейфующих в противоположном, восточном направлении. Их наличие естественным образом объясняло бы наблюдаемый эффект восточного дрейфа геомагнитных пульсаций. Антипротонный пояс в магнитосфере Земли действительно был обнаружен при измерениях на малых высотах в эксперименте с помощью спектрометра PAMELA на борту российского спутника «Ресурс-ДК1» [10]. Но плотность частиц оказалась невелика и недостаточна для возбуждения пульсаций. Однако, как полагают авторы открытия, их популяция будет наблюдаться в широком диапазоне радиальных расстояний. С ростом же высоты уменьшаются потери, связанные с аннигиляцией (плотность протонов с высотой убывает), и содержание античастиц может резко возрасти. Если принять во внимание, что антипротоны в свободном состоянии могут существовать как угодно долго, т.е. способны *накапливаться*, а потери с высотой падают, то предположение о повышенном содержании числа античастиц в магнитосфере представляется не лишённым основания. Т.е. реальным становится и предлагаемое объяснение эффекта восточного дрейфа пульсаций.

По мнению одного из авторов коллективной статьи [10], Франческо Кафанья, в реальности речь должна идти о миллиардах частиц антивещества, постоянно курсирующего в магнитосфере. Возможно, полученные в нашей работе данные о восточном дрейфе пульсаций также могут, в какой-то мере, рассматриваться как косвенное подтверждение этой догадки.

Заключение. В работе на основе большой статистики наблюдений Pc1 на двух разнесённых по долготе обсерваториях удалось показать наличие особенностей пространственно-временного распространения пакетов ионно-циклотронных волн (жемчужин), а именно, наличие западного и восточного дрейфа источника пульсаций. Эффекты проявлялись во взаимном запаздывании или опережении серий из волновых пакетов на двух разнесённых по долготе обсерваториях – западной и восточной. Результаты работы

являются новыми в изучении морфологии ультранизкочастотных колебаний и могут представлять определённый интерес в понимании физики геомагнитных пульсаций вообще и Pc1 «жемчужин», в частности.

Благодарности и источники финансирования. Автор благодарит А.С. Потапова и Б.И. Клайна за полезное обсуждение проблем, затронутых в работе.

Работа выполнена в рамках Государственного задания Геофизической обсерватории «Борок» ИФЗ РАН.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гульельми А.В., Потапов А.С. Проблемы теории магнитосферных волн Pc1. Обзор // Солнечно-земная физика. 2019. Т. 5, № 3. С. 102–109. DOI: 10.12737/szf-53201910.
2. Довбня Б.В., Зотов О.Д. О связи импульсных процессов в ионосфере с режимом генерации колебаний Pc1 // Геомагнетизм и аэрономия. 1985. Т. 24, № 3. С. 515–518.
3. Довбня Б.В., Клайн Б.И., Куражковская Н.А. Долготные эффекты геомагнитных пульсаций Pc1 // Шестнадцатая ежегодная конференция «Физика плазмы в солнечной системе». Сб. тезисов. М.: ИКИ РАН, 2021. С. 151.
4. Матвеева Э.Т., Калишер А.Л., Довбня Б.В. Физические условия в магнитосфере и в межпланетном пространстве при возбуждении геомагнитных пульсаций типа Pc1 // Геомагнетизм и аэрономия. 1972. Т. 12, № 6. С. 1125–1127.
5. Potapov A.S., Dovbnya B.V., Kline B.I., Guglielmi A.V. Trigger excitation of IPDP ULF waves (Maltseva–Vinogradova Effect) // Springer Proc. in Earth and Environmental Sci. Cham: Springer, 2019. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-31970-0_61.
6. Троицкая В.А. Классификация быстрых вариаций магнитного поля и земных токов // Геомагнетизм и аэрономия. 1964. Т. 4, № 3. С. 615–619.
7. Троицкая В.А., Гульельми А.В. Геомагнитные пульсации и диагностика магнитосферы // Успехи физ. наук. 1969. Т. 97. С. 453–494.
8. Троицкая В.А., Иванов К.Г., Калишер А.Л., Довбня Б.В. Дневная магнитопауза и её окрестности как источник геомагнитных пульсаций в диапазоне Pc1 // Геомагнетизм и аэрономия. 1979. Т. 19, № 4. С. 657–662.
9. Фейгин Ф.З., Хабазин Ю.Г. Особенности генерации ультранизкочастотных электромагнитных волн в магнитосфере Земли при учёте конечного плазменного давления горячих частиц // Геомагнетизм и аэрономия. 2022. Т. 62, № 2. С. 189–197.
10. Adriani O., Mori N., Spillantini P., Bonghi M., Bottai S., Papini P., Ricciarini S.B., Vannuccini E., Barbarino G.C., Campana D., Carbone R., Consiglio L., Osteria G., Bazilevskaya G.A., Kvashnin A.N., Stozhkov Y. I., Bellotti R., Bruno A., Cafagna F., Monaco A. et al. The discovery of geomagnetically trapped cosmic-ray antiprotons // The Astrophysical J. Let. 2011. V. 737, № 2. P. 1–5.
11. Demekhov A.G. Recent progress in understanding Pc1 pearl formation // J. Atmos. Solar-Terr. Phys. 2007. V. 69. P. 1609–1622.
12. Dovbnya B.V. On the earthquake effects in the regime of Pc1 // J. Atmosph. Terrest. Physics. 2007. V. 69, issue 14. P. 1765–1769. DOI: 10.1016/J.JASTP.2007.01.018.
13. Greifinger C., Greifinger P.S. Theory of hydromagnetic propagation in the ionospheric waveguide // J. Geophys. Res. 1968. V. 73. P. 7473–7490.
14. Kangas J., Fraser B., Potapov A. Pc1 pearl waves: Discovery, morphology and physics. Preface // J. Atmos. Solar-Terr. Phys. 2007. V. 69. P. 1599. DOI: 10.1016/j.jastp.2007.06.004.
15. Kurazhkovskaya N.A., Klain B.I., Dovbnya B.V. Patterns of simultaneous observations of high-latitude magnetic impulses (MIEs) and impulsive bursts in the Pc1–2 band // J. Atmos. Solar-Terr. Phys. 2007. V. 69. P. 1680–1689. DOI: 10.1016/j.jastp.2006.12.003.
16. Troitskaya V.A., Gul'elmi A.V. Geomagnetic micropulsations and diagnostics of the magnetosphere // Space Sci. Rev. 1967. V. 7. P. 689–768. <https://doi.org/10.1007/BF00542894>.
17. Yahnin A.G., Yahnina T.A., Frey H.U. Subauroral proton spots visualize the Pc1 source // J. Geophys. Res. 2007. V. 112. A10223. DOI: 10.1029/2007JA012501.

REFERENCES

1. Guglielmi, A.V., Potapov, A.S., «Problems of the theory of magnetospheric waves Pc1», *Solnechno-Zemnaya fizika* **5**, no 3, 102–109 (2019). DOI: 10.12737/szf-53201910 (in Russian).
2. Dovbnya, B.V., Zotov, O.D., «On the connection of pulse processes in the ionosphere with the mode of Pc1 oscillation generation», *Geomagnetizm i aeronomiya* **24**, no 3, 515–518 (1985) (in Russian).
3. Dovbnya, B.V., Kline, B.I., Kurazhkovskaya, N.A., «Longitudinal effects in Pc1 geomagnetic pulsations», *Sixteenth Annual Conference «Plasma Physics in the Solar system». Collection of abstracts* (Moscow: ICI RAS, 2021) (in Russian).
4. Matveyeva, E.T., Kalisher, A.L., Dovbnya, B.V., «Physical conditions in the magnetosphere and in interplanetary space during the excitation of geomagnetic pulsations of the Pc1 type», *Geomagnetizm i aeronomiya* **12**, no 6, 1125–1127 (1972) (in Russian).
5. Potapov, A.S., Dovbnya, B.V., Kline B. I., Guglielmi, A.V., «Trigger excitation of IPDP ULF waves (Maltseva–Vinogradova Effect)», *Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences* (Cham: Springer, 2019). DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-31970-0_61.
6. Troitskaya, V.A., «Classification of fast variations of the magnetic field and geocurrents», *Geomagnetizm i aeronomiya* **4**, no 3, 615–619 (1964) (in Russian).
7. Troitskaya, V.A., Guglielmi, A.V., «Geomagnetic pulsations and diagnostics of the magnetosphere», *Uspekhi fiz. nauk* **97**, 453–494 (1969) (in Russian).
8. Troitskaya, V.A., Ivanov, K.G., Kalisher, A.L., Dovbnya, B.V., «Daytime magnetopause and its surroundings as a source of geomagnetic pulsations in the Pc1 range», *Geomagnetizm i aeronomiya* **19**, no 4, 657–662 (1979) (in Russian).
9. Feigin, F.Z., Khabazin, Yu.G., «Features of generation of ultra-low-frequency electromagnetic waves in Earth’s magnetosphere when taking into account the finite plasma pressure of hot particles», *Geomagnetizm i aeronomiya* **62**, no 2, 189–197 (2022) (in Russian).
10. Adriani, O., Mori, N., Spillantini, P., Bongi, M., Bottai, S., Papini, P., Ricciarini, S.B., Vannuccini, E., Barbarino, G.C., Campana, D., Carbone, R., Consiglio, L., Osteria, G., Bazilevskaia, G.A., Kvashnin, A.N., Stozhkov, Y.I., Bellotti, R., Bruno, A., Cafagna, F., Monaco, A., et al., «The discovery of geomagnetically trapped cosmic-ray antiprotons», *The Astrophysical J. Let.* **737**, no 2, 1–5 (2011).
11. Demekhov, A.G., «Recent progress in understanding Pc1 pearl formation», *J. Atmos. Solar-Terr. Phys.* **69**, 1609–1622 (2007).
12. Dovbnya, B.V., «On the earthquake effects in the regime of Pc1», *J. Atmos. Terrest. Phys.* **69** (14), 1765–1769 (2007). DOI: 10.1016/J.JASTP.2007.01.018.
13. Greifinger, C., Greifinger, P.S., «Theory of hydromagnetic propagation in the ionospheric waveguide», *J. Geophys. Res.* **73**, 7473–7490 (1968).
14. Kangas, J., Fraser, B., Potapov, A., «Pc1 pearl waves: Discovery, morphology and physics. Preface», *J. Atmos. Solar-Terr. Phys.* **69**, 1599 (2007). DOI: 10.1016/j.jastp.2007.06.004.
15. Kurazhkovskaya, N.A., Klain, B.I., Dovbnya, B.V., «Patterns of simultaneous observations of high-latitude magnetic impulses (MIEs) and impulsive bursts in the Pc1–2 band», *J. Atmos. Solar-Terr. Phys.* **69**, 1680–1689 (2007). DOI: 10.1016/j.jastp.2006.12.003.
16. Troitskaya, V.A., Gul’elmi, A.V., «Geomagnetic micropulsations and diagnostics of the magnetosphere», *Space Sci. Rev.* **7**, 689–768 (1967). <https://doi.org/10.1007/BF00542894>.
17. Yahnin, A.G., Yahnina, T.A., Frey, H.U., «Subauroral proton spots visualize the Pc1 source», *J. Geophys. Res.* **112**, A10223 (2007). DOI: 10.1029/2007JA012501.

ОХРАНА ПРИРОДЫ НА ВОРОБЬЁВЫХ ГОРАХ: ПРОШЛОЕ И НАСТОЯЩЕЕ

И.П. Таранец, В.А. Алексеева*

Изложена история развития и становления территории Воробьёвых гор, отмечены существующие историко-культурные и природные памятники и другие достопримечательности территории. Показаны особенности геолого-геоморфологического строения и роль современных геоморфологических процессов в сохранении биоразнообразия местности. Рассмотрены предпосылки возникновения природного заказника «Воробьёвы горы» и продемонстрированы изменения, возникающие в настоящее время вследствие антропогенного воздействия, в т.ч. касающиеся видового разнообразия флоры и фауны, а также характеристики почвенно-растительного покрова.

Ключевые слова: Воробьёвы горы, культурное наследие, ООПТ, природный заказник, геолого-геоморфологическое строение, оползневые процессы, экология, охрана природы.

Ссылка для цитирования: Таранец И.П., Алексеева В.А. Охрана природы на Воробьёвых горах: прошлое и настоящее // Жизнь Земли. Т. 44, № 3. С. 319–333. DOI: 10.29003/m3046.0514-7468.2022_44_3/319-333.

Поступила 01.08.2022 / Принята к публикации 03.08.2022

NATURE PROTECTION IN THE VOROBYOVY GORY NATURE RESERVE: PAST AND PRESENT

I.P. Taranets¹, PhD, V.A. Alekseeva², PhD

¹ Lomonosov Moscow State University (Earth Science Museum)

² Lomonosov Moscow State University (Department of Geography)

The history of the development and formation of the Vorobyovy Gory territory is stated, the existing historical, cultural and natural monuments and sites of interest are noted. Features of the geological and geomorphological structure of the territory and the role of modern geomorphological processes in the conservation of the local biodiversity are shown. The prerequisites for the emergence of the Vorobyovy Gory nature reserve are considered and the changes currently occurring as a result of anthropogenic impact, including those related to the species diversity of flora and fauna and the characteristics of the soil and vegetation cover, are demonstrated.

Keywords: Vorobyovy Gory, cultural heritage, protected areas, natural reserve, geological and geomorphological structure, landslide processes, ecology, nature protection.

For citation: Taranets, I.P., Alekseeva, V.A., «Nature Protection in the Vorobyovy gory Nature Reserve: Past and Present», *Zhizn Zemli* [Life of the Earth] 44, no 3, 319–333 (2022) (in Rus., abstract in Engl.). DOI: 10.29003/m3046.0514-7468.2022_44_3/319-333.

Введение. Воробьёвы горы – одно из известнейших мест в Москве, историческая местность, которая была населена ещё в глубокой древности. На склоне долины реки Москва в пределах Лужнецкой излучины обнаружены следы поселений представителей финно-угорских племён дьяковской культуры раннего железного века (VIII–VII вв. до н.э. – VI–VII вв. н. э.) [19]. Два поселения (селища) существовали в приречной части долины р. Москва вблизи современного расположения Главного здания МГУ имени

* Таранец Ирина Павловна – к.б.н., с.н.с., Музей землеведения МГУ, irina.taranets@icloud.com; Алексеева Вероника Андреевна – к.г.н., с.н.с., географический факультет МГУ, valekseeva@rambler.ru.

М.В. Ломоносова. Древнее городище находилось и в районе Мамоновой дачи, недалеко от Андреевского монастыря. По обнаруженным в пределах древних поселений костям животных установлено, что в то время здесь водились лось, кабан, медведь, куница, лисица, бобр, реже северный олень [8]. Славяне пришли на эту территорию позднее.

Топоним «Воробьёвы горы» сохранился с XIV в. (название дано по с. Воробьёво) [20]. С середины XV века (1451 г.) село Воробьёво (рис. 1) становится дворцовым, поскольку было куплено княгиней Софьей Витовтовной [17, 19]. Оно развивалось и было популярным среди горожан. Позже Воробьёвы горы служили местом народных гуляний: до 1917 г. здесь были карусели, стрельбище, моментальная фотография и др. Некоторые крестьяне содержали «чайные садочки» (столики в саду) для приехавших на прогулку москвичей [18]. Знатная публика посещала знаменитый



Рис. 1. Карта окрестностей Москвы в XV веке¹.
Fig. 1. Map of the Moscow outskirts in the 15th century.

¹ Веселовский С.Б., Снегирёв В.Л., Коробков Н.М. Подмосковье. Памятные места в истории русской культуры XIV–XIX вв. М.: Изд-во «Московский рабочий», 1955. 395 с.

ресторан Степана Васильевича Крынкина, отличавшийся прекрасными видами на окрестности, отменной кухней и располагавшийся недалеко от храма Живоначальной Троицы (рис. 2).

Сложный пересечённый рельеф местности, лес, река изначально давали укрытие, пищу и воду для людей. С течением времени живописные виды, удобство расположения к городу также привлекали население, а статус княжеских земель уберёг территорию от хозяйственного и иного использования.

Цель данной статьи – рассмотреть предпосылки создания в XX веке природного заказника «Воробьёвы горы» с точки зрения комплексных представлений о геолого-геоморфологических, биологических и экологических особенностях территории.



Рис. 2. Картина «Вид на Москву с Воробьёвых гор», 1856. Автор: Аммон Владимир Фёдорович².

Fig. 2. Painting «View of Moscow from the Vorobyovy Gory», 1856. Artist: V.F. Ammon.

Памятники истории и достопримечательности. Говоря об особенностях Воробьёвых гор, нельзя не сказать об их культурно-историческом прошлом, которое делает эту территорию уникальной. На сегодняшний день от села Воробьёво сохранился лишь храм Живоначальной Троицы, построенный в стиле позднего классицизма в 1811 г., стоящий над обрывом слева от смотровой площадки недалеко от МГУ³ [19].

Известно, что в октябре 1817 г. на территории Воробьёвых гор по проекту архитектора А.Л. Витберга был заложен Храм Христа Спасителя – памятник победы России в войне 1812 года (рис. 3). Храм был заложен там, где сейчас высится памятный знак (стела) на месте клятвы Александра Ивановича Герцена и Николая Платоновича Огарёва, которые поклялись отдать свою жизнь в борьбе за свободу (памятник установлен в конце 70-х гг. XX в., авторы – скульптор М.А. Шмаков, архитекторы Ю.В. Ильин-Адаев и Р.Г. Кананин; объект культурного наследия) (рис. 4) [8, 17]. Проект не был осуществлён – строительство было осложнено различными неурядицами и инженерными проблемами, не учтено сложное геологическое строение местности [21]. Похожая ситуация случилась при строительстве первой в мире станции метро, расположенной на мосту через реку – станция «Ленинские

² <http://retromap.ru/forum/viewtopic.php?t=3101>

³ http://hram-troicy.prihod.ru/istorija_khrama_razdel/view/id/21688

горы» была открыта в 1959 г., закрыта на реконструкцию в 1983 г. и вновь открыта в 2002 г. под названием «Воробьёвы горы»⁴.

Жемчужиной исторического наследия Воробьёвых гор считается Андреевский монастырь (рис. 5), расположенный в непосредственной близости от заказника. Он является объектом культурного наследия (памятник истории и культуры) народов Российской Федерации⁵. Монастырь основан крупным общественным деятелем середины XVII в. Ф.М. Ртищевым в 1650/51 г. [1]. Он был выстроен на месте деревянной церкви Андрея Стратилата в Пленницах. Первое упоминание (в ладанной книге) относится к 1617/18 г. Однако есть более ранние сведения о храме, документально не подтверждённые [1]. Это одно из тех мест, где зарождалось российское высшее образование: здесь был открыт один из первых в стране образовательных центров – «Ртищевское братство». Это и другие подобные училища впоследствии послужили началом Славяно-греко-латинской академии. Монастырь пережил много разных преобразований (школа для детей-подкидышей и тюрьма, временное место содержания умалишённых, рабочий дом для «ленивиц» женского пола, богадельня и др., дом-коммуна 1-й московской фабрики Гознак (1922 г.), Всесоюзный НИИ метрологической службы Госстандарта (1962 г.), действующий мужской монастырь (с 2013 г. по н.в.)^{6,7} [1].

Другой важный исторический памятник – усадьба Дмитриева-Мамонова (Мамонова дача) с живописным главным домом, оранжереей и остатками пейзажного парка (XVIII в.) (объект культурного наследия – памятник истории и культуры – народов Российской Федерации⁸). Сейчас в усадьбе располагаются Институт химической физики и Институт физических проблем РАН. Рядом находится Президиум Российской академии наук (строительство здания велось с конца 1960-х до начала 1990-х гг.)⁹.

Таким образом, на сравнительно небольшой территории располагается целый ряд знаковых историко-культурных памятников разных эпох, признанных объектами культурного наследия народов РФ регионального и федерального значения. В ряде учреждений в непосредственной близости от Воробьёвых гор продолжает развиваться научное направление, которое было заложено ещё в XVII веке в стенах Андреевского монастыря.

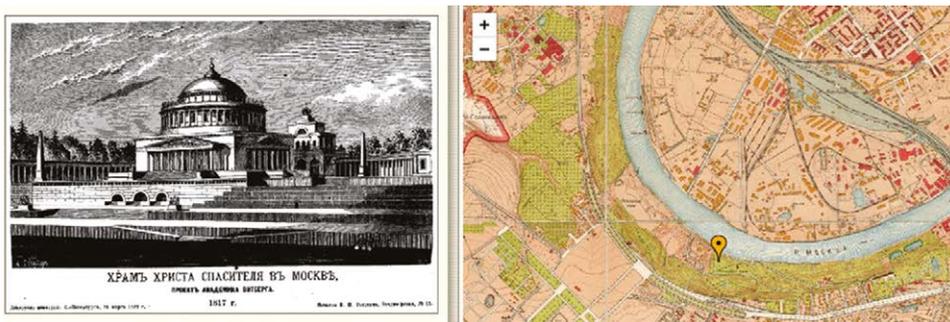


Рис. 3. Проект Храма Христа Спасителя на Воробьёвых горах А.Л. Витберга (1817) и место закладки Храма на карте retomap¹⁰.

Fig. 3. Project of the Cathedral of Christ the Savior on the Vorobyovy Gory by A.L. Witberg (1817) and the Cathedral site at retomap.ru.

⁴ <http://mosmetro.ru/about/history>; <https://new.mosmetro.ru/about/history/index.php>

⁵ <https://opendata.mkrf.ru/opendata/7705851331-egrkn>

⁶ <http://www.pravenc.ru/text/115196.html>

⁷ <https://docs.cntd.ru/document/3609664?ysclid=l5bfsbxjrm129033314>

⁸ <https://opendata.mkrf.ru/opendata/7705851331-egrkn>

⁹ <http://www.ras.ru/about/history.aspx>

¹⁰ http://retomap.ru/show_pid.php?pid=g2678



Рис. 4. Памятник А.И. Герцену и Н.П. Огарёву. Фото И.П. Таранец.
Fig. 4. Monument to A.I. Herzen and N.P. Ogarev (photo by I.P. Taranets).



Рис. 5. Окрестности Москвы. Воробьёвы горы. Андреевский монастырь и мост московской окружной дороги¹¹.
Fig. 5. Moscow's outskirts. Vorobyovy Gory. Andreevsky monastery and Moscow Beltway Bridge.

Геолого-геоморфологическое строение территории. В географическом отношении территория Воробьёвых гор располагается в пределах уступа Теплостанской возвышенности (часть полого-увалистой Москворецко-Окской равнины), опирающегося на днище долины Москвы-реки. С геоморфологической точки зрения Воробьёвы горы – не горы (в их классическом определении), а правый крутой коренной борт долины реки на вогнутом берегу Лужнецкой излучины высотой около 70 м. С геологической точки зрения здесь глубоко под урезом воды залегают трещиноватые известняки каменноугольного возраста, над ними – преимущественно глины юрского периода, обнажающиеся у современного уреза реки, выше – пески и песчаники мелового возраста [2, 7]. Коренные породы перекрыты толщей четвертичных отложений: суглинками и супесями ледникового, водноледникового и покровного генезиса. Тяжёлые в механическом составе глины и суглинки служат водоупором, а к рыхлым пескам приурочены водоносные горизонты (рис. 6).



Рис. 6. Фрагменты геологических карт. На карте дочетвертичных отложений (слева) основной фон на большей части территории представлен отложениями юрской (J, голубые оттенки) и меловой (K, зелёные оттенки) систем. На карте четвертичных отложений (справа) полосой по правому крутому борту долины р. Москва протягивается контур деляпсия (отложения оползней) верхнечетвертичного-голоценового возраста (розовый цвет) [7].

Fig. 6. Fragments of geological maps. On the map of pre-Quaternary sediments (on the left), the main background in most of the territory is represented by deposits of the Jurassic (J, blue shades) and Cretaceous systems (K, green shades). On the map of Quaternary deposits (on the right), the delapsia contour (landslide deposits) of the Upper Quaternary-Holocene age (pink) stretches along the right steep side of the Moscow River valley.

¹¹ <https://visualhistory.livejournal.com/1268986.html>

Особенности геологического строения территории предопределили широкое развитие оползневых процессов, что связано с деформированием глинистых отложений юрского возраста. Большая часть коренного борта Москвы-реки в пределах Лужнецкой излучины поражена глубокими оползнями (мощностью десятки метров), осложнёнными на крутых склонах мелкими и поверхностными оползнями [14, 16]. В пределах Воробьёвых гор можно наблюдать разные формы рельефа, созданные в результате оползневых процессов: стенки срыва, трещины, напорные валы, оползневые псевдотеррасы и др. Многие дорожки в заказнике «Воробьёвы горы» проложены по площадкам оползневых террас, вытянутых вдоль реки на десятки метров (рис. 7, 8).



Рис. 7. Обнажение корневой системы деревьев в результате развития склоновых процессов. Фото И.П. Таранец.

Fig. 7. Exposure of the root system of trees as a result of the development of slope processes (photo by I.P. Taranets).



Рис. 8. Дорожки в заказнике проложены по площадкам оползневых террас, вытянутых вдоль реки. Фото В.А. Алексеевой.

Fig. 8. Paths in the reserve are laid along the landslide terraces stretched along the river (photo by V.A. Alekseeva).

Помимо склоновых процессов на территории активно протекают и флювиальные процессы: крутой склон долины Москвы-реки расчленён оврагами и другими малыми эрозионными формами. В местах выхода водоупорных глинистых горизонтов на поверхности склона происходит разгрузка подземных вод в виде родников, некоторые из которых имеют статус памятника природы, обустроены и служат туристическими объектами и местами отдыха (рис. 9). На территории заказника располагаются три рукотворных пруда: Большой и Малый Андреевские (рис. 10) и Лесной.

Именно из-за особенностей геолого-геоморфологического строения и опасности развития оползневых процессов правый крутой склон Лужнецкой излучины Москвы, на котором и располагаются Воробьёвы горы, благополучно избежал интенсивной застройки в советское время и в значительной мере сохранил свой природный облик.

Охрана природы на Воробьёвых горах. В 1911 г. московские власти на склонах Воробьёвых гор хотели сделать парк. Однако Первая Мировая война, а затем и революция 1917 г. прервали эти начинания [8]. По всей видимости, какое-то благоустройство было проведено: на карте 1915 г. (рис. 11) значится «Воробьёвский парк». Других свидетельств существования парка пока найти не удалось.

В 1935 г., в соответствии с Генпланом реконструкции и развития Москвы, в столице был создан лесопарковый защитный пояс города, поскольку лесные массивы и насаждения способствуют сохранению благоприятной экологической обстановки и выполняют



Рис. 9. Каптированный родник и русло ручья после проведённых работ по укреплению. Фото В.А. Алексеевой.

Fig. 9. Captioned spring and streambed after strengthening works (photo by V.A. Alekseeva).



Рис. 10. Заказник «Воробьёвы горы» возле Андреевских прудов. Фото И.П. Таранец.

Fig. 10. Nature Reserve «Vorobyovy Gory» near the Andreyevsky Ponds (photo by I.P. Taranets).

средорегулирующую функцию [15]. Как видно на карте (рис. 12), Воробьёвы горы связаны с другими зелёными территориями так называемым «зелёным коридором».

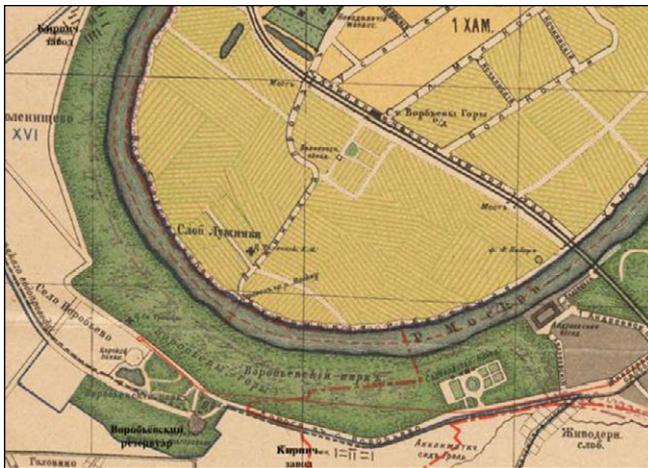


Рис. 11. Фрагмент карты Воробьёвых гор с названием «Воробьёвский парк», 1915 г. (издание Суворина 1:21 К)¹².

Fig. 11. A fragment of the Vorobyovy Gory map with the name «Vorobyevsky Park», 1915.

Москва развивалась и разрасталась, поэтому в середине 1980-х гг. часть земель лесопаркового пояса оказалась в границе города, что потребовало особых природоохранных стратегий. В связи с этим НИИПИ (Научно-исследовательский и проектный институт) Генплана Москвы провёл работу по выявлению особо ценных и подлежащих охране природных территорий, к которым относились уникальные, редкие, наиболее типичные, хорошо сохранившиеся природные экосистемы с объектами зонального и регионального

¹² <http://retromap.ru/forum/viewtopic.php?t=87>

значения. В городе стали создавать многофункциональные охраняемые природные территории, где природоохранные мероприятия должны были сочетать в себе использование рекреационных ресурсов и некоторые виды хозяйственной деятельности. Так, в 1987 г. склоны Ленинских (Воробьёвых) гор были объявлены памятником природы геологического характера с уникальными формами рельефа, обнажениями и родниками. А 21 июля 1998 г. был организован государственный природный заказник «Воробьёвы горы» (постановление Правительства Москвы № 564 от 21.07.98 «О мерах по развитию территорий природного комплекса Москвы») ¹³ (рис. 13). В 2004 г. создана дирекция Государственного природоохранного учреждения «Природный заказник Воробьёвы горы» [15].

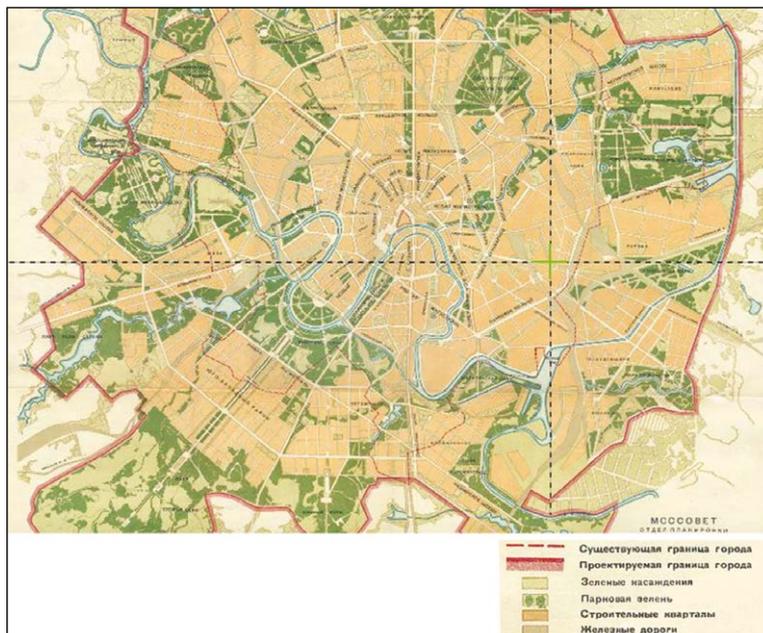


Рис. 12. Фрагмент карты «Схема планировки Москвы», 1935 (масштаб 1:5000) ¹⁴.

