

# БИОТА И СРЕДА ЗАПОВЕДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

ISSN 2618-6764

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

2018, № 2

Журнал основан в 2013 году, издаётся с 2014 года. В 2014–017 годах именовался «Биота и среда заповедников Дальнего Востока. Biodiversity and Environment of Far East Reserves» (ISSN 2227-149X).

Учредители: «Дальневосточный морской заповедник» — филиал Национального научного центра морской биологии Дальневосточного отделения Российской академии наук и Дальневосточное отделение Российской академии наук.

## Редколлегия:

**главный редактор** — Богатов Виктор Всеволодович, член-корр. РАН, д-р биол. наук, проф., Дальневосточное отделение РАН (ДВО РАН), Владивосток;

**зам. главного редактора** — Дроздов Анатолий Леонидович, д-р биол. наук, проф., Национальный научный центр морской биологии (ННЦМБ ДВО РАН), Владивосток;

**отв. секретарь редколлегии, и. о. зав редакцией** — Тюрин Алексей Николаевич, канд. биол. наук, «Дальневосточный морской заповедник» — филиал ННЦМБ ДВО РАН;

Богачева Анна Вениаминовна, д-р биол. наук, Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН (ФНЦБ ДВО РАН), Владивосток;

Боркин Лев Яковлевич, канд. биол. наук, Зоологический институт РАН (ЗИН РАН), Санкт-Петербург;

Глушченко Юрий Николаевич, канд. биол. наук, проф., Дальневосточный федеральный университет (ДФУ), филиал, Уссурийск;

Дьякова Ольга Васильевна, д-р ист. наук, проф., Институт истории, археологии и этнографии народов Дальнего Востока ДВО РАН (ИИАЭ ДВО РАН), Владивосток;

Ильин Игорь Николаевич, д-р биол. наук, Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН, Москва;

**Нечаев Виталий Андреевич**, д-р биол. наук, ФНЦБ ДВО РАН, Владивосток;

Попов Владимир Константинович, канд. геол.-минерал. наук, Дальневосточный геологический институт ДВО РАН (ДВГИ ДВО РАН), Владивосток;

Пушкарь Владимир Степанович, д-р геогр. наук, проф., Дальневосточный геологический институт ДВО РАН (ДВГИ ДВО РАН), Владивосток;

Пшеничников Борис Фёдорович, д-р биол. наук, проф., Дальневосточный федеральный университет (ДФУ), Владивосток;

Разжигаева Надежда Глебовна, д-р геогр. наук, Тихоокеанский институт географии ДВО РАН (ТИГ ДВО РАН), Владивосток;

Рябушко Виталий Иванович, д-р биол. наук, Институт морских биологических исследований имени А. О. Ковалевского РАН (ИМБИ РАН), Севастополь;

Рябушко Лариса Ивановна, д-р биол. наук, Институт морских биологических исследований имени А. О. Ковалевского РАН (ИМБИ РАН), Севастополь;

Токранов Алексей Михайлович, д-р биол. наук, Тихоокеанский институт географии ДВО РАН Камчатский филиал, Петропавловск-Камчатский;

Трухин Алексей Михайлович, канд. биол. наук, Тихоокеанский океанологический институт им. В. И. Ильичёва (ТОИ ДВО РАН), Владивосток;

Христофорова Надежда Константиновна, д-р биол. наук, проф., Дальневосточный федеральный университет (ДФУ), Владивосток;

Шлотгауэр Светлана Дмитриевна, д-р биол. наук, Институт водных и экологических проблем ДВО РАН (ИВЭП ДВО РАН), Хабаровск.

---

---

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
<b>БИОТА и СРЕДА</b>	
Т. П. Ниятбеков, С. С. Баринава, Диатомовые водоросли (Bacillariophyta) термальных и минеральных вод Памира	5
Т. А. Рубцова, Редкие виды сосудистых растений Еврейской автономной области: ревизия и современный список	24
А. В. Богачева, Новые и интересные находки дискомицетов на территории Хабаровского края	41
И. Ф. Скирина, Дополнительные сведения о флоре лишайников заповедника «Бастак»	54
<b>ОХРАНА ПРИРОДЫ</b>	
И. В. Костомарова, Заказник «Гумнинский» (краткий очерк)	60
Е. В. Кюль, Национальный парк «Приэльбрусье»: краткое описание, проблемы и пути развития	66
<b>НАУЧНЫЕ ТЕОРИИ и ГИПОТЕЗЫ</b>	
А. С. Бурундуков, А. Л. Дроздов, Репликаторно-этологическая теория семантической информации: от гена к нему	85
<b>ХРОНИКА</b>	
В. В. Богатов. Вопросы интеграции в науках о пресной воде обсуждались на крупном международном форуме в США	121

---

---

# **BIODIVERSITY and ENVIRONMENT of PROTECTED AREAS**

**ISSN 2618-6764**  
SCIENTIFIC JOURNAL  
**2018, No. 2**

The JOURNAL was founded in 2013, began to be published from 2014. In 2014–2017 the JOURNAL was named «Biodiversity and Environment of Far East Reserves» (ISSN 2227-149X).

Founders: Far Eastern Marine Reserve — Branch of the National Scientific Center for Marine Biology of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences and the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences.

## **EDITORIAL BOARD**

**EDITOR-IN-CHIEF:** Victor V. Bogatov, Professor, Doctor of Biological Sciences (Zoology, Ecology), Corresponding Member of Russian Academy of Sciences, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences (FEB RAS); Vladivostok;

**DEPUTY EDITORS-IN-CHIEF:** Anatoliy L. Drozdov, Professor, Doctor of Biological Sciences (Cytology Histology), National Scientific Center of Marine Biology, FEB RAS; Vladivostok;

**COORDINATING EDITOR AND EXECUTIVE SECRETARY OF THE EDITORIAL BOARD:** Aleksey N. Tyurin, Candidate of Biological Sciences (Ecology), "Far Eastern Marine Biosphere State Nature Reserve", "National Scientific Center of Marine Biology", FEB RAS; Vladivostok;

Anna V. Bogacheva, Doctor of Biological Sciences (Mycology), Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, FEB RAS; Vladivostok;

Leo J. Borkin, Candidate of Biological Sciences (Herpetology), Zoological Institute, Russian Academy of Sciences; Saint Petersburg;

Yu. N. Gluschenko, Professor, Candidate of Biological Sciences, Far Eastern Federal University, Branch in Ussuriysk; Ussuriysk;

Olga V. Dyakova, Professor, Doctor of Historical Sciences (History of Archeology), Institute of History, Archaeology and Ethnography of Peoples, FEB RAS; Vladivostok,

Igor N. Iljin, Doctor of Biology Sciences (Ecology), A.N. Severtzov Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences; Moscow;

**Vitaliy A. Nechaev**, Doctor of Biological Sciences (Ornithology), Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, FEB RAS; Vladivostok;

Vladimir K. Popov, Candidate of Geology Sciences (Petrology and Volcanology), Far East Geological Institute, FEB RAS; Vladivostok;

Vladimir S. Pushkar, Professor, Doctor of Geography Sciences (Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology), Far East Geological Institute, FEB RAS; Vladivostok;

Boris F. Pshenichnikov, Professor, Doctor of Biological Sciences (Pedology), Far Eastern Federal University; Vladivostok;

Nadezhda Gl. Razjigaeva, Doctor of Geography Sciences (Paleogeography, Geomorphology), Pacific Geographical Institute, FEB RAS; Vladivostok;

Vitaly I. Ryabushko, Professor, Doctor of Biological Sciences (Hydrobiology), A. O. Kovalevsky Institute of Marine Biological Research of the Russian Academy of Sciences; Sevastopol;

Larisa I. Ryabushko, Doctor of Biological Sciences (Algology), A. O. Kovalevsky Institute of Marine Biological Research of the Russian Academy of Sciences; Sevastopol;

Aleksey M. Tokranov, Doctor of Biological Sciences (Hydrobiology, Ichthyology), Director of Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute, FEB RAS; Petropavlovsk-Kamchatskiy;

Aleksey M. Trukhin, Candidate of Biological Sciences (Zoology, Ornithology), Associate Professor, V. I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute, FEB RAS; Vladivostok;

Nadezhda K. Khristoforova, Professor, Doctor of Biological Sciences (Ecology), Far Eastern Federal University; Vladivostok;

Svetlana Dm. Schlotgauer, Professor, Doctor of Biological Sciences (Botany, Ecology), Institute of Water and Ecology Problems, FEB RAS; Khabarovsk.

**ACTING HEAD OF EDITORIAL OFFICE:** Aleksey N. Tyurin, PhD.

---

---

## CONTENTS

	Page
<b>BIOTA and ENVIRONMENT</b>	
T. P. Niyatbekov, S. S. Barinova, Diatoms (Bacillariophyta) of the thermal and mineral water sources of Pamir	5
Abstract (in English)	22
T. A. Rubtsova, Rare Species of Vascular Plants of the Jewish Autonomous Region: Audit and Modern List	24
Abstract (in English)	39
A. V. Bogacheva, New and interesting finds of discomycetes in the territory of Khabarovsk region	41
Abstract (in English)	52
I. F. Skirina, Additions to the lichen flora of the Nature Reserve «Bastaky»	54
Abstract (in English)	59
<b>CONSERVANCY</b>	
I. V. Kostomarova, Nature Reserve Zakaznik «Tuminsky»: short essey	60
Abstract (in English)	63
E. V. Kyul, «Prielbrusye» National Park: brief description, problems and directions of development	66
Abstract (in English)	77
<b>SCIENTIFIC THEORIES and HYPOTHESES</b>	
A. S. Burundukov, A. L. Drozdov, Replicator-Ethological Theory of Semantic Information: From the Gene to Neme	85
Abstract (in English)	118
<b>CHRONICLE</b>	
V. V. Bogatov, Integration in the sciences of fresh water discussed at a major international forum in the United States. (in Russian)	121

## Диатомовые водоросли (Bacillariophyta) термальных и минеральных вод Памира

Т. П. Ниятбеков<sup>1</sup>, С. С. Баринава<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Институт ботаники, физиологии и генетики растений АН Республики Таджикистан  
ул. Карамов, 27, Душанбе, 734017, Республика Таджикистан  
e-mail: tohir-73@mail.ru

<sup>2</sup>Институт эволюции, Университет Хайфы, 3498838, Израиль  
e-mail: sophia@evo.haifa.ac.il

### Аннотация

Изучен видовой состав диатомовых водорослей (Bacillariophyta) термальных и минеральных вод Памира; выявлено 138 видов (163 с разновидностями и формами), относящихся к 51 роду, 28 семействам, 15 порядкам и 3 классам, из которых 22 вида являются новыми для изученного региона. Отмечено преобладание представителей семейств Naviculaceae и Symbellaceae по 18 видов) и родов *Navicula*, *Symbella* и *Nitzschia* в общем составе Bacillariophyta. Сравнительный анализ таксономического состава альгофлоры источников показал преобладание шовных диатомовых. Методами сравнительной флористики выявлена высокая индивидуальность видового состава флор исследуемых источников.