Fig. 12. A fragment of the map «Moscow layout scheme», 1935 (scale 1:5,000).

Согласно Положению, заказник «Воробьёвы горы» – особо охраняемая природная территория города Москва, имеющая природоохранное, рекреационное, эколого-просветительское и историко-культурное значение как особо ценный, крупный и целостный природно-территориальный комплекс, отличающийся высоким разнообразием, наличием редких в условиях города видов растений и животных и благоприятными условиями для отдыха в природном окружении» (постановление Правительства Москвы № 940-ПП «О природном заказнике «Воробьёвы горы» от 28.12.04 г.») ¹⁵. Его площадь составляет 137, 02 га (Постановление Правительства от 3 сентября 2020 г. № 1446-ПП). Заказник протянулся узкой полосой (максимальная ширина 500 м) на 5 км вдоль крутого берега между рекой Москва и улицей Косыгина.

¹³ <https://www.mos.ru/authority/documents/doc/28106220>

¹⁴ http://retromap.ru/0619351_z11_55.734842,37.716064

¹⁵ <https://www.mos.ru/authority/documents/doc/14827220>

Интересное решение было воплощено сотрудниками ГУП «НИИПИ Генплана Москвы», которые разработали разные функциональные зоны заказника: 1 – прогулочная; 2 – заповедная; 3 – историко-культурная; 4 – двойного назначения (историко-культурная со сторонними землепользователями); 5 – спортивно-оздоровительная; 5 – рекреационная; 6 – административно-хозяйственная; 7 – сторонние пользователи [15].

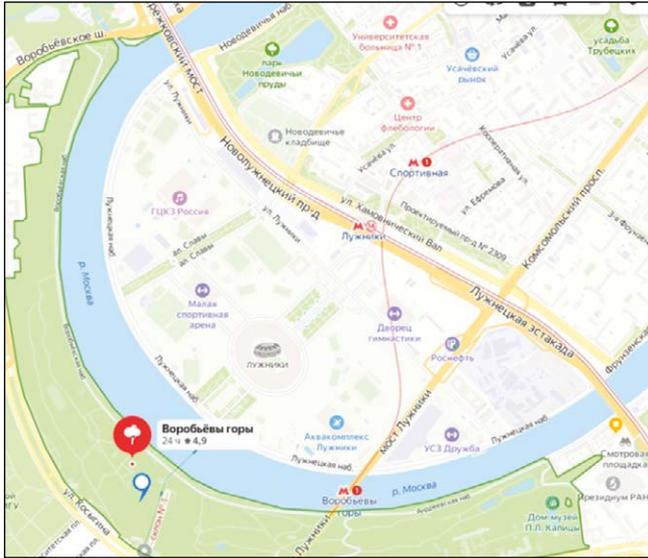


Рис. 13. Границы заказника «Воробьёвы горы»¹⁶.
Fig. 13. «Vorobyovy Gory» Nature Reserve borders.

Основные направления деятельности заказника – сохранение историко-культурных и природных комплексов, восстановление нарушенных ландшафтов, являющихся местообитаниями редких видов растений, зверей, птиц, насекомых, экологический мониторинг и изучение объектов особой охраны, поддержание рекреационного потенциала, экологическое просвещение населения (Постановление Правительства Москвы № 940-ПП «О природном заказнике «Воробьёвы горы» от 28.12.2004)¹⁷.

Действительно, на территории нового заказника были установлены искусственные гнездовья для птиц и дуплянки для белок, выпущены белки, которых привезли из лесов подмосковного Хотьково. В 2005 г. в заказнике была открыта первая в Москве экологическая тропа. Всего были разработаны и соответствующим образом оборудованы три экологических тропы – «На склонах Воробьёвых гор», «Андреевские пруды» и «На террасах Воробьёвых гор» [15]. Функционирует вольерный комплекс, в котором обитают белки, фазаны, павлины и др.

В заказнике произрастает настоящий широколиственный лес, в котором встречаются группы старовозрастных деревьев. Берёзовые рощи чередуются с парковыми участками и лугами, прудами, родниками, оползневыми формами рельефа. В отличие от городских парков и скверов здесь сохранилась свойственная лесу структура (несколько ярусов деревьев – кустарниковый подрост – многоуровневый травостой) и разнообразные виды травянистой

¹⁶ https://yandex.ru/maps/org/vorobyovy_gory/155977485195/?ll=37.556132%2C55.717388&pt=37.545%2C55.71&source=entity_search&z=14.6

¹⁷ <https://www.mos.ru/authority/documents/doc/14827220/>

растительности. Из древесных пород произрастают дуб черешчатый, липа мелколистная, ясень, рябина, чёрная ольха, вяз гладкий и др. Встречаются высаженные породы – тополь бальзамический, каштан конский, маньчжурский орех и др. Из кустарников – жимолость лесная, бересклет, малина, высажены спирея, снежноягодник [4–6, 9, 10, 15].

Из-за сложного оползневого рельефа и наличия малых эрозионных форм некоторые участки территории являются труднодоступными для ведения хозяйства и отдыха (рис. 14). Они представляют собой разнообразные биотопы, где сохранился сравнительно высокий для городских условий уровень биоразнообразия. О развитии различных склоновых процессов можно судить и по фитоиндикационным признакам: «пьяный лес» – как отражение оползневого процесса, искривлённая прикомлевая часть деревьев – как индикатор процесса дефлюкции.



Рис. 14. Сложный рельеф заказника (фото И.П. Таранец).

Fig. 14. Complex relief in the nature reserve (photo by I.P. Taranets).

Флора заказника насчитывает более 427 видов сосудистых растений из 240 родов и 74 семейств (309 аборигенных видов – 74%) [3], из которых 43 включены в Красную книгу города Москва и Приложение 1 к ней. Из травянистых растений можно назвать купену многоцветковую, страусник обыкновенный, дремлик широколистный, гвоздику Фишера, астрагал датский, хохлатку плотную и др. [9, 10].

Из млекопитающих встречаются европейский крот, обыкновенная бурозубка, белка обыкновенная, рыжая и обыкновенная полёвка, лесная и полевая мыши, изредка – летучие мыши. Кроме того, отмечаются синантропные виды – домовая мышь и серая крыса [3]. Отмечено около 100 видов птиц, из которых 37 включены в Красную книгу города Москва и Приложение 1 к ней [9]: серая неясыть, коростель, белоспинный дятел, дубонос, тетеревиный и др. На Андреевских прудах, кроме кряквы, гнездится хохлатая черныш [9]. Однако многие виды отмечены на кочёвках или зарегистрированы во время миграций лишь единожды (средний пёстрый дятел, деряба, обыкновенный осоед, воронок и др.), а ряд гнездящихся видов имеет единичное место гнездования (например, коростель, обыкновенная горихвостка и др.). Не подтверждён гнездовой статус встречающихся видов чечевицы и обыкновенной овсянки [3]. К сожалению, наблюдается сокращение числа поющих соловьёв на территории заказника (на 40% в 2018 г. по сравнению с 2009, 2010 и 2014 гг.) [11].

Из земноводных встречаются травяная и озёрная лягушки. Многие виды нахо-

дятся на грани исчезновения из-за изоляции территории, со всех сторон окружённой дорогами, фактора беспокойства и загрязнения окружающей среды. Вероятно, к числу исчезнувших видов можно отнести европейского ежа (встречался до 2000 г.), ласку, ужа обыкновенного (последняя встреча в 2009 г.) [9].

Важнейшие факторы, отрицательно влияющие на численность птиц – это факторы беспокойства (непредуманные работы по благоустройству, шумные праздничные и спортивные мероприятия во время гнездового периода), сокращение площади подходящих местообитаний из-за нарушения напочвенного покрова и кустарниковых зарослей в разных частях заказника [11]. Кроме этого, сказываются сильная рекреационная нагрузка, фрагментация местообитаний, изоляция, ухудшение качества местообитаний, прямое уничтожение или изъятие видов (например, сбор растений на букеты), вытеснение интродуцентами и синантропными видами типичных представителей флоры и фауны, загрязнение воздуха, воды (р. Москва, родники) и почвы, шумовое воздействие не только от отдыхающих, но и от проходящих теплоходов и др. Отметим, что антропогенное воздействие отразилось ещё в начале XXI в. на амфибиях из-за облицовки набережной р. Москва, что стало препятствием на пути расселения животных. К началу XXI в. сохранились только 2 вида по сравнению с 10 в первой половине XX в. [4].

Если говорить о загрязнении почвы, то это подтверждается в разных работах по фауне. По данным М.Г. Кривошеиной [13], состав почвенных насекомых показывает сильную загрязнённость почв в заказнике. Почвы отличаются повышенным содержанием техногенных загрязнителей: тяжёлых металлов, нефтепродуктов, бенз(а)пирена. Обнаруженные 14 видов двукрылых из 7 семейств (*Limnophilapictipennis*, *Ilisiamaculata*, *Tipulamaxima* и др.) являются устойчивыми к сильным загрязнениям. Собранные пробы с почвенными коллемболами, или ногохвостками, которые применяются в биоиндикационных работах, показали, что на участках, включая широколиственный лес, видовое сообщество состоит из рудеральных, эвритопных и луговых видов коллембол, т.е. не видов-специалистов (эвритопные виды – *Folsomiaquadriculata* и *L. Lignorum*). Подобные изменения свойственны антропогенно-нарушенным территориям, где наблюдается эффект «тривиализации», или «банализации» фауны [12].

Таким образом, в заказнике благодаря многообразию биотопов есть условия для сохранения видового разнообразия. Положительным моментом является его близость к долине р. Сетунь и зелёным территориям МГУ, но, тем не менее, заказник расположен в центре города, что делает его очень уязвимым.

В настоящее время заказник «Воробьёвы горы» находится в ведении Центрального парка культуры и отдыха имени Горького. В 2012 г. (Постановление Правительства Москвы № 702-РП от 13.11.2012)¹⁸ передавалась только небольшая часть заказника – Андреевская набережная (1,9258 га) сроком на 11 месяцев и 28 дней. Однако в 2013 г. по Постановлению Правительства Москвы (от 1 июля 2013 г. № 423-ПП «Об оформлении земельно-имущественных отношений Государственному автономному учреждению культуры города Москвы «Центральный парк культуры и отдыха имени М. Горького» и о признании утратившими силу отдельных положений постановлений Правительства Москвы от 19 июня 2012 г. № 293-ПП»¹⁹) заказник был передан в безвозмездное пользование (эксплуатацию), согласно категории земель, относящихся к населённым пунктам, для культурно-просветительских, оздоровительных, физкультурно-оздоровительных и спортивных мероприятий. Практически природоохранный надзор перестал существо-

¹⁸ <https://www.mos.ru/authority/documents/doc/7553220/>

¹⁹ <https://www.mos.ru/authority/documents/doc/6292220/>

вать. В 2018 г. были установлены фонари, которые не только близко расположены друг к другу, но и светят в вечернее время во все стороны, тем самым увеличивая нагрузку на экосистему от сильного «светового загрязнения» (рис. 15). Активно идёт реконструкция лыжного трамплина и создание спортивного кластера (рис. 16), а также эскалаторной галереи, что в целом также оказывает негативное воздействие на природный комплекс, снижая биоразнообразие данной территории. Сдана в эксплуатацию канатная дорога (2018 г.). Однако уже осенью 2020 г. можно было видеть трещины в бетонной подпорной стенке под станцией новой канатной дороги, что говорит об активном протекании здесь оползневых процессов (рис. 17). Все эти хозяйственные действия вызывают тревогу и озабоченность сохранностью природного заказника.



Рис. 15. «Световое загрязнение» на Воробьёвых горах. Фото И.П. Таранец.

Fig. 15. «Light pollution» on the Vorobyovy Gory (photo by I.P. Taranets).



Рис. 16. Стройка на Воробьёвых горах, июнь 2022 г. Фото В.А. Алексеевой.

Fig. 16. A building site on the Vorobyovy Gory, June, 2022 (photo by V.A. Alekseeva).

Между тем, согласно Постановлению Правительства № 1446-ПП от 3 сентября



Рис. 17. Подпорная стенка канатной дороги, июнь 2021 г. Фото И.П. Таранец.

Fig. 17. Retaining wall of the cable rail-way, June, 2021 (photo by I.P. Taranets).

2020 г. «Об особо охраняемой природной территории регионального значения «Природный заказник “Воробьёвы горы” и памятниках природы на Воробьёвых горах», произошли небольшие изменения границ ООПТ, но статус территории не изменился. В данном документе подтверждается, что в границах природного заказника расположены памятники природы: «Склоны Воробьёвых гор» (площадь 25,65 га); «Родник в левом борту оврага на Воробьёвых горах» (площадь 0,71 га); «Родник у подножья надоползневого уступа на Воробьёвых горах» (площадь 1,28 га); «Родник ниже памятника Герцену и Огареву на Воробьёвых горах» (площадь 1,76 га).

Заключение. Важная особенность Воробьёвых гор – это сочетание природного и историко-культурного наследия столицы, которое сохранилось до нашего времени благодаря в т. ч. геоморфологическим факторам (развитие оползневых и эрозионных процессов), которые оказывают существенное влияние на территорию. Именно из-за активного развития оползневого процесса правый крутой склон долины р. Москвы избежал активного хозяйственного освоения и застройки. Несмотря на сложную с инженерно-геологической точки зрения обстановку, территория заказника обладает большим рекреационным потенциалом. Благодаря тому, что в центре столицы произрастает широколиственный лес, имеется хорошая транспортная доступность и территория открыта для посетителей, заказник прекрасно подходит для эколого-просветительских и образовательных целей. При этом уникальность исторического прошлого, которое неразрывно связано с природой данной местности, зависит целиком и полностью от заботы горожан. Безусловно, в таком крупном городе, как Москва, очень сложно учитывать развитие и сохранение природы только путём функционирования ООПТ. Однако зонирование ООПТ, создание комфортной городской среды помогут перераспределить рекреационную нагрузку и снизить её на природных территориях, включая Воробьёвы горы, если появятся обустроенные, психологически комфортные зелёные пространства возле домов, скверов и бульваров.

Благодарности и источники финансирования. Благодарим Л.В. Попову, Е.В. Колесову и Е.В. Горину за советы и обсуждение исторических эпизодов.

Работа выполнена в рамках государственных заданий Музея землеведения МГУ АААА-А16-116042710030-7 «Музееведение и образование музейными средствами в области наук о Земле» АААА-А16-116042010089-2 «Биосферные функции экосистем, их компонентов и рациональное природопользование», а также географического факультета МГУ № 121040100323-5 «Эволюция природной среды в кайнозое, динамика рельефа, геоморфологические опасности и риски природопользования».

ЛИТЕРАТУРА

1. Антонова Е. В. Очерки истории Андреевского монастыря. М.: ПРОБЕЛ-2000, 2016. 171 с.
2. Белая Н. И., Дубинин Е. П., Ушаков С. А. Геологическое строение Московского региона. Геологические практики: Учебно-методическое пособие. М.: Изд-во МГУ, 2001. 104 с.
3. Бронникова В. К., Кадетов Н. Г., Губанов М. Н., Маркова О. И., Самсонова С. Ю., Кадетова А. А. Природный заказник «Воробьёвы горы» // Экологический атлас России. М.: ООО «Феория», 2017. С. 470–473.
4. Воробьёвы горы – природный заказник: Буклет. М.: Департамент природопользования и охраны окружающей среды города Москвы, 2010.
5. Воробьёвы горы и русские цари: Буклет. М.: ГПБУ Управление ООПТ по ЮЗАО и ЦАО, 2012. 11 с.
6. «Воробьёвы горы», природный заказник. Особо охраняемые природные территории Москвы. М.: Департамент природопользования и охраны окружающей среды города Москвы, 2013. 11 с.

7. Геологический атлас Москвы (в 10 тт. с пояснительной запиской). М 1:10 000. М.: ГУП «Мосгоргеотрест», 2010.
8. Иванов О. А. От Крымского вала до Воробьёвых гор. Исторический путеводитель. М.: ЗАО Издательство Центрполиграф, 2015. С. 403–525.
9. Кадетов Н. Г. Редкие виды растений города Москвы во флоре природного заказника «Воробьёвы горы» // Роль ботанических садов и охраняемых природных территорий в изучении и сохранении разнообразия растений и грибов: Материалы Всерос. науч. конф. Ярославль: Изд-во ЯГПУ, 2011. С. 131–133.
10. Кадетов Н. Г. Первоцветы Воробьёвых гор. Познавательная серия «История и природа Воробьёвых гор». М.: ГПБУ Управление ООПТ по ЮЗАО и ЦАО, 2011. 6 с.
11. Кадетов Н. Г., Кадетова А. А. Поющие соловьи на Воробьёвых горах в 2009–2018 гг. // Московка (Новости программы Птицы Москвы и Подмосковья). 2018. № 28. С. 52–54.
12. Короткевич А. Ю., Таранец И. П. Коллемболы заказника «Воробьёвы горы» // XVIII Всерос. совещание по почвенной зоологии: Материалы докладов. М.: КМК, 2018. С. 109–110.
13. Кривошеина М. Г. Почвенные двукрылые насекомые (Insecta: Diptera) природного парка «Воробьёвы горы» // Проблемы почвенной зоологии: Материалы XVI Всерос. совещания по почвенной зоологии. М., 2011. С. 62–63.
14. Лукашов А. А. Геолого-геоморфологическое строение и морфодинамика Воробьёвых гор (г. Москва) // Вестник Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2008. № 5. С. 68–73.
15. Морозова И. А., Морозов В. Р. Заповедная территория. Научно-популярная серия «Воробьёвы горы». М., 2008. 48 с.
16. Москва. Геология и город (под редакцией В.И. Осипова и О.П. Медведева). М.: Московские учебники и Картолиитография, 1997. 399 с.
17. Мячин И. К. Площади и улицы Москвы: Путеводитель. М.: Московский рабочий, 1982. С. 136–149.
18. Родин А. Ф. Воробьёвы горы и их окрестности. М.: МГСПС «Труд и Книга», 1924. 63 с. (<https://electro.nekrasovka.ru/books/702>)
19. Рысин Л. П., Семёнова-Прозоровская Е. А., Насимович Ю. А. Воробьёвы горы и Нескучный сад. М., 1996. 45 с.
20. Смолицкая Г. П. Названия московских улиц. М.: Издательский дом «Муравей», 1997. 23 с.
21. Снакин В. В., Лаптева Е. М., Грачёва И. В. и др. «Недаром помнит вся Россия про день Бородина». Выставка к 200-летию Отечественной войны 1812 г. // Жизнь Земли. 2012. Т. 34. С. 361–369.

REFERENCES

1. Antonova, E.V., *Essays on the history of St. Andrew's Monastery* (Moscow: Probel-2000, 2016) (in Russian).
2. Belaya, N.I., Dubinin, E.P., Ushakov, S.A., *Geological structure of the Moscow region. Geological practices: Educational and methodical manual* (Moscow: Publishing House of Moscow State University, 2001) (in Russian).
3. Bronnikova, V.K., Kadetov, N.G., Gubanov, M.N., Markova, O.I., Samsonova, S.Yu., Kadetova, A.A., «Nature Reserve «Vorobyovy Gory»» *Ecological Atlas of Russia*. (Moscow: Feoria, 2017) (in Russian).
4. *Vorobyovy Gory – Nature Reserve: Booklet* (Moscow, 2010) (in Russian).
5. *Vorobyovy Gory and the Russian Tsars: Booklet* (Moscow, 2012) (in Russian).
6. «Vorobyovy Gory», *Nature Reserve. Protected Areas of Moscow* (Moscow, 2013) (in Russian).
7. *Geological Atlas of Moscow* (in 10 volumes). Scale 1:10 000 (Moscow: Mosgorgeotrest, 2010) (in Russian).
8. Ivanov, O.A., *From the Crimean Shaft to the Vorobyovy Gory. Historical guide* (Moscow: Tsentrpoligraf, 2015) (in Russian).
9. Kadetov, N.G., «Rare plant species of the Moscow city in the flora of the Vorobyovy Gory Nature Reserve», *The role of botanical gardens and protected natural areas in the study and conservation of plant*

and mushroom diversity: *Materials of the All-Russian Sci. conf.* (Yaroslavl': YaGPU Publishing House, 2011) (in Russian).

10. Kadetov N. G., *Primroses of the Vorobyovy Gory area* (Moscow, 2011) (in Russian).

11. Kadetov, N.G., Kadetova, A.A., «Singing nightingales on the Vorobyovy Gory in 2009–2018», *Moskovka* **28**, 52–54 (2018) (in Russian).

12. Korotkevich, A.Yu., Taranets, I.P., «Collembols of the Vorobyovy Gory Nature Reserve», *XVIII All-Russian Meeting on Soil Zoology: Materials of reports* (Moscow: KMK, 2018) (in Russian).

13. Krivosheina, M.G., «Soil diptera insects (Insecta: Diptera) of the Vorobyovy Gory Nature Park», *Problems of soil zoology: Materials of the XVI All-Russian Meeting on Soil Zoology* (Moscow, 2011) (in Russian).

14. Lukashov, A.A., «Geological and geomorphological structure and morphodynamics of the Vorobyovy Gory (Moscow)», *Vestnik Moskovskogo Universiteta. Ser. 5. Geography* **5**, 68–73 (2008) (in Russian).

15. Morozova, I.A., Morozov, V.R., *Protected area. Popular science series «Vorobyovy Gory»* (Moscow, 2008) (in Russian).

16. *Moscow. Geology and the City*, ed. by V.I. Osipov and O.P. Medvedev (Moscow: Moscow Textbooks and Cartolithography, 1997) (in Russian).

17. Myachin, I.K., *Squares and streets of Moscow city: Guidebook* (Moscow: Moskovskij rabochy, 1982) (in Russian).

18. Rodin, A.F., *Vorobyovy Gory and their surroundings* (Moscow: «Tryd I Kniga», 1924) (<https://electro.nekrasovka.ru/books/702>) (in Russian).

19. Rysin, L.P., Semenova-Prozorovskaya, E.A., Nasimovich, Yu.A., *Vorobyovy Gory and Neskuchny Sad* (Moscow, 1996) (in Russian).

20. Smolitskaya, G.P., *Names of Moscow streets* (Moscow: Muravey, 1997) (in Russian).

21. Snakin, V.V., Lapteva, E.M., Gracheva, I.V., et al., «And all of Russia still remembers Borodino's great clash!». Exhibition dedicated to the 200th anniversary of the 1812 Patriotic War», *Zhizn Zemli [Life of the Earth]* **34**, 361–369 (2012) (in Russian).

ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНАЯ МУЗЕОЛОГИЯ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

УДК 567: 551.734.5

DOI 10.29003/m3047.0514-7468.2022_44_3/334-342

СРЕДНЕДЕВОНСКИЕ КОККОСТЕЙДНЫЕ ПАНЦИРНЫЕ РЫБЫ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ (ЖИВЕТ ПАВЛОВСКОГО КАРЬЕРА) ПО МАТЕРИАЛАМ В КОЛЛЕКЦИИ МУЗЕЯ ЗЕМЛЕВЕДЕНИЯ МГУ

С.В. Молошников*

В работе приводится характеристика остатков коккостейдных панцирных рыб (*Placodermi*: *Euarthrodira*: *Coccosteidae*) из ардатковских отложений (живет, средний девон) Павловского карьера в Воронежской области (территория Центрального девонского поля), хранящихся в Музее землеведения МГУ. До настоящего времени в литературе появлялись только разрозненные данные по коккостейдам и близко родственным им формам (определения на уровне крупных таксонов), обнаруженным на этой территории. Имеющиеся в коллекции музея материалы представлены в основном костями и их фрагментами из туловищного панциря; присутствует также один фрагмент задней части затылочной кости из черепной крыши. Изученные материалы в целом наиболее схожи с остатками *Livosteus grandis* (Gross) из живетских отложений (средний девон) Главного девонского поля, однако имеют ряд отличий в строении, а именно присутствие вентральной борозды на передней среднебрюшной кости, менее выраженный заднебоковой угол задней вентрально-латеральной кости и др., которые не позволяют отнести их к этому виду однозначно. Предварительно эти ископаемые остатки определяются как *Livosteus* aff. *L. grandis* (Gross). Новые материалы, собранные в среднедевонских отложениях Павловского карьера, дополняют данные по морфологии и распространению коккостейд Восточно-Европейской платформы.

Ключевые слова: палеонтология, палеоихтиология, панцирные рыбы, эуартродиры, средний девон, живет, Восточно-Европейская платформа, Центральное девонское поле, европейская часть России.

Ссылка для цитирования: Молошников С.В. Среднедевонские коккостейдные панцирные рыбы Воронежской области (живет Павловского карьера) по материалам в коллекции Музея землеведения МГУ // Жизнь Земли. 2022. Т. 44, № 3. С. 334–342. DOI: 10.29003/m3047.0514-7468.2022_44_3/334-342.

Поступила 27.04.2022 / Принята к публикации 03.08.2022

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

MIDDLE DEVONIAN COCCOSTEID PLACODERMS FROM THE VORONEZH REGION (GIVETIAN OF THE PAVLOVSK QUARRY) BY MATERIALS IN THE COLLECTION OF EARTH SCIENCE MUSEUM

S.V. Moloshnikov, PhD

Lomonosov Moscow State University (Earth Science Museum)

Remains of coccosteid placoderm fishes (Placodermi: Euarthrodira: Coccosteidae) from the Ardatovka Beds (Givetian, Middle Devonian) of the Pavlovsk Quarry, Voronezh Region (the territory of the Central Devonian field) are briefly described. This material is currently stored at the Earth Science Museum of Moscow State University. Only disparate data on coccosteids and their close relatives (determinations at a level of high taxa), known from this territory, appeared in the literature to date. Bones and their fragments of the trunk armour are mainly presented in the collection. Only one fragment of the nuchal (occipital) bone of the head armour is exhibited. The coccosteid bones from Middle Devonian of the Pavlovsk Quarry are morphologically closer to plates of *Livosteus* (Gross), known from the Givetian of the Main Devonian field; but there are some differences, such as a ventral sensory groove on the anterior medio-ventral bone, a slightly developed posterior lateral corner of the posterior ventro-lateral and others. These remains are preliminary identified as *Livosteus* aff. *L. grandis* (Gross). These new materials supplement the data on the morphology and distribution of coccosteids from the East European platform.

Keywords: palaeontology, palaeoichthyology, placoderm fishes, euarthrodira, Middle Devonian, Givetian, East-European platform, Central Devonian field, European Russia.

For citation: Moloshnikov, S.V., «Middle Devonian coccosteid placoderms from the Voronezh region (Givetian of the Pavlovsk quarry) by materials in the collection of Earth Science Museum», *Zhizn Zemli* [Life of the Earth] 44, no 3, 334–342 (2022) (in Russ., abstract in Engl.). DOI: 10.29003/m3047.0514-7468.2022_44_3/334-342.

Введение. Коккостейды (Placodermi: Euarthrodira: Coccosteidae) – группа панцирных рыб, широко распространённых в раннем–позднем девоне [5, 6, 11, 13–17 и др.] (рис. 1). На территории Центрального девонского поля (Центральная Россия) остатки этих рыб встречаются крайне редко. До настоящего времени в литературе появлялись только разрозненные данные по коккостейдам и близко родственным им формам (определения на уровне крупных таксонов), обнаруженным на территории Центрального девонского поля [1, 7, 9 и др.].

В Музее земледования МГУ в настоящее время хранится коллекция остатков панцирных рыб, собранных в 2008 г. автором совместно с А.А. Канюкиным (ИПЭЭ РАН) в Павловском (Шкурлатовском) карьере в Воронежской области. Этот карьер расположен в 10–12 км юго-восточнее г. Павловск на левом берегу р. Гаврило, притока р. Дон. Он находится на периферии Малой гряды граносиенитов Шкурлатовского рудного

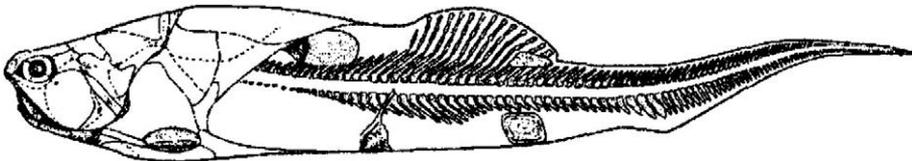


Рис. 1. Реконструкция коккостейдной панцирной рыбы *Coccosteus cuspidatus* Miller ex Agassiz, сбоку, по [15].

Fig. 1. Reconstruction of the coccosteid placoderm fish *Coccosteus cuspidatus* Miller ex Agassiz, lateral view, based on data from Ref. [15].

поля, принадлежащей к уникальным памятникам природы [10]. Остатки ихтиофауны были встречены в северо-западной части карьера в песчано-глинистых отложениях ардаатовского горизонта (живет, средний девон). Девонская толща в этом местонахождении имеет сложное строение. Её стратиграфическое расчленение и положение костеносных слоёв в настоящей работе принимаются согласно данным М.Г. Раскатовой [10], а также А.О. Иванова [2].

Часть коллекции Музея землеведения МГУ, относящейся к дунклеостеидным панцирным рыбам (Euarthrodira: Dunkleosteidae), была ранее описана автором [4]. В сборах также присутствуют кости и их фрагменты крупной коккостеидной панцирной рыбы, отнесённой к роду *Livosteus* Obrucheva. Виды этого рода отличаются от других коккостеид крупными размерами, массивными костями панциря, наружная поверхность которых покрыта крупными бугорками.

Род *Livosteus* выделен О.П. Обручевой [6] в 1962 г. на основании вида *Coccosteus grandis* Gross, описанного В. Гроссом [12] в 1933 г. из буртниеких отложений (средний девон, живет) Прибалтики. В 1996 г. в составе этого рода был установлен ещё один вид *L. sinensis* Wang [16], единичные остатки которого происходят из верхнеэмских отложений (нижний девон) Китая [17]. В буртниеком горизонте Прибалтики Э.Ю. Марк-Курик [13] также указывала на присутствие *Livosteus?* sp. В отложениях ардаатовского горизонта Воронежской области (Павловский карьер) А.О. Ивановым [2] в 2009 г. были определены остатки *Livosteus* sp. nov. Однако, несмотря на то, что прошло довольно много времени, описание этого вида так и не было опубликовано, его остатки нигде не были изображены, поэтому остаётся непонятным, считает ли в настоящее время этот автор, что в Павловском карьере действительно встречен новый вид рода *Livosteus*.

Э.Ю. Марк-Курик [13] указала на то, что род *Watsonosteus* Miles et Westoll может быть младшим синонимом рода *Livosteus* Obrucheva. Однако у типового вида *Watsonosteus fletti* (Watson) подглазничная ветвь suborbitale более длинная и узкая [14], чем таковая у *L. grandis* и *L. sinensis*. У представителей этих родов также имеются и другие отличия в строении панциря и прохождении борозд сейсмочувствительной системы по его наружной поверхности, поэтому в настоящей работе род *Watsonosteus* рассматривается в качестве самостоятельного таксона.

Целью статьи является предварительное определение и описание материалов по живетским коккостеидам из Павловского карьера Воронежской области. Изученные образцы хранятся в Музее землеведения МГУ им. М.В. Ломоносова, часть коллекции № 134.