*Ключевые слова:* Bacillariophyta, Джеланды, Авдж, Гарм-Чашма, Сассыкбулак, Сист, Баршор, Республика Таджикистан.

*Введение.* Памир очень богат термальными и минеральными водами, которые являются уникальными местообитаниями, характеризующимися постоянно повышенной температурой воды от 10 °С до 86 °С и различным химическим составом, а также насыщением углекислым и азотными газами. Они представляют разные группы минерального состава вод от сероводородно-кремнистых, гидрокарбонатно-сульфатно-кальциево-магниевых, хлоридно-сульфатно-кальциево-натриевых, гидрокарбонатно-сульфатно-натриевых до слабодоновых-хлоридно-сульфатных (Табл. 1). В этих водах в течение многих веков образовывалось и развивалось особое сообщество водорослей с определённым видовым составом и степенью устойчивости видов к своеобразно экстремальным условиям окружающей среды [1].

Источники Джеланды, Авдж, Гарм-Чашма, Сассыкбулак, Сист и Баршор относятся к особо охраняемым природным территориям (ООПТ), как природные курортные, лечебно-оздоровительные и рекреационные зоны. Источник Сассыкбулак, в свою очередь, находится на территории Таджикского

---

\* Авторы: Ниятбеков Тоирбек Потшоевич — канд. биол. наук, зав. отделом Флоры и систематики растений, Институт ботаники, физиологии и генетики растений АН Республики Таджикистан; e-mail: tohir-73@mail.ru;

Баринава София Степановна — канд. биол. наук, проф., зав. лаб. Биоразнообразия и экологии водорослей, Институт эволюции, Университет Хайфы, Израиль; e-mail: sophia@evo.haifa.ac.il.

национального парка, который организован Постановлением Правительства Республики Таджикистан № 267 от 20 июля 1992 г. и с 2012 г. является объектом всемирного наследия ЮНЕСКО в Таджикистане (Рис. 1).

**Таблица 1. Основные характеристики химического состава термальных и минеральных источников Памира [1]**

**Table 1. The main characteristics of the chemical composition of the thermal and mineral sources of Pamir [1]**

Высота м*	Название источника	Химический состав воды	Температура °С	Кислотность pH
<i>Восточный Памир</i>				
3600	Джеланды	Углекисло-гидрокарбонатно-сульфатно-натриевая и кремнистая	21–86	7,8
3800	Сассыкбулак	Слаборадоновая-хлоридно-сульфатно-натриевая	22	7,4
<i>Западный Памир</i>				
2410	Авдж	Углекисло-гидрокарбонатно-сульфатно-кальциево-магниевая	35	7,1
2800	Гарм-Чашма	Сероводородно-углекислые	40–62	7,1
2400	Баршор	Углекислая хлоридно-сульфатно-кальциево-натриевая	10–15	6,4
2360	Сист	Сульфатно-гидрокарбонатно-кальциево-магниевая	10–12	5,8

\* — высота над уровнем моря в метрах.

Целью работы было исследование видового состава диатомовых (Bacillariophyta) водорослей, обитающих в термальных и минеральных источниках Памира на основе собственных и литературных данных для того, чтобы охарактеризовать флору ООПТ Таджикистана (Рис. 1).

*Материал и методы.* Альгологический материал был нами собран в июле–августе 2000–2015 гг. в различных источниках: Джеланды, расположенного в бассейне реки Гунт (Рис. 1Прил., Рис. 2Прил.); Авдж, Гарм-Чашма, Сист и Баршор расположенных в бассейне правого притока реки Пяндж; Сассыкбулак, который находится вблизи озера Яшилькуль, на высоте от 2360 м до 3800 м над уровнем моря. Всего из различных местообитаний и грифонов с температурой воды от 10 °С до 86 °С было собрано и обработано более 150 альгологических образцов.

Освобождение створок диатомовых водорослей от органических веществ проводили методом холодного сжигания [2]. Для исследования были использованы световой микроскоп СМ (Nikon Eclipse E 600, Japan, x 450–1000) и сканирующий электронный микроскоп СЭМ (JEOL JSM-25S, Japan, x 1000–24000). Идентификация видов диатомеи проводилась в Институте ботаники, физиологии и генетики растений АН Республики Таджикистан и в Институте эволюции Университета Хайфы, Израиль, с использованием определителей, систематических сводок, монографий, отдельных статей и веб сайтов [3–7].



**Рис. 1. Расположение исследованных источников минеральных и термальных вод Памира:**  
 1 – Джеланды, 2 – Авдж, 3 – Гарм-Чашма, 4 – Сассыкбулак, 5 – Сист, 6 – Баршор.  
**Fig. 1. Location of the investigated sources of mineral and thermal waters of the Pamirs:**  
 1 – Jelandy, 2 – Avdzh, 3 – Garm-Chashma, 4 Sassikbulak, 5 – Sist, 6 – Barshor

*Результаты. Видовой состав.* Всего по литературным данным [1] для термальных и минеральных источников Памира до наших исследований было указано 114 видов (157 внутривидовых таксонов) диатомовых водорослей. Наши исследования и тщательная ревизия дополнили предыдущие данные, таким образом, в настоящее время известно 138 видов (163 вместе с внутривидовыми таксонами) диатомей (Таблица 2), из которых 22 таксона являются новыми для термальных и минеральных вод Памира. Это, в основном, пеннатные виды: *Ellerbeckia arenaria*, *Achnanidium minutissimum*, *A. thermale*, *Rossithidium anastasiae*, *Cymbella compacta*, *C. falaisensis*, *C. laevis*, *Cymbopleura naviculiformis*, *Encyonema alpinum*, *E. elginense*, *E. pergracile*, *E. leibleinii*, *Eunotia faba*, *Fragilaria vaucheriae*, *F. tenera*, *Hannaea arcus*, *Ulnaria oxyrhynchus*, *Achnanthes exigua*, *Pinnularia elegans*, *P. gibbiformis*, *Odontidium anceps* и *Meridion constrictum*.

**Таблица 2. Видовой состав диатомовых термальных и минеральных источников Памира**  
**Table 2. Species composition of diatoms in thermal and mineral sources of Pamir**

Таксон		Название источника											
		Джеланды		Авдж		Гарм-Чашма		Сассык-булак		Сист		Баршор	
		В	ВВТ	В	ВВТ	В	ВВТ	В	ВВТ	В	ВВТ	В	ВВТ
		вт — видовые, ввт — внутривидовые таксоны											
	<b>Род 1. <i>Denticula</i> Kützing, 1844</b>	1	1	1	1					1	1		
1	<i>Denticula elegans</i> Kützing, 1844			1	1								
2	<i>D. thermalis</i> Kützing, 1844	1	1							1	1		
	<b>Род 2. <i>Nitzschia</i> Hassall, 1845</b>	6	8	2	2	1	1	1	1	1	1		1
3	<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow, 1862	1	1										
	<i>N. amphibia</i> var. <i>thermalis</i> Grunow, 1862		1										
4	<i>N. dissipata</i> (Kützing) Rabenhorst, 1860	1	1										
5	<i>N. dubia</i> W. Smith, 1853	1	1										
6	<i>N. fasciculata</i> (Grunow) Grunow in Van Heurck, 1881							1	1				
7	<i>N. gracilis</i> Hantzsch, 1860	1	1										
8	<i>N. gradifera</i> Hustedt, 1922									1	1		
9	<i>N. linearis</i> W. Smith, 1853	1	1										
	<i>N. linearis</i> var. <i>tenuis</i> (W. Smith) Grunow in Cleve et Grunow, 1880												1
10	<i>N. sublinearis</i> Hustedt, 1930			1	1								
11	<i>N. subtilis</i> (Kützing) Grunow in Cleve et Grunow, 1880			1	1								
12	<i>N. thermalis</i> (Ehrenberg) Auerswald in Rabenhorst, 1861	1	1										
	<i>N. thermalis</i> var. <i>minor</i> Hilse, 1862		1										
13	<i>N. vermicularis</i> (Kützing) Hantzsch in Rabenhorst, 1860					1	1						
	<b>Род 3. <i>Achnanthydium</i> Kützing, 1844</b>	3	3										
14	<i>Achnanthydium exiguum</i> (Grunow) Czarnecki, 1994	1	1										
15	<i>A. minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki, 1994	1	1										
16	<i>A. thermale</i> Rabenhorst, 1864	1	1										
	<b>Род 4. <i>Eucocconeis</i> Cleve ex Meister, 1912</b>	1	1										
17	<i>Eucocconeis flexella</i> (Kützing) Meister, 1912	1	1										

Таксон		Название источника											
		Джеланды		Авдж		Гарм-Чашма		Сассык-булак		Сист		Баршор	
		В	ВВТ	В	ВВТ	В	ВВТ	В	ВВТ	В	ВВТ	В	ВВТ
		вт — видовые, ввт — внутривидовые таксоны											
	<b>Род 5. <i>Planothidium</i> Round et Bukhtiyarova, 1996</b>									1	1		
18	<i>Planothidium lanceolatum</i> (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot, 1999									1	1		
	<b>Род 6. <i>Rossithidium</i> Bukhtiyarova et Round, 1996</b>									1	1		
19	<i>Rossithidium anastasiae</i> (Kaczm.) Potapova, 2012									1	1		
	<b>Род 7. <i>Cocconeis</i> Ehrenberg, 1837</b>	1	2	3	3								
20	<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg, 1838			1	1								
21	<i>C. placentula</i> Ehrenberg, 1838	1	1	1	1								
	<i>C. placentula</i> var. <i>rouxii</i> (Héribaud-Joseph et Brun) Cleve, 1895		1										
22	<i>C. scutellum</i> Ehrenberg, 1838			1	1								
	<b>Род 8. <i>Cymbella</i> Agardh, 1830</b>	9	9	4	5	1	1	4	4	2	2	2	2
23	<i>Cymbella affinis</i> Kützing, 1844	1	1					1	1				
24	<i>C. aspera</i> (Ehrenberg) Cleve, 1894	1	1										
25	<i>C. cistula</i> (Ehrenberg) O.Kirchner, 1878			1	1								
26	<i>C. compacta</i> Østrup, 1910	1	1			1	1	1	1				
27	<i>C. cymbiformis</i> C. Agardh, 1830	1	1									1	1
28	<i>C. falaisensis</i> (Grunow) Krammer et Lange-Bertalot 1985									1	1		
29	<i>C. helvetica</i> Kützing 1844			1	1								
	<i>C. helvetica</i> var. <i>curta</i> Cleve 1894				1								
30	<i>C. hustedtii</i> Krasske, 1923	1	1										
31	<i>C. laevis</i> Nägeli in Rabenhorst, 1863	1	1					1	1				
32	<i>C. lanceolata</i> (C. Agardh) C. Agardh, 1830	1	1									1	1
33	<i>C. stuxbergii</i> (Cleve) Cleve, 1894	1	1										
34	<i>C. tartuensis</i> Molder			1	1					1	1		
35	<i>C. tumida</i> (Brébisson) van Heurck, 1880			1	1			1	1				

Таксон		Название источника											
		Джеланды		Авдж		Гарм-Чашма		Сассык-булак		Сист		Баршор	
		В	ВВТ	В	ВВТ	В	ВВТ	В	ВВТ	В	ВВТ	В	ВВТ
		вт — видовые, ввт — внутривидовые таксоны											
36	<i>C. ventricosa</i> Kützing, 1844	1	1										
	<b>Род 9. <i>Cymbopleura</i> (Krammer) Krammer, 1997</b>	<b>2</b>	<b>2</b>					<b>1</b>	<b>1</b>				
37	<i>Cymbopleura naviculiformis</i> (Auerswald ex Heiberg) Krammer, 2003	1	1					1	1				
38	<i>C. reinhardtii</i> (Grunow) K.Krammer, 2003	1	1										
	<b>Род 10. <i>Didymosphenia</i> M. Schmidt 1899</b>	<b>1</b>	<b>1</b>			<b>1</b>	<b>1</b>						
39	<i>Didymosphenia geminata</i> (Lyngbye) M. Schmidt, 1899	1	1			1	1						
	<b>Род 11. <i>Kurtkrammeria</i> L.Bahls, 2015</b>	<b>1</b>	<b>1</b>										
40	<i>Kurtkrammeria aequalis</i> (W.Smith) L.Bahls, 2015	1	1										
	<b>Род 12. <i>Encyonema</i> Kützing, 1833</b>			<b>4</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>					<b>1</b>	<b>1</b>
41	<i>Encyonema alpinum</i> (Grunow) D.G. Mann in Round, R.M.Crawford et D.G.Mann, 1990			1	1								
42	<i>E. elginense</i> (Krammer) D.G.Mann in Round, Crawford et Mann, 1990			1	1	1	1						
43	<i>Encyonema leibleinii</i> (C.Agardh) W.J.Silva, R.Jahn, T.A.Veiga Ludwig et M.Menezes, 2013			1	1								
44	<i>E. pergracile</i> Krammer, 1997			1	1	1	1					1	1
	<b>Род 13. <i>Gomphonema</i> Ehrenberg, 1832</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>					<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
45	<i>Gomphonema angustatum</i> (Kützing) Rabenhorst, 1864			1	1								
46	<i>G. gracile</i> Ehrenberg, 1838	1	1									1	1
47	<i>G. longiceps</i> Ehrenberg, 1854			1	1					1	1		
	<i>G. longiceps</i> var. <i>subclavatum</i> Grunow in Schneider, 1878				1								
48	<i>G. olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson, 1838	1	1										
49	<i>G. productum</i> (Grunow) Lange-Bertalot et Reichardt in Lange-Bertalot, 1993	1	1										
50	<i>G. ventricosum</i> Gregory, 1856			1	1								

Таксон		Название источника												
		Джеланды		Авдж		Гарм-Чашма		Сассык-булак		Сист		Баршор		
		В	ВВТ	В	ВВТ	В	ВВТ	В	ВВТ	В	ВВТ	В	ВВТ	
		ВТ — видовые, ВВТ — внутривидовые таксоны												
	<b>Род 14. <i>Placoneis</i> Mereschkowsky, 1903</b>	2	2										1	1
51	<i>Placoneis amphibola</i> (Cleve) E.J.Cox, 2003												1	1
52	<i>P. exigua</i> (Gregory) Mereschkovsky, 1903	1	1											
53	<i>P. placentula</i> Heinzerling, 1908	1	1											
	<b>Род 15. <i>Actinella</i> Lewis 1864</b>	1	1											
54	<i>Actinella punctata</i> F.W. Lewis, 1864	1	1											
	<b>Род 16. <i>Eunotia</i> Ehrenberg, 1837</b>	1	1					1	1					
55	<i>Eunotia diodon</i> Ehrenberg, 1837	1	1											
56	<i>E. faba</i> Ehrenberg, 1837							1	1					
	<b>Род 17. <i>Fragilaria</i> Lyngbye, 1819</b>	1	1	2	2									
57	<i>Fragilaria rumpens</i> (Kützing) G.W.F.Carlson, 1913			1	1									
58	<i>F. tenera</i> (W.Smith) Lange-Bertalot, 1980	1	1											
59	<i>F. vaucheriae</i> (Kützing) J.B.Petersen, 1938			1	1									
	<b>Род 18. <i>Fragilariforma</i> Williams et Round, 1988</b>	1	1											
60	<i>Fragilariforma virescens</i> (Ralfs) D.M.Williams et Round, 1988	1	1											
	<b>Род 19. <i>Odontidium</i> Kützing, 1844</b>	2	2			1	1	1	1					
61	<i>Odontidium anceps</i> (Ehrenberg) Ralfs in Pritchard, 1861	1	1					1	1					
62	<i>Odontidium mesodon</i> (Kützing) Kützing, 1849	1	1			1	1							
	<b>Род 20. <i>Synedra</i> Ehrenberg, 1830</b>			2	2									
63	<i>Synedra goulardii</i> Brébisson ex Cleve et Grunow, 1880			1	1									
64	<i>S. montana</i> Krasske ex Hustedt, 1932			1	1									
	<b>Род 21. <i>Staurosira</i> Ehrenberg, 1843</b>			1	1								1	1
65	<i>Staurosira construens</i> Ehrenberg, 1843			1	1								1	1
	<b>Род 22. <i>Hannaea</i> Patrick in Patrick et Reimer, 1966</b>	1	1	1	1	1	1							
66	<i>Hannaea arcus</i> (Ehrenberg) R.M.Patrick, 1966	1	1	1	1	1	1							

Таксон		Название источника											
		Джеланды		Авдж		Гарм-Чашма		Сассык-булак		Сист		Баршор	
		В	ВВТ	В	ВВТ	В	ВВТ	В	ВВТ	В	ВВТ	В	ВВТ
		вт — видовые, ввт — внутривидовые таксоны											
	<b>Род 23. <i>Tabularia</i> (Kützing) Williams et Round, 1986</b>	1	1										
67	<i>Tabularia fasciculata</i> (C.Agardh) D.M.Williams et Round, 1986	1	1										
	<b>Род 24. <i>Ulnaria</i> Compère, 2001</b>	1	1										
68	<i>Ulnaria oxyrhynchus</i> (Kützing) Aboal in Aboal, Alvarez Cobelas, Cambra et Ector, 2003	1	1										
	<b>Род 25. <i>Achnanthes</i> Bory, 1822</b>	1	2			1	1	1	1				
69	<i>Achnanthes gibberula</i> Grunow in Cleve et Grunow, 1880	1	1			1	1	1	1				
	<i>A. gibberula</i> var. <i>interrupta</i> V.S.Poretzky et Anisimova, 1933		1										
	<b>Род 26. <i>Aneumastus</i> Mann et Stickle in Round, Crawford et Mann, 1990</b>	1	1					1	1				
70	<i>Aneumastus minor</i> Lange-Bertalot, 1993	1	1									1	1
71	<i>A. rostratus</i> (Hustedt) Lange-Bertalot, 2001							1	1				
	<b>Род 27. <i>Mastogloia</i> Thwaites in W. Smith, 1856</b>	1	1										
72	<i>Mastogloia smithii</i> Thwaites, 1856	1	1										
	<b>Род 28. <i>Halamphora</i> (Cleve) Levkov, 2009</b>	1	1	1	1	1	1			1	1		
73	<i>Halamphora acutiuscula</i> (Kützing) Levkov, 2009			1	1								
74	<i>H. coffeiformis</i> (C.Agardh) Levkov, 2009									1	1		
75	<i>H. subcapitata</i> (Kisselew) Levkov, 2009					1	1						
76	<i>H. veneta</i> (Kützing) Levkov, 2009	1	1										
	<b>Род 29. <i>Parlibellus</i> Cox, 1988</b>	1	1										
77	<i>Parlibellus crucicula</i> (W.Smith) Witkowski, Lange-Bertalot et Metzeltin, 2000	1	1										
	<b>Род 30. <i>Brachysira</i> Kützing, 1836</b>	1	1										
78	<i>Brachysira serians</i> (Brébisson) Round et D.G.Mann, 1981	1	1										
	<b>Род 31. <i>Cosmioneis</i> D.G.Mann et Stickle, 1990</b>			1	1								