Материал и обсуждение. Изучаемые ископаемые остатки принадлежат коккостеидным рыбам, длина панциря которых могла достигать 50–60 см, но, возможно, и несколько больше. Они имеют коккостеидный облик (рис. 2–5) и в целом наиболее схожи с остатками *L. grandis* (Gross) из живетских отложений (средний девон) Главного девонского поля [6, 8], поэтому в настоящей работе предварительно определяются как *L. aff. L. grandis* (Gross).

Имеющиеся материалы представлены в основном костями и их фрагментами из туловищного панциря. Среди них можно идентифицировать передние (anterior dorso-lateralia, рис. 3) и заднюю (posterior dorso-laterale, рис. 4 а) спинно-боковые, передние (anterior medio-ventralia, рис. 5 а-з) и задние (posterior medio-ventralia, рис. 5 д) среднебрюшные, а также заднюю вентрально-латеральную (posterior ventro-laterale, рис. 4 б) кости. В коллекции представлены некоторые кости особей разного

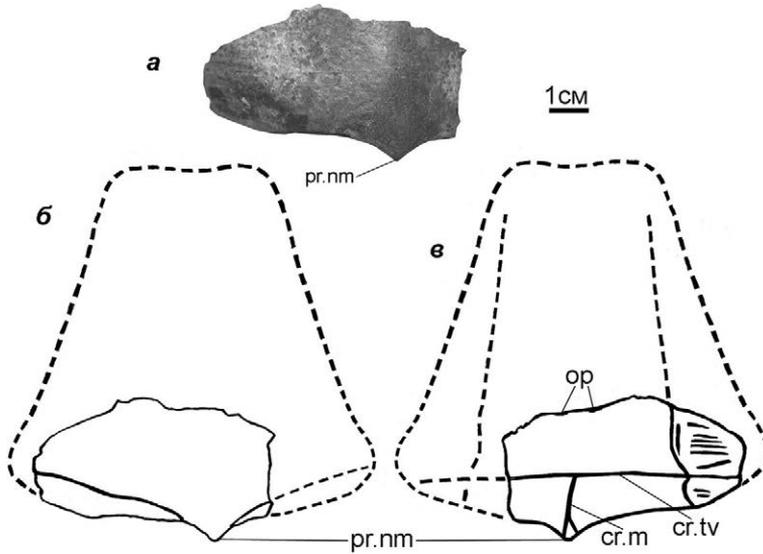


Рис. 2. Фрагмент затылочной кости (nuchale) *Livosteus* aff. *L. grandis* (Gross), экз. МЗ МГУ № 134/8, снаружи (а); предполагаемая реконструкция этой кости, снаружи (б) и изнутри (в). Средний девон, живет, ардаатовский горизонт Павловского карьера, Воронежская область. Условные обозначения см. в тексте.

Fig. 2. A fragment of the occipital bone (*nuchale*) of *Livosteus* aff. *L. grandis* (Gross), specimen no. 134/8 from the collection of the Earth Science Museum at MSU, external view (a); a tentative reconstruction of this bone, external (b) and internal (c) views. Middle Devonian, Givetian, Ardatovka Regional Stage of the Pavlovsk Quarry, Voronezh Region. See text for abbreviations.

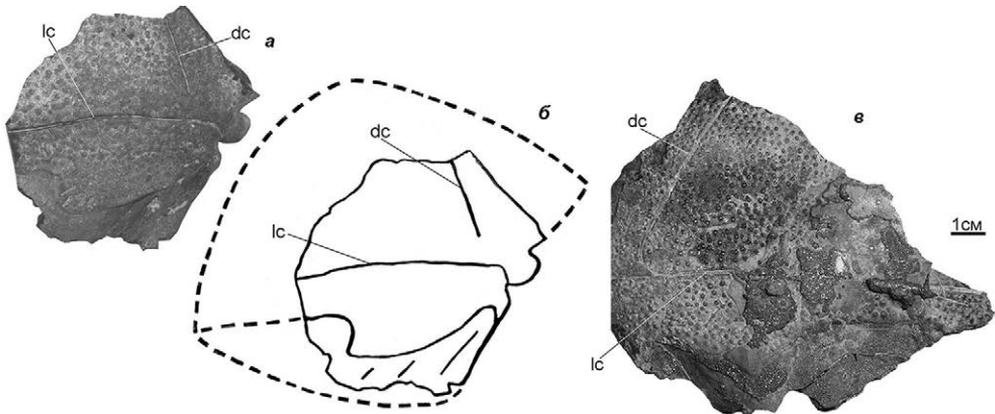


Рис. 3. Передние спинно-боковые кости (anterior dorso-lateralia) *Livosteus* aff. *L. grandis* (Gross): а – правая, экз. МЗ МГУ № 134/9, снаружи; б – предполагаемая реконструкция этого экз. снаружи; в – левая, экз. МЗ МГУ № 134/10, снаружи. Средний девон, живет, ардаатовский горизонт Павловского карьера, Воронежская область. Условные обозначения см. в тексте.

Fig. 3. Anterior dorso-lateral bones (*anterior dorso-lateralialia*) of *Livosteus* aff. *L. grandis* (Gross): а – right-hand, specimen no. 134/9 from the collection of the Earth Science Museum at MSU, external view; б – a tentative reconstruction of this specimen, external view; в – left-hand, specimen no. 134/10 from the collection of the Earth Science Museum at MSU, external view. Middle Devonian, Givetian, Ardatovka Regional Stage of the Pavlovsk Quarry, Voronezh Region. See text for abbreviations.

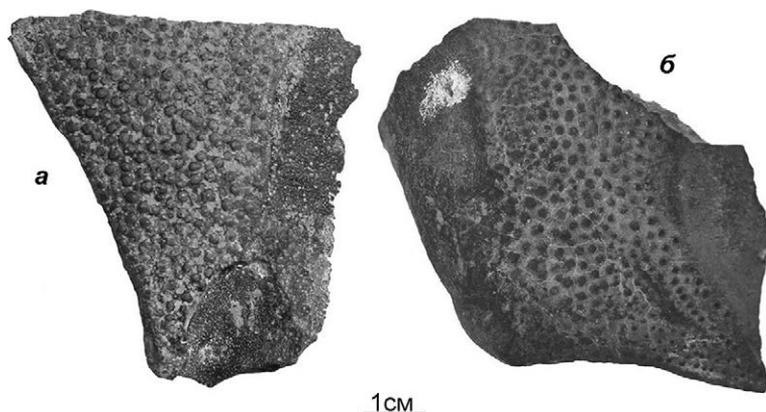


Рис. 4. *Livosteus* aff. *L. grandis* (Gross): а – правая задняя спинно-боковая кость (posterior dorso-laterale), экз. МЗ МГУ № 134/11, снаружи; б – правая задняя ветрально-латеральная кость (posterior ventro-laterale), экз. МЗ МГУ № 134/12, снаружи. Средний девон, живет, ардатовский горизонт Павловского карьера, Воронежская область. Условные обозначения см. в тексте.

Fig. 4. *Livosteus* aff. *L. grandis* (Gross): а – the right posterior dorso-lateral bone (*posterior dorso-laterale*), specimen no. 134/11 from the collection of the Earth Science Museum at MSU, external view; б – the right posterior ventro-lateral bone (*posterior ventro-laterale*), specimen no. 134/12 from the collection of the Earth Science Museum at MSU, external view. Middle Devonian, Givetian, Ardatovka Regional Stage of the Pavlovsk Quarry, Voronezh Region. See text for abbreviations.

возраста, например, передние среднебрюшные имеют длину от 5 до 10–11 см, задние среднебрюшные – от 4,5 до 8–8,5 см. Однако из-за их плохой сохранности и фрагментарности определить положение в туловищном панцире части экземпляров не представляется возможным. Кроме вышеперечисленного материала в коллекции имеется один фрагмент затылочной кости (*nuchale*). Эта кость сводчатая в задней части, несёт хорошо развитый задний срединный отросток (рис. 2: *pr.nm*) и, по-видимому, могла достигать в ширину до 11–12 см. Предположить длину и характер строения передней части кости по этому экземпляру невозможно, поэтому в настоящей работе приведена её реконструкция условно (рис. 2 б, в). На внутренней поверхности затылочной кости окципитальные ямки (рис. 2 в: *op*) направлены косо вперёд. Поперечное затылочное ребро невысокое, сглаженное; позади него развит задний медиальный гребень (рис. 2 в: *cr.tv* и *cr.m*). Наружная поверхность всех костей в коллекции покрыта уплощёнными крупными бугорками до 2–3 мм в диаметре, расположенными в основном беспорядочно, но на некоторых участках поверхности бугорки могут располагаться небольшими параллельными рядами.

В сборах присутствуют передние спинно-боковые кости (рис. 3), которые не были до сих пор полностью описаны у представителей рода *Livosteus*. В коллекции О.П. Обручевой [8] имеется лишь небольшой фрагмент этой кости, отнесённый к *L. grandis* условно. Передние спинно-боковые пластинки *L. aff. L. grandis* из Павловского карьера широкие, ширина наибольшей из них достигала 12 см или более и, по-видимому, имела такую же длину. Anterior dorso-lateralia имеют образную или волнистую форму шва с передней боковой костью (*anterior laterale*). На их наружной поверхности хорошо развиты борозды канала боковой линии (*lc*) и косая туловищная (*dc*), которые образуют угол в 60–70°. На одном экземпляре эти борозды пересекаются (рис. 3 в), на другом

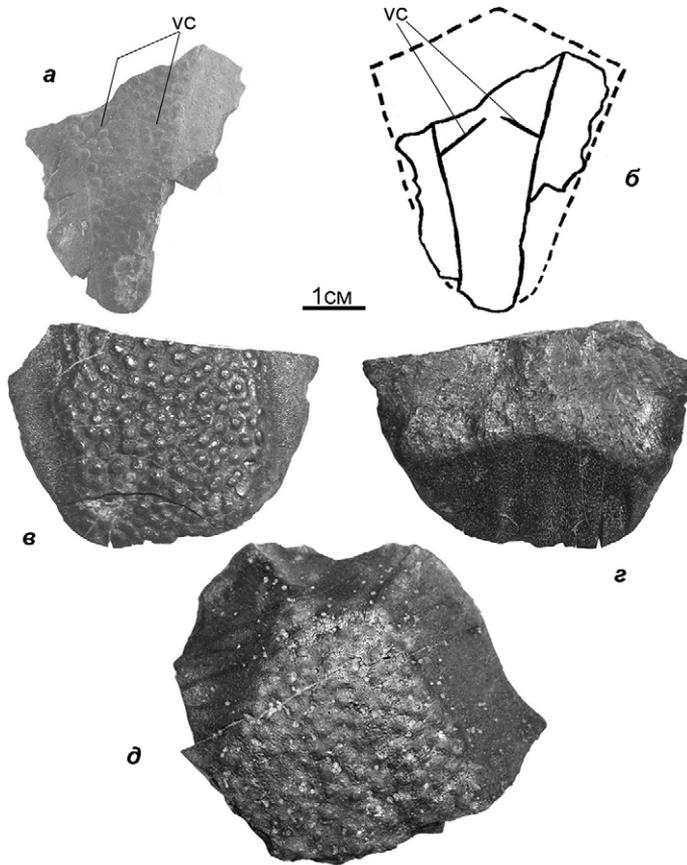


Рис. 5. Среднебрюшные кости *Livosteus* aff. *L. grandis* (Gross): *a* – передняя, экз. МЗ МГУ № 134/13, снаружи; *б* – предполагаемая реконструкция этой кости; *в, г* – фрагмент передней, задняя часть, экз. МЗ МГУ № 134/14, снаружи (*в*) и изнутри (*г*); *д* – задняя, экз. МЗ МГУ № 134/15, снаружи. Средний девон, живет, ардатовский горизонт Павловского карьера, Воронежская область. Условные обозначения см. в тексте.

Fig. 5. Medio-ventral bones of *Livosteus* aff. *L. grandis* (Gross): *a* – anterior, specimen no. 134/13 from the collection of the Earth Science Museum at MSU, external view; *б* – a tentative reconstruction of this bone; *в, г* – posterior part of the anterior bone, specimen no. 134/14 from the collection of the Earth Science Museum at MSU, external (*в*) and internal (*г*) views; *д* – posterior, no. 134/15 specimen from the collection of the Earth Science Museum at MSU, external view. Middle Devonian, Givetian, Ardatovka Regional Stage of the Pavlovsk Quarry, Voronezh Region. See text for abbreviations.

нет, так как косая туловищная линия (dc) заканчивается, не доходя до борозды канала боковой линии (рис. 3 *a, б*). Косая туловищная линия на экземплярах *L. aff. L. grandis* расположена в передней части кости, ближе к переднему краю. Это отличает изученные кости от передних спинно-боковых костей *W. fletti*, на которых указанная борозда проходит в задней части костей, где пересекается с бороздой канала боковой линии [14, text-fig. 8 *a, b*]. У *W. fletti* косая туловищная борозда переходит с передней спинно-боковой кости на заднюю спинно-боковую. Судя же по характеру расположения этой борозды на передних спинно-боковых костях из Павловского карьера (рис. 3), она, вероятнее всего, переходит с anterior dorso-laterale на medio-dorsale.

При большой схожести с материалами по прибалтийскому *L. grandis*, кости из ардаатовских отложений Павловского карьера имеют ряд отличий в своём строении. Например, иная форма задней части правой задней вентрально-латеральной кости и её сглаженный заднебоковой угол (рис. 4 б), присутствие вентральной борозды на передней среднебрюшной кости (рис. 5 а, б; в с) и др. Всё это не позволяет отнести их к виду *L. grandis* однозначно.

Вид *L. sinensis* описан по единственным подглазничной, задней подглазничной и субмаргинальной костям в сочленении [16], поэтому сравнить его с павловским ливостеевом, материал по которому представлен в коллекции в основном костями туловищного панциря, очень сложно. Однако *L. aff. L. grandis* отличается от *L. sinensis* относительно более крупными бугорками наружной поверхности костей.

Заключение. Новые материалы, собранные в среднедевонских отложениях Павловского карьера, дополняют имеющиеся данные по морфологии и распространению девонских коккостеид Восточно-Европейской платформы. Остатки *Livosteus* из ардаатовских отложений Павловского карьера определены в настоящей работе предварительно в открытой номенклатуре; но, возможно, они принадлежат новому виду этого рода, на что ранее указал А.О. Иванов [2]. Для определения этого необходимо дальнейшее изучение материалов из карьера и других местонахождений на территории Центрального девонского поля.

Детальное сравнение и изучение представителей коккостеид, в частности, родов *Livosteus* и *Watsonosteus*, так же как и ревизия семейства *Coccosteidae* Traquair, должны стать предметом будущих исследований. Это позволит установить видовой состав рода *Livosteus*, а также определить систематическое положение некоторых видов коккостеид, например, *Coccosteus markae* Obrucheva, отнесённого Э.Ю. Марк-Курик к роду *Dickosteus* Miles et Westoll со знаком вопроса [13]. Согласно диагнозу, этот род объединяет крупных коккостеид, длина головного панциря которых превышает 10 см и имеющих удлинённую затылочную кость [14]. У рыб вида *C. markae* головной панцирь меньше 10 см, а затылочная кость короткая и широкая [6], имеет форму, характерную для представителей рода *Coccosteus* Agassiz, а не *Dickosteus* Miles et Westoll, поэтому систематическое положение вида *markae* требует уточнения. Материалы из живета Павловского карьера, хранящиеся в Музее земледелия МГУ, должны учитываться при проведении ревизии коккостеид Восточно-Европейской платформы.

Местонахождение в ардаатовских отложениях Павловского карьера отличается от других одновозрастных местонахождений Центрального девонского поля ассоциацией крупных панцирных рыб (*Livosteus*, *Eastmanosteus*, *Holonema*), остатки которых преобладают в ихтиокомплексе. Так, в Михайловском карьере Курской области среди остатков ардаатовского ихтиокомплекса значительно преобладают кости только *Holonema* cf. *H. radiatum* Obruchev (примерно 90% всего костного материала), а присутствие *Livosteus*, по-видимому, не зафиксировано [3].

Благодарности и источники финансирования. Работа выполнена в рамках госзадания Музея земледелия МГУ имени М.В. Ломоносова, научные темы №№ АААА-А16-116042010088-5, АААА-А16-116042710030-7.

ЛИТЕРАТУРА

1. Захаренко Г.В. Распространение артродир (Arthrodira, Placodermi) в евлановском (поздний девон) бассейне Центрального девонского поля // Палеострат-2007. Годичное собрание секции палеонтологии МОИП и Московского отделения Палеонтологического общества (Москва, 29–30 января 2007 г.). Программа и тезисы докладов. М., 2007. С. 9–10.

2. Иванов А. О. Уникальное местонахождение живетских позвоночных Центрального девонского поля // Верхний палеозой России: стратиграфия и фациальный анализ. Мат-лы 2 Всерос. конф., посвящённой 175-летию со дня рождения Н.А. Головкинского (27–30 сентября 2009 г.). Казань: Казанский гос. ун-т, 2009. С. 92.
3. Лебедев О. А., Захаренко Г. В., Броушкин А. В. и др. Новое уникальное местонахождение среднедевонской ихтиофауны и флоры в Михайловском карьере (КМА) // Палеострат-2015. Годичное собрание секции палеонтологии МОИП и Московского отделения Палеонтологического общества при РАН. Москва, 26–28 января 2015 г. Программа и тезисы докладов. М.: ПИН им. А.А. Борисяка РАН, 2015. С. 52–53.
4. Молошиников С. В. О находках дунклеостейдных панцирных рыб (Pisces, Placodermi) в европейской части России (территория Центрального девонского поля) // Жизнь Земли. 2021. Т. 43, № 1. С. 67–76.
5. Обручев Д. В. Класс Placodermi. Пластинокожи // Основы палеонтологии. Бесчелюстные и рыбы / Гл. ред. Ю.А. Орлов. М.: Наука, 1964. С. 118–174.
6. Обручева О. П. Панцирные рыбы девона СССР (коккостейды и динихтииды). М.: Изд-во Моск. ун-та, 1962. 190 с.
7. Обручева О. П. Рыбы Центрального девонского поля // Бюллетень МОИП. Отд. геол. 1962. Т. 37, вып. 3. С. 129.
8. Обручева О. П. Новые данные по коккостейдам (панцирные рыбы) девона Прибалтики // Палеонтология и стратиграфия Прибалтики и Белоруссии. 1966. Сб. 1 (6). С. 151–189.
9. Обручева О. П., Обручева Е. Д. Рыбы Центрального девонского поля // Очерки по филогении и систематике ископаемых рыб и бесчелюстных. М.: Наука, 1977. С. 24–28.
10. Раскатова М. Г. Миоспоровая зональность средне-верхнедевонских отложений юго-восточной части Воронежской антеклизы (Павловский карьер) // Вестн. Воронежского ун-та. Геология. 2004. № 2. С. 89–98.
11. Esin D., Ginter M., Ivanov Al. et al. Vertebrate correlation of the Upper Devonian and Lower Carboniferous on the East European Platform // Cour. Forsch.-Inst. Senckenb. 2000. № 223. P. 341–359.
12. Gross W. Die Fische des Baltischen Devons // Palaeontogr. A. 1933. Bd 79. 97 S.
13. Mark-Kurik E. The Middle Devonian fishes of the Baltic States (Estonia, Latvia) and Belarus // Cour. Forsch.-Inst. Senckenb. 2000. № 223. P. 309–324.
14. Miles R. S., Westoll T. S. Two New Genera of Coccosteid Arthrodira from the Middle Old Red Sandstone of Scotland, and their Stratigraphical Distribution // Trans. of the Royal Soc. of Edinburgh. 1963. V. 65. P. 179–210. DOI:10.1017/S0080456800012527.
15. Miles R. S., Westoll T. S. The placoderm fish *Coccosteus cuspidatus* Miller ex Agassiz from the Middle Old Red Sandstone of Scotland. Part I. Descriptive morphology // Trans. of the Royal Soc. of Edinburgh. 1968. V. 67. P. 373–476. DOI: 10.1017/S0080456800024078.
16. Wang J.-q. The discovery of *Livosteus* from the Lower Devonian of Yunnan, China // Vert. PalAsiat. 1996. V. 34. № 2. P. 84–90.
17. Zhao W.-J., Zhu M. Siluro-Devonian vertebrate biostratigraphy and biogeography of China // Palaeoword. 2010. № 19. P. 4–26. DOI:10.1016/j.palwor.2009.11.007.

REFERENCES

1. Zakharenko, G.V., «Distribution of arthrodiras (Arthrodira, Placodermi) in the Evlanovo (Late Devonian) basin of the Central Devonian field]», *Paleostrat-2007. Annual meeting of the Paleontological Section of the Moscow Soc. Naturalists and Paleontol Soc. of Russia*. Program and abstracts (Moscow, 2007) (in Russian).
2. Ivanov, A.O., «A unique Givetian vertebrate locality of the Central Devonian field», *Upper Paleozoic of Russia: stratigraphy and facial analysis. Proc. of the 2nd All-Russian conference dedicated to the 175th anniversary of N.A. Golovkinskii* (Kazan': Kazan' State University, 2009) (in Russian).
3. Lebedev, O.A., Zakharenko, G.V., Broushkin, A.V., et al., «A new unique locality of the Middle Devonian ichthyofauna and flora in the Mikhailovsky Quarry (KMA)», *Paleostrat-2015. Annual meeting*

(scientific conference) of the Paleontological Section of the Moscow Soc. Naturalists and Paleontol Soc. of Russia. Program and abstracts (Moscow, 2015) (in Russian).

4. Moloshnikov, S.V., «Finds of the dunkleosteid placoderms (Pisces, Placodermi) in the European Russia (Central Devonian field)», *Zhizn Zemli* [Life of the Earth] **43**, no 1, 67–76 (2021) (in Russian). DOI: 10.29003/m1995.0514–7468.2020_43_1/67–76.

5. Obruchev, D.V., «Class Placodermi. Platinokozhie», *Osnovi paleontologii. Beschelyustnie i ribi* (Moscow: Nauka, 1964) (in Russian).

6. Obrucheva, O.P., *Placoderms from the Devonian in USSR (coccosteids and dinichthyids)* (Moscow: MGU, 1962) (in Russian).

7. Obrucheva, O.P., «Fishes of the Central Devonian field», *Bull. Moscow Soc. Nat. Sec. Geol.* **37**, no 3, 129 (1962) (in Russian).

8. Obrucheva, O.P., «New data on the coccosteids (placoderms) from the Devonian in the Baltic region», *Palaeontology and stratigraphy of Baltic States and Belarus* **1**, no 6, 151–189 (1966) (in Russian).

9. Obrucheva, O.P., Obrucheva, E.D., «Fishes of the Central Devonian field», *Ocherki po filogenii i sistematike iskopaemikh rib* (Moscow: Nauka, 1977) (in Russian).

10. Raskatova, M.G., «Miospore zonation of the Middle-Upper Devonian deposits from the south-eastern part of the Voronezh Anticline (Pavlovsk Quarry)», *Vestnik Voronezhskogo Universiteta. Geologiya* **2**, 89–98 (2004) (in Russian).

11. Esin, D., Ginter, M., Ivanov, Al., et al., «Vertebrate correlation of the Upper Devonian and Lower Carboniferous on the East European Platform», *Cour. Forsch.-Inst. Senckenb.* **223**, 341–359 (2000).

12. Gross, W., «Die Fische des Baltischen Devons», *Palaeontogr. A.* **79**, 97 (1933).

13. Mark-Kurik, E., «The Middle Devonian fishes of the Baltic States (Estonia, Latvia) and Belarus», *Cour. Forsch.-Inst. Senckenb.* **223**, 309–324 (2000).

14. Miles, R.S., Westoll, T.S., «Two New Genera of Coccosteid Arthrodira from the Middle Old Red Sandstone of Scotland, and their Stratigraphical Distribution», *Trans. of the Royal Soc. of Edinburgh* **65**, 179–210 (1963). DOI:10.1017/S0080456800012527.

15. Miles, R.S., Westoll, T.S., «The placoderm fish *Coccosteus cuspidatus* Miller ex Agassiz from the Middle Old Red Sandstone of Scotland. Part I. Descriptive morphology», *Trans. of the Royal Soc. of Edinburgh* **67**, 373–476 (1968). DOI: 10.1017/S0080456800024078.

16. Wang, J.-q., «The discovery of *Livosteus* from the Lower Devonian of Yunnan, China», *Vert. PalAsiat.* **34**, no 2, 84–90 (1996).

17. Zhao, W.-J., Zhu, M., «Siluro-Devonian vertebrate biostratigraphy and biogeography of China», *Palaeoword* **19**, 4–26 (2010). DOI:10.1016/j.palwor.2009.11.007.

АНДИЖАНСКОЕ ВОССТАНИЕ 1898 г. ПО МАТЕРИАЛАМ ФОТОАРХИВА МУЗЕЯ ЗЕМЛЕВЕДЕНИЯ МГУ

Ю.И. Максимов, А.Б. Мамбетова*

Статья продолжает серию публикаций, рассказывающих о результатах изучения фотоколлекции, собранной Д.Н. Анучиным в конце XIX – начале XX вв. и хранящейся в настоящее время в Музее земледелия МГУ. В частности, она содержит несколько десятков снимков С.А. Мелик-Саркисяна (1866– после 1913), сделанных им на рубеже XIX–XX вв. в Ферганской области. На основе этих фотографий, исторических литературных и современных научных публикаций анализируются причины, ход и последствия Андижанского восстания 1898 г., а также биография его лидера – жителя села Мин-Тюбе Маргиланского уезда Ферганской области, последователя суфизма Дукчи Ишана (1856–1898). Приводятся статистические данные о погибших и раненых как с российской стороны (солдаты 20-го Туркестанского линейно-кадрового батальона), так и со стороны мятежников, а также о мерах наказания, применённых к восставшим. Сделаны выводы о недальновидной политике игнорирования ислама со стороны российских чиновников, что стало одной из причин восстания. Показано негативное влияние Дукчи Ишана на настроения местного населения: предводитель мятежников путём фальсификаций и подлогов искажал истинные мусульманские ценности.

Ключевые слова: музееведение, фотоархив, Д.Н. Анучин, С.А. Мелик-Саркисян, Российская империя, Туркестан, Ферганская область, Андижан, восстание, Мин-Тюбе, Дукчи Ишан, ислам, суфизм.

Ссылка для цитирования: Максимов Ю. И., Мамбетова А. Б. Андижанское восстание 1898 г. по материалам фотоархива Музея земледелия МГУ // Жизнь Земли. Т. 44, № 3. С. 343–353. DOI: 10.29003/m3048.0514-7468.2022_44_3/343-353.

Поступила 01.08.2022 / Принята к публикации 03.08.2022

ANDIJAN UPRISING OF 1898. BY MATERIALS FROM THE PHOTO ARCHIVE OF THE EARTH SCIENCE MUSEUM, MSU

Yu.I. Maksimov¹, PhD, A.B. Mambetova²

¹ Lomonosov Moscow State University (Earth Science Museum),

² Centre for Additional Education in Dobroe village (Lipetsk Region)

The paper continues our series of publications telling about the results of the study of the photo collection collected by D.N. Anuchin in the late 19th – early 20th centuries and currently stored in the Earth Science Museum of Moscow State University. In particular, this collection contains several dozen photographs by S.A. Melik-Sarkisyan (1866 – after 1913), taken by him in the Fergana region at the turn of the 19–20th centuries. On the basis of these photographs, historical literary and modern scientific publications, the causes, course and consequences of the Andijan uprising of 1898 are analyzed, as well as the biography of its leader Dukchi Ishan (1856–1898), a resident of the Min-Tube village in the Margilan district of the Fergana region, a follower of Sufism. Statistical data on the dead and wounded from both the Russian side (soldiers of the 20th Turkestan line-cadre battalion) and from the rebels, as well as on the penalties applied to the rebels, are given. Conclusions are drawn about the short-sighted policy of ignoring Islam on the part of

* Максимов Юрий Игоревич – к.э.н., с.н.с. Музея земледелия МГУ, deforestation75@mail.ru; Мамбетова Альфия Бекбулатовна – художник-педагог Центра дополнительного образования, с. Доброе, Липецкая область, agulata@mail.ru.

Russian officials, which became one of the causes of the uprising. Dukchi Ishan's negative influence on the local population mood is shown: the leader of rebels distorted the true Muslim values through falsifications and forgeries.

Keywords: *museology, photo archive, D.N. Anuchin, S.A. Melik-Sarkisyan, Russian Empire, Turkestan, Fergana region, Andijan, uprising, Min-Tube, Dukchi Ishan, Islam, Sufism.*

For citation: Maksimov, Yu.I., Mambetova, A.B., «Andijan uprising of 1898. By materials from the photo archive of the Earth Science Museum, MSU», *Zhizn Zemli [Life of the Earth]* 44 (3), 343–353 (2022) (in Russ., abstract in Engl.). DOI: 10.29003/m3048.0514-7468.2022_44_3/343-353.

Введение. В фотоколлекции, собранной Д.Н. Анучиным в конце XIX – начале XX вв. и ныне хранящейся в Музее землеведения МГУ, присутствует ряд фотографий Ферганской области, автором которых является Сергей Аветисович Мелик-Саркисян (1866– после 1913) – агроном, автор ряда книг о природе и сельском хозяйстве Ставрополя и Туркестана. Часть снимков посвящена Андижану. Этот город основан более 2500 лет назад и является одним из древнейших городов мира, с XVI в. входил в состав Кокандского ханства, владения которого располагались на территориях современного Казахстана, Киргизии, Таджикистана и Узбекистана. В 1876 г. Андижан вошёл в состав Российской империи и стал уездным городом Ферганской области (рис. 1). В настоящее время Андижан является областным центром Республики Узбекистан.

Фотографии из коллекции Музея землеведения – яркий иллюстративный материал, по которому можно многое рассказать об истории, культуре, традициях того времени, увидеть архитектуру, ландшафт местности. Кадры, сделанные С.А. Мелик-Саркисяном, представляют не только художественную ценность, но это и уникальные исторические документы. В данной статье даётся описание этих изображений, а также приводятся и анализируются различные мнения и оценки восстания и его предпосылок исследователей разных стран, эпох и политических взглядов, чтобы создать объективную картину андижанской трагедии. Цель статьи – продолжить знакомить читателей с материалами фотоархива Музея землеведения МГУ и теми новыми сведениями, которые открывают нам эти фотографии. У многих общеизвестных фактов появляются дополнительные подробности, они служат неопровержимым доказательством, обоснованным ответом на самовольные толкования.

Кокандское ханство вошло в состав Российской империи вместе с другими азиатскими территориями во второй половине XIX в. Российское присутствие в Средней Азии на рубеже XIX–XX вв. принесло в Туркестан экономическое развитие, внедрение научно-технических новинок, строительство объектов инфраструктуры. Строились железные дороги, мосты, жилые, промышленные и общественные здания (школы, больницы, банки и прочие учреждения).