Таксон		Название источника											
		Джеланды		Авдж		Гарм-Чашма		Сассык-булак		Сист		Баршор	
		В	ВВТ	В	ВВТ	В	ВВТ	В	ВВТ	В	ВВТ	В	ВВТ
		вт — видовые, ввт — внутривидовые таксоны											
79	<i>Cosmioneis brasiliiana</i> (Cleve) C.E.Wetzel et Ector in Wetzel et al., 2017			1	1								
	<b>Род 32. <i>Humidophila</i> Lowe et al., 2014</b>	<b>1</b>	<b>1</b>										
80	<i>Humidophila perpusilla</i> (Grunow) Lowe et al., 2014	1	1										
	<b>Род 33. <i>Diploneis</i> (Ehrenberg) Cleve, 1894</b>	<b>2</b>	<b>2</b>			<b>1</b>	<b>1</b>						
81	<i>Diploneis oblongella</i> (Nägeli ex Kützing) Cleve-Euler, 1922	1	1			1	1						
82	<i>D. ovalis</i> (Hilse) Cleve, 1891	1	1										
	<b>Род 34. <i>Caloneis</i> Cleve, 1894</b>	<b>2</b>	<b>3</b>									<b>1</b>	<b>1</b>
83	<i>Caloneis bacillum</i> (Grunow) Cleve, 1894	1	1									1	1
84	<i>C. silicula</i> (Ehrenberg) Cleve, 1894	1	1										
	<i>C. silicula</i> var. <i>kjellmaniana</i> Cleve, 1894		1										
	<b>Род 35. <i>Navicula</i> Bory de Saint-Vincent 1822</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
85	<i>Navicula cincta</i> (Ehrenberg) Ralfs, 1861	1	1										
86	<i>N. cryptocephala</i> Kützing, 1844	1	1										
	<i>N. cryptocephala</i> var. <i>lata</i> Poretzky et Anisimova, 1933		1										
87	<i>N. dicephala</i> Ehrenberg, 1838	1	1										
88	<i>N. digitoradiata</i> (Gregory) Ralfs in Prichard, 1861							1	1				
89	<i>N. gottlandica</i> Grunow in Van Heurck, 1880	1	1										
	<i>N. lacustris</i> var. <i>paulseniana</i> (J.B.Petersen) Zabelina, 1951												1
90	<i>N. lanceolata</i> (Agardh) Ehrenberg, 1838			1	1								
91	<i>N. lucidula</i> Grunow, 1880											1	1
92	<i>N. peregrina</i> (Ehrenberg) Kützing, 1844							1	1				
93	<i>N. rhynchocephala</i> Kützing, 1844			1	1								
94	<i>N. rostellata</i> Kützing, 1844											1	1
95	<i>N. rotaeana</i> (Rabenhorst) Grunow, 1880			1	1								

Таксон		Название источника											
		Джеланды		Авдж		Гарм-Чашма		Сассык-булак		Сист		Баршор	
		В	ВВТ	В	ВВТ	В	ВВТ	В	ВВТ	В	ВВТ	В	ВВТ
		вт — видовые, ввт — внутривидовые таксоны											
96	<i>N. scutum</i> Schumann 1862									1	1		
97	<i>N. tenella</i> Brébisson ex Kützing 1849							1	1				
98	<i>N. tripunctata</i> (O.F.Müller) Bory in Bory de Saint-Vincent 1822			1	1								
	<i>Navicula tuscula</i> f. <i>intermedia</i> Kisseleva [Kisselev], 1932		1										
99	<i>N. viridula</i> (Kützing) Ehrenberg, 1836					1	1						
	<b>Род 36. <i>Neidiomorpha</i> Lange-Bertalot et Cantonati, 2010</b>	<b>1</b>	<b>1</b>										
100	<i>Neidiomorpha binodis</i> (Ehrenberg) M.Cantonati, Lange-Bertalot et N.Angeli, 2010	1	1										
	<b>Род 37. <i>Neidium</i> Pfitzer, 1871</b>			<b>2</b>	<b>3</b>								
101	<i>Neidium affine</i> (Ehrenberg) Pfitzer, 1871			1	1								
	<i>Neidium affine</i> var. <i>undulatum</i> (Grunow) Cleve, 1894				1								
102	<i>N. productum</i> (W.Smith) Cleve, 1894			1	1								
	<b>Род 38. <i>Pinnularia</i> Ehrenberg, 1843</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>1</b>							<b>1</b>	<b>1</b>
103	<i>Pinnularia appendiculata</i> (C.Agardh) Schaarschmidt, 1881	1	1										
104	<i>P. elegans</i> (W.Smith) K.Krammer, 1992	1	1										
105	<i>P. fonticola</i> Hustedt, 1922	1	1										
106	<i>P. gibbiformis</i> K.Krammer, 1992	1	1										
107	<i>P. lata</i> (Brébisson) W.Smith, 1853	1	1										
108	<i>P. microstauron</i> (Ehrenberg) Cleve, 1891			1	1								
109	<i>P. viridis</i> (Nitzsch) Ehrenberg, 1843											1	1
	<b>Род 39. <i>Sellaphora</i> Mereschkowsky, 1902</b>			<b>1</b>	<b>1</b>								
110	<i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkowsky, 1902			1	1								
	<b>Род 40. <i>Craticula</i> Grunow 1867</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>								
111	<i>Craticula cuspidata</i> (Kützing) Mann, 1990	1	1										

Таксон		Название источника											
		Джеланды		Авдж		Гарм-Чашма		Сассык-булак		Сист		Баршор	
		В	ВВТ	В	ВВТ	В	ВВТ	В	ВВТ	В	ВВТ	В	ВВТ
		вт — видовые, ввт — внутривидовые таксоны											
112	<i>C. halophila</i> (Grunow) D.G.Mann in Round, Crawford et Mann, 1990			1	1								
	<b>Род 41. <i>Stauroneis</i> Ehrenberg, 1842</b>					2	2					1	1
113	<i>Stauroneis acuta</i> W. Smith, 1853					1	1						
114	<i>S. anceps</i> Ehrenberg, 1843					1	1					1	1
	<b>Род 42. <i>Epithemia</i> Brébisson ex. Kützing, 1844</b>	2	5	2	2	1	3					1	2
115	<i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson, 1838	1	1	1	1								
	<i>E. adnata</i> var. <i>porcellus</i> (Kützing) R.Ross, 1950		1										
	<i>E. adnata</i> var. <i>saxonica</i> (Kützing) R.M.Patrick in Patrick et Reimer, 1975						1						
116	<i>E. argus</i> (Ehrenberg) Kützing, 1844	1	1										
	<i>E. argus</i> var. <i>angustata</i> Tarnavschi, 1940						1						
	<i>E. argus</i> var. <i>longicornis</i> (Ehrenberg) Grunow, 1862		1										
117	<i>E. sorex</i> Kützing, 1844			1	1							1	1
118	<i>E. turgida</i> (Ehrenberg) Kützing, 1844					1	1						
	<i>E. turgida</i> var. <i>capitata</i> Fricke in A.W.F.Schmidt, 1904		1										
	<i>E. turgida</i> var. <i>granulata</i> (Ehrenberg) Brun, 1880												1
	<b>Род 43. <i>Rhopalodia</i> Otto Müller, 1895</b>	3	5		2								
119	<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) Otto Müller, 1895	1	1										
	<i>Rh. gibba</i> var. <i>mongolica</i> (Østrup) Proschkina-Lavrenko, 1950				1								
	<i>Rh. gibba</i> var. <i>ventricosa</i> (Kützing) Mayer, 1913		1										
120	<i>Rh. gibberula</i> (Ehrenberg) O. Müller, 1895	1	1										

Таксон		Название источника											
		Джеланды		Авдж		Гарм-Чашма		Сассык-булак		Сист		Баршор	
		В	ВВТ	В	ВВТ	В	ВВТ	В	ВВТ	В	ВВТ	В	ВВТ
		вт — видовые, ввт — внутривидовые таксоны											
	<i>Rh. gibberula</i> var. <i>producta</i> (Grunow) Otto Müller, 1900				1								
121	<i>Rh. musculus</i> (Kützing) O. Müller, 1900	1	1										
	<i>Rh. musculus</i> var. <i>mirabilis</i> Fricke in A.W.F.Schmidt, 1905		1										
	<b>Род 44. <i>Iconella</i> Jurij, 1949</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>								
122	<i>Iconella helvetica</i> (Brun) Ruck et Nakov in Ruck et al., 2016			1	1								
123	<i>Iconella linearis</i> (W.Smith) Ruck et Nakov in Ruck et al., 2016	1	1										
	<b>Род 45. <i>Surirella</i> Turpin, 1828</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>							<b>1</b>	<b>1</b>
124	<i>Surirella angusta</i> Kützing, 1844			1	1							1	1
	<i>S. angusta</i> var. <i>constricta</i> Skvortzov, 1929		1										
125	<i>S. brebissonii</i> Krammer et Lange-Bertalot, 1987	1	1										
126	<i>Surirella minuta</i> Brébisson ex Kützing, 1849	1	1										
	<b>Род 46. <i>Diatoma</i> Bory, 1824</b>	<b>1</b>	<b>3</b>										
127	<i>Diatoma vulgare</i> Bory, 1824	1	1										
	<i>D. vulgare</i> var. <i>brevis</i> Grunow, 1862		1										
	<i>D. vulgare</i> var. <i>linearis</i> Grunow in Van Heurck, 1881		1										
	<b>Род 47. <i>Meridion</i> Agardh, 1824</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>			<b>1</b>	<b>1</b>				
128	<i>Meridion circulare</i> (Greville) Agardh, 1831	1	1										
129	<i>Meridion constrictum</i> Ralfs, 1843	1	1										
130	<i>M. lineare</i> Williams, 1985	1	1	1	1			1	1				
	<b>Род 48. <i>Tetracyclus</i> Ralfs, 1843</b>	<b>1</b>	<b>1</b>										
131	<i>Tetracyclus rupestris</i> (Kützing) Grunow in Van Heurck, 1881	1	1										
	<b>Род 49. <i>Amphora</i> Ehrenberg, 1844</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>						
132	<i>Amphora libyca</i> Ehrenberg, 1841			1	1								
133	<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing, 1844	1	1			1	1						
134	<i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow in A.Schmidt et al., 1875			1	1								

Таксон		Название источника											
		Джеланды		Авдж		Гарм-Чашма		Сассыкбулак		Сист		Баршор	
		в	ввт	в	ввт	в	ввт	в	ввт	в	ввт	в	ввт
		вт — видовые, ввт — внутривидовые таксоны											
	<b>Род 50. <i>Aulacoseira</i> Thwaites, 1848</b>	1	1	1	1								
135	<i>Aulacoseira italica</i> (Ehrenberg) Simonsen, 1979	1	1	1	1								
	<b>Род 51. <i>Ellerbeckia</i> Crawford, 1988</b>			1	1								
136	<i>Ellerbeckia arenaria</i> (Moore ex Ralfs) Crawford, 1988			1	1								
	<b>Род 52. <i>Stephanodiscus</i> Ehrenberg, 1845</b>					1	1					1	1
137	<i>Stephanodiscus astraea</i> (Ehrenberg) Grunow in Cleve et Grunow, 1880					1	1					1	1
	<b>Род 53. <i>Lacustriella</i> Lange-Bertalot, Kulikovskiy et Metzeltin, 2012</b>	1	1										
138	<i>Lacustriella lacustris</i> (W.Gregory) Lange-Bertalot et M.S.Kulikovskiy in Kulikovskiy et al., 2012	1	1										
	<b>Итого: 138 видов (163 с разновидностями и формами)</b>	77	92	43	48	16	18	14	14	9	9	14	17

Как видно из таблицы 2, видовое богатство было распределено по изученным источникам неравномерно. Самая богатая флора была найдена в источнике Джеланды и включала 77 видов (92 с внутривидовыми таксонами). За ним по числу видов следовал источник Авдж с 43 видами, а источники Гарм-Чашма, Сассыкбулак и Баршор содержали относительно равное число видов от 14 до 16. В источнике Сист было найдено всего 9 видов. Такой значительный разброс по числу видов может быть обусловлен значительной разницей, как в минеральном составе воды, так и объеме ее стока, дебет источников весьма варьирует. Однако, общее свойство изучаемых флор источников Памира — это высокое внутривидовое разнообразие, как мы уже отмечали ранее [8].

**Систематическая структура флоры.** Исследование таксономической структуры флоры — важная часть флористического анализа, позволяющая выявить наиболее диверсифицированные таксоны флористического спектра, показывающие направление развития альгофлоры региона в целом.

Найденные диатомеи подразделяются на три класса: Bacillariophyceae, Coscinodiscophyceae и Mediophyceae (Таблица 3).

Таблица 3. Систематическая структура диатомовых водорослей термальных и минеральных вод Памира

Table 3. Systematic structure of diatom flora of thermal and mineral waters of Pamir

Название таксонов	Число, ед.			% от общего числа ВВТ
	родов	видов	ВВТ*	
<b>Отдел Bacillariophyta</b>	<b>53</b>	<b>138</b>	<b>163</b>	<b>100,00</b>
<b>Класс 1. Bacillariophyceae</b>	<b>49</b>	<b>134</b>	<b>159</b>	<b>97,54</b>
<b>Порядок 1. Bacillariales</b>	<b>2</b>	<b>13</b>	<b>16</b>	<b>9,84</b>
Семейство 1. Bacillariaceae Ehrenberg, 1831	2	13	16	9,84
<b>Порядок 2. Cocconeidales</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>6,13</b>
Семейство 2. Achnanthidiaceae D.G.Mann in F.E. Round, R.M. Crawford et D.G. Mann, 1990	4	6	6	3,68
Семейство 3. Cocconeidaceae Kützing, 1844	1	3	4	2,45
<b>Порядок 3. Cymbellales</b>	<b>7</b>	<b>31</b>	<b>33</b>	<b>20,25</b>
Семейство 4. Cymbellaceae Kützing, 1844	4	18	19	11,66
Семейство 5. Gomphonemataceae Kützing, 1844	3	13	14	8,58
<b>Порядок 4. Eunotiales</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>1,84</b>
Семейство 6. Eunotiaceae Kützing, 1844	2	3	3	1,84
<b>Порядок 5. Fragilariales</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>5,52</b>
Семейство 7. Fragilariaceae Kützing, 1844	4	8	8	4,90
Семейство 8. Staurosiraceae Medlin, 2016	1	1	1	0,61
<b>Порядок 6. Licmophorales</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>1,84</b>
Семейство 9. Ulnariaceae E.J.Cox, 2015	3	3	3	1,84
<b>Порядок 7. Mastogloiales</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>3,06</b>
Семейство 10. Achnanthaceae Kützing, 1844	1	1	2	1,22
Семейство 11. Mastogloiaceae Mereschkowsky, 1903	2	3	3	1,84
<b>Порядок 8. Naviculales</b>	<b>14</b>	<b>42</b>	<b>47</b>	<b>28,83</b>
Семейство 12. Amphipleuraceae Grunow, 1862	1	4	4	2,45
Семейство 13. Berkeleyaceae D.G.Mann	1	1	1	0,61
Семейство 14. Brachysiraceae D.G.Mann 1990	1	1	1	0,61
Семейство 15. Cosmioneidaceae D.G.Mann 1990	1	1	1	0,61
Семейство 16. Diadesmidaceae D.G.Mann 1990	1	1	1	0,61
Семейство 17. Diploneidaceae D.G.Mann 1990	1	2	2	1,22
Семейство 18. Naviculaceae Kützing, 1844	3	18	22	13,53
Семейство 19. Neidiaceae Mereschkowsky, 1903	1	2	3	1,84
Семейство 20. Pinnulariaceae D.G.Mann 1990	1	7	7	4,29
Семейство 21. Sellaphoraceae Mereschkowsky, 1902	1	1	1	0,61
Семейство 22. Stauroneidaceae D.G.Mann 1990	2	4	4	2,45
<b>Порядок 9. Rhopalodiales</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>17</b>	<b>10,45</b>

Семейство 23. Rhopalodiaceae (Karsten) Topachevs'kyj et Oksiyuk, 1960	2	7	17	10,45
<b>Порядок 10. Surirellales</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>3,68</b>
Семейство 24. Surirellaceae Kützing, 1844	2	5	6	3,68
<b>Порядок 11. Tabellariales</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>4,29</b>
Семейство 25. Tabellareaceae Kützing, 1844	3	5	7	4,29
<b>Порядок 12. Thalassiophysales</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>1,84</b>
Семейство 26. Catenulaceae Mereschkowsky, 1902	1	3	3	1,84
<b>Класс 2. Coscinodiscophyceae</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1,22</b>
<b>Порядок 13. Aulacoseirales</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0,61</b>
Семейство 27. Aulacoseiraceae R.M.Crawford 1990	1	1	1	0,61
<b>Порядок 14. Melosirales</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0,61</b>
Семейство 28. Paraliaceae R.M.Crawford in F.E. Round, R.M. Crawford et D.G. Mann 1990	1	1	1	0,61
<b>Класс 3. Mediophyceae</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0,61</b>
<b>Порядок 15. Stephanodiscales</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0,61</b>
Семейство 29. Stephanodiscaceae I.V.Makarova in Z.I.Glezer et I.V.Makarova, 1986	1	1	1	0,61
<b>Класс 4. Bacillariophyta classis incertae sedis</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0,61</b>
<b>Порядок 16. Bacillariophyta ordo incertae sedis</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0,61</b>
Семейство 30. Bacillariophyta familia incertae sedis	1	1	1	0,61

Класс Bacillariophyceae в исследованных источниках по систематическому отношению наиболее многообразен и включает 12 порядков, 26 семейств, 49 родов и 134 видов (159 с разновидностями и формами), что составляет 97,54% от общего числа диатомовых водорослей термальных и минеральных вод Памира.

Наибольшим видовым богатством среди этих порядков выделяются Naviculales — 28,83%, Cymbellales — 20,25%, Rhopalodiales — 10,43% и Bacillariales — 9,82%, объединяющие 113 таксонов из 15 семейств.

Самым богатым оказалось семейство Naviculaceae — 18 видов (22 ввт), за ним следуют Cymbellaceae — 18 (19), Rhopalodiaceae — 7 (17) и Bacillariaceae — 13 (16). По богатству таксонов выделяются роды *Navicula* — 17 видов (18 ввт), *Cymbella* — 14 (15), *Nitzschia* — 11(14), *Pinnularia* — 7 (7), *Epithemia* — 4 (10) и *Gomphonema* — 6 (7).

К часто встречающимся в сообществах термальных и минеральных вод Памира диатомовым относятся *Aulacoseira italica*, *Fragilaria vaucheriae*, *Hannaea arcus*, *Ulnaria oxyrhynchus*, *Diatoma vulgare*, *Brachysira serians*, *Cocconeis placentula*, *Cymbella hustedtii*, *Encyonema pergracile*, *Rhopalodia gibba*, *Nitzschia amphibia* и *Surirella angusta*.