Как пишет Афтандил Эркинов, «Мусульманам под русскими жилось спокойнее, чем под своими ханами, при которых не прекращались войны и усобицы» [11, с. 128]. С другой стороны, как разъясняют авторы статьи «Памирские экспедиции М.Е. Ионова 1891–1895 гг.», «Российская же империя объясняла своё движение на юг, на территории, что тогда именовались Туркестаном, желанием открыть местные рынки для русских товаров и получить доступ к местному сырью» [8, с. 229]. Это вызывало противодействие сторонников возврата к власти и дальнейшего территориального расширения Кокандского ханства, которые создавали и поддерживали реакционное настроение среди местных «туземцев».

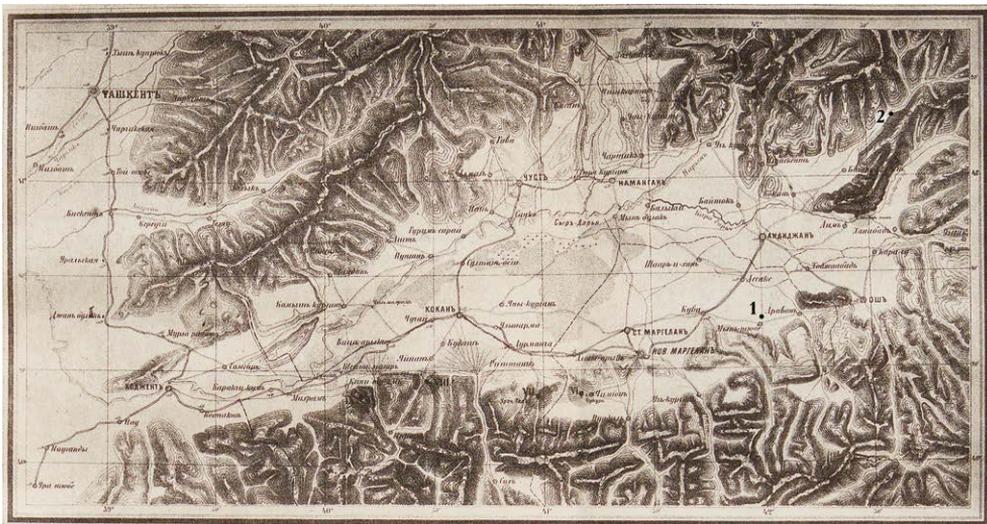


Рис. 1. Андижан на карте Ферганской области¹:
1 - Мархамат; 2 - примерное расположение кишлака Чарвак.
Fig. 1. Andijan on the map of Fergana region^{*}:
1 - Markhamat; 2 - approximate location of the village Charvak.

Ярким проявлением подобного противостояния стали кровавые события 1898 г. в Андижане. В 26-м номере журнала «Нива» за 1898 г. Б. Тагеев пишет: «18-го мая, перед самым рассветом, со стороны селения Дон-Кишлак, прилегающего садами к правому флангу лагеря, шайка туземцев, более тысячи человек, подкралась в полной тишине к лагерю...» двух рот 20-го Туркестанского линейно-кадрового батальона [9, с. 514]. Хотя власти были осведомлены о готовящемся мятеже – перебежчики докладывали о надвигающемся выступлении сил, этому не было уделено должного внимания. Несмотря на неоднократные восстания, имевшие место и до андижанских событий, российская сторона не предпринимала репрессивных действий в отношении бунтовщиков. Например, в 1872 г. на реке Карасу близ Ташкента в результате волнений была сожжена станция и убит офицер; в 1892 г. во время так называемого «холерного бунта» в Ташкенте были учинены беспорядки, в результате разгона которых были убиты несколько нападавших. В статье «К истории Андижанского мусульманского движения 1898 г.» было отмечено: «Вся имперская политика во второй половине XIX в. преследовала цель его «замирения», «природнения» и демонстрации «цивилизаторской миссии России»» [5, с. 268]. М.С. Брежнева отмечает, что «отсутствие чёткой религиозной политики и плана русификации Туркестана привели к тому, что действия русской власти были импульсивными и противоречивыми» [3, с. 221].

Дукчи Ишан – предводитель восстания. Бесчеловечное нападение на солдат организовал суфийский лидер (суфизм – аскетически-мистическое направление в исламе, одно из основных направлений в классической мусульманской философии) Мухаммед Али Халиф Сабыр Сопу Оглы, более известный под именем Дукчи Ишан. Ишан – «это почётный титул духовных лидеров в Средней Азии» [6, с. 46]. Ишаны стоят во главе

¹ Использована карта из книги С.А. Мелик-Саркисяна «Ферганское землетрясение 3-го декабря 1902 года» (М.: Типо-литография Т-ва И.Н. Кушнерев и Ко, 1903).

братств суфиев, являясь также представителями почтенного рода, берущего начало от Пророка Мухаммеда, и оказывают покровительство и наставничество над своими верными последователями-мюридами.

Кем же он был, странный и загадочный Дукчи, который обладал властью над людьми и оказывал влияние на столь разные по убеждениям народные массы? Наиболее правдивую и подробную биографию этого деятеля можно найти в книге литератора второй половины XIX – начала XX вв. Василия Петровича Салькова «Андижанское востание в 1898 г.», написанной в 1901 г., буквально по следам событий.

Мадали, как звали Мухаммеда в детстве, был «сыном самого бедного сарта» [7, с. 9], а название селения, где он родился в 1856 г., в точности неизвестно – семья не раз переезжала с места на место в поисках лучшей доли. До его 10 лет семья жила в селении Чимён, а позже переехала в Мин-Тюбе. Отец Сабир (Сабыр) занимался изготовлением веретён, мастерил колыбели, поэтому его называли по роду ремесла – «Дукчи». Это прозвище позже перешло и к Мадали, скромному тихому юноше, который сначала трудился на поприще отца, а после его смерти примерно в 1876–1878 гг., вместе с братом нанялся мардикором (т.е. работником) к богатому соседу, влиятельному шейху Накшбандийа-Муджадидья Ишану Султанхану Тура. Здесь Мадали проявил старание, трудолюбие и покорность – выполнял любые поручения, даже прослыл как «Дувал-уста» – мастер лепить глинобитные заборы-дувалы. «Крепко полюбил его хозяин за его безоговорочную усердную службу, за его скрытность и тихость в характере, за настойчивость, сдержанность в словах и за любовь к «намазу» (молитвам) – на коих всегда бывал Мадали» [7, с. 11] – пишет В.П. Сальков. После смерти любимого учителя в 1883 или 1884 г. Дукчи стал, по наблюдениям родственников, ещё более набожным и молчаливо-сосредоточенным. Тот факт, что он самовольно перезахоронил тело усопшего шейха, говорит о его извращённом понимании основ ислама, проявлении языческих наклонностей. Звание ишана было самовольно присвоено Дукчи после смерти его наставника – шейха Накшбандийа-Муджадидья Ишана Султанхана Тура, хотя многие духовные лидеры, а также сын шейха высказывали сомнение в подлинности звания ишана по причине низкого происхождения Али Сабыра, прозванного «дивана» – «блаженный, одержимый» – за своеобразные и вольные толкования исламского учения (впоследствии было обнаружено фальсифицирование священной книги мусульман – Корана, куда были вписаны дополнения о «заслугах» и «чудесах» Дукчи Ишана). Таким образом, путём подлога и обмана Али Сабыр собрал большой круг приверженцев, куда входили и последователи суфизма, и кочевники из числа киргизов и казахов; он даже вовлекал в своё «освободительное» движение представителей еврейских общин, которые в Средней Азии издавна держались особняком и не присоединялись ни к каким заговорам и политическим течениям.

«Десять лет находясь в учении, как надо полагать, будущий наш Ишан Мадали приобрёл полную ненависть и отвращение к русским и ко всему русскому...» [7, с. 12] и внушал эти мысли мюридам, которые были беззаветно преданы своему господину. В своём богатом доме в селении Мин-Тюбе Дукчи Ишан принимал многочисленных «гостей» и достиг не только высот во власти, но и обладал немалым состоянием, проводя свои дни в праздности, что не соответствовало заявленному им самим образу отшельника. Среди посетителей дома Дукчи были и посланники из Турции, причём это были высокопоставленные подданные. Конечно, у зарубежных «кураторов» Ишана

были свои планы – внести смуту в народные массы с целью ослабить российское влияние в азиатском регионе и установить здесь своё управление.

Численность армии фанатиков росла. Уже многие знатные люди, стремясь связать себя семейными узами с Дукчи Ишаном, отдавали ему в жёны своих 10–12-летних дочерей. Причём сам Мадали, странным образом соблюдая правила шариата иметь не более четырёх супруг, после того, как образовывалось у него пять или более жён, лишним немедленно давал разводы. Как бы занимаясь благотворительностью и проповедями, он вместе с тем настраивал народ против присутствия российских колониальных властей, внушая мысль о необходимости джихада – «священной войны» против русских, ратуя за очищение ислама.

Трагедия 18 мая 1898 года. Но в роковое утро 18 мая 1898 г. (здесь и далее все даты приводятся по старому стилю) все постулаты истинного мусульманства были жестоко и глумливо попораны, что показывает тёмную природу извращённого «учения» Дукчи Ишана. Напасть с оружием на мирно спящего человека, да ещё в предрассветный час, когда следует посвятить себя утренней молитве, – тяжкий грех для правоверного. Накануне резни в окрестные сёла были стянуты приверженцы Ишана, были организованы пиршества. Однако опьянённые фанатики, атаковавшие казармы, были всего лишь безвольными марионетками в руках недальновидного руководителя. Вот, к примеру, один из чудовищных эпизодов бесчинств Дукчи Ишана и его клики: «Проезжая кишлак Кува, поджидавший здесь волостной старшина Мулла Гаиб Назар Артык Хаджа оглы, желая отличиться перед высокоуважаемым Ишаном, торжественно поднёс ему окровавленную голову мещанина Бычкова, которого он только что накануне нанял себе писарем» [7, с. 57]. Затем толпа обезумевших фанатиков вероломно напала на солдат 20-го Туркестанского линейно-кадрового батальона, устроив кровавую резню, в результате которой погибли 22 человека из числа «низших чинов» и 20 человек были ранены. Солдаты расположились на ночлег на открытом воздухе, т.к. дни стояли жаркие, а нападавшие с возгласами «Ур! Ур!», что означает «Бей! Бей!», начали наносить удары ножами, кольями, шашками, серпами. Были жертвы среди мирного населения и чиновников. Застава, конечно же, быстро отразила атаку – ответным огнём были убиты 11 повстанцев и 8 ранены.

Часть восставших, собиравшихся атаковать лагерь с противоположной стороны, сразу обратились в бегство, только услышав звуки выстрелов, – им было обещано, что солдаты не вооружены. Конечно, бунт в течение пятнадцати минут был подавлен превосходящей по силе и военной мощи российской стороной. Мадали, бросив свой отряд, бежал, но на следующий день был схвачен близ кишлака Чарвак в 100 км от Андижана. Фотография этого места, сделанная С.А. Мелик-Саркисяном, имеется в фотоколлекции Музея земледелия МГУ (рис. 2). Красивый горный пейзаж резко контрастирует с названием фотографии, возвращая зрителей к событиям того времени. Правда, под снимком неверно напечатан год – 1899, тогда как известные события произошли годом ранее. Но, видимо, эта неточность допущена позже, когда составлялась коллекция.

Арестованного лидера мятежа допросили: как гласит статья в журнале «Нива» за 1898 г., Дукчи Ишан заявил, «что после завоевания края русскими в народе началась сильная порча нравов, отступления от требований шариата, ослабление семейных основ» [9, с. 514]. А нападение 18 мая объяснил своим душевным расстройством и, раскаявшись, осознал бессмысленность восстания. Борьба за чистоту нравов и требований шариата в случае Дукчи Ишана – профанация. Вся его псевдорелигиозная деятельность явила



Рис. 2. Мост близ кишлака Чарвак, где был пойман Мин-Тюбинский ишан 19 мая 1898 г. Снимок С. А. Мелик-Саркисяна.

Fig. 2. Bridge near the Charvak village, where the ishan from Min-Tube was caught on May 19, 1898. Photo by S.A. Melik-Sarkisyan.

миру все нарушения истинных традиций ислама: имел место кощунственный подлог и фальсификация, а семейные ценности у Мадали лично сводились к насилию и растлению малолетних.

В фотоархиве Музея землеведения МГУ изображений Дукчи Ишана не обнаружено, но его чёрно-белая фотография была найдена в книге Е. Фёдорова «Очерки национально-освободительного движения в Средней Азии», изданной в 1925 г. в Ташкенте. Подпись под фотографией свидетельствует: «Из дела 1898 г. по описи № 17. Том I Штаба Туркестанского военного округа» [10]. Раскрашенный виде снимок Мин-Тюбинского Ишана был распространён в виде открытки (рис. 3), изданной акционерным обществом Гранберг в Стокгольме. До Октябрьской революции эта шведская полиграфическая компания печатала довольно много открыток для продажи в Российской империи.

Все мятежники были осуждены, некоторые из них казнены, другие отправлены на каторгу или изгнаны. Точные цифры приведены в таблице, подготовленной на основе книги В.П. Салькова [7, с. 89–90].

Эти статистические данные являются наиболее достоверными – они написаны на основе документов, Василий Петрович Сальков тщательно проверял всё, что было связано с Андижанским восстанием вплоть до мелких подробностей, что является важной

Рис. 3. Почтовая карточка «Типы Туркестана. Ишан, поднявший восстание в Андижане в 1898 году». Акц. О-во Гранберг в Стокгольме, б.г., 9×14 см.

Fig. 3. Postcard «Types of Turkestan. Ishan, who raised uprising in Andijan in 1898». Joint stock company Granberg in Stockholm, year not specified, 9×14 cm.



частью объективной оценки тех событий. Вся трагедия детально изучена в этой книге, написанной в стиле художественного рассказа, от начала до конца, проведён глубокий анализ произошедшего (хотя в определённой степени достаточно субъективно).

Дукчи Ишан был приговорён к смертной казни через повешение. Казнь состоялась 12 июня 1898 г. Сёла бунтовщиков были стёрты с лица земли, а тех, кого впоследствии помиловали, поселили в местность, названную «Мархамат» – «милость». В фотоколлекции Д.Н. Анучина имеется снимок этих жителей, сделанный С.А. Мелик-Саркисяном (рис. 4).

Таблица. Участь подсудимых – участников Андижанского восстания
Table. Fate of the accused participants of the Andijan uprising of 1898

Мера наказания	Количество человек
Привлечены к следствию	546
из них:	
освобождены от судебного преследования	131
преданы военно-полевому суду	415
из них:	
оправданы	32
приговорены:	
к заключению в тюрьме	2
к отдаче в исправительный приют	1
к смертной казни через повешение	380
После Конфирмации ² с 380 лицами, приговорёнными к смертной казни через повешение, поступили так:	
сосланы:	
без срока	3
на 25 лет	147
на 15 лет	41
на 13 лет	1
на 8 лет	1
на 7 лет	147
на 4 года	4
в Сибирь на поселение	15
заключены в тюрьму	3
повешены	18

² От лат. *con firmatio* – укрепление, утверждение.

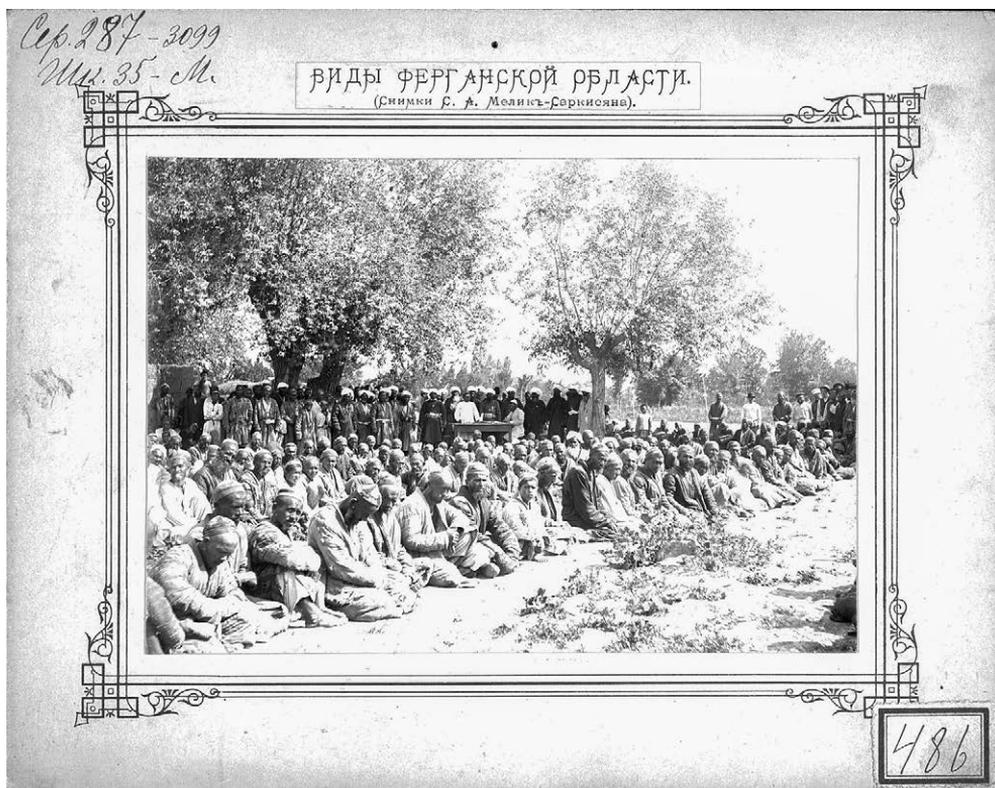


Рис. 4. Жители кишлака Мин-Тюбе, замешанные в деле Андижанского восстания 1898 г. и помилованные. Снимок С. А. Мелик-Саркисяна.

Fig. 4. Residents of the Min-Tube village, involved in the Andijan uprising of 1898 and obtained mercy. Photo by S.A. Melik-Sargsyan.

На обороте паспарту снимка – надпись, сделанная чёрными чернилами: «Жители кишлака Мин-Тюбе, замешанные в деле Андижанского восстания 1898 года и помилованные. Ныне они образовали посёлок, находящийся рядом с “Русским селом” и названный “Мармахат”, что в переводе означает “милость”».

Это исторический кадр: решается судьба участников восстания. На переднем плане – люди, сидящие на коленях. Ясно видны эмоции каждого из них: кто-то смиренно опустил голову, кто-то смотрит прямо на фотографа с иронией и даже любопытством, а есть и такие, кто сверлит ненавидящим взглядом исподлобья.

В память о погибших солдатах в Андижане была возведена часовня. Но судьба сооружения оказалась незавидной: оно сильно пострадало в результате разрушительного землетрясения 1902 г. (рис. 5) и было принято решение снести здание путём взрывов (рис. 6).

Андижанское землетрясение тоже нашло своё отражение в фотоколлекции Д.Н. Анучина. Авторы планируют посвятить следующую публикацию исследованию этой темы.

Заключение. Андижанское восстание в своём роде стало показательным – оно вскрыло множество проблем, которые не были решены российским царским режимом.

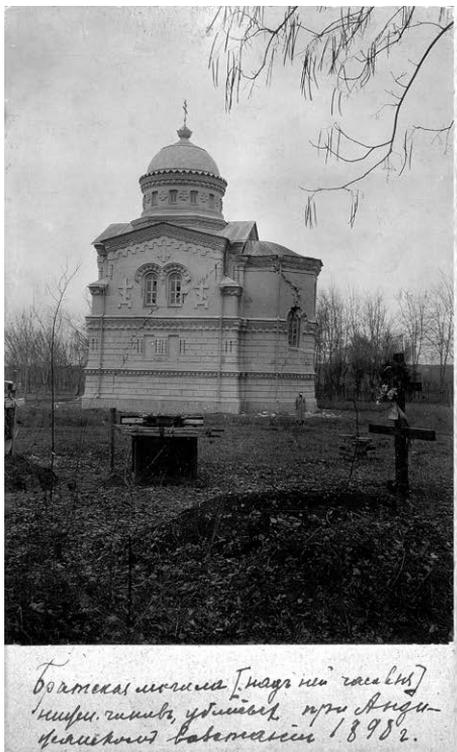


Рис. 5. Братская могила (над ней часовня) нижних чинов, убитых при Андижанском восстании 1898 г.
Фото С.А. Мелик-Саркисяна.

Fig. 5. Common grave (the chapel is above it) of the lower ranks killed during the Andijan uprising of 1898.
Photo by S.A. Melik-Sarkisyan.



Рис. 6. Часовня над братской могилой после первого (искусственного) взрыва.
Фото С.А. Мелик-Саркисяна.

Fig. 6. Chapel over the common grave after the first (artificial) explosion.
Photo by S.A. Melik-Sarkisyan.

Бунт, вызванный реакционными настроениями среди большей части местного населения и псевдорелигиозным мракобесием, распространившимся в обществе, выявил, насколько легко можно было всколыхнуть массу ослеплённых ненавистью людей. Политика игнорирования ислама с российской стороны привела к развитию экстремистских взглядов. По словам В.П. Салькова, «ныне Ишаны, не имея покуда со стороны русского правительства никаких препятствий, продолжают свои действия, развивая фанатизм не только в Туркестанском крае, но и в Семиреченской и Тургайской областях, преспокойно вьют свои зловередные гнёзда, повсюду в изобилии сея семена самого дикого фанатизма» [7, с. 19]. Справедливости ради надо отметить, что деятельность Дукчи Ишана вызвала недовольство и осуждение «... в среде культурной интеллигенции, не говоря уже о знати, на него в лучшем случае смотрели с сочувствием, а куда чаще – с презрением. Тот же историк Мухаммад ‘Азиз Маргилани, даже признавая Ишана хотя и небогатым, но “щедрым человеком”, считал его безграмотным и подчёркивал, что будь он грамотен, то “не сбил бы его с пути сатана”» [11, с. 126].

Б.М. Бабаджанов в своей статье «Дукчи Ишан и Андижанское восстание 1898 г.» пишет: «...Андижанское восстание практически не было подготовлено, стихийность преобладала над организованностью, гневный порыв – над трезвым расчётом, а сам Дукчи Ишан, конечно, не имел никакого представления о военном деле, и, видимо, был лишён военного таланта» [1, с. 277]. Во втором издании Большой Советской Энциклопедии даётся совершенно иная оценка андижанского восстания, сделанная по классическим «советским канонам». Здесь основной причиной мятежа является якобы освободительное движение бедноты местных туземцев и киргизов «против хищнической политики русского империализма в Средней Азии» [2, с. 730], а религиозной основе событий не придаётся особого значения. В некоторых современных источниках, представляющих Среднюю Азию, как, например, в статье профессора Ташманбета Кененсариева [4], кровавая резня 1898 г. преподносится как священная война пламенного борца за независимость Дукчи Ишана, личность которого вознесена как мученика, отдавшего жизнь за свой народ и национальные ценности.

Книга В. П. Салькова с подробными описаниями и приведёнными документами, а также информативные, художественные фотографии С.А. Мелик-Саркисяна – достоверные исторические документы, беспристрастно позволяющие увидеть и узнать, как всё происходило в 1898 г. Эти события необходимо изучать, извлекая суровые уроки для последующих поколений. И сейчас, в наши дни, в Средней Азии под лозунгами духовного возрождения нации предпринимаются попытки создания ячеек террористических организаций наподобие ИГИЛ, Хизб ут-Тахрир аль-Ислами, Аль-Каида (их деятельность запрещена на территории Российской Федерации и многих других стран).

Фотоархив Музея землеведения МГУ им. М.В. Ломоносова – богатый источник открытия дополнительных деталей и подробностей исторических фактов. Можно увидеть, как выглядели те или иные места, как люди одевались, чем занимались в разных частях России и других странах. Менялись эпохи, государственные границы передвигались, исчезали целые города и селения, а архивные фотографии могут о многом рассказать.

Благодарности и источники финансирования. 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. *Бабаджанов Б. М.* Дукчи Ишан и Андижанское восстание 1898 г. // Подвижники ислама. Культ святых и суфизм в Средней Азии и на Кавказе / Сост. С.Н. Абашин, В.О. Бобровников. М.: Восточная литература, 2003. С. 251–277.
2. Большая Советская Энциклопедия. Том 2. Акты – Ариетта. М. Советская энциклопедия, 1950. 656 с.
3. *Брежнева С. Н.* Толерантность по-русски: из истории проведения религиозной политики Российской империей в Туркестане // Мировоззрение населения Южной Сибири и Центральной Азии в исторической ретроспективе. 2015. № 8. С. 211–222.
4. Кененсариев Т. Кыргызско-Андижанскому восстанию 115 лет // История Кыргызстана и киргизов. 2013 (https://kghistory.akipress.org/unews/un_post:1706).
5. *Лысенко Ю. А., Недзелюк Т. Г.* К истории Андижанского мусульманского движения 1898 г. // Вопросы истории. 2020. № 10–1. С. 267–274.
6. *Моррисон А. С.* Суфизм, панисламизм и информационная паника: Нил Сергеевич Лыкошин и последствия андижанского восстания // *Tartaria Magna*, 2013. № 2. С. 42–87.

7. Сальков В. П. Андижанское восстание в 1898 г. (Сб. статей). Казань: Изд. П.Н. Сальковой, 1901. [2], VI, 131 с.
8. Скрипко К. А., Семёнова Л. Д., Дубинин Е. П., Снакин В. В. Памирские экспедиции М.Е. Ионова 1891–1895 гг. // Жизнь Земли. 2022. Т. 44, № 2. С. 228–238. DOI: 10.29003/m3030.0514–7468.2022_44_2/228–238.
9. Тагеев Б. Л. Ферганская область // Нива. 1898. № 26. С. 514–516.
10. Фёдоров Е. Очерки национально-освободительного движения в Средней Азии. Ташкент: Госиздат Узб. ССР, 1925. 80 с.
11. Эркинов А. Андижанское восстание и его предводитель в оценках поэтов эпохи // Вестник Евразии. 2003. № 1. С. 111–137.

REFERENCES

1. Babadzhanov, B.M., «Dukchi Ishan and the Andijan uprising of 1898», *Devotees of Islam. The cult of saints and Sufism in Central Asia and the Caucasus* (Moscow: Vostochnaya literatura, 2003) (in Russian).
2. *Great Soviet Encyclopedia*. 2. Acts – Arietta (Moscow: Sovetskaya Entsiklopediya, 1950) (in Russian).
3. Brezhneva, S.N., «Tolerance in a Russian manner: from the history of adopting the religious policy by the Russian Empire in Turkestan», *Worldview of the population of South Siberia and Central Asia in historical retrospective* **8**, 211–222 (2015) (in Russian).
4. Kenensariyev, T., «The Kyrgyz-Andijan uprising is 115 years old», *History of Kyrgyzstan and the Kyrgyz*, 2013 (https://kghistory.akipress.org/unews/un_post:1706) (in Russian).
5. Lysenko, Yu.A., Nedzelyuk, T.G., «On the history of the Andijan Muslim movement in 1898», *Voprosy istorii* [Questions of history] **10–1**, 267–274 (2020) (in Russian).
6. Morrison, A.S., «Sufism, pan-Islamism and Information Panic: Nil Sergeevich Lykoshin and the Aftermath of the Andijan Uprising», *Tartaria Magna* **2**, 42–87 (2013) (in Russian).
7. Sal'kov, V.P., *The Andijan uprising in 1898* (Collection of articles) (Kazan': Izdaniye P. N. Sal'kovoy, 1901) (in Russian).
8. Scripko, K.A., Semenova, L.D., Dubinin, E.P., Snakin, V.V., «Pamir Expeditions of Mikhail Ionov (1891–1895)», *Zhizn Zemli* [Life of the Earth] **44**, no 2, 228–238 (2022) (in Russ., abstract in Engl.). DOI: 10.29003/m3030.0514–7468.2022_44_2/228–238.
9. Tageyev, B.L., «Fergana region», *Niva* **26**, 514–516 (1898) (in Russian).
10. Fedorov, E., *Essays on the national liberation movement in Central Asia* (Tashkent: State Publishing House of the Uzbek SSR, 1925) (in Russian).
11. Erkinov, A., «Andijan uprising and its leader in the assessments of the poets of the epoch», *Vestnik Yevrazii* [Bulletin of Eurasia] **1**, 111–137 (2003) (in Russian).

УДК 631/635; 502/504; 911

DOI 10.29003/m3049.0514-7468.2022_44_3/354-363

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ РОССИИ

**И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова, Е.П. Яковлева, Т.В. Леонидова,
Н.Г. Рыбальский, В.В. Снакин, А.В. Емельянов, Е.В. Скрипникова,
А.С. Горбунов, О.П. Быковская***

Совершенствование экологической культуры в сельском хозяйстве является актуальной и приоритетной государственной задачей. Часто в современном сельскохозяйственном производстве отмечается опасный перекокс в пользу экономических интересов и в ущерб экологическим. В целях решения этой проблемы реализуется проект создания научно-образовательного центра профессионально ориентированной направленности. Ежегодно в ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» проходят практику студенты факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова, факультета почвоведения, агрохимии и экологии, а также факультета агрономии и биотехнологии МСХА им. К.А. Тимирязева и других вузов. Учащиеся посещают сельскохозяйственные стационары, музеи, занимаются практической и научной работой. Совместно с несколькими высшими учебными заведениями созданы 5 базовых кафедр по направлениям агроэкологии и рационального природопользования в земледелии и растениеводстве и научно-образовательный консорциум «Инновационные технологии в АПК и природопользовании», объединяющий 11 организаций.

Ключевые слова: экологическое просвещение, естественнонаучный музей, междисциплинарное знание, сельское хозяйство.

* Трофимов Илья Александрович – д.г.н., зав. лабораторией геоботаники и агроэкологии, viktrofi@mail.ru; Трофимова Людмила Сергеевна – к.с.-х.н., в.н.с. лаборатории геоботаники и агроэкологии; Яковлева Елена Петровна – с.н.с. лаборатории геоботаники и агроэкологии; Леонидова Татьяна Викторовна – к.с.-х.н., с.н.с., Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии им. В.Р. Вильямса; Рыбальский Николай Григорьевич – д.б.н., профессор, МГУ им. М.В. Ломоносова, niapriroda@mail.ru; Снакин Валерий Викторович – д.б.н., профессор, МГУ им. М.В. Ломоносова (Музей землеведения), snakin@mail.ru; Емельянов Алексей Валерьевич – д.б.н., проректор; Скрипникова Елена Владимировна – к.с.-х.н., доцент, директор, Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина (Институт естествознания), skripnikova@tsutmb.ru; Горбунов Анатолий Станиславович – к.г.н., доцент, gorbunov.ol@mail.ru; Быковская Ольга Петровна – к.г.н., доцент, зав. кафедрой, Воронежский государственный университет (факультет географии, геоэкологии и туризма), gorbunov.ol@mail.ru.

Ссылка для цитирования: Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Е.П. Яковлева, Т.В. Леонидова, Н.Г. Рыбальский, В.В. Снакин, А.В. Емельянов, Е.В. Скрипникова, А.С. Горбунов, О.П. Быковская. Экологическая культура и рациональное природопользование в сельском хозяйстве России // Жизнь Земли. Т. 44, № 3. С. 354–363. DOI: 10.29003/m3049.0514-7468.2022_44_3/354-363.