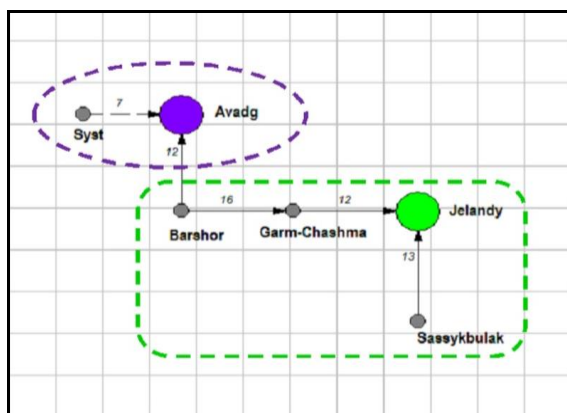
Диатомовые классы Coscinodiscophyceae и Mediophyceae представлены во флоре исследованных водоемов порядками Aulacoseirales, Melosirales и

Stephanodiscales: *Ellerbeckia arenaria*, *Stephanodiscus astraea* и *Aulacoseira italica*.

**Сравнительно-флористический анализ.** Из шести исследованных источников Памира (Джеланды, Авдж, Гарм-Чашма, Сассыкбулак, Сист и Баршор) термальные источники Джеланды по сравнению с другими по видовому богатству диатомей доминируют. Соответственно, вклад видового богатства этого источника в головную часть флоры изученных шести источников будет наибольшим.

Анализ головной части флористического спектра исследованных минеральных и термальных источников Памира показал, что 10 ведущих родов флористического списка включают 96 видов, представляющих 58% списка. Это роды, имеющие от 18 (*Navicula*) до 3-4 видов (*Diatoma*, *Cocconeis*, соответственно). Ранее мы подбирали методы для анализа головной части альгофлор [9] и выяснили, что 50% таксономического состава могут включать и меньшее число родов. Так, для изученной альгофлоры источников Памира оказалось, что половину видового состава включают всего 8 родов: *Navicula*, *Symbella*, *Nitzschia*, *Epithemia*, *Surirella*, *Rhopalodia*, *Pinnularia*. Это все обитатели дна или перифитона, характерные для неглубоких водоемов с доступностью субстрата для обрастаний.

По сравнению с близкорасположенными флорами диатомовых Южно-Таджикской депрессии [10] и Кавказа [11], диатомовые изученных источников Памира выглядят в целом менее разнообразными. Однако сравнение флор между источниками выявило высокую индивидуальность населения каждого из них. На рисунке 2 показано, что флористические общности формируются вокруг наиболее богатых флор источника Авдж и источника Джеланды. При этом мера включения флор не превышает 16% (Баршор-Гарм-Чашма), что подчеркивает индивидуальность каждой из них.



**Рис. 2.** Дендрограмма сходства флор диатомовых водорослей, рассчитанный в программе ГРАФС на основании таблицы 3 по коэффициентам сходства Серенсена-Чекановского.  
**Fig. 2.** Dendrogram of similarity for diatom communities that constructed on the base of Table 3 by the Serensen-Cheknovsky indices with GRAPHS Program.

**Выводы.** Таким образом, в результате наших исследований и анализа литературных данных, диатомей термальных и минеральных вод Памира оказались представлены 134 видами, включая внутривидовые таксоны — 166.

Подавляющее большинство из них распространённые виды, обитающие в водоёмах различного типа. Выявлено преобладание шовных форм класса Bacillariophyceae, приуроченных к обитанию на субстрате. Всего было отмечено 22 новых для Памира вида, которые нами уже были частично обозначены [12], но есть ещё многие, которые предстоит описать в отдельной работе. Выявлена высокая индивидуальность видового состава флор изученных источников. Полный список, представленный в настоящем исследовании, послужит основой для характеристики обитателей, населяющих особо охраняемые природные территории Памира.

### Литература

1. Джумаева Г. Р. Альгофлора основных термальных и минеральных источников Памира. Диссертация на соиск. уч. степ. канд. биол. наук. Душанбе, 2008. 151 с. // <http://www.dissercat.com/content/algoflora-osnovnykh-termalnykh-i-mineralnykh-istochnikov-pamira>; 04.06.2018.
2. Балонов И. М. Подготовка водорослей к электронной микроскопии // Методика изучения биогеоценозов внутренних водоёмов. – М.: Наука. 1975. С. 87–89.
3. Генкал С. И., Чекрыжева Т. А., Комулайнен С. Ф. Диатомовые водоросли водоёмов и водотоков Карелии. – М.: Научный мир, 2015. 202 с.
4. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып.4. Диатомовые водоросли. М. Сов. Наука, 1951. 619 с.
5. Lange-Bertalot H., Genkal S.I. Diatoms of Siberia. I. Iconographia Diatomologica. 1999. Vol. 6. P. Königstein: Koeltz Scientific Books. 303 p.
6. Guiry M.D., Guiry G.M. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway, 2017. <http://www.algaebase.org>; 24.05.2018.
7. Diatoms of North America. <https://diatoms.org/>; 24.05.2018.
8. Barinova S., Niyatbekov T. P. Algal Diversity of the Pamir High Mountain Mineral Springs in Environmental Variables Gradient // International Journal of Environmental Sciences & Natural Resources, 2017. 7(2): 555706. DOI: 10.19080/IJESNR.2017.07.555706.
9. Баринава С.С., Бобоев М.Т. Критический подход к флористическому анализу у пресноводных водорослей на примере флоры Южно-Таджикской депрессии. // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел Биологический. 2015. 120 (1). С. 40–48.
10. Barinova S., Boboev M., Hisoriev H. Freshwater algal diversity of the South-Tajik Depression in a high mountainous extreme environment. // Turkish Journal of Botany. 2015. 39. P. 535–546 and Supplement 1–22.
11. Barinova S.S., Kukhaleishvili L., Nevo E., Janelidze Z. Diversity and ecology of algae in the Algeti National Park as a part of the Georgian system of protected areas. // Turkish Journal of Botany. 2011. 35. P. 729–774.
12. Ниятбеков Т.П. Новые комбинации в порядке Araphales (Bacillariophyta) водоёмов Памира // Изв. АН РТ. Отд. биол. и мед. наук. 2015. № 3 (191). С. 14–17. // [http://journals.anrt.tj/obmn\\_soder.php?kat=00023477\\_2015\\_-\\_3](http://journals.anrt.tj/obmn_soder.php?kat=00023477_2015_-_3) (191); 24.05.2018.

# Diatoms (Bacillariophyta) of the Thermal and Mineral Water Sources of Pamir

T. P. Niyatbekov,<sup>1</sup> S. S. Barinova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Botany, Plant Physiology and Genetics

127 Karamov Str., Dushanbe, 734017, Republic of Tajikistan; e-mail: tohir-73@mail.ru

<sup>2</sup>Institute of Evolution, University of Haifa, Mount Carmel,

199 Abba Khoushi Ave., Haifa 3498838, Israel, e-mail: sophia@evo.haifa.ac.il

## Abstract

The diatoms of the thermal and mineral waters of the Pamir were represented by 138 species, and 163 infraspecific taxa as a result of our research of six mineral and thermal springs and analysis of references data. The vast majority of them are common species that live in different types of water bodies. The prevalence of sutural forms of the class Bacillariophyceae, preferred to habitation on the substrate, was revealed. The predominance of representatives of the families Naviculaceae (18 species), Cymbellaceae (18 species), the genera *Navicula*, *Cymbella*, and *Nitzschia* was revealed in the total composition of diatoms of the studied springs of Pamir. In total, 22 new species were found for the Pamir Mountains. The high individuality of the species composition of the floras of the studied sources is revealed. The complete list presented in this study will serve as a basis for characterizing the inhabitants represented the specially protected natural territories of the Pamir.

**Key words:** Bacillariophyta, Dzhelandy, Avdzh, Garm-Chashma, Sassykbulak, Sist, Barshor, Republic of Tajikistan.

## References

1. Dzhumayeva G. R., 2008, Algoflora of the main thermal and mineral springs of the Pamirs. PhD thesis, 151 p., Institut botaniki, Akademiya nauk Respubliki Tadjikistan, Dushanbe, viewed 4 June 2018 from <http://www.dissercat.com/content/algoflora-osnovnykh-termalnykh-i-mineralnykh-istochnikov-pamira>.
2. Balonov I. M., 1975, Podgotovka vodorosley k elektronnoy mikroskopii [Preparation of algae for electron microscopy], in *Metodika izucheniya biogeotsenozov vnutrennikh vodoyemov* [Methods for studying biogeocenoses in inland water bodies], pp. 87–89, Nauka, Moscow. (in Russ.)
3. Genkal C. I., Chekryzheva T. A., Komulaynen S. F., 2015, *Diatomovyye vodorosli vodoyemov i vodotokov Karelii* [Diatom Algae in Waterbodies and Watercourses of Karelia], 202 p., Nauchnyy mir, Moscow. (in Russ.)
4. *Opredelitel' presnovodnykh vodorosley SSSR. Vyp.4. Diatomovyye vodorosli*, 1951, [The determinant of freshwater algae of the USSR. Issue 4. Diatoms], 619 p., Nauka, Moscow. (in Russ.)
5. Lange-Bertalot H., Genkal S.I., 1999, *Diatoms of Siberia. I. Iconographia Diatomologica*, vol. 6, 303 p., Koeltz Scientific Books, Königstein.
6. Guiry M.D., Guiry G.M., 2017, *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway, viewed 24 May 2018 from <http://www.algaebase.org/>.
7. Diatoms of North America, viewed 24 May 2018 from <https://diatoms.org/>.
8. Barinova S., Niyatbekov T. P., 2017, Algal Diversity of the Pamir High Mountain Mineral Springs in Environmental Variables Gradient, *International Journal of Environmental Sciences & Natural Resources*, 7(2), pp. 555706. DOI: 10.19080/IJESNR.2017.07.555706.
9. Barinova S.S., Boboyev M.T., 2015, Kriticheskiy podkhod k floristicheskomu analizu u presnovodnykh vodorosley na primere flory Yuzhno-Tadjikskoy depressii [Critical approach to floral analysis in freshwater algae on the example of the flora of the South Tajik depression], *Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Department of Biology*, 120 (1), pp. 40–48. (in Russ.)
10. Barinova S., Boboev M., Hisoriev H., 2015, Freshwater algal diversity of the South-Tajik Depression in a high mountainous extreme environment, *Turkish Journal of Botany*, 39, pp. 535–546 and Supplement 1-22.
11. Barinova S.S., Kukhaleishvili L., Nevo E., Janelidze Z., 2011, Diversity and ecology of algae in the Algeti National Park as a part of the Georgian system of protected areas, *Turkish Journal of Botany*, 35, pp. 729–774.
12. Niyatbekov T. P., 2015, New combinations in the Order of Araphales (Bacillariophyta) of Pamir's waterbodies, *News of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan. Department of Biological and Medical Sciences*, 3 (191), pp.14–17, viewed 24 May 2018 from [http://journals.anrt.tj/obmn\\_soder.php?kat=00023477\\_2015\\_-\\_3](http://journals.anrt.tj/obmn_soder.php?kat=00023477_2015_-_3) (191). (in Russ.)