Поступила 28.07.2022 / Принята к публикации 03.08.2022

ECOLOGICAL CULTURE AND RATIONAL NATURE MANAGEMENT IN AGRICULTURE OF RUSSIA

I.A. Trofimov¹, Dr. Sci (Geogr.), L.S. Trofimova¹, PhD, E.P. Yakovleva¹,
T.V. Leonidova¹, PhD, N.G. Rybalsky², Dr. Sci (Biol.), V.V. Snakin², Dr. Sci (Biol.),
A.V. Emelyanov³, Dr. Sci (Biol.), E.V. Skripnikova³, PhD, A.S. Gorbunov⁴, PhD,
O.P. Bykovskaya⁴, PhD

¹ Federal Williams Research Center of Forage Production & Agroecology

² Lomonosov Moscow State University

³ Tambov Derzhavin State University (Institute of Natural Sciences)

⁴ Voronezh State University

The perfection of ecological culture in agriculture is an urgent and high-priority state task. A dangerous misbalance is often noted in modern agricultural production in favor of economic interests and to the detriment of ecological ones. To solve this problem, a project is being implemented to found a professionally oriented scientific and educational center. Every year, students of the Faculty of Soil Science of Lomonosov Moscow State University, the Faculty of Soil Science, Agrochemistry and Ecology and the Faculty of Agronomy and Biotechnology of the K.A. Timiryazev Russian State Agricultural Academy and others are trained practically at the Federal Williams Research Center of Forage Production & Agroecology. Practical work and conferences for schoolchildren held on the basis of the Williams Research Center are also important forms of work. Schoolchildren, under the guidance of researchers from the Williams Research Center and accompanied by teachers of biology, geography, chemistry, learn to work independently with plants at the molecular genetic level, to isolate genes from plants, to study the processes of plant breeding and cultivation, to take care of experimental samples, and to observe changes in the growth of different varieties and hybrids plants. Together with several higher educational institutions (Agricultural Timiryazev Academy, Tambov Derzhavin State University, universities of Kazakhstan and Kalmykia) five basic chairs have been founded in the areas of agroecology and rational nature management in agriculture and crop production. The scientific and educational consortium "Innovative technologies in agriculture and environmental management" uniting 11 organizations has been founded as well.

Keywords: environmental education, natural science museum, interdisciplinary knowledge, agriculture.

For citation: Trofimov, I.A., Trofimova, L.S., Yakovleva, E.P., Leonidova, T.V., Rybalsky N.G., Snakin, V.V., Emelyanov, A.V., Skripnikova, E.V., Gorbunov, A.S., Bykovskaya, O.P., "Ecological culture and rational nature management in agriculture of Russia", *Zhizn Zemli* [Life of the Earth] **44**, no 3, 354–363 (2022) (in Russ., abstract in Engl.). DOI: 10.29003/m3049.0514-7468.2022_44_3/354-363.

Введение. Экологическая культура рационального природопользования в сельском хозяйстве является актуальной и приоритетной государственной задачей. Событием важнейшего государственного значения для развития экологической культуры в сельском хозяйстве России является создание и развитие Государственного лугового института (ГЛИ), которому в июне 2022 г. исполнилось 100 лет. ГЛИ зародился

и развивался на идеях В.В. Докучаева, В.И. Вернадского и В.Р. Вильямса о сохранении нашей земли, плодородия почв, о рациональном природопользовании и агроэкологии. В 1937 г. ГЛИ был переименован во Всесоюзный, а в 1992 г. – во Всероссийский научно-исследовательский институт кормов имени В.Р. Вильямса; в настоящее время это Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса (ВИК им. В.Р. Вильямса).

Экологическая культура в сельском хозяйстве была актуальной всегда, а теперь она является одним из ключевых трендов современности. Экологическая культура представляет собой часть общечеловеческой культуры, систему социальных отношений, общественных и индивидуальных морально-этических норм, взглядов, установок и ценностей, касающихся взаимоотношения человека и природы. Экологическая культура – это гармоничность сосуществования человеческого общества и окружающей природной среды, взаимоприспособление человека и природы, проявляющиеся через отношение человеческого общества к окружающей природной среде. Развитие экологической культуры реализуется через систему экологического образования, воспитания и информирования [1–3].

Сохранение земли. В.В. Докучаев утверждал, что характер земледельческой культуры, способ обработки почв, культурные растения, сорта, удобрения и вообще весь способ земледелия должны быть существенно различны по зонам и строго приурочены к естественно-историческим условиям тех или других физико-географических районов России [4].

В.Р. Вильямс, развивавший системный подход в изучении и управлении природой, сельским хозяйством и основавший ГЛИ для рационального природопользования в сельском хозяйстве и сохранения плодородия почв, всегда говорил, что считает себя учеником В.В. Докучаева [5, 6].

Плодородие почв для жизни человека – ресурс не менее значимый, чем чистый воздух и пресная вода. Почва не только источник жизни растительного и животного мира, но и область биосферы, где наиболее интенсивно идут разнообразные химические реакции, связанные с живым веществом. Почва – это основа биосферы, а плодородие почвы – основа благополучия человечества. Ещё в начале XX века В.И. Вернадский предупреждал, что наступит время, когда людям придётся взять на себя ответственность за развитие и человека, и природы [1].

Ни для кого не секрет, что основную часть продукции в растениеводстве мы получаем за счёт естественного плодородия почв. Сельское хозяйство даёт человеку пищу, другие ресурсы, но вместе с тем нарушает землю и снижает плодородие почв – самую основу своего существования и нашу среду обитания. Снижение плодородия почв ведёт к увеличению затрат в растениеводстве и земледелии на производство сельскохозяйственной продукции. А нам надо думать не только о сегодняшнем, но и о завтрашнем дне, и о собственной земле, которую мы оставим нашим потомкам.

Развитие экономики нашей страны тесно связано с решением экологических проблем. В России по ряду направлений нагрузка на природу достигла критических значений. В итоге ежегодный экономический ущерб даже по официальным данным доходит до 6 % ВВП, а с учётом последствий для здоровья людей – и до 15 % [7].

В свете насущных экологических проблем, с которыми сталкивается сельское хозяйство мира и России, экологическое мышление, экологическое образование и природоподобные технологии являются приоритетами для развития сельского хозяйства.

Экологическое мышление и рациональное природопользование. Экологическое мышление – это способность правильно выявлять, анализировать, оценивать и прогнозировать причины и последствия взаимодействия человека и природы, принимаемых решений и возникновения экологических проблем. Экологическое мышление является для молодёжи надёжным ориентиром, позволяющим ей в дальнейшем адаптироваться к изменениям климата, экологическим кризисам и стать движущей силой перемен в интересах устойчивого развития [8, 9].

Перспективность и необходимость такого подхода к экологическому мышлению заключается в его направленности на следующие приоритеты развития рационального природопользования в сельском хозяйстве страны:

- 1 – острота решаемых проблем для настоящих и будущих поколений;
- 2 – междисциплинарность (сельскохозяйственные науки, биология, экология, география, экономика) и взаимодействие науки и образования;
- 3 – использование географических, биологических и экологических закономерностей для управления экосистемами разных уровней (от микроорганизмов и трав до агроландшафтов и биосферы);
- 4 – рациональное природопользование, гармонизация сельского хозяйства и природы, поиск баланса, компромисса между экономикой и экологией.

Экологическое мышление, просвещённый взгляд на дело и восприимчивость к идеям устойчивого развития – реальный путь к сохранению земель, исследованию и управлению всей системой сельского хозяйства.

Для устойчивого будущего нам необходимо точно знать, сколько ресурсов у нас есть, сколько мы используем и каковы восстановительные возможности нашей Земли. Человечеству необходимо опираться на здравый смысл, сопоставлять получаемый результат с возможными экологическими последствиями и помнить об ограниченности ресурсов нашей земли, страны и планеты в целом.

Рациональное природопользование с необходимостью сегодня включает не только сбалансированность сельскохозяйственных земель, агроэкосистем и агроландшафтов, повышение плодородия почв, получение высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур, сохранение продуктивного долголетия наших земель и экосистем, но и экологизацию сельскохозяйственного производства [10, 11].

Агроландшафты, земля, плодородие почв – производительная сила и средство производства в сельском хозяйстве. Сокращение площадей сельскохозяйственных земель, ухудшение их качества, снижение плодородия почв представляет глобальную экологическую угрозу сельскому хозяйству, лишает его полностью или частично средств производства и производительных сил.

Изучение многолетних трав и травяных экосистем является важной проблемой государственного значения. Многолетним травам и лугам придаётся огромное значение в создании продуктивного и устойчивого сельскохозяйственного производства. Установлена важнейшая роль многолетних луговых трав и микроорганизмов в накоплении гумуса, формировании агрономически ценной структуры и в целом плодородия почв.

Принципиальным является изучение и управление экосистемами многолетних трав с учётом их продукционной, средообразующей и природоохранной функций.

Экологическое просвещение и экологическая культура для рационального природопользования в сельском хозяйстве России. Россия строит социально- и экологически ориентированное общество. Главные цели государственной политики – природосбережение и народосбережение.

Наука и образование играют главную роль в общественном прогрессе и являются универсальными средствами решения многих проблем. Поэтому укрепление взаимосвязи науки и образования очень актуально в настоящее время.

Экология и рациональное природопользование в сельском хозяйстве представляют собой сложное междисциплинарное знание, в основу которого положена гармоничность сосуществования человека и природы, человеческого общества и окружающей природной среды.

С целью экологического просвещения и развития экологической культуры для рационального природопользования в сельском хозяйстве России на базе ВИК им. В.Р. Вильямса, как результат взаимодействия образования и науки, реализуется проект создания научно-образовательного центра, который имеет профориентационную направленность.

Задачи проекта включают:

1 – укрепление взаимосвязей науки и образования, формирование у детей и молодёжи экологического мышления и культуры;

2 – популяризацию науки, привлечение учащихся образовательных организаций, студентов вузов к научной и практической деятельности в области сельского хозяйства, агроэкологии, рационального природопользования и охраны природы;

3 – формирование электронной образовательной среды: распространение опыта взаимодействия школа – вуз – ВИК им. В.Р. Вильямса, экологического мышления и экологической культуры в интернете, в публикациях, периодических изданиях, конференциях; расширение круга участников проекта.

Развитие экологической культуры и экологического мировоззрения учащихся общеобразовательных школ, студентов вузов и аспирантов осуществляется путём экопросвещения и образования в области рационального природопользования, агроэкологии и охраны природы.

Проект основан на сотрудничестве ВИК им. В.Р. Вильямса с общеобразовательными школами и детскими садами гг. Лобня и Долгопрудный, факультетом почвоведения, агрохимии и экологии РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева и факультетом почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова. Он ориентирован на формирование у молодёжи просвещённого взгляда на сельское хозяйство, ответов на вызовы, стоящие перед государством, обществом, наукой и образованием, с учётом взаимодействия человека и природы, рационального природопользования, обеспечения необходимых компромиссов между экономикой и экологией.

Ежегодно в ВИК им. В.Р. Вильямса проходят практику студенты факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова, факультета почвоведения, агрохимии и экологии, а также факультета агрономии и биотехнологии РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева и других вузов. Учёные Центра читают лекции, проводят мастер-классы и практики по своим направлениям (рис. 1).

Важный фактор формирования у молодёжи экологической культуры – знакомство с музейными коллекциями. В рамках проекта учащиеся посещают Почвенно-агрономический музей им. В.Р. Вильямса Московской сельскохозяйственной академии им. К.А. Тимирязева (рис. 2). Уже к открытию этого самого крупного почвенного музея в 1954 г. в нём обустроили экспозицию, посвящённую генезису, географии, плодородию почв и их использованию. Обучающимся доступны богатая экспозиция (более тысячи экспонатов), многочисленные экскурсии и практические занятия: «Музей – хранитель экологических памятников природы (болота, тундра, чернозёмная степь,



Рис. 1. Полевая практика студентов почвоведов МГУ им. М.В. Ломоносова на базе ВИК им. В.Р. Вильямса.

Fig. 1. Field practice of soil-science students from Lomonosov Moscow State University on the basis of the Federal Williams Research Center of Forage Production & Agroecology.



Рис. 2. Школьники в Почвенно-агрономическом музее им. В.Р. Вильямса РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева.

Fig. 2. Schoolchildren in the Soil and Agronomic Museum named after V.R. Williams.

пустыня, дубравы, погребённые почвы в лёссах)»; «Мир почвы. Факторы почвообразования, строение и состав»; «Почвы природных зон России» и др.

Важными формами работы являются также практика учащихся школ и конференции школьников, проводимые на базе ВИК им. В.Р. Вильямса (рис. 3). Школьники под руководством научных сотрудников Центра и в сопровождении учителей биологии, географии, химии учатся самостоятельно работать с растениями на молекулярно-генетическом уровне, выделять гены у растений, ухаживать за опытными образца-



Рис. 3. Школьники в теплице ВИК им. В.Р. Вильямса.

Fig. 3. Schoolchildren in a hothouse of the Federal Williams Research Center of Forage Production & Agroecology.

ми, изучать процессы селекции и выращивания растений, наблюдать за изменениями в росте разных сортов и гибридов растений.

По завершении практики учащиеся готовят презентации и выступают с докладами. За лучшие работы они награждаются грамотами.

В ВИК им. В.Р. Вильямса активно осуществляется интеграция науки и образования на направлении «Экология и рациональное природопользование». Совместно с высшими учебными заведениями (РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, Калмыцкий государственный университет, Кокшетауский государственный университет им. Ш. Уалиханова Республики Казахстан) созданы 5 базовых кафедр по направлениям агроэкологии и рационального природопользования в земледелии и растениеводстве.

По инициативе Института естествознания Тамбовского государственного университета им. Г.Р. Державина, в котором функционирует кафедра экологии и природопользования, создан научно-образовательный консорциум «Инновационные технологии в АПК и природопользовании». Участниками консорциума являются 11 организаций: 1) Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, 2) Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, 3) Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии, 4) Санкт-Петербургский государственный университет, 5) Российский университет дружбы народов, 6) Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии, 7) Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии им. В.Р. Вильямса, 8) Федеральный научный центр им. И.В. Мичурина, 9) Вятский государственный агротехнологический университет, 10) Общество с ограниченной ответственностью «Агрофермент», 11) Ассоциация «Технологическая платформа «Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания»».

Консорциум представляет собой добровольное объединение организаций, деятельность которого направлена на интеграцию образовательного, научного и техно-

логического потенциала участников в области управления природопользованием в АПК и лесопользовании. Консорциум планирует сделать экологическое образование и просвещение основным компонентом учебных программ в соответствии с целью, поставленной ЮНЕСКО перед мировым сообществом.

Учебно-исследовательская деятельность позволяет эффективно формировать экологическую культуру молодёжи и носит познавательный, воспитательный и практический характер. В процессе проектно-исследовательской деятельности формируется человек, умеющий не только действовать по образцу, но и правильно анализировать и устанавливать причинно-следственные связи экологических проблем и прогнозировать экологические последствия человеческой деятельности.

За время сотрудничества ВИК им. В.Р. Вильямса со школами учащиеся неоднократно приезжали в институт, познакомились с направлением его деятельности, посещали различные лаборатории, музей института. В селекционно-тепличном комплексе научные сотрудники рассказывали детям о значении для человека и экологического равновесия многолетних трав, рапса и других сельскохозяйственных культур, направлениях их селекции, методах биотехнологии.

На базе ВИК им. В.Р. Вильямса начиная с 2018 г. проводятся летние практики школьников. Учащиеся принимали участие в прополке посевов рапса, горчицы и сурепицы, ручном обмолоте рапса, в проведении агрохимических анализов почвы и растений.

Школьники совместно с сотрудниками института принимали участие в закладке и проведении опытов в различных областях сельского хозяйства, агроэкологии и охраны природы. Тематика их работ с каждым годом расширяется. Она включает следующие направления: сравнительная оценка различных отечественных сортов томатов и огурцов, экологические особенности озёр Круглое и Киево, сравнительная оценка природных удобрений и их влияние на урожай овощных культур, изучение содержания тяжёлых металлов в придорожной зоне автомобильных трасс, сравнение листового опада лиственных и хвойных пород деревьев и их влияния на плодородие почвы, влияние различных факторов среды на прирост толщины годичных колец, сравнительная оценка использования цементной пыли и сталеплавильных шлаков для известкования почвы, как и зачем поют птицы, поведение уток в преддверии зимы, сравнение жирнокислотного состава различных масел, животный и растительный мир Подмосковья, кормление домашних животных, замкнутые экосистемы, бездомные собаки в городе, биологические особенности рапса, влияние различных факторов на всхожесть семян райграсса и люцерны и многое другое.

Проведение обучающимися совместно с учёными исследований с растениями, животными, изучение биологических особенностей их жизни и развития, наблюдение и уход за своими объектами исследований способствует расширению экологических знаний, полученных в процессе учебной деятельности. У них развивается экологическое мышление, понимание современных проблем окружающей среды, появляются интерес, масса вопросов, желание, умение, навыки и опыт применения экологических знаний в практике рационального природопользования и охраны окружающего мира.

В школах созданы детские объединения «Юный естествоиспытатель». Их работа ориентирована на формирование экологического мышления, научного мировоззрения, развитие интереса к исследовательской деятельности, нацеленной на изучение природы, влияние на неё человека, решение экологических проблем. Организованы

экскурсии в Почвенно-агрономический музей им. В.Р. Вильямса РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева для учеников школ гг. Лобня и Долгопрудный.

Установлено, что исследовательская деятельность оказывает положительное влияние на расширение кругозора, развитие интереса к знаниям, мотивацию и успеваемость учащихся. Сравнение качества знаний «юных исследователей» и обычных учащихся выявило, что этот показатель у первых повысился более чем на 60 %. Научно-исследовательская деятельность приводит к повышению мотивации и, соответственно, повышению качества и эффективности образования.

В реализации проекта ежегодно принимают участие более 300 учащихся. За два года проведены 12 мероприятий (практик студентов, конференций школьников, встреч с учащимися и учителями общеобразовательных школ, воспитателями детских садов гг. Лобня и Долгопрудный).

Ежегодно более 30 школьников выступают с результатами своих исследований на городских, региональных, всероссийских и международных конференциях, многие из них награждаются дипломами победителей и призёров. Проведены 3 научно-практические конференции учащихся на базе ВИК им. В.Р. Вильямса. 5 выпускников школ получили направление от ВИК им. В.Р. Вильямса на целевое обучение в РГАУ-МСХА.

Полученные результаты взаимодействия науки и образования являются необходимой информационной основой для создания устойчивого сельского хозяйства, рационального природопользования и защиты окружающей среды.

Заключение. С целью формирования экологического мышления и экологического просвещения, надёжных ориентиров и знаний у детей и молодёжи, воспитания бережного, ответственного отношения к природе у школьников и студентов на базе ВИК им. В.Р. Вильямса организовано взаимодействие образования и науки; разработаны образовательные программы экологической направленности.

Практическая значимость реализуется в развитии интереса учащихся к проблемам сельского хозяйства и современной профориентации молодёжи на основе взаимодействия школ, музеев, университетов и ВИК им. В.Р. Вильямса. Школьники и студенты становятся причастными к науке, к получению новых знаний, решению важнейших государственных задач, стоящих перед страной. В школах и вузах формируется будущее России.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вернадский В.И. Научная мысль как планетное явление. М.: Наука, 1991. 271 с.
2. Добровольский Г.В. Дегградация почв – угроза глобального экологического кризиса // Век глобализации. 2008. № 2. С. 54–65.
3. Добровольский Г.В. Докучаев и современное естествознание // Почвоведение. 1996. № 2. С. 117–123.
4. Докучаев В.В. Наши степи прежде и теперь. М.: Сельхозгиз, 1953. 152 с.
5. История науки. Василий Робертович Вильямс / В.М. Косолапов, И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова, Е.П. Яковлева. М.: Угрешская типография, 2011. 76 с.
6. Ливанцова С.Ю., Максимов Ю.И., Рыбальский Н.Г., Снакин В.В. Добрая воля, просвещённый взгляд на дело и любовь к земле (к 170-летию В.В. Докучаева) // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2016. № 1 (145). С. 79–88.
7. Рациональное природопользование и кормопроизводство в сельском хозяйстве России/ В.М. Косолапов, И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова, Е.П. Яковлева. М.: РАН, 2018. 132 с.
8. Рыбальский Н.Г., Думнов А.Д., Муравьёва Е.В., Борискин Д.А. Состояние окружающей природной среды России // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2018. № 2 (154). С. 68–88.

9. Снакин В.В. Экология, глобальные природные процессы и эволюция биосферы. Энциклопедический словарь. М.: Издательство Московского университета, 2020. 528 с.

10. Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П., Рыбальский Н.Г., Снакин В.В., Емельянов А.В., Скрипникова Е.В., Горбунов А.С., Быковская О.П. Формирование экологического мышления и его значение в сохранении устойчивости экосистем и здоровья человека // Проблемы трансформации естественных ландшафтов в результате антропогенной деятельности и пути их решения: Сб. науч. тр. Межд. науч. экол. конф. Краснодар, 29–31 марта 2021 г. Краснодар: КубГАУ, 2021. С. 734–736.

11. Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П., Рыбальский Н.Г., Снакин В.В., Емельянов А.В., Скрипникова Е.В., Горбунов А.С., Быковская О.П. Экологическое мышление и сельское хозяйство // Образование-2030. Учиться. Пробовать. Действовать. Сб. статей VII Всеросс. конф. по экологическому образованию. М.: Неправительственный экологический фонд им. В.И. Вернадского, 2021. С. 282–285.

REFERENCES

- 1 Vernadsky, V.I., *Scientific thought as a planetary phenomenon*. 271 p. (Moscow: Nauka, 1991) (in Russian).
- 2 Dobrovolsky, G.V., "Soil degradation as the threat of a global ecological crisis", *Vek globalizatsii* 2, 54–65 (2008) (in Russian).
- 3 Dobrovolsky, G.V., "Dokuchaev and modern natural science", *Pochvovedeniye* 2, 117–123 (1996) (in Russian).
- 4 Dokuchaev, V.V., *Our steppes before and now*. 152 p. (Moscow: Sel'khozgiz, 1953) (in Russian).
- 5 Kosolapov, V.M., Trofimov, I.A., Trofimova, L.S., Yakovleva Ye.P., *History of science. Vasilii Robertovich Williams*. 76 p. (Moscow: Ugreshskaya tipografiya, 2011) (in Russian).
- 6 Livantsova, S.Yu., Maksimov, Yu.I., Rybalsky, N.G., Snakin, V.V., "Good will, an enlightened view on business and love for the land (to the 170th anniversary of V.V. Dokuchaev)", *Ispol'zovaniye i okhrana prirodnikh resursov v Rossii* 145, no. 1, 79–88 (2016) (in Russian).
- 7 Kosolapov, V.M., Trofimov, I.A., Trofimova, L.S., Yakovleva, E.P., *Rational nature management and fodder production in Russian agriculture*. 132 p. (Moscow: RAS, 2018) (in Russian).
- 8 Rybalsky, N.G., Dumnov, A.D., Muravyova, E.V., Boriskina, D.A., "Condition of the natural environment in Russia", *Ispol'zovaniye i okhrana prirodnikh resursov v Rossii* 154, no. 2, 68–88 (2018) (in Russian).
- 9 Snakin, V.V., *Ecology, global natural processes and evolution of the biosphere. Encyclopedic Dictionary* (Moscow: Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta, 2020) (in Russian).
- 10 Trofimov, I.A., Trofimova, L.S., Yakovleva, E.P., Rybalsky, N.G., Snakin, V.V., Emelyanov, A.V., Skripnikova, E.V., Gorbunov, A.S., Bykovskaya, O.P., "Formation of ecological thinking and its importance in maintaining the sustainability of ecosystems and human health", *Problems of transformation of natural landscapes as a result of anthropogenic activity and ways to solve them: Sat. sci. tr. according to the materials of the International scientific ecol. conf., Krasnodar, March 29–31, 2021* (Krasnodar: KubGAU, 2021), 734–736 (in Russian).
- 11 Trofimov, I.A., Trofimova, L.S., Yakovleva, E.P., Rybalsky, N.G., Snakin, V.V., Emelyanov, A.V., Skripnikova, E.V., Gorbunov, A.S., Bykovskaya, O.P., "Ecological thinking and agriculture", *Education-2030. To learn. To try. To act. Collection of articles of the VII All-Russian Conf. on Environmental Education* (Moscow: Non-Governmental Environmental Foundation named after V.I. Vernadsky, 2021), 282–285 (in Russian).

ВЕСТИ ИЗ МУЗЕЕВ

УДК 55:069.9

DOI 10.29003/m3050.0514-7468.2022_44_3/364-369

ЭКСПОЗИЦИЯ В МУЗЕЕ ТОРФА ТОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ПЕДАГОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА, ПОСВЯЩЁННАЯ ПРОФЕССОРУ Г.Н. БЛИНКОВУ

Л.И. Инишева, Е.В. Порохина*

В статье приводится информация об экспозиции, посвящённой 125-летию со дня рождения профессора Г.Н. Блинкова, открытой весной 2022 г. в Музее торфа Томского государственного педагогического университета. Анализируется многолетняя работа профессора Г.Н. Блинкова по изучению торфяных ресурсов Томской области, а также представленный в Музее торфа материал об этом периоде его жизни.

Ключевые слова: Западная Сибирь, ресурсы торфа, болота, музейная экспозиция.

Ссылка для цитирования: Инишева Л. И., Порохина Е. В. Экспозиция в Музее торфа Томского государственного педагогического университета, посвящённая профессору Г.Н. Блинкову // Жизнь Земли. Т. 44, № 3. С. 364–369. DOI: 10.29003/m3050.0514-7468.2022_44_3/364-369.

Поступила 19.07.2022 / Принята к публикации 03.08.2022

EXPOSITION IN THE PEAT MUSEUM OF TOMSK STATE PEDAGOGICAL UNIVERSITY DEDICATED TO PROFESSOR G.N. BLINKOV

*L.I. Inisheva., Dr. Sci (Biol.), E.V. Porokhina, PhD
Tomsk State Pedagogical University, Tomsk, Russia*

The paper describes the exposition dedicated to the 125th anniversary of the birth of Professor G. N. Blinkov, which was opened in the Peat Museum of Tomsk State Pedagogical University in the spring of 2022. Professor G. N. Blinkov's long-term work to study the peat resources of the Tomsk region and the materials about this period of his life collected in the Peat Museum are analyzed.

Keywords: Western Siberia, peat resources, peat-bogs, museum exposition.

*Инишева Лидия Ивановна – чл.-корр. РАН, д.с.-х.н., г.н.с., Inisheva@mail.ru; Порохина Екатерина Владимировна – к.б.н., доцент, porohkatrin@yandex.ru, Томский государственный педагогический университет.

For citation: Inisheva, L.I., Porokhina, E.V., «Exposition in the Peat museum of Tomsk State Pedagogical University dedicated to Professor G. N. Blinkov,» *Zhizn Zemli* [Life of the Earth] 44 (3), 364–369 (2022) (in Russ., abstract in Engl.). DOI: 10.29003/m3050.0514-7468.2022_44_3/364-369.

Введение. На долю Сибири приходится около 57% территории и 16,3% населения Российской Федерации. При этом Западно-Сибирский экономический район представляет собой крупнейший торфяной регион мира с 39% мировых запасов торфа. В Сибири площадь торфяных болот достигает 42% от их площади по всей территории Российской Федерации, с содержанием углерода 42,3 млрд т, что составляет 36% депонированного углерода России. Эта территория уникальна преобладанием крупных торфяно-болотных систем, образовавшихся в результате слияния большого числа болотных массивов. Неслучайно процесс заболачивания на Западно-Сибирской равнине называют природным феноменом мирового уровня. Поэтому Западную Сибирь можно назвать мировой столицей болот, которая в перспективе может быть территорией с развитой индустрией производства самой разнообразной продукции на основе торфа.

На базе Томского государственного педагогического университета (ТГПУ) в 2006 г. была открыта специализация «Торфяные ресурсы и торфопользование» и разработаны ФГОСы по направлению подготовки «торфоведение» (квалификации «бакалавр» и «магистр»). Целью являлось создание индивидуальной системы подготовки кадров, владеющих фундаментальными знаниями в области охраны торфяных болот, физикохимии и биологии торфа, технологий добычи и глубокой переработки торфа, рационального природопользования на торфяных болотах в условиях Сибири. Предпосылкой этому послужили исследования многих учёных, в т.ч. и Георгия Николаевича Блинкова.

Краткие биографические сведения о профессоре Г.Н. Блинкове. В Музее торфа Томского педагогического университета представлена экспозиция, посвящённая профессору Г.Н. Блинкову (рис. 1), который много времени посвятил изучению свойств торфов Сибири и их рациональному использованию в сельском хозяйстве¹.

6 мая 2022 г. исполнилось 125 лет со дня рождения доктора биологических наук, профессора Георгия Николаевича Блинкова (1897–1984), который в числе первых учёных в Сибири занялся темой рационального использования торфяных ресурсов.



Рис. 1. Фрагмент экспозиции в Музее торфа, посвящённой профессору Г.Н. Блинкову.
Fig. 1. A fragment of the exposition dedicated to Professor G. N. Blinkov in the Peat Museum.

¹ <https://torf.tspu.ru/museum.html>; <http://torfmuseum.tilda.ws/>

В 1931 г. он окончил Томский государственный педагогический институт (ТГПИ). С 1936 по 1985 г. (48 лет!) Георгий Николаевич работал в этом же вузе, из них 7 лет был деканом биолого-химического факультета ТГПИ и 43 года – заведующим кафедрой ботаники.

Георгий Николаевич с детства очень хотел учиться. Но его первые годы в сибирской сельской глубинке были непростыми. Он родился в бедной крестьянской семье: отец летом работал хлеборобом, а в другое время был пильщиком деревьев. С 7 лет сын работал вместе с отцом. И только в 12 лет, когда в г. Минусинск открылось училище (школа грамоты), он уговорил родителей отдать его в школу при условии продолжать помогать родителям в их нелёгком деле. Через 3,5 года Георгий окончил двухклассное училище и поступил в Минусинскую учительскую семинарию, закончив её в 1918 г. в возрасте 21 год. Он прошёл гражданскую войну, сильно болел и немного учительствовал. Когда Георгию Николаевичу исполнился 31 год, он начал преподавать биологию на рабфаке Томского государственного университета (ТГУ) и заочно учиться. Через 3 года получил диплом педагогического вуза. В 35 лет он поступил в аспирантуру ТГУ по специальности «Физиология и биохимия растений» и здесь же защитил кандидатскую диссертацию. В 1957 г. Георгий Николаевич защитил докторскую диссертацию в Московском педагогическом институте им. Ленина на тему «Азотобактер и его значение для высших растений» [1]. Член-корреспондент АН СССР Е.Н. Мишустин высоко оценил труд учёного. Он отмечал, что кафедра ботаники Томского педагогического института под руководством доктора биологических наук, профессора Г.Н. Блинкова, провела значительные исследования по изучению симбиотических и свободно живущих азотфиксаторов, представляющих интерес в теоретическом и практическом отношениях.

Результат жизненного пути Георгия Николаевича от хлебороба и пильщика деревьев до состоявшегося учёного: в Томском государственном педагогическом институте была организована агробиостанция, создана научная школа; им опубликовано более 130 научных работ, подготовлено 5 учебных пособий, под его руководством были защищены 9 кандидатских и 1 докторская диссертации.