*Приложение. Река Гунт. Республика Таджикистан.*

*Attachment. Gunt River. Republic of Tajikistan.*



**Рис. 1** Прил. Долина реки Гунт. **Fig. 1** At. The valley of the Gunt River



**Рис. 2** Прил. Гора Хорог и река Гунт. **Fig. 2** At. Khorog Mountain and Gunt River.

## Редкие виды сосудистых растений Еврейской автономной области: ревизия и современный список

Т. А. Рубцова\*

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН

г. Биробиджан, 679016, Еврейская АО, Российская Федерация

e-mail: ecolicarp@mail.ru

### Аннотация

В статье приводятся результаты ревизии редких видов сосудистых растений Еврейской автономной области (ЕАО), входящих в региональную Красную книгу. Изложена краткая история вопроса, связанного с выявлением в ЕАО видов растений, нуждающихся в охране. На основе наших рекомендаций из Красной книги ЕАО (2006) были исключены 12 видов, численность которых восстановилась, антропогенное воздействие на популяции уменьшилось, виды с категорией 0 (возможно исчезнувшие), не отмеченные на данной территории в течение более ста лет, а также виды с изменившимся систематическим положением и требующие дополнительного определения. Для десяти видов изменены категории статусов охраны. Список видов, нуждающихся в особой охране, дополнен четырьмя видами: *Liparis makinoana* Schlechter – глянцелистник Макино; *Euryale ferox* Salisb. эвриала устрашающая; *Potentilla ancistrifolia* Bunge s. Str. – лапчатка крючковатолистная; *Gentiana macrophylla* Pall. – горечавка крупнолистная. Дан современный перечень сосудистых растений Красной книги ЕАО с указанием их категорий редкости, утверждённый в 2017 г. правительством ЕАО, он включает 132 вида (9,15% от всей флоры области), из них 28 видов находятся и в Красной книге Российской Федерации.

*Ключевые слова:* редкие виды сосудистых растений, Красная книга Еврейской автономной области, ревизия охраняемых видов.

Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов — самая хрупкая, но очень важная часть биоразнообразия, которая составляет основу целостности экосистем и биосферы в целом (из "Стратегия сохранения редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных, растений и грибов". Приказ министра природных ресурсов РФ от 06.04.2004).

Одна из причин исчезновения или сокращения численности растений связана с хозяйственной деятельностью человека: распашкой земель, выпасом скота, осушением болот, строительством городов и промышленных предприятий, автомобильных и железных дорог, линий электропередач, нефте и газопроводов. Подобные действия приводят к постепенному сокращению территорий, занятых естественной растительностью. В результате некоторые виды растений постепенно оказываются в угнетённом состоянии или даже исчезают. К исчезновению ряда видов растений ведут также загрязнение атмосферы и гидросферы, деградация почвенного покрова и другие факторы. Одной из главных причин исчезновения красивоцветущих и декоративных растений

---

\* Автор: Рубцова Тамара Александровна, канд. биол. наук, доцент, зав. лаб., Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН, г. Биробиджан; e-mail: ecolicarp@mail.ru.

являются массовые сборы. Так в ЕАО желтоцвет амурский *Chrysoceathus amurensis*, башмачок настоящий *Cypripedium calceolus* ещё 30 лет назад произрастали повсеместно или довольно часто, а в настоящее время нуждаются в особой охране.

Другая причина исчезновения растений — изменения в окружающей среде, не связанные с деятельностью человека: извержения вулканов, сильные засухи, лесные и степные пожары не антропогенного происхождения. Причиной исчезновения растений, обладающих пониженными адаптационными возможностями, могут стать изменения в окружающей среде, к которым они не в состоянии приспособиться. Особенно это свойственно эндемикам, занимающим небольшие территории.

Красные книги стали "инструментом" инвентаризации редких и находящихся под угрозой исчезновения видов, научным и юридическим фундаментом их охраны, экологического просвещения и образования населения. Проблема изучения и сохранения редких видов растений является актуальной, своевременной как на российском, так и на региональном уровнях.

Перечень редких, нуждающихся в охране видов сосудистых растений Еврейской автономной области впервые официально был утверждён постановлением главы администрации ЕАО от 17.05.1994 г. и опубликован в книге «Флора Еврейской автономной области» [1]. В него вошли 175 видов (авторы таксонов приведены в таблице 2. Названия таксонов приняты по региональной сводке «Сосудистые растения советского Дальнего Востока», с учётом последних флористических обработок М. В. Крюковой [2] и В. М. Старченко [3]). В 1997 г. вышла "Красная книга Еврейской автономной области (редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды сосудистых растений)" [4]. Она включала сведения о 178 видах. В последующие годы список растений, нуждающихся в охране, неоднократно корректировался (в 1998, 2000, 2002, 2003 годы). Это стало возможным благодаря активным, систематическим экспедиционным исследованиям, сначала на Малом Хингане, а потом и на всей территории ЕАО. В результате выявлено более 150 новых для области и Среднего Приамурья видов сосудистых растений, изучено современное состояние большинства "краснокнижных" видов в природе [5–13]. Основные работы, связанные с ревизией списка растений, нуждающихся в охране, были проведены в 2005 г. членами рабочей группы, утверждённой Комиссией по редким, исчезающим видам растений, животных и грибов ЕАО. За 10 лет из списка было исключено 83 вида, а 48 видов его дополнили. В списке сосудистых растений, нуждающихся в охране, утверждённом постановлением правительства ЕАО от 30.06.2005 г., было приведено 140 видов (10% от флоры ЕАО).

С 1994 по 2016 гг. в ходе полевых работ было изучено распространение охраняемых в ЕАО видов сосудистых растений, как на территории всей области, так и на особо охраняемых природных территориях (ООПТ) региона. За этот

период нами выявлено более 800 новых местонахождений, составлены точечные карты известных, изучены эколого-ценотические условия произрастания большинства охраняемых видов растений, определены категории редкости видов [11–13]. При формировании перечня таксонов для Красной книги учитывался опыт коллег из других регионов [2, 14, 15]. Список видов сосудистых растений, рекомендуемый к исключению из Красной книги Еврейской автономной области [16], составлен на основе рекомендаций специалистов, которые в течение длительного времени участвовали в экспедиционных исследованиях на территории области.

Цель данной работы: на основании ревизии состояния редких и потенциально редких сосудистых растений в природе составить актуальный список видов, нуждающихся в охране в ЕАО.

С использованием результатов проведенных исследований, обобщения оригинальных данных и литературных сведений список видов, нуждающихся в особой охране, дополнен четырьмя таксонами.

1) *Liparis makinoana* – глянцилистник Макино (редкий, декоративный вид, включённый в Красную книгу РФ [17]). В ЕАО обнаружено два местонахождения этого вида, произрастающего немногочисленными группами в лиственных лесах. В области проходит северная граница ареала глянцилистника Макино (Рис. 1).



Рис. 1. Глянцилистник Макино *Liparis makinoana* и местонахождения вида в ЕАО.  
Fig. 1. *Liparis makinoana* Schlechter and the location of the species in the Jewish AR (JAR).

2) *Euryale ferox* – эвриала устрашающая. Очень редкий, реликтовый вид водных растений, включённый в Красную книгу РФ. Произрастает в автономии на северной границе ареала, отмечен лишь в двух местонахождениях (Рис. 2).

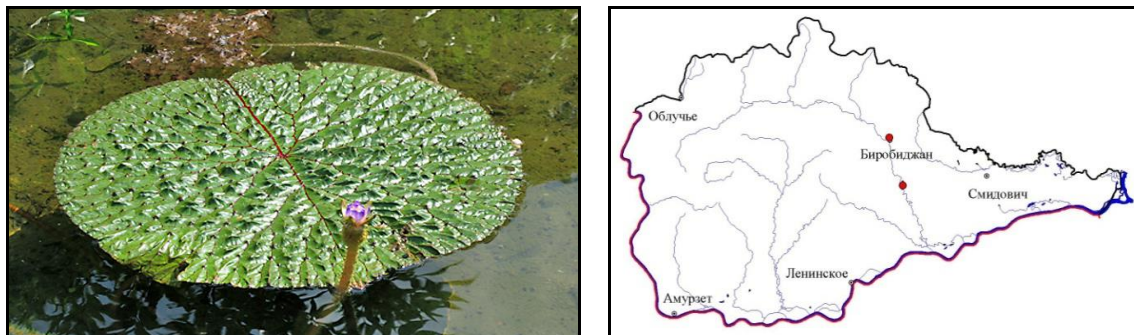


Рис. 2. Эвриала устрашающая *Euryale ferox* и местонахождения вида в ЕАО.  
Fig. 2. *Euryale ferox* Salisb. and the location of the species in the Jewish Autonomous Region

3) *Potentilla ancistrifolia* – лапчатка крючковатолистная. Новый для России вид. Единственное известное в РФ местонахождение расположено на г. Филиппова в ЕАО [18]. Вид произрастает дизъюнктивно на северной границе ареала (Рис. 3).