Стоит отметить не только служебные заслуги. Ученик Георгия Николаевича Н.Е. Греков в приветственном слове на 70-летие своего учителя писал: «Мне особенно радостно подчеркнуть, с каким упорством и настойчивостью Вы всегда боролись за счастье народа, за счастье нашей Родины, за развитие науки. Вы для нас являетесь примером в труде и жизни» [9]. В это время под руководством Георгия Николаевича коллектив кафедры работал уже по двум темам: «Биологическая фиксация азота атмосферы и её значение в земледелии» и «Торфяные болота и их комплексное использование в сельском хозяйстве».

Первые исследования торфов на кафедре ботаники ТГПИ были проведены в 1961 г. под руководством Георгия Николаевича. Начиная с этого года, на кафедре выполнялись как фундаментальные исследования (характеристика торфяных болот, свойства торфов и торфяных залежей), так и прикладные (технологии приготовления торфяных компостов, торфо-минеральных удобрений, использование торфяных карьеров под сельскохозяйственные угодья). В 1975 г. вышла книга Г.Н. Блинкова «Торфяники и их использование в сельском хозяйстве» [2], где были обобщены многолетние работы кафедры. Это направление реализуется и в настоящее время его учениками [3, 4]. Большое внимание изучению западносибирских болот уделили как сибирские учёные, так и учёные европейской части России. Значительный вклад в комплексное изучение природных условий Западно-Сибирской равнины внесли естественнонаучные факультеты Московского государственного университета [5–8].

Экспозиция Музея торфа ТГПУ. Единственный за Уралом Музей торфа (рис. 2) был организован в 2010 г. при финансовой поддержке государственного контракта № 02.740.11.0325 в г. Томск.



Рис. 2. Музей торфа: а) центральная часть; б) северная часть; в) экспозиция Музея, посвящённая фауне болот.

Fig. 2. Peat Museum: a) General view; b) Northern part; c) Swamp fauna exposition.

Именно в этом регионе располагается самое большое болото в мире – Васюганское. С высоты птичьего полёта заметны колоссальные пространства ржаво-жёлтых болотных массивов. Только голубые окна многочисленных озёр и тёмно-зелёные ленты по берегам извилистых речек вносят разнообразие в эту картину (рис. 3). Значение болот огромно. Это и лесные угодья, на которых произрастают леса, и сельскохозяйственные земли, с которых получают высокие урожаи сельскохозяйственных культур после проведения осушения. Это и природный углеводородный ресурс, который позволяет получить более 60 видов продукции. Причём некоторые из них могут быть получены только из торфа (активные угли, ряд строительных материалов, сорбентов, медицинских препаратов и многое другое).



Рис. 3. Васюганское болото: а) осоковое болото; б) болотные комплексы [10].

Fig. 3. Vasyugan swamp: a) sedge swamp; b) marsh complexes [10].

В природоохранном значении болота обеспечивают сохранение генофонда редких животных и растений, влияют на формирование теплового и водного баланса территорий. Обо всём этом рассказывается на экскурсиях в Музее торфа.

В музее на большом экране посетители могут посмотреть слайд-фильмы о болотах и их обитателях, о добыче торфа и др.: «Животный мир болота», «Аптека на болоте», «Художники о болотах», «Болотные растения», «Экспедиции на болота», «Осушение и добыча торфа на топливо», «Жизнь ханты-манси на болотах». Подготовлены интересные экскурсии для посетителей разных возрастов: «Болота и Великая Отечественная война»; «Мифы о болотах»; «В гостях у царевны-лягушки». В музее организован «болотный уголок», помогающий представить себе болотный мир в природе [11].

На примере Музея торфа ТГПУ осуществляется система непрерывного образования личности: от детей в дошкольных образовательных учреждениях и начальной школе до получения диплома специалиста. За 10 лет музей посетили более 2 тыс. посетителей.

Музей торфа – это не застывшая история². Он живёт новыми экспозициями и посетителями. Совсем недавно прошли презентации экспозиций, посвящённых юбилеям академика Бориса Степановича Маслова, профессорам Феликсу Рувимовичу Зайдельману, Владимиру Евгеньевичу Раковскому, Сергею Николаевичу Тюремнову. А в мае 2022 г. состоялась презентация экспозиции, посвящённой профессору Георгию Николаевичу Блинкову.

Заключение. Создание Музея торфа в Томске – это память исследователям сибирских болот, к которым относится и профессор Г.Н. Блинков. В настоящее время Музей является частью индивидуальной системы подготовки кадров, которые обладают фундаментальными знаниями в области физикохимии и биологии торфа, технологий добычи и переработки торфа, охраны торфяных болот и рационального природопользования на торфяных болотах в условиях Сибири. Это, учитывая гидроморфность территории Сибири, позволяет ввести региональную компоненту в процесс обучения студентов, особенно в дисциплины естественного направления – биологическую, химическую, географическую.

ЛИТЕРАТУРА

1. Блинков Г.Н. Азотобактер и его значение для высших растений. Томск: Изд-во Томского ун-та, 1959. 254 с.
2. Блинков Г.Н. Торфяники и их использование в сельском хозяйстве. Новосибирск: Зап.-Сиб. книжное изд-во, 1975. 64 с.
3. Ларина Г.В., Маслов С.Г., Порохина В.А., Дырин В.А., Егорова А.В. Свойства торфов горного Алтая и направления их использования // Изв. Иркутского гос. ун-та. Сер. «Науки о Земле». 2018. Т. 26. С. 60–72.
4. Порохина Е.В., Сергеева М.А., Дырин В.А., Маслов С.Г., Егорова А.В. Функционирование олиготрофного болота в засушливых условиях // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 5. С. 337–347.
5. Природные условия Западной Сибири / Под ред. А.И. Попова. М: Изд-во МГУ, 1971. Вып. 1. 239 с.
6. Природные условия Западной Сибири. М.: Изд-во МГУ, 1972. Вып. 2. 227 с.
7. Природные условия Западной Сибири. М.: Изд-во МГУ, 1973. Вып. 3. 239 с.
8. Природные условия центральной части Западно-Сибирской равнины / Под ред. Г.В. Добровольского и др. М.: Изд-во МГУ, 1977. 212 с.
9. Тюменцев Н.Ф. Научная, педагогическая и общественная деятельность профессора Г.Н. Блинкова // Учёные записки Томского государственного педагогического института им. Ленинского комсомола. № 27. 1969. С. 3–9.
10. Inisheva L.I., Zemtsov A.A., Novikov S.M. Vasyugan Swamp. Natural Conditions, Structure and functioning. Tomsk: Tomsk State Pedagogical University Press, 2011. 160 p.

² Информация о Музее торфа представлена на сайте <http://torfmuseum.tilda.ws/>. С отдельными разделами экспозиции можно познакомиться по ссылкам: «Торфяные богатства» (http://torfmuseum.tilda.ws/peat_resources), «Болота и биосфера» (http://torfmuseum.tilda.ws/biosphere_mires), «Болота Горного Алтая» (<http://torfmuseum.tilda.ws/gornyaltaimires>), «Васюганское болото» (<http://torfmuseum.tilda.ws/vasyuganmire>).

11. Szajdak L.W., Inisheva L.I. The Peat Museum in Tomsk // *Peatland International*. 2010. Vol. 2. P. 38–40.

REFERENCES

1. Blinkov, G.N., *Azotobacter and its importance for higher plants* (Tomsk: TSU, 1959) (in Russian).
2. Blinkov, G.N., *Peatlands and their use in agriculture* (Novosibirsk. Zapadno-Sibirskoe knizhnoe izdatel'stvo, 1975) (in Russian).
3. Larina, G.V., Maslov, S.G., Porokhina, E.V., Dyrin, V.A., Egorova, A.V., «Properties of peats of the Altai Mountains and directions of their use», *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Nauki o Zemle* **26**, 60–72 (2018) (in Russian).
4. Porokhina, E.V., Sergeeva, M.A., Dyrin, V.A., Maslov, S.G., Egorova, A.V., «Functioning of an oligotrophic swamp in arid conditions», *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, no 5 (2017), 337–347 (in Russian).
5. *Natural conditions of Western Siberia*, ed. by A.I. Popov (Moscow: MGU, **1**, 1971) (in Russian).
6. *Natural conditions of Western Siberia* (Moscow: MGU, **2**, 1972) (in Russian).
7. *Natural conditions of Western Siberia* (Moscow: MGU, **3**, 1973) (in Russian).
8. *Natural conditions of the central part of the Western Siberian plain*, ed. G.V. Dobrovolsky et al. (Moscow: MGU, 1977) (in Russian).
9. Tyumentsev, N.F., «Scientific, pedagogical and social activity of Professor G. N. Blinkov», *Uchenye zapiski Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo instituta*, **27**, 3–9, (1969) (in Russian).
10. Inisheva, L.I., Zemtsov, A.A., Novikov, S.M., *Vasyugan Swamp. Natural Conditions, Structure and functioning* (Tomsk: Tomsk State Pedagogical University Press, 2011).
11. Szajdak, L.W., Inisheva, L.I., «The Peat Museum in Tomsk», *Peatland International* **2**, 38–40 (2010).

УДК 524.3; 524.4; 524.58

DOI 10.29003/m3051.0514-7468.2022_44_3/370-376

СТЕНД «МАГНИТОСФЕРА» В ЭКСПОЗИЦИИ МУЗЕЯ ЗЕМЛЕВЕДЕНИЯ «ЗЕМЛЯ ВО ВСЕЛЕННОЙ»

М.А. Винник, О.П. Иванов, А.А. Коснырева, В.М. Чаругин*

На стенде экспозиции Музея землеведения МГУ «Земля во Вселенной» демонстрируются специфика структуры и особенности динамики сложной системы магнитосферы Земли. Рассмотрены процессы, протекающие в магнитосфере.

Ключевые слова: магнитосфера, магнитопауза, радиационные пояса ван Аллена, плазмод, солнечный ветер, магнитные бури, мониторинг магнитосферы.

Ссылка для цитирования: Винник М.А., Иванов О.П., Коснырева А.А., Чаругин В.М. Стенд «Магнитосфера» в экспозиции Музея землеведения «Земля во Вселенной» // Жизнь Земли. Т. 44, № 3. С. 370–376. DOI: 10.29003/m3051.0514-7468.2022_44_3/370-376.

Поступила 05.03.2022 / Принята к публикации 03.08.2022

«THE MAGNETOSPHERE»: A POSTER AT THE EXHIBITION «EARTH IN THE UNIVERSE» IN THE EARTH SCIENCE MUSEUM

M.A. Vinnik, Dr. Sci (Pedagogic)¹, O.P. Ivanov, PhD¹, A.A. Kosnyreva¹,

V.M. Charugin, Dr. Sci (Physics and Mathematics)²

¹ Lomonosov Moscow State University (Earth Science Museum)

² Moscow Pedagogical State University

The poster at the exhibition «Earth in the Universe» in the Earth Science Museum demonstrates specific features of the structure and dynamics of the complex system of Earth's magnetosphere. Processes occurring in the magnetosphere are considered.

Keywords: magnetosphere, magnetopause, van Allen radiation belt, plasmoid, solar wind, magnetic storms, magnetosphere monitoring.

For citation: Vinnik, M.A., Ivanov, O.P., Kosnyreva, A.A., Charugin, V.M., «The Magnetosphere»: A Poster at the Exhibition «Earth within the Universe» in the Earth Science Museum», *Zhizn Zemli* [Life of the Earth] **44**, no 3, 370–376 (2022) (in Russ., abstract in Engl.). DOI: 10.29003/m3051.0514-7468.2022_44_3/370-376.

Введение. Стенд «Магнитосфера» предназначен для иллюстративной демонстрации основных сведений по строению и динамике магнитосферы Земли в экспозиции «Земля во Вселенной». Он состоит из ряда тематических информационных блоков: вверху расположена информация о структуре магнитосферы, ниже представлен блок «Процессы в магнитосфере», ещё ниже – блок «Воздействие на магнитосферу солнечной активности», слева от него – блок «Средства мониторинга магнитосферы», справа – «Мониторинг магнитосферы» (рис. 1).

Структура магнитосферы. В верхней части стенда располагается блок, посвящённый структуре магнитосферы (рис. 2).

В центре блока изображена схема структуры сложной системы магнитосферы Земли, на которой показаны все её подсистемы: солнечный ветер, фронт ударной волны, хвост

* Винник Михаил Анатольевич – д.пед.н., в.н.с., vin_nik@mail.ru; Иванов Олег Петрович – к.г.-м.н., в.н.с., ivanovop2007@yandex.ru; Коснырева Анастасия Александровна – н.с., Музей землеведения МГУ; Чаругин Виктор Максимович – д.ф.-м.н., проф., Московский педагогический государственный университет.

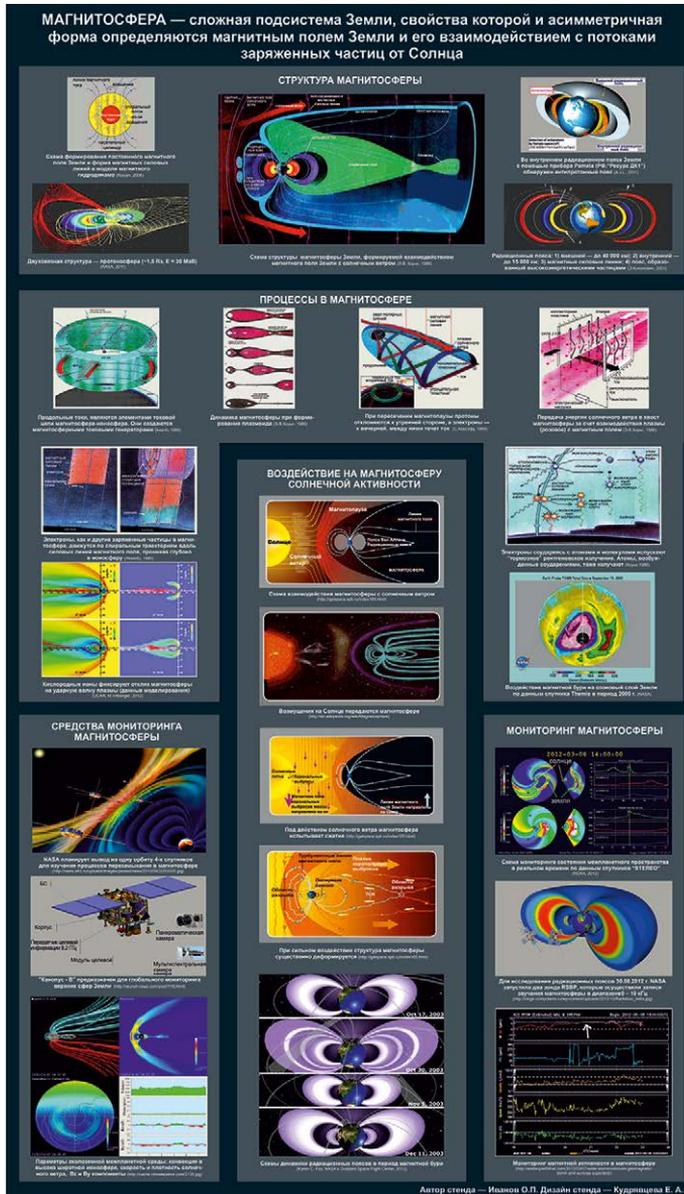


Рис. 1. Вид стенда «Магнитосфера» в экспозиции «Земля во Вселенной». Fig. 1. View of the poster «Magnetosphere» at the exposition «Earth in the Universe».

магнитосферы, магнитопауза (граница магнитосферы), радиационные пояса, кольцевой ток, плазменный слой, плазмод.

Магнитосфера – внешняя защитная оболочка Земли, представляющая собой геомагнитное поле, деформированное солнечным ветром. Магнитосфера является препятствием для плазмы солнечного ветра, увлекающей за собою солнечное магнитное поле. При сверхзвуковом обтекании магнитосферы Земли солнечным ветром в её лобовой части



Рис. 2. Структура магнитосферы.
Fig. 2. Structure of the magnetosphere.

(в подсолнечной области) на расстоянии около $10\text{--}12 R_z$ образуется стоячая ударная волна. В антисолнечном направлении силовые линии магнитосферы вытягиваются в форме «хвоста», который можно проследить до расстояния около $1000 R_z$. Внешняя граница магнитосферы называется магнитопаузой и может иметь толщину $100\text{--}200$ км. Магнитопауза экранирует полость магнитосферы и затрудняет доступ в неё заряженных частиц, её положение зависит от плотности потока частиц солнечного ветра. Хвост магнитосферы состоит из плазменного слоя и тонкого нейтрального слоя, расположенного в его середине. Граница плазмосферы перекрывается радиационными поясами Земли.

Форма магнитосферы определяется балансом динамического давления солнечного ветра и ударов корональных определенных плазменных потоков, с одной стороны, и давлением магнитного поля Земли, – с другой.

В левой верхней части блока располагается схема формирования постоянного магнитного поля Земли и форма магнитных силовых линий в модели магнитного гидродинамо. Ниже показана модель протосферы – водородной короны Земли.

В правой нижней части блока представлена схема радиационных поясов Земли. Радиационный пояс – область околоземного пространства с интенсивными потоками энергичных заряженных частиц, представляющий собой тороид, который делится на внешний радиационный пояс Земли (высота до $40\,000$ км), внутренний радиационный пояс (высота до $15\,000$ км), магнитные силовые линии и пояс, образованный высокоэнергетическими частицами.

Во внутреннем радиационном поясе Земли с помощью прибора Pamela («Ресурс-ДК1», РФ) обнаружен антипротонный пояс (правый верхний рисунок).

Процессы в магнитосфере. Ниже расположен блок, посвящённый процессам, происходящим в магнитосфере Земли (рис. 3).

Возникающее в пограничных областях магнитосферы Земли электрическое поле, обусловленное пересоединением и вязким трением, приводит к появлению продольных электрических токов, текущих вдоль магнитных силовых линий. Эти токи замыкаются через высокопроводящую ионосферу, втекая в неё на утренней стороне и вытекая на вечерней. Ионосфера в этой цепи является нагрузкой, т.е. в магнитосфере действует магнитогидродинамический генератор, преобразующий кинетическую энергию плазмы солнечного ветра в энергию магнитосферно-ионосферных токов (верхний левый рисунок)¹.

¹ Earth's magnetosphere (http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_physics/3808/МАГНИТОСФЕРА).

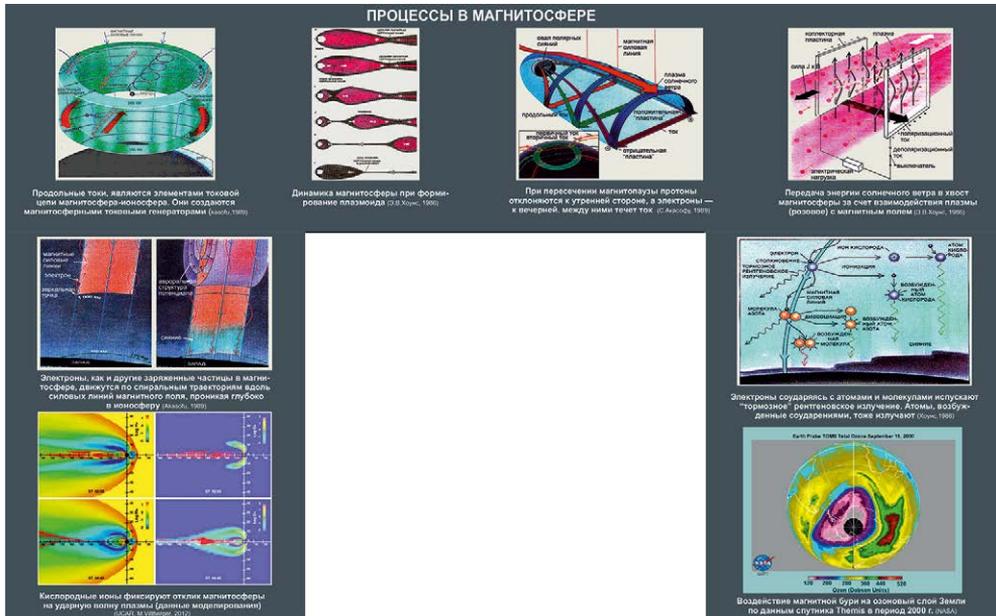


Рис. 3. Процессы в магнитосфере.
Fig. 3. Processes in the magnetosphere.

Приносимый солнечным ветром поток электронов и протонов, достигая магнитосферы, начинает взаимодействовать с магнитным полем Земли. Электроны захватываются геомагнитным полем, и далее с большими скоростями движутся по спиральным траекториям вокруг силовых магнитных линий поля. Линии, постепенно «сгущаясь», подходят к земной поверхности в приполярных областях. Туда-то и устремляются закручивающиеся вокруг силовых линий электроны. Но достигнуть поверхности Земли они всё же не могут, т.к. по мере перемещения вдоль магнитных силовых линий поля и приближения к земной поверхности электроны попадают в область всё более сильного поля (левый средний рисунок).

Ниже располагаются данные моделирования фиксации кислородными ионами откликов магнитосферы на ударную волну плазмы.

На втором верхнем рисунке показана схема динамики магнитосферы при образовании плазмоида. Межпланетное поле направлено на юг, магнитные поля на дневной магнитопаузе антипараллельны, так что возникает нейтральная линия. На большом удалении от Земли может существовать дальняя нейтральная линия. Благодаря образованию новой, околоземной нейтральной линии, позволяющей магнитному потоку разомкнутых линий быстро пересоединиться, происходит быстрая трансформация запасённой в геомагнитном хвосте магнитной энергии в энергию плазменных потоков. Крупный плазменный сгусток, плазмоид, сформировавшийся между двумя нейтральными линиями, вобравший в себя большой поток пересоединившихся силовых линий, выталкивается из магнитосферы. Таким образом магнитосфера возвращается к исходному, спокойному состоянию, с относительно небольшим количеством магнитной энергии, запасённым в хвосте².

² Magnetosphere (<http://nuclphys.sinp.msu.ru/magn/magn1.htm>).

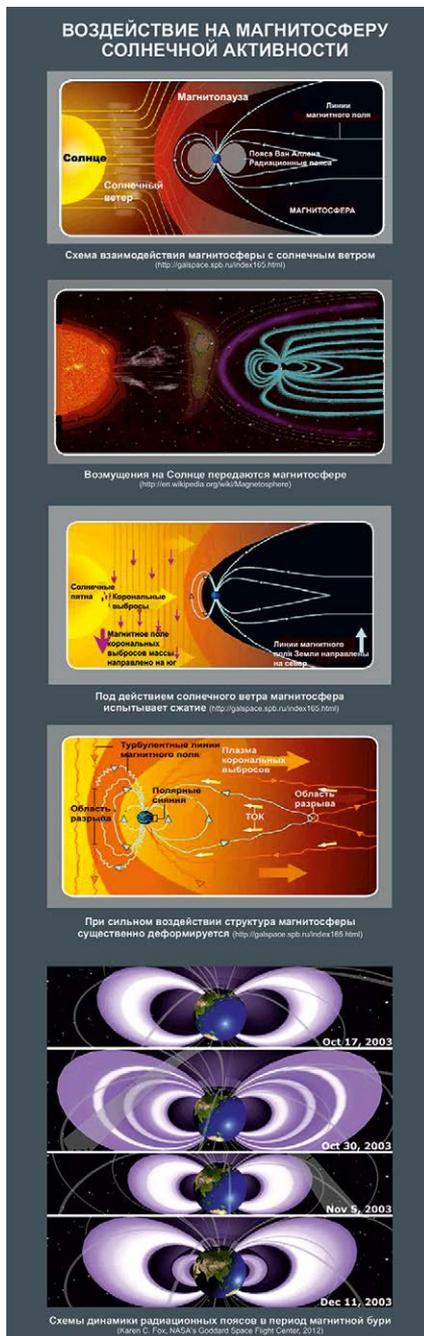


Рис. 4. Воздействие на магнитосферу солнечной активности.
Fig. 4. Solar activity effect on the magnetosphere.

На третьем верхнем рисунке показано, как под действием силы Лоренца сортируются заряженные частицы. При пересечении магнитоплазмы электроны отклоняются к вечерней стороне, а протоны – к утренней. После того как магнитное поле Земли разделило электроны и протоны, направив их по разным путям, их движение на границе магнитосферы стало электрическим током, направленным с утренней стороны через подсолнечную точку на вечернюю сторону.

На четвёртом верхнем рисунке показана схема передачи энергии солнечного ветра в хвост магнитосферы за счёт взаимодействия плазмы (розовое) с магнитным полем.

На правом нижнем рисунке изображены данные спутника «Themis» о воздействии магнитной бури на озоновый слой Земли. В месте столкновения потока заряженных частиц с магнитосферой озоновый слой резко уменьшается.

Воздействие на магнитосферу солнечной активности. Центральный тематический блок посвящён процессу воздействия солнечной активности на магнитосферу Земли (рис. 4).

Солнечный ветер и выбросы солнечного вещества могут вызвать магнитную бурю на Земле. Их воздействие на магнитосферу приводит к тому, что магнитное поле Земли беспорядочно изменяется, в результате чего возникает магнитная буря. Наиболее сильные магнитные бури приходятся на период роста и спада солнечной активности. Самая внешняя оболочка Земли – магнитосфера – первой встречает удар солнечного воздействия на Землю (верхний рисунок).

Во время солнечной бури к Земле выбрасываются потоки солнечной корпускулярной радиации. Эти потоки достигают орбиты нашей планеты за полтора – двое суток и, наталкиваясь на магнитосферу Земли, поджигают её с дневной стороны. Далее поток солнечной плазмы обтекает магнитосферу Земли, создавая на её границе электрические токи. Кроме того, солнечная плазма проникает в хвост магнитосферы. Эти облака плазмы сильно искажают магнитосферу. В крайнем случае, при очень сильной солнечной буре, возможно даже проникновение магнитоплазмы в радиационные пояса Земли и их уничтожение (третий рисунок).

Солнечная плазма обладает собственным магнитным полем, и распространяясь к нашей планете порождает возмущения в магнитном поле Земли. Если поле плазмы направлено в противоположную сторону от магнитного поля Земли, они могут соединиться или может произойти разрыв, высвобождающий магнитную энергию, которая ускоряет заряженные частицы, порождая таким образом яркое полярное сияние и сильные электрические токи (четвёртый рисунок).

Радиационные пояса Земли, в особенности внешний, – система динамическая, их параметры (интенсивность, положение границ и максимума) могут существенно меняться в зависимости от состояния межпланетной среды и от геомагнитной возмущённости. Внешний пояс релятивистских электронов может испытывать весьма значительные пространственно-временные вариации – на два порядка и более по интенсивности потока (нижний рисунок)³.

Средства мониторинга магнитосферы.

Левый тематический блок посвящён средствам мониторинга магнитосферы (рис. 5).

На верхнем рисунке блока демонстрируются четыре одинаковых спутника MMS, запущенные NASA. Спутники будут летать на эллиптической орбите, образовав специальную пирамиду, где в каждой вершине будет находиться космический аппарат MMS. Такое расположение космических аппаратов MMS позволит им наблюдать трёхмерную структуру магнитного пересоединения. Эта структура должна помочь определить, где на самом деле происходит последнее.

Ниже представлен российский спутник «Карнопус-В», предназначенный для глобального мониторинга верхних сфер Земли.

Ещё ниже изображены основные параметры околоземной межпланетной среды: скорость и плотность солнечного ветра, конвекция в высокоширотной ионосфере, B_z и B_y компоненты.

Мониторинг магнитосферы. Правый тематический блок посвящён мониторингу магнитосферы (рис. 6).

Вверху блока показана схема мониторинга межпланетного пространства в реальном времени (зелёным цветом отмечены

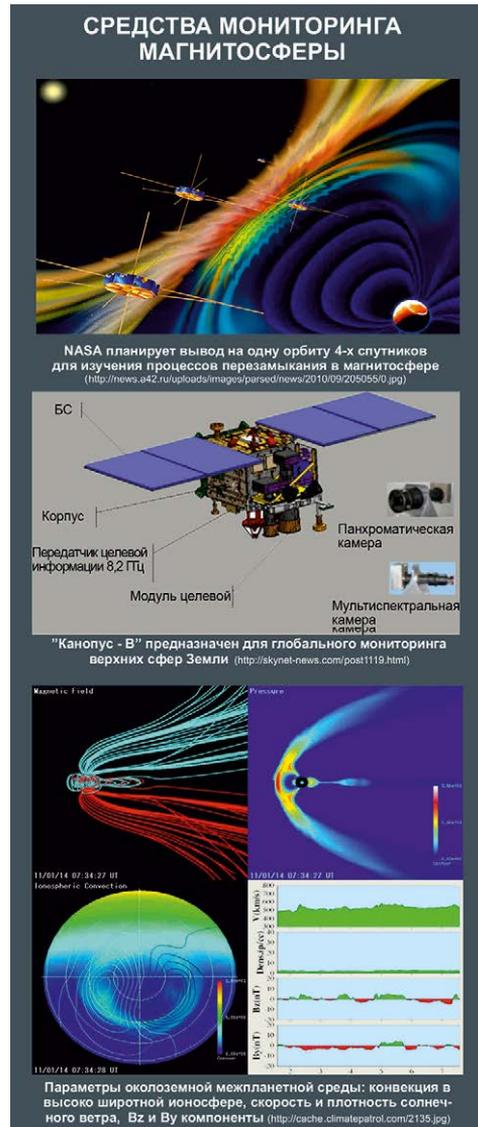


Рис. 5. Средства мониторинга магнитосферы. Fig. 5. Monitoring means for the magnetosphere.

³ Variations of the Earth's outer radiation belt during geomagnetic disturbances (<http://l.120-bal.ru/doc/37621/index.html>).

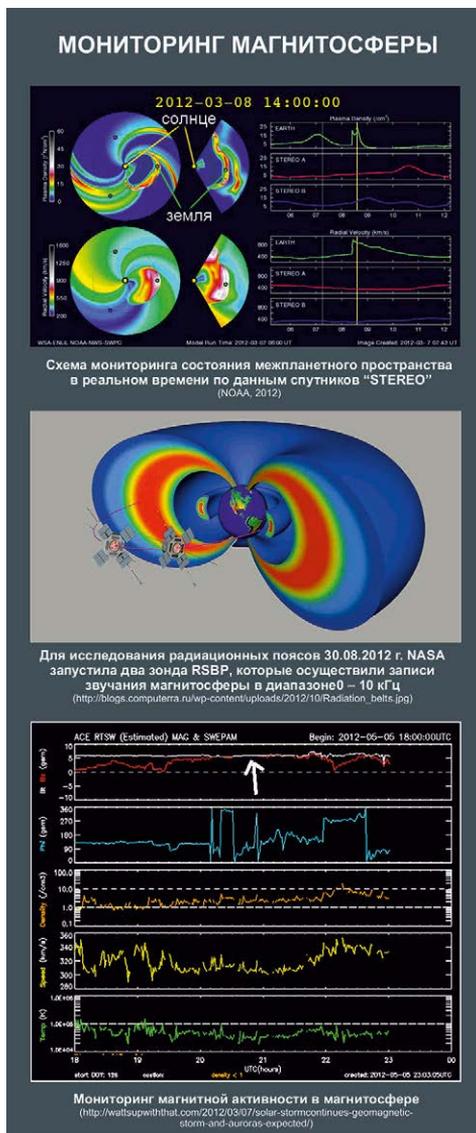


Рис. 6. Мониторинг магнитосферы.
Fig. 6. Monitoring of the magnetosphere.

выбросы корональной массы, прибывающие на Землю), по данным спутников «STEREO». Миссия «STEREO» направлена на изучение корональных выбросов массы и стереоскопического эффекта, позволяющего определять положение источников выброса на Солнце и траекторию их движения.

Запущенные 30 августа 2012 г. спутники-близнецы Radiation Belt Storm Probe (RBSP) зафиксировали записи радиоволн диапазона слуха, испускаемых магнитосферой Земли. Радиоволны, которые имеют частоту 0–10 кГц, испускаются энергетическими частицами в пределах магнитосферы Земли, что в свою очередь затрагивает радиационные пояса (второй рисунок блока).

Ниже демонстрируется изображение мониторинга магнитной активности в магнитосфере.

Благодарности и источники финансирования. Исследование выполнено в рамках тем госзадания АААА-А16-116042710030-7 «Музееведение и образование музейными средствами в области наук о Земле и жизни», а также АААА-А16-116042010088-5 «Эволюция геодинамических обстановок и глобальные природные процессы».

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 579.

DOI 10.29003/m3052.0514-7468.2022_44_3/377-382

ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ДВИЖЕНИЯ ПОПУЛЯЦИИ ФОТОТРОФНЫХ БАКТЕРИЙ В ЛАБОРАТОРНОМ МИКРОКОСМЕ

Н.Н. Колотилова*

На примере «колонки Виноградского», как микрокосма, имитирующего развитие в озере микробных процессов, продемонстрированы и фотографически зафиксированы экологические закономерности: образование пурпурными бактериями «бактериальной пластинки» и её вертикальные перемещения в течение суток.

Ключевые слова: бактериальная пластинка, вертикальные движения фототрофных бактерий, колонка Виноградского.

Ссылка для цитирования: Колотилова Н.Н. Вертикальные движения популяции фототрофных бактерий в лабораторном микрокосме // Жизнь Земли. Т. 44, № 3. С. 377–382. DOI: 10.29003/m3052.0514-7468.2022_44_3/377-382.

Поступила 01.08.2022 / Принята к публикации 03.08.2022

VERTICAL MOVEMENTS OF A PHOTOTROPHIC BACTERIA POPULATION IN A LABORATORY MICROCOSM

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

Lomonosov Moscow State University (Faculty of Biology, Earth Science Museum)

On the example of Winogradsky's column as a microcosm, imitating the development of microbial processes in a lake, some ecological phenomena were demonstrated, namely: the formation of a «bacterial plate» by purple bacteria and its vertical movements during one day.

Keywords: bacterial plate, vertical movements of phototrophic bacteria, Winogradsky's column.

For citation: Kolotilova, N.N., «Vertical movements of a phototrophic bacteria population in a laboratory microcosm», *Zhizn Zemli* [Life of the Earth] **44**, no 3, 377–382 (2022) (in Russ., abstract in Engl.). DOI: 10.29003/m3052.0514-7468.2022_44_3/377-382.

Введение. Наряду с разнообразными микробиологическими методами исследований (от микроскопии до молекулярно-биологического анализа) непосредственные наблю-

* Колотилова Наталья Николаевна – д.б.н., доцент кафедры микробиологии МГУ им. М.В. Ломоносова, в.н.с. Музея землеведения МГУ, kolotilovan@mail.ru; ORCID ID0000-0001-7980-9344.

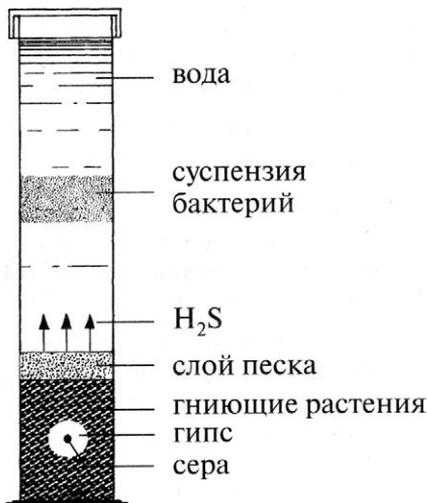


Рис. 1. Схематическое изображение колонки Виноградского (по: [10]).

Fig. 1. A scheme of the Winogradsky column (from [10]).

дения за микробными сообществами в природе и в лабораторных моделях (микрокосмах) могут служить важным источником информации об экологии микроорганизмов.

Колонка Виноградского. Классическим примером лабораторного микрокосма служит так называемая колонка Виноградского (рис. 1), разработанная знаменитым русским учёным, основателем экологической микробиологии С.Н. Виноградским ещё в конце XIX в. при изучении серобактерий [10]. Виноградский использовал высокий стеклянный цилиндр, на дно которого помещал гниющие корневища водного растения сусака (*Butomus limosa*), добавлял небольшое количество гипса (CaSO_4) и заливал доверху водой [1]. Развитие микроорганизмов, образующих сероводород, приводило к появлению градиента его концентрации и созданию локальных условий, благоприятных для развития бесцветной нитчатой серной бактерии рода *Beggiatoa*, послужившей Виноградскому моделью для открытия

хемосинтеза. Помимо *Beggiatoa* объектами исследования Виноградского были пурпурные (по терминологии того времени, «красные») бактерии, осуществляющие, как выяснилось много позже, фотосинтез особого типа, аноксигенный, т.е. без выделения O_2 .

В поздних модификациях колонки Виноградского, используемых и в наше время, на дно цилиндра помещают небольшое количество ила, в который вносят целлюлозу (мелко нарезанную фильтровальную бумагу) и гипс (для инициации циклов углерода и серы), а также добавляют небольшое количество мела CaCO_3 (для поддержания близкого к нейтральному значения pH). Цилиндр заполняют водой, водопроводной или из исследуемого водоёма, закрывают, устанавливая недалеко от окна и выдерживают в условиях естественного освещения в течение нескольких недель, месяцев, а иногда даже лет [9, с. 433]. За это время в колонке постепенно развиваются микробные процессы, в частности, круговорота углерода и серы, сопровождающиеся образованием вертикальных градиентов H_2S , O_2 и окислительно-восстановительных условий. О массовом размножении участвующих в этих циклах бактерий можно судить по почернению ила (в результате образования сульфида железа за счёт развития сульфатредукторов), появлению окрашенных пятен цветения, обусловленных ростом аноксигенных фототрофов: пурпурных и зелёных серобактерий. В верхней части колонки идёт развитие оксигенных фототрофов: цианобактерий и водорослей. Их взаиморасположение отражает трофические связи в микробном сообществе [3]. Длительное наблюдение позволяет обнаружить не только характерных участников микробных процессов, но и их сукцессию.

Стоит напомнить, что тщательное исследование модельного сообщества (микрокосма), аналогичного колонке Виноградского, позволило известному российскому микробиологу Г.А. Надсону подробно описать катализируемые микробами геохимические процессы, связанные с круговоротами серы, железа, фосфора и т.д., в илах грязевого озера Вейсово, относящегося к группе Славянских озёр Харьковской губернии Изюмского уезда. Этим вопросам посвящена его фундаментальная работа «Микроорганизмы как

геологические деятели» (1903) [7]. В бактериальном сообществе из чёрного ила Вейсова озера Надсоном был также обнаружен и изучен зелёный микроорганизм, названный им *Chlorobium limicola*, который стал, как выяснилось впоследствии, первой описанной фототрофной аноксигенной зелёной серной бактерией [7].

Однако исследования пурпурных и зелёных бактерий, проведённые С.Н. Виноградским и Г.А. Надсоном на рубеже веков, заметно опередили уровень развития науки того времени. Понимание сути «бактериального» аноксигенного фотосинтеза, не сопровождающегося выделением O_2 , возникло лишь в 1931 г. благодаря работам выдающегося голландского микробиолога К. Ван Ниля.

В научных исследованиях колонка Виноградского служит источником для выделения многочисленных новых микроорганизмов. В лаборатории академика Г.А. Заварзина в Институте микробиологии РАН им. С.Н. Виноградского (сегодня ФИЦ РАН) колонку с пробами из африканского щелочного озера Магади успешно поддерживали более 10 лет, и это способствовало значительному расширению знаний о биоразнообразии алкалофильных микроорганизмов [4].

Как демонстрационная модель природных микробных процессов колонка Виноградского довольно широко используется при проведении студенческих и даже школьных занятий. Перспективным представляется её применение в качестве живого музейного экспоната: такая практика существует, например, в Гарвардском музее естественной истории, где гигантская разноцветная искусно освещённая колонка Виноградского оставляет яркое незабываемое впечатление [11].

Бактериальная пластинка. Исследование микроорганизмов сероводородной одесской лиманной грязи с помощью колонки Виноградского позволило русскому учёному М.А. Егунову открыть ещё одно интересное явление в микробной экологии: скопление на некоторой высоте водного столба серных бактерий, названное им «бактериальной пластинкой» [2]. Егунов показал, что это скопление представляет собой своеобразный бактериальный фильтр, в котором происходит полное окисление сероводорода, поднимающегося из нижней части колонки. Верхний слой воды (над пластинкой) сероводорода уже не содержит. Высота расположения пластинки зависит от интенсивности образования илом H_2S и может меняться. Описание строения бактериальной пластинки, данное М.А. Егуновым, вошло позднее в учебники по микробиологии [8]. В нижней её части образуются густо расположенные вертикальные «столбы», сливающиеся в средней части и переходящие в однообразную муть в верхней. М.А. Егунов отмечал, что описанное распределение бактерий представляет собой целесообразное приспособление к их условиям существования, удовлетворяющее их потребности в H_2S и O_2 .

«Столбчатое строение пластинки, увеличивающее поверхность соприкосновения её с сероводородом, обеспечивает доступ последнего; доступ же O_2 регулируется поднятием и опусканием всей бактериальной пластинки. <...>. Ночью бактериальная пластинка обыкновенно поднимается, днём же опускается», – писал Егунов [2, с. 384].

М.А. Егунов постулировал существование подобной бактериальной пластинки, окисляющей H_2S , в Чёрном море, но его предположения не подтвердились. Несмотря на многочисленные исследования, описанные Б.Л. Исаченко в работе «О бактериальной пластинке в Чёрном море», обнаружить её не удалось [5, с. 364]. Важные данные, подтверждающие существование и экологическую роль бактериальной пластинки в талассофильных озёрах, были получены Б.Л. Исаченко при изучении озера Могильного (на полуострове Кильдин) и вошли в его фундаментальную работу «Исследования над бактериями Северного Ледовитого океана» [5]. Сегодня исследования бактериальной

пластинки в озёрах, связанных с Белым морем, проводятся сотрудниками Института микробиологии им. С.Н. Виноградского ФИЦ РАН.

Микробиологические исследования на озере Тамбукан. Солёное озеро Тамбукан, расположенное в 15 км к югу от Пятигорска, известно своими сульфидными лечебными грязями, которые применяются в бальнеологии. Первое описание озера (под названием Tambi) датируется концом XVIII века [6].

Проблема генезиса и регенерации сульфидных грязей привлекала внимание многих русских естествоиспытателей. Значительный вклад в изучение этих проблем внёс уже не раз упоминавшийся академик Б.Л. Исаченко, выдающийся микробиолог, основоположник геологической и морской микробиологии в нашей стране. Ему принадлежат фундаментальные работы по микробиологии Тамбуканского озера и грязевых озёр Крыма: Майнакского, Чокрак, Саки.

Изучая биологию процесса грязеобразования в озере Тамбукан, Б.Л. Исаченко установил, что ключевое место в нём принадлежит бактериям круговорота серы, причём образование сероводорода происходит в результате двух процессов: гниения и сульфатредукции; второй процесс является особенно значимым. В озере были описаны и представители других групп микроорганизмов: целлюлозолитики, фототрофные пурпурные и зелёные серобактерии, а также водоросли (р. *Vaucheria*) и цианобактерии (р. *Lyngbya*), образующие характерные скопления, получившие названия «войлок» и «кожа»; отмечены их экологические особенности. В модельных сообществах было констатировано массовое развитие пурпурных серобактерий и цианобактерий, а также временное образование пурпурными бактериями р. *Chromatium* плёнки, расположенной между восстановленной (сероводородный ил) и окисленной (развитие цианобактерий) зонами. В этой плёнке, напоминающей «бактериальную пластинку» Егунова, идут процессы окисления сероводорода.

Собственные наблюдения. Летом 2021 г. нами были отобраны пробы прибрежных осадков (ила, грязи, разлагающихся водорослей) и воды озера Тамбукан, а по возвращении в Москву поставлена (03.08.2021) модифицированная колонка Виноградского. В отличие от цилиндра, обычно используемого при постановке колонки Виноградского, нами был взят сосуд высотой 30 см с плоскопараллельными стенками (лабораторный «матрас»), что сделало процессы наблюдения и фотосъёмки более удобными. На дно сосуда был помещён ил, добавлено небольшое количество нарезанной фильтровальной бумаги (для инициации деструкционной ветви круговорота углерода), CaSO_4 (как субстрата для сульфатредукторов), CaCO_3 . Поверх осадка доверху была налита озёрная вода, сосуд был закрыт плотной пробкой и поставлен на окно. Наблюдения за колонкой проводились в течение полугода, наиболее интенсивно в течение первой недели.

Уже в первые дни после постановки опыта на поверхности ила началось развитие цианобактерий (р. *Lyngbya*), нити которых образовывали хорошо заметный налёт на стенках сосуда. Через 2–3 дня вода в колонке окрасилась в розовый цвет, обусловленный развитием пурпурных бактерий. При этом на светло-розовом фоне была видна более интенсивно окрашенная полоска толщиной около 1–2 см – «бактериальная пластинка», представленная в данном случае скоплением пурпурных серобактерий. Положение её по высоте водного столба в течение суток менялось, и это явление было документировано с помощью фотографий (рис. 2). В ранние утренние часы (около 5 ч.) пластинка находилась в верхней части сосуда, а в дневные часы, когда концентрация кислорода в воде повышалась в результате фотосинтеза цианобактерий, она опускалась, проходя расстояние около 10 см. На третьи сутки после появления бактериальная пластинка

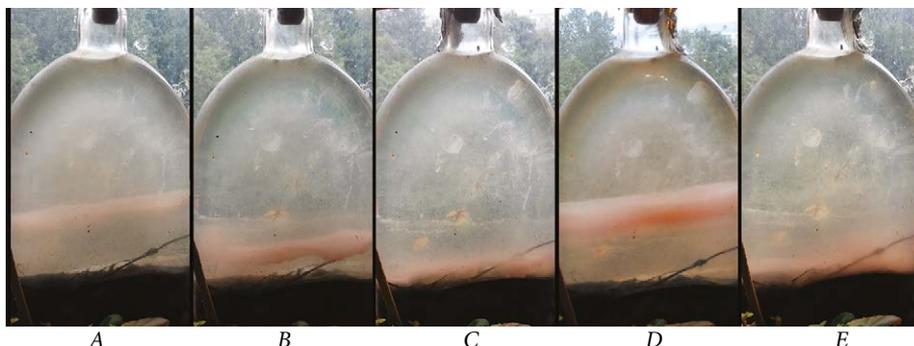


Рис. 2. Вертикальные движения фототрофной бактериальной пластинки (положение фототрофной бактериальной пластинки в разное время суток).

Fig. 2. Vertical movements of the phototrophic bacterial plate (Positions of the phototrophic bacterial plate at different times of the day): A – 06.08.21, 7–00; B – 06.08.21, 9–00; C – 07.08. 21,3–00; D – 07.08.21, 6–00; E – 07.08.21, 8–00.

опустилась в последний раз, а примерно через сутки исчезла. К этому времени закончилось и цветение пурпурных бактерий в воде сосуда.

Скопления в иле пурпурных бактерий наблюдались в течение более 6 месяцев. Была отмечена их локализация на фильтровальной бумаге на дне сосуда (рис. 3), что служит иллюстрацией трофической цепи анаэробного микробного сообщества: разложение целлюлозы гидролитиками с последующими брожениями сахаров, восстановлением сульфатредукторами сульфата за счёт использования продуктов брожений и окислением пурпурными бактериями образованного сероводорода [3].

Описанные опыты легко могут быть поставлены студентами и школьниками на занятиях по экологической тематике. Они могут быть использованы для демонстрации ряда важных экологических закономерностей: формирование фототрофными бактериями «бактериальной пластинки» как окислительного фильтра для идущего снизу сероводорода; пространственное распределение разных функциональных групп бактерий, отражающее их трофические взаимодействия в анаэробном микробном сообществе, а также вертикальные миграции фототрофных бактерий, документированные на фотографиях.



Рис. 3. Микробное сообщество в колонке Виноградского. Развитие пурпурных бактерий в анаэробной зоне (в присутствии сульфида на поверхности целлюлозы).

Fig. 3. Microbial community in Winogradsky's column. Development of purple bacteria in the anaerobic zone (in the presence of sulfide, on the surface on cellulose).

ЛИТЕРАТУРА

1. Виноградский С.Н. Микробиология почвы. Проблемы и методы. Пятьдесят лет исследований. М.: АН СССР, 1952. 792 с.
2. Егунов М.А. Серобактерии одесских лиманов // Архив биологических наук. 1895. Т. 3. С. 378–393.
3. Заварзин Г.А., Колотилова Н.Н. Введение в природоведческую микробиологию. М.: Книжный дом «Университет», 2001. 256 с.
4. Заварзин Г.А. Алкалофильные микробные сообщества // Тр. Ин-та микробиологии им. С.Н. Виноградского. Вып. 14. Алкалофильные микробные сообщества / Отв. ред. В.А. Гальченко. М.: Наука, 2007. С. 58–87.
5. Исаченко Б.Л. Избранные труды. Т. 1. М.-Л.: АН СССР, 1951. 410 с.
6. Исаченко Б.Л. Избранные труды. Т. 2. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1951. 430 с.
7. Надсон Г.А. Избранные труды. Т. 1. М.: Наука, 1967. 508 с.
8. Омелянский В.Л. Практическое руководство по микробиологии. Изд. 2-е. / Под ред. Б.Л. Исаченко. М.-Л.: АН СССР, 1940. 434 с.
9. Практикум по микробиологии / Под ред. А.И. Нетрусова. М.: Академия, 2005. 608 с.
10. Шлегель Г. История микробиологии. М.: Едиториал УРСС, 2014. 304 с.
11. Indoor Home for Outdoor Microbes (Search | Harvard Museums of Science & Culture).

REFERENCES

1. Winogradsky, S.N., *Soil microbiology. Problems and methods. 50 years of research* (Moscow-Leningrad, Academy of Science of USSR, 1952) (in Russian).
2. Egunov, M.A., «Sulfur bacteria from the limans of Odessa», *Archives of Biological Sciences* 3, 378–393 (1895) (in Russian).
3. Zavarzin, G.A., Kolotilova, N.N., *Introduction to natural microbiology* (Moscow: Book House «University», 2001) (in Russian).
4. Zavarzin, G.A., «Alcaliphilic microbial communities», *Proc. of the Institute of Microbiology RAS. No. 14. Alcaliphilic microbial communities* (Moscow: MAKS Press, 2014) (in Russian).
5. Isatchenko, B.L., *Selected works 1* (Moscow-Leningrad: AN SSSR, 1951) (in Russian).
6. Isatchenko, B.L., *Selected works 2* (Moscow-Leningrad: AN SSSR, 1951) (in Russian).
7. Nadson, G.A., *Selected works 1* (Moscow: Nauka, 1967) (in Russian).
8. Omeliansky, V.L., *Practical manual of microbiology* (Moscow-Leningrad: AN SSSR, 1940) (in Russian).
9. *Practicum of microbiology*. Ed. by A.I. Netrusov (Moscow: Academia, 2005) (in Russian).
10. Schlegel, H.G., *Geschichte der Mikrobiologie* (Leopoldina, Halle, 1999).
11. Indoor Home for Outdoor Microbes (Search | Harvard Museums of Science & Culture).

ХРОНИКА. СОБЫТИЯ

Самая быстрая птица на Земле гнездится в МГУ. The fastest bird on Earth nests at the Lomonosov Moscow State University.

23 июня 2022 г. в Ротонде Музея землеведения Главного здания МГУ имени М.В. Ломоносова ректор МГУ В.А. Садовничий и Министр науки и высшего образования России В.Н. Фальков приняли участие в кольцевании птенцов сапсана, гнездящихся в университетской высотке.



Рис. 1. Процесс кольцевания птенцов сапсана. Слева направо: с.н.с. Центра сохранения биоразнообразия «ВНИИ Экология» Минприроды России А. П. Шилина; ректор МГУ В.А. Садовничий; министр науки и высшего образования России В. Н. Фальков; руководитель Центра сохранения биоразнообразия «ВНИИ Экология» А.Г. Сорокин; директор Музея землеведения МГУ А.В. Смуров. Фото С.В. Козлова.

Fig. 1. Ringing peregrine falcon chicks. From left to right: senior researcher of the Center for Biodiversity Conservation «VNIIEcology» of the Ministry of Natural Resources of Russia A. P. Shilina; Rector of Moscow State University Prof. V.A. Sadovnichy; Minister of Science and Higher Education of Russia V. N. Fal'kov; Head of the Center for Biodiversity Conservation «VNIIEcology» A.G. Sorokin; director of the Museum of Geography of Moscow State University A. V. Smurov. Photo by S.V. Kozlov.

Сапсан – хищная птица из семейства соколиных, распространённая на всех континентах, кроме Антарктиды. Размером с серую ворону, выделяется тёмным, аспидно-серым оперением спины, пёстрым светлым брюхом и чёрной верхней частью головы, а также чёрными «усами». Он по праву считается самым быстрым существом, живущим на планете – в пикировании разгоняется до 400 км/час. Прекрасные охотники, обладающие превосходным зрением и молниеносной реакцией, сокола – это своего рода «санитары неба», они регулируют численность птичьего населения и являются хорошими индикаторами состояния окружающей среды. Сапсаны занесены в Красные книги Москвы и Российской Федерации и, помимо этого, охраняются рядом международных конвенций.

На территории Москвы сапсан известен ещё с допетровских времён: во времена правления Василия III его изображения чеканили на монетах. Изначально он облюбовал высотные по тем временам здания (колокольни церквей и кремлёвские башни). Достоверно известно, что одно из гнёзд сапсанов было на колокольне Ивана Великого. После появления «сталинских высоток» сапсаны освоили гнездование и на них. К началу 1970-х гг. сокол полностью исчез из-за загрязнения окружающей среды пестицидами группы ДДТ. Это был глобальный процесс, захвативший всю Европу и Америку.

В 1996 г. при поддержке ректора МГУ В.А. Садовниченко Экоцентром МГУ, совместно с Русским соколиным центром «ВНИИ Экология» Минприроды России, был начат первый в стране проект по реинтродукции сокола-сапсана. Выбор Главного здания МГУ для выпуска разведённых в питомнике птенцов был обусловлен местоположением в одном из наиболее экологически чистых районов столицы, конфигурацией здания, похожего на любимые сапсанами скалы, а также тем фактом, что птицы гнездовались здесь ранее. В 2005 г. впервые была отмечена пара взрослых сапсанов, державшаяся в верхнем секторе Главного здания в расположении Музея землеведения и демонстрировавшая территориальное поведение. В одной из оконных ниш в подсобном помещении Музея на 30-м этаже было оборудовано гнездо. Для этого в нишу (как будто специально спроектированную для сапсанов) слоем в 7–10 см засыпали мелкий промытый гравий и оборудовали камерой видеонаблюдения. Пара птиц оценила старания учёных и загнездилась там. Самец из этой пары окольцован и был выпущен в природу с крыши ГЗ МГУ в рамках программы реинтродукции в 1996 г., а самка «дикая» – без кольца. Сокол прижился и обитает в МГУ по сей день.

Гнездо на вышке МГУ, оборудованное камерами видеонаблюдения – одно из главных мест для исследований краснокнижных соколов. Наблюдения за гнездящейся парой дают очень интересный биологический материал, важный для понимания адаптационных возможностей вида, находящегося на вершине трофической пирамиды, к жёстким антропогенным условиям. Орнитологам удалось выяснить, что основу рациона сапсанов в городе составляют сизые голуби (70–80%), однако, особенно в периоды пролёта птиц, среди остатков пищи бывают интересные находки.

Программа мониторинга университетской пары сапсанов включает кольцевание её птенцов и генетические исследования. Впервые кольцевание было проведено 13 июля 2017 г.¹ В процедуре первого кольцевания принял участие ректор МГУ академик В.А. Садовниченко, директор ФГБУ «ВНИИ Экология» С.Г. Фокин, руководитель центра сохранения биоразнообразия «ВНИИ Экология» А.Г. Сорокин и директор Музея землеведения А.В. Смуров. В 2020 г., в период пандемии, кладка сапсанов из трёх яиц

¹ См. заметку Т.Г. Смуровой «Соколы-сапсаны в МГУ» в журнале «Жизнь Земли». Т. 39, № 3. С. 347–348.

появилась в гнезде довольно рано – в конце февраля. Ещё стояли морозы, и на свет появились лишь 2 птенца, которые были окольцованы 29 апреля в возрасте примерно 3 недель², а к 20 мая, как и положено, в возрасте около 45 дней они вылетели из гнезда, начав взрослую жизнь. В 2021 г. самка сапсана отложила три яйца, но, видимо, с ней произошёл несчастный случай: через несколько дней после откладки последнего, третьего яйца, самка вылетела из гнезда и больше не возвращалась. Без родительницы погибла и кладка. Невысиженные яйца были взяты для генетических исследований, которые являются частью программы мониторинга университетской пары сапсанов. В апреле 2022 г. стало очевидно, что самец нашёл себе новую пару, и они, как и прежде, держатся в районе этажей Музея землеведения. В мае самка отложила три яйца, а в начале июня у пары появилось три птенца.

23 июня с.г. в процедуре кольцевания птенцов сапсана приняли участие ректор МГУ, академик Виктор Антонович Садовничий и министр науки и высшего образования России Валерий Николаевич Фальков³. Орнитологи взяли у птенцов образцы ДНК, что позволит получить представление о генетическом статусе гнездящихся в МГУ соколов-сапсанов. Интересно, что самцу, окольцованному в Русском соколином центре и выпущенному на главном здании МГУ в 1996 г., около 26 лет. Это рекорд возраста для сапсанов, когда-либо зарегистрированный орнитологами.



Рис. 2. Кормление птенцов родителями после кольцевания. Фото с видеорегистратора.

Fig. 2. Feeding chicks by their parents after ringing. Photo from the video recorder.

Наблюдения за сапсанами продолжаются. Информация, которую удаётся получить, крайне интересна и очень важна для понимания процессов, происходящих в популяции восстановленного вида, статус которого по Красной книге Российской Федерации – «вид, находящийся под угрозой исчезновения», а также для разработки плана мероприятий по сохранению и восстановлению сапсана в центре Европейской части России.

А.В. Смуров, С.В. Козлов

² См. заметку А.Г. Сорокина «Ряды университетских сапсанов пополнились!» в журнале «Жизнь Земли». Т. 42, № 2. С. 241–243.

³ См. также материалы: https://minobrnauki.gov.ru/press-center/news/?ELEMENT_ID=53186; <https://www.msu.ru/news/u-nas-popolnenie.html>

Вернисаж «Сады и парки. Коломенское & Измайлово». Vernissage «Gardens and parks. Kolomenskoye & Izmailovo».

В Усадьбе «Измайлово» 27 мая 2022 г. открылась выставка «Сады и парки. Коломенское & Измайлово». Необычность вернисажа состоит в том, что экспозиция, состоящая из пяти разделов, демонстрирует основные этапы развития садово-паркового искусства в России с XVII по XX вв. на примере царских загородных резиденций Коломенского и Измайлова. Выставка приурочена к 100-летию опубликования Декрета «Об охране памятников природы, садов и парков» от 16.09.1921, в котором закреплялись принципы заповедности «значительных по площади участков природы, замечательных своими памятниками»⁴.

Садово-парковое искусство – это соединение садоводства, архитектуры, живописи, музыки, поэзии, философии и религии. Сады создавались для бесед, размышлений, философского уединения, молитв, официальных приёмов и праздников, романтических встреч. Именно идея комплексности заложена авторами выставки, представившими больше 260 предметов, подчёркивающих многогранность и историчность данной тематики. В XVII в. присутствовала сакральная идея сада, которая тесным образом связана с религией и восходила к райскому саду Эдему. Интересно, что с этого времени растительными орнаментами стали украшать церковные интерьеры, богослужебные книги, одежду духовенства. А тема «небесного вертограда», т.е. сада (винограда), встречается в деревянной резьбе иконостасов. В XVIII в. распространяется мода уже на регулярные сады и пейзажные парки. Главной идеей этого направления становится просвещение (рис. 3). В это время появляются зверинцы, разводятся экзотические животные, устраиваются праздники, маскарады, которые проходят в садах с фейерверками.

В XIX в. активно распространяется мода на русскую усадьбу, где парки и сады рассматривали как «поэтическое», «уютное» природное окружение дома, где ставили спектакли, проводили концерты. Когда-то в парках в пригородах Москвы устраивали гулянья, москвичи всех сословий собирались на праздники. Для гуляющих работали киоски, чайные, качели и карусели. В экспозиции можно увидеть предметы одежды и аксессуаров, гравюры из журнала «Парижский костюм» (1822 г.) и даже игру «Бросатель мяча» (Франция, Париж, 1900 г.).

В следующем разделе выставки представлена тематика, связанная с огородничеством в Коломенском и Измайлове в XX в. В то время это было популярным явлением, которое сохранялось достаточно долгое время. На экспозиции можно ознакомиться с элементами народного костюма, предметами деревенского быта и фотографиями.

Последний раздел выставки показывает очень важный и сложный этап также XX в. – сохранение исторического ландшафта путём музеефикации. В 1923 г. в Коломенском возникает музей. В то же время начинается коллективизация (1930 г.) с возникновением на

⁴ В Народный комиссариат просвещения входил отдел по делам музеев и охране памятников искусства и старины. Наркомату предоставлялось право объявлять «участки природы и отдельные произведения (животные, растения, горные породы и т.д.), представляющие особую научную и культурно-историческую ценность, нуждающиеся в охране», неприкосновенными памятниками природы, заповедниками или национальными парками. К «особым» объектам относились также «сады и парки историко-художественного значения, созданные по заданиям художественного паркового искусства или связанные с архитектурными сооружениями, представляющими с ними одно художественное целое». В компетенцию Наркомпроса входил их перевод в категорию «неприкосновенных памятников садово-парковой культуры музейно-академического значения» (Заповедные законы советской власти – документ (pravo.ru).



Рис. 3. Книга Н.В. Лихачёва, А.А. Ершова «Село Коломенское, что под Москвою, любимое мѣстопробываніе царя Алексѣя Михайловича» (Москва, 1913). Фото И.П. Таранец.

Fig. 3. Book by N.V. Likhachev and A.A. Yershov «The village of Kolomenskoye near Moscow, the favorite residence of Tsar Alexei Mikhailovich» (Moscow, 1913). Photo by I.P. Taranets.

территории Коломенского колхоза «Огородный гигант», просуществовавшего до 1980 г. 1990 год ознаменовался присвоением статуса художественного историко-архитектурного и природно-ландшафтного музея-заповедника. На выставке демонстрируется множество экспонатов, показывающих историю и ландшафт в Коломенском и Измайлове. Выставка продлится до 18 октября 2022 г.

И.П. Таранец

Выставка «Человек и медведь» в Дарвиновском музее. Exhibition «Man and Bear» in the Darwin Museum

4 августа 2022 г. в Москве, в Государственном Дарвиновском музее состоялось торжественное открытие выставки «Человек и медведь». Как сказано на сайте музея, «эта выставка – захватывающая история отношений *Homo Sapiens* с медведем и отличная возможность познакомиться с разнообразным семейством медвежьих», куда входят белый медведь, бурый медведь (несколько подвидов), большая панда, гималайский (белогрудый) медведь, губач, очковый (андский) медведь, барibal и малайский медведь. Посетители выставки узнают много интересных фактов о медведях. Для каждого вида указаны примерный рост и вес, окрас, ареал, рацион питания, естественные враги, рассмотрен образ жизни. Наибольшее внимание уделено белому и бурому медведю (рис. 4). Популяционные отличия между бурыми медведями так велики, что когда-то их подразделяли на множество подвидов. Окрас бурых медведей на самом деле может варьировать от светло-палевого до почти чёрного: цвет шерсти зависит от места обитания и возраста. В природе известны случаи скрещивания белого и бурого медведей.

Как и экспозиция Музея земледелия МГУ, выставка «Человек и медведь» представляет собой синтез науки и искусства. Естественнонаучные экспонаты (чучела, черепа, клыки, шкуры, слепки лап медведей) органично дополняются произведениями различных



Рис. 4. Фрагмент выставки «Человек и медведь». Фото автора.

Fig. 4. Fragment of the exhibition «Man and Bear». Photo by the author.

жанров изобразительного искусства. Посетители выставки увидят медведей на картинах художников-анималистов В.А. Ватагина, А.Н. Комарова, Г.Е. Никольского, К.К. Флёрова, Т.П. Капустиной, на иллюстрациях В.А. Бельшева и Г.Н. Карпова к литературным произведениям Д.И. Мамина-Сибиряка, С.Я. Маршака, М.Е. Салтыкова-Щедрина. Отдельную витрину занимают игрушечные медведи из коллекции Ирины Мызиной, среди которых имеются современные авторские работы Натальи Степановой. Некоторые представители семейства медвежьих (губач, большая панда, малайский медведь) представлены в виде шамотных скульптур М.Г. Островской.

В своём выступлении на торжественном открытии выставки заместитель директора Дарвиновского музея Татьяна Сергеевна Кубасова заметила: «Самое главное, о чём эта выставка, – о взаимодействии человека и медведя». Действительно, ещё 200–30 тыс. лет назад неандертальцам приходилось даже конкурировать с пещерными медведями за право проживания в пещере. Впоследствии у многих народов сформировался культ мед-

ведя, которого считали священным, сакральным животным, хозяином леса. Тем не менее, это не препятствовало охоте на медведя. В основе медвежьего культа лежит миф об умирающем звере, которого посредством точного исполнения детально продуманных ритуалов охотники возвращали к жизни. Главным обрядом культа медведя считались медвежьи праздники западного и дальневосточного типов.

На выставке рассказывается об особенностях культа медведя у разных народностей. Так, например, ненцы почитали белого медведя как хозяина моря и Новой Земли. Убивали, только если зверь приближался к становищам или не уходил при встрече. Медвежье мясо дозволялось есть только мужчинам. А вот ненецким женщинам, чтобы обмануть дух медведя, приходилось подрисовывать углём усы. Саамским женщинам запрещалось садиться на медвежью шкуру и даже перешагивать через неё. У ханты и манси действовало табу на употребление священного слова «медведь», вместо него надлежало употреблять слова «мудрый, священный зверь» или «старик, одетый в шубу». Долгане водили хоровод вокруг убитого ими медведя и говорили: «Не мы тебя убили, сам умер, черёд приди, указанный богом день погода». А камчадалы, чтобы избежать мести медведя, говорили, что его убил Ворон Кутх.

Автором идеи и концепции выставки является директор музея Анна Иосифовна Клюкина. Кураторы выставки – с.н.с. Ольга Геннадьевна Стрелкова, ответственная за основной аспект выставки – биологический, и заведующая выставочным отделом Яна Геннадьевна Шклярская, ответственная за литературно-художественную составляющую. Над оформлением экспозиции работали художники-дизайнеры Валентин Дмитриевич

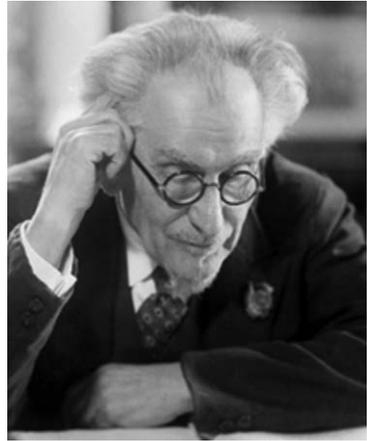
Бинкевич, Андрей Александрович Поляков и Максим Андреевич Никитин. Партнёром выставки является ювелирная компания «SILVEROFF».

Не всю информацию можно представить в форме выставки, к тому же занимающей всего один зал, поэтому в сентябре начнётся большая выставочная программа. Запланированы встречи со специалистами по медведям, с мастерами, которые делают игрушечных медведей и коллекционируют их, кураторские экскурсии по выставке, показ документальных фильмов о медведях. Выставка будет работать до 20 ноября.

Ю.И. Максимов

**150 лет со дня рождения В.С. Буткевича.
150th anniversary of the birth of V.S. Butkevitch.**

19 июня 2022 г. исполнилось 150 лет со дня рождения Владимира Степановича Буткевича (1872–1942), учёного, внёсшего весомый вклад в развитие микробиологии и биохимии растений, члена-корреспондента АН СССР (1929). В.С. Буткевич родился в с. Русаново Тульской губернии. В 1894 г. он окончил естественное отделение физико-математического факультета Московского университета, выполнив под руководством К.А. Тимирязева дипломную работу, посвящённую изучению энзимов (ферментов) у растений. Эта тема определила основное направление его научных интересов как биохимика. В 1894–97 гг. Владимир Степанович получил второе образование в Московском сельскохозяйственном институте (МСХИ, позднее Московская сельскохозяйственная академия, МСХА; сегодня РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева); с 1897 г. он работал в Сельскохозяйственной лаборатории Министерства земледелия в Петербурге, где исследовал потребности почвы в удобрениях на основе химического анализа растений. Позднее он одним из первых предложил метод решения подобной задачи с помощью микроорганизмов.



С 1899 г. Буткевич работал в лабораториях Д.Н. Прянишникова и Н.Н. Худякова в МСХИ. В 1902 г. он стал приват-доцентом Московского университета по кафедре ботаники, а в 1905 г. получил звание профессора и занял кафедру физиологии растений и микробиологии в Новоалександрийском институте сельского хозяйства и лесоводства, где работал до 1921 г. (до 1914 г. институт находился в Новой Александрии, а затем – в Харькове). В 1921 г. В.С. Буткевич вернулся в МСХА, где с 1928 г. возглавлял кафедру физиологии растений и микробиологии. В 1923–30 гг. он также работал в Биологическом Научно-исследовательском институте им. К.А. Тимирязева (при Комакадемии).

С 1921 г. исследования В.С. Буткевича были также посвящены морской тематике. Он работал в Морском научном институте (Плавморнине, с 1929 г. Государственный океанографический институт, ГОИН), до 1939 г. заведовал Бактериологической лабораторией Морского научного института (Всероссийского научно-исследовательского института рыбоводства и океанографии – ВНИРО), участвовал в 7 экспедициях на Каспийском и Азовском морях.

Исследования В. С. Буткевича охватывали ряд важных тем микробной экологии. Среди них: использование микроорганизмов как индикаторов потребности почвы в минеральных удобрениях; изучение влияния внешних условий на азотфиксацию; разработка микробиологического метода разведки нефтяных и газовых месторождений на основе бактерий, окисляющих углеводороды. Наконец, важнейшее экологическое направление работ В.С. Буткевича связано с морской микробиологией. Крупным прорывом в науке того времени стало открытие железомарганцевых конкреций на дне Белого моря и доказательство участия железобактерий в их образовании. Ряд работ посвящён изучению бактерий, выделенных из воды Карского и других арктических морей.

При исследованиях микробного населения Каспийского моря В.С. Буткевичем была обнаружена слизистая бактериальная плёнка, покрывающая донные осадки, которая, как выяснилось, служит геохимическим барьером, защищающим верхние слои морской воды от проникновения идущего снизу сероводорода, предотвращающим заморы морских животных. Это явление, по смыслу схожее с «бактериальной пластинкой» Егунова, играет большую роль в кислородном режиме водоёма.

Несомненный интерес имели идеи Буткевича о бактериях как звене в пищевой цепи морских организмов, об отличиях истинно морских бактерий («аборигенов») от аллохтонной микрофлоры и многие другие гипотезы.

Н.Н. Колотилова

**140 лет со дня рождения Н.Г. Холодного.
140th anniversary of the birth of N.G. Kholodnyi.**



22 июня 2022 г. исполнилось 140 лет со дня рождения выдающегося натуралиста, микробиолога и физиолога растений, действительного члена АН УССР (1929) Николая Григорьевича Холодного (1882–1953). Н.Г. Холодный родился в Тамбове в семье учителя гимназии. Его детские и юношеские годы прошли в Воронеже, Новочеркасске, Киеве. В 1907 г. он окончил физико-математический факультет Киевского университета и был оставлен на кафедре ботаники. В 1908–09 гг. в Киевском университете было введено преподавание микробиологии, и Николай Григорьевич активно участвовал в организации занятий, а с 1912 г. читал приват-доцентский курс по этой дисциплине. В 1933–41 гг. он заведовал в Киевском университете кафедрой

ботаники. С 1919 г. и до конца жизни Н.Г. Холодный также работал на Днепроградской биологической станции «Гористое». В 1971 г. имя Н.Г. Холодного было присвоено Институту ботаники АН УССР.

Научные интересы Н.Г. Холодного были весьма разносторонними, его работы посвящены физиологии растений, микробиологии, почвоведению, орнитологии, философии и т.д. Он вошёл в историю науки как основоположник гормональной теории тропизмов и один из авторов учения о растительных гормонах. Весьма значительный вклад внесён Н.Г. Холодным в развитие микробиологии и экологии микроорганизмов.

Наиболее важны его работы по железобактериям и их геологической роли (за монографию о железобактериях, вышедшую в 1926 г. на немецком языке и переведённую на русский в 1953 г., ему была присуждена докторская степень).

Другое важное направление исследований Н.Г. Холодного связано с изучением «воздушного», или «газового» питания бактерий. Его исследования показали возможность усвоения из воздуха бактериями соединений, выделяемых растениями, выявив новые аспекты взаимодействия растений и микроорганизмов.

Мировую известность принесли Н.Г. Холодному работы в области почвенной микробиологии. Предложенный им метод исследования микроорганизмов в условиях, наиболее приближённых к природным, получил название «метод стёкол обрастания». Он позволил исследователю наблюдать интактный «микробный пейзаж» почвы или другого местообитания. Применяемый в разнообразных и многочисленных модификациях этот метод получил большую популярность в разных областях микробиологии, он используется в микробной экологии и сегодня.

Мироощущение Н.Г. Холодного проникнуто единством с природой. Ему принадлежит одна из гипотез происхождения жизни на Земле. Большой интерес представляют философские взгляды учёного, позволившие отнести его к представителям русского космизма.

Философии антропокосмизма посвящена работа Н.Г. Холодного «Мысли натуралиста о природе и человеке» (1947). Многие в ней созвучно взглядам В.И. Вернадского, с которым учёный был хорошо знаком и тесно сотрудничал. С другой стороны, именно полемика с Н.Г. Холодным стала одной из причин появления статьи В.И. Вернадского «Несколько слов о ноосфере» (1944).

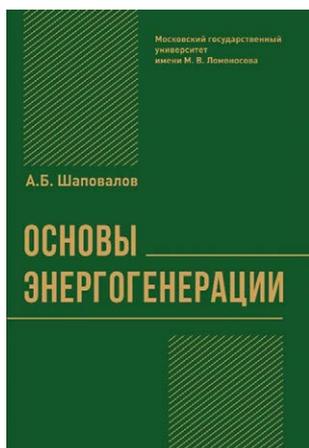
В «Мыслях натуралиста» Н.Г. Холодный писал: «Мыслящий натуралист, в какой бы области естествознания он ни работал, не может не задумываться об отношении между человеком и природой. Этот вопрос, в свою очередь, вводит его в сферу более глубоких проблем философии, теории познания, истории культуры и науки, учения об эволюции, рождает желание проникнуть мыслью в минувшие и грядущие судьбы Вселенной и человечества. Так создаётся основа научного мировоззрения естествоиспытателя, так строится более или менее полная система взглядов, дающих относительно или временно-удовлетворительные ответы на вечные вопросы о бытии человека и Вселенной». «Современное естественнонаучное мировоззрение, которому автор присвоил название антропокосмического, чтобы противопоставить его отжившему антропоцентрическому, в корне изменило наши представления о месте и роли человека в природе, космосе...».

Н.Н. Колотилова

КНИЖНОЕ ОБОЗРЕНИЕ

Рецензия на научную монографию А.Б. Шаповалова «Основы энергогенерации»
(Москва: МАКС Пресс, 2021. 224 с.).

Review on A. B. Shapovalov's monograph «Fundamentals of energy generation»
(Moscow: MAKS Press, 2021. 224 p.).



Стремительный рост трансформации энергии в социуме сопровождается ростом сопутствующих негативных воздействий на биосферу и конфликтного потенциала в социуме. Актуальность данной научной работы обусловлена реальным развитием апокалиптического сценария в развитии социума.

В монографии рассмотрено определяющее влияние энергогенерации на биосферу и социум. Системное рассмотрение разнообразных природных явлений, сопутствующих энергогенерации, раскрывает фундаментальные механизмы её взаимодействия с биосферой и социумом. Минимум формализованных представлений раскрывает первозданность природных процессов в практическом направлении.

В пяти последовательных и логически связанных разделах раскрыта природа взаимодействия энергогенерации биосферы и социума. Энергогенерация, вовлекающая энергоресурсы, представлена как основа цепных процессов направленной непрерывной самоорганизации вещества в рамках социума. Рассмотрение

энергоресурсов и их антропогенной адаптации к энергогенерации выявило актуальные тенденции и проблемы их использования.

Рассматривая механизмы формирования сопутствующих современной энергогенерации антропогенных выбросов в биосферу, автор раскрыл их негативное воздействие от клетки до биосистем. Исходя из этого, сформулирована необходимость репрезентативной оценки воздействия выбросов на устойчивое неравновесие (гомеостаз) между живыми организмами и окружающей средой.

Основываясь на определяющем вкладе российских и советских учёных в развитие энергогенерации, автор выявил актуальные проблемы, приводящие к апокалиптическому развитию социума. Критическая оценка негативных тенденций развития энергогенерации позволила автору выработать концептуальные решения фундаментальных проблем.

Впервые автором разработана концепция экобезопасной энергогенерации на основе созданной им модели нанодеструкции, удостоенной в 2009 г. международной награды. Разработанная автором модель практически реализует рециклинг отходов как основу «циклической экономики», что определено ООН ещё в 1992 г. генеральным направлением развития социума.

Впервые автором предложена концепция «распределённой самоорганизуемой энергогенерации социума на основе автономной саморегулируемости и энергонезависимости индивида».

Автором отмечена неизбежность трансформации социума в формы, соответствующие новым энергопотокам.

Проведённые автором теоретические, конструкторские, исследовательские работы, и соответственно найденные инженерные решения, дают основания для успешной реализации разработанных концепций.

Монография впервые представляет альтернативные подходы к разрешению апокалиптического сценария развития социума. Материал и результаты монографии актуальны для выработки стратегических концепций и практических планов развития социума. Актуальность рассматриваемых проблем и их фундаментальная научная обоснованность, практическая ценность научных итогов и доступное изложение материала, новизна и оригинальность представленных концепций в приоритетном порядке позволяют рекомендовать ознакомиться с монографией органам, планирующим и администрирующим развитие социума. Несомненно, монография будет представлять интерес для научных и педагогических работников, аспирантов и студентов, инженеров и руководителей производств, а также для широкого круга заинтересованных лиц.

А.В. Смуров

Музафаров Е. Н. Биотехнология. История создания продуктов: учебное пособие. СПб: Лань, 2022. 360 с. ISBN 978-5-8114-8280-1.

E.N. Muzafarov. Biotechnology. History of designing products: textbook. Saint-Petersburg: Lan', 2022. 360 p.

В книге изложены сведения об истории традиционной биотехнологии, истории возникновения основных продуктов человечества (хлеб, молоко, мясо, сыр, пиво, вино и т.д.). Рассматривается судьба каждой группы продуктов, его происхождение, национальные особенности, распространение по странам и, если необходимо, классификация.

Книга предназначена для студентов лицеев, колледжей, техникумов, обучающихся по специальностям: «Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий», «Технология броидильных производств и виноделия», «Технология молока и молочных продуктов», «Технология мяса и мясных продуктов» и др. Она может быть интересна специалистам-биотехнологам, работающим на предприятиях пищевой промышленности, а также лицам, интересующимся этой областью знаний.



Музафаров Е. Н. Биотехнология. Основы биологии: учебное пособие для вузов. СПб: Лань, 2022. 168 с. ISBN 978-5-8114-8242-9.

E.N. Muzafarov. Biotechnology. Fundamentals of biology: textbook. Saint-Petersburg: Lan', 2022. 168 p.

Основная цель учебного пособия – дать представление об объектах биотехнологии: клетке, её органеллах, нуклеиновых кислотах и микроорганизмах, участвующих в биотехнологических процессах. Рассмотрены узловые участки метаболизма и принципы его регуляции. Показано, как происходит биосинтез метаболитов у прокариот и эукариот. Обсуждаются вопросы роста, размножения и культивирования микроорганизмов. Даны основы генетики микроорганизмов, приведены методы и элементы клеточной и геномной инженерии. Частично затронута техническое

обеспечение биотехнологического процесса с описанием принципов действия и конструкции различных типов биореакторов. Также обсуждается вопрос участия биотехнологии в защите окружающей среды.

Учебное пособие предназначено для студентов начальных курсов вузов, обучающихся по направлениям подготовки «Биология», «Химия», «Экология и природопользование» и «Биотехнология».

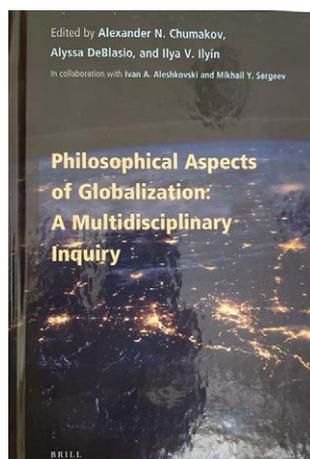
Музафаров Е. Н. Экологическая биотехнология: учебное пособие для вузов. СПб: Лань, 2022. 120 с. ISBN 978-5-8114-9290-9.

E.N. Muzafarov. Ecological biotechnology: textbook. Saint-Petersburg: Lan', 2022. 120 p.

Задачей учебного пособия является определение роли биотехнологии в решении задач защиты окружающей среды. В книге даны сведения о функционировании экосистем, их устойчивости и стабильности. Приведены материалы об источниках загрязнения и основных загрязнителях экосистем, т.е. органических соединениях, тяжёлых металлах, нефтепродуктах. Показано, каким образом может происходить биотрансформация полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), какие микроорганизмы-деструкторы участвуют в биотехнологической очистке почвы и вод от нефти и нефтепродуктов. Также показаны механизмы биотрансформации металлов и методы их очистки в промышленных и коммунальных бытовых отходах. Рассмотрены вопросы био конверсии органических отходов с возможностью получения экологически чистой энергии.

Учебное пособие предназначено для студентов начальных курсов бакалавриата, обучающихся по направлениям подготовки «Биотехнология», «Экология и природопользование», «Биология», «Химия», «Техносферная безопасность».

Philosophical aspects of globalization: a multidisciplinary inquiry / Ed. by A.N. Chumakov, A. DeBlasio, I.V. Ilyin in collaboration with I.A. Aleshkovski and M.Y. Sergeyev. Leiden, Boston: Brill, 2022. Series: Contemporary Russian philosophy. Vol. 2. ISSN 2406-0070.



Globalization is a defining characteristics of our contemporary world, with a reach and impact affecting all nations and peoples. *Philosophical Aspects of Globalization* is a collection of essays by leading contemporary Russian philosophers, scholars, and scientists concerned with addressing pressing issues of globalization from a philosophical point of view. The thirty-four authors who have contributed to this book represent a wide range of approaches and subfields of Global Studies in Russia, including topics such as the theory of globalization, globalization and the environment, history and geopolitics, and globalization in cultural context. When compiled together in a united collection of essays, their work offers the English-speaking reader a comprehensive picture of new directions in Russian Global Studies in the twenty-first century, as well as demonstrates the importance of questions of globalization for philosophical inquiry in Russia today.

Философские аспекты глобализации: междисциплинарное исследование / Под ред. А.Н. Чумакова, А. ДеБлазио, И.В. Ильина совместно с И.А. Алешковским и М.Ю. Сергеевым. Лейден, Бостон: Brill, 2022. Серия: Современная русская философия. Т. 2.

В англоязычной коллективной монографии, вышедшей в известном нидерландском международном научном издательстве «Brill», подчёркивается, что глобализация является определяющей характеристикой нашего современного мира, охватывающей и воздействующей на все нации и народы.

Монография «Философские аспекты глобализации» представляет собой сборник эссе ведущих современных российских учёных, занимающихся решением актуальных проблем глобализации с философской точки зрения. Тридцать четыре автора, принявших участие в написании этой книги, излагают ряд подходов и направлений глобальных исследований в России, включая такие темы, как теория глобализации, глобализация и окружающая среда, история и геополитика, а также глобализация в культурном контексте. Собранные вместе в единую монографию, их работа предлагает англоязычному читателю исчерпывающую картину новых направлений российской глобалистики в XXI веке, а также демонстрирует важность вопросов глобализации для философских исследований в современной России.

Среди авторов коллективной монографии ведущие специалисты в области современной глобалистики: А.Н. Чумаков, В.Л. Иноземцев, А.А. Урсул, И.В. Ильин, Т.Л. Шестова, Т.А. Алексеева, А.А. Громыко, В.Б. Кувалдин, А.В. Бузгалин, О.Г. Леонова, В.И. Данилов-Данильян, Н.М. Мамедов, В.В. Снакин, А.Д. Иоселиани, Э.В. Деменчонок, Ю.Д. Гранин, И.К. Лисеев, Л.Е. Гринин, А.В. Митрофанова, А.М. Старостин, И.А. Алешковский, И.Ф. Кефели, В.И. Столяров, И.Р. Мамедзаде, А.Г. Косиченко, М.Ю. Сергеев и др.

TABLE OF CONTENTS

INTERACTION OF GEOSPHERES

ON THE RELATIONSHIP OF GEOELECTROCHEMICAL ANOMALIES WITH JOINTING (VOL'NOVSKOYE OIL FIELD, RYAZAN-SARATOV TROUGH). *V.Yu. Shigaev, A.S. Sheshnev, A.V. Ivanov* (pp. 288–297)

ISOTOPIC AGE DETERMINATION OF ZIRCON FROM TUFFS OF THE TSAGAYAN GROUP STRATOTYPE (AMUR REGION, CRETACEOUS–PALEOGENE BOUNDARY). *M.A. Akhmetiev, A.V. Soloviev, I.S. Ipatieva* (pp. 298–302)

SUBSTANTIATION OF THE LATE CRETACEOUS AGE OF THE ANDRIANOVSKA FORMATION (SREDINNY RIDGE, KAMCHATKA). *A.V. Soloviev, T.N. Palechek* (pp. 303–309)

DRIFT EFFECTS IN ULTRA-LOW FREQUENCY GEOMAGNETIC PULSATIONS. *B.V. Dovbnya* (pp. 310–318)

NATURE PROTECTION IN THE VOROBYOVY GORY NATURE RESERVE: PAST AND PRESENT. *I.P. Taranets, V.A. Alekseeva* (pp. 319–333)

NATURAL SCIENCE MUSEOLOGY: THEORY AND PRACTICE

MIDDLE DEVONIAN COCCOSTEID PLACODERMS FROM THE VORONEZH REGION (GIVETIAN OF THE PAVLOVSK QUARRY) BY MATERIALS IN THE COLLECTION OF EARTH SCIENCE MUSEUM. *S.V. Moloshnikov* (pp. 334–342)

ANDIJAN UPRISING OF 1898. BY MATERIALS FROM THE PHOTOARCHIVE OF THE EARTH SCIENCE MUSEUM, MSU. *Yu.I. Maksimov, A.B. Mambetova* (pp. 343–353)

MUSEUM EDUCATIONS

ECOLOGICAL CULTURE AND RATIONAL NATURE MANAGEMENT IN AGRICULTURE OF RUSSIA. *I.A. Trofimov, L.S. Trofimova, E.P. Yakovleva, T.V. Leonidova, N.G. Rybalsky, V.V. Snakin, A.V. Yemelyanov, E.V. Skripnikova, A.S. Gorbunov, O.P. Bykovskaya* (pp. 354–363)

MUSEUM NEWS

EXPOSITION IN THE PEAT MUSEUM OF TOMSK STATE PEDAGOGICAL UNIVERSITY DEDICATED TO PROFESSOR G.N. BLINKOV. *L.I. Inisheva., E.V. Porokhina* (pp. 364–369)

“THE MAGNETOSPHERE”: A POSTER AT THE EXHIBITION “EARTH WITHIN THE UNIVERSE” IN THE EARTH SCIENCE MUSEUM. *M.A. Vinnik, O.P. Ivanov, A.A. Kosnyreva, V.M. Charugin* (pp. 370–376)

BRIEF

VERTICAL MOVEMENTS OF A PHOTOTROPHIC BACTERIA POPULATION IN A LABORATORY MICROCOSM. *N.N. Kolotilova* (pp. 377–382)

CHRONICLE OF EVENTS

The fastest bird on Earth nests at the Lomonosov Moscow State University (*A.V. Smurov, S.V. Kozlov*). Vernissage “Gardens and parks. Kolomenskoye & Izmailovo” (*I.P. Taranets*). Exhibition “Man and Bear” in the Darwin Museum (*Yu.I. Maksimov*). 150th anniversary of the birth of V.S. Butkevitch (*N.N. Kolotilova*). 140th anniversary of the birth of N.G. Kholodnyi (*N.N. Kolotilova*) (pp. 383–391)

BOOK REVIEW

Review on *A.B. Shapovalov's* monograph “Fundamentals of energy generation” (by *A.V. Smurov*). Biotechnology. History of designing products: textbook. Biotechnology. Fundamentals of biology: textbook. Ecological biotechnology: textbook. Philosophical aspects of globalization: a multidisciplinary inquiry (*collective monograph*) (pp. 392–395)

TABLE OF CONTENTS (p. 396)

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

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

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

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

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

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

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

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

К рукописи прилагаются:

- название статьи и место работы авторов на английском языке, а также транслитерация фамилий авторов;
- аннотация статьи и ключевые слова к ней на русском и английском языках (желательно англоязычный вариант резюме делать более подробным);
- список литературы на английском языке (references);
- англоязычные варианты подписей рисунков и таблиц;
- при публикации статьи на английском языке предоставляются: расширенная аннотация на русском языке, перевод названий рисунков и таблиц на русском языке, англоязычный список литературы (references);
- авторская справка и данные для связи с автором(ами): ФИО, должность, звание, адрес, телефон, электронный адрес.

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

Рукописи рецензируются.

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

Публикуемые материалы могут не отражать точку зрения редколлегии.

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

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



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



Жизнь Земли: Междисциплинарный научно-практический журнал.
Ж71 Т. 44, № 3. — М.: Издательство Московского университета; МАКС Пресс,
2022. — 114 с.

ISSN 0514-7468

ISBN 978-5-317-06854-7

DOI 10.29003/m28.0514-7468

DOI 10.29003/m3041.0514-7468.2022_44_3

ББК 26.3



<https://elibrary.ru/slzjig>

ЖИЗНЬ ЗЕМЛИ

Междисциплинарный научно-практический журнал

Том 44, № 3

2022 г.

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

<http://msupress.com/catalogue/magazines/geografiya/>

Редакторы: *В.В. Снакин, Л.В. Алексеева*
Верстка: *В.Р. Хрисанов*

Отпечатано с готового оригинал-макета

Подписано в печать 03.08.2022 г.

Формат 70×100 1/16. Усл.печ.л. 9,26. Тираж 100 экз. Заказ № 125

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

ПОДПИСКА НА ЖУРНАЛ «ЖИЗНЬ ЗЕМЛИ»

Подписной индекс: ЭЗ9904



Фото Анны Пислярь.

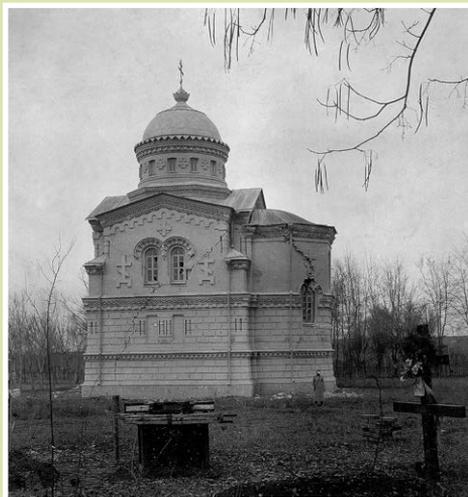
ОАО «Агентство по распространению зарубежных изданий» (АРЗИ) представляет интернет-магазин периодических изданий «Пресса по подписке».

На этом сайте Вы легко сможете оформить онлайн-подписку на журнал «Жизнь Земли» на 2023 год. Теперь не обязательно посещать отделение Почты России – Вы можете оформить подписку через Интернет по адресу: https://www.akc.ru/itm/z_hizn-zemli/

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

Вы можете купить подписку на печатную версию журнала «Жизнь Земли» на 2022 год (период: от 3 месяцев). Стоимость подписки — от 1163 руб. Доставка изданий производится почтовыми бандеролями по России. Для юридических лиц доступна курьерская доставка по Москве.

**РОССИЯ И ИСЛАМ: АНДИЖАНСКОЕ ВОССТАНИЕ 1898 г.
ПО МАТЕРИАЛАМ ФОТОАРХИВА Д.Н. АНУЧИНА
(см. с. 343–353)**



Часовня над братской могилой нижних чинов,
убитых при Андижанском восстании 1898 г.

**ВОРОБЬЁВЫ ГОРЫ: ПРОШЛОЕ И НАСТОЯЩЕЕ
(см. с. 319–333)**



Андреевские пруды в заказнике «Воробьёвы горы».