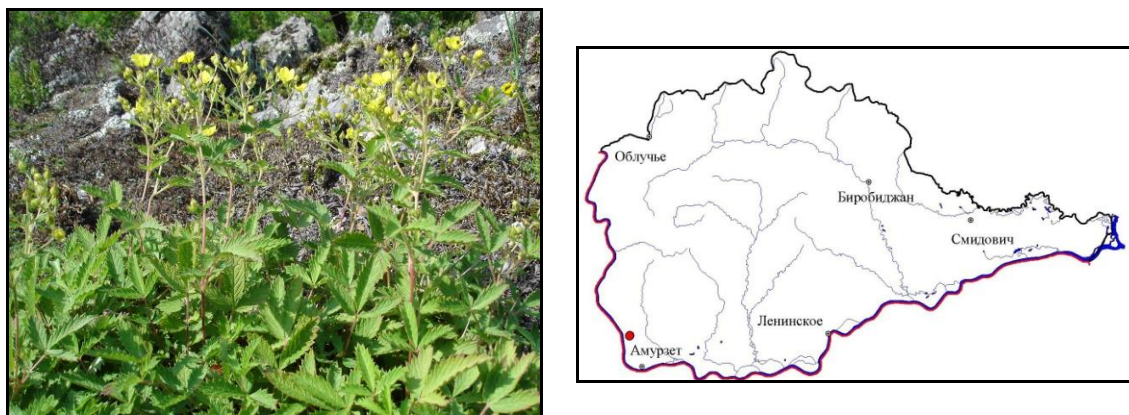


Рис. 3. Лапчатка крючковатолистная *Potentilla ancistrifolia* и местонахождение вида в ЕАО.  
Fig. 3. *Potentilla ancistrifolia* Bunge s. str. and the location of the species in the Jewish Autonomous Region.

4). *Gentiana macrophylla* – горечавка крупнолистная. Редкий, декоративный и лекарственный вид, произрастающий в ЕАО на северо-восточной границе ареала. В автономии выявлено единственное местонахождение (Рис. 4).



Рис. 4. Горечавка крупнолистная *Gentiana macrophylla* и местонахождение вида в ЕАО.  
Fig. 4. *Gentiana macrophylla* Pall. and the location of the species in the Jewish Autonomous Region.

На основании обследования состояния видов в естественных местообитаниях на территории ЕАО изменены категории редкости для десяти видов (Табл. 1).

Таблица 1. Список видов сосудистых растений с изменённой категорией редкости в Красной книге Еврейской автономной области  
Table 1. List of protected species of vascular plants of the Jewish Autonomous Region

№ п/п	Русское и латинское названия видов	Категория редкости в Красной книге ЕАО (2006)	Рекомендуемая категория редкости	Краткие обоснования к изменению категории редкости видов
1	Бразения Шребера <i>Brasenia schreberi</i>	1	3б	Выявлены новые местонахождения вида в Смидовичском районе ЕАО. Локальная популяция находится в благополучном состоянии, проективное покрытие растений в водоемах высокое. Встречаются особи, как с вегетативными, так и с генеративными органами.
2	Венерин башмачок пятнистый <i>Cypripedium guttatum</i>	2б	3б	Вид находится в прогрессирующем состоянии, спорадически встречается в широколиственных и хвойно-широколиственных лесах области. Выявлено много новых местонахождений. Вид не является сокращающимся в численности.
3	Виноградовник японский <i>Ampelopsis japonica</i>	1	3д	На территории области выявлена новая ценопопуляция вида на г. Остряк. Вид в регионе находится в хорошем состоянии, не под угрозой исчезновения, имеется большое количество плодоносящих

№ п/п	Русское и латинское названия видов	Категория редкости в Красной книге ЕАО (2006)	Рекомендуемая категория редкости	Краткие обоснования к изменению категории редкости видов
				растений.
4	Древогубец плетеобразный <i>Celastrus flagellaris</i>	2а	3д	Вид находится в благополучном состоянии. Выявлено несколько новых местонахождений вида в долине реки Амур. Растения находятся в хорошем жизненном состоянии, имеются плодоносящие особи.
5	Дурнолистник Ятабе <i>Dysophylla jatabeana</i>	2а	1	За последнее десятилетие растения данного вида не выявлены, в связи с этим рекомендуется повышение категории редкости до 1 (находящиеся под угрозой исчезновения).
6	Жимолость Маака <i>Lonicera maackii</i>	2а	3д	Вид не сокращается в численности в регионе, выявлены новые местонахождения в долине реки Амур. Кустарники находятся в благополучном состоянии, имеются цветущие и плодоносящие растения.
7	Кирказон скрученный <i>Aristolochia contorta</i>	2а	1	На территории области имеется одно местонахождение данного вида. За последнее десятилетие другие местонахождения вида не выявлены. Местообитание вида (левый берег залива реки Вертопрашиха) находится в зоне интенсивного антропогенного воздействия в связи со строительством моста через р. Амур.
8	Лотос Комарова <i>Nelumbo komarovii</i>	1	2а	Многолетние исследования вида показали то, что он не находится под угрозой исчезновения, а в ряде водоемов области сокращается в численности в результате изменения природно-антропогенных условий существования. В связи с этим целесообразно изменить категорию редкости на 2а.
9	Пион молочнокветковый <i>Paeonia lactiflora</i>	2б	3б	Полевые исследования последних десяти лет показали, что данный

№ п/п	Русское и латинское названия видов	Категория редкости в Красной книге ЕАО (2006)	Рекомендуемая категория редкости	Краткие обоснования к изменению категории редкости видов
				вид широко распространен в соответствующих местообитаниях сухих широколиственных лесов, способен развиваться в пирогенных сообществах. Категория «сокращающиеся в численности виды» (2б) данному виду не соответствует.
10	Сверция чемерицевая <i>Swertia veratroides</i>	1	3д	Выявлены новые местонахождения вида на хр. Даур. В связи с этим целесообразно изменить категорию редкости вида. Вид не находится под угрозой исчезновения.

В ходе полевых исследований выявлено реальное состояние «краснокнижных» видов. По разным причинам рекомендовано исключить 12 видов из Красной книги ЕАО [16]:

1) виды, расширяющие свой ареал в ЕАО, локальные популяции видов на территории области находятся в благоприятном состоянии, отсутствуют агрессивные угрожающие факторы: зорька (лихнис) сверкающая *Lychnis fulgens*, лилия пенсильванская (даурская) *Lilium pensylvanicum*, орех маньчжурский *Juglans mandshurica*, рододендрон даурский *Rhododendron dauricum*;

2) представитель активно размножающегося рода, сложно идентифицируемый в природной среде: рогульник (водяной орех) маньчжурский *Trapa manshurica*;

3) виды с изменившимся таксономическим положением: ломонос кокорышелистный *Clematis aethusifolia*;

4) виды, требующие уточнения в определении: любка дальневосточная *Platanthera extremiorientalis*;

5) виды с категорией редкости 0 («вероятно исчезнувшие виды»), не отмечавшиеся более ста лет на территории ЕАО: недотрога Маака *Impatiens maackii*, сассапариль Максимовича *Smilax maximowiczii*, спаржа маловетвистая *Asparagus oligoclonos*, трехкосточник выямчатый *Triosteum sinuatum*, хоста ланцетолистная *Hosta lancifolia*.

В настоящее время обновленный список сосудистых растений ЕАО, нуждающихся в охране включает 132 вида (9,15% от всей флоры области) (Табл. 2). Из этого числа 28 видов включены в Красную книгу Российской Федерации [17].

Таблица 2. Список охраняемых видов сосудистых растений Еврейской автономной области  
 Table 2. Ratio of the main systematic groups of vascular plants of the EAO flora  
 and the Red Book of the Jewish Autonomous Region (2017)

№ п/п	Русское название	Латинское название	Красная книга ЕАО (категория редкости)	Красная книга РФ (категория редкости)
1	Адлумия азиатская	<i>Adlumia asiatica</i> Ohwi	3д	2а
2	Алевроптерис серебристый	<i>Aleuritopteris argentea</i> (S.G. Gmel.) Fee	3в	–
3	Альдрованда пузырчатая	<i>Aldrovanda vesiculosa</i> L.	2а	3в
4	Ахудемия японская	<i>Achudemia japonica</i> Maxim.	3в	–
5	Бородатка японская	<i>Pogonia japonica</i> Reichenb. fil.	2а	3г
6	Боярышник перистонадрезанный	<i>Crataegus pinnatifida</i> Bunge	3г	–
7	Бразения Шребера	<i>Brasenia schreberi</i> J.F. Gmel.	3б	1
8	Бровник одноклубневый	<i>Herminium monorchis</i> (L.) R. Br.	2а	–
9	Василистник ложнолепестковый	<i>Thalictrum petaloideum</i> L.	3в	–
10	Венерин башмачок крупноцветковый	<i>Cypripedium macranthos</i> Sw.	2б	3б
11	Венерин башмачок настоящий	<i>Cypripedium calceolus</i> L.	2б	3б
12	Венерин башмачок пятнистый	<i>Cypripedium guttatum</i> Sw.	3б	–
13	Весенник звёздчатый	<i>Eranthis stellata</i> Maxim.	3г	–
14	Виноградовник коротконожковый	<i>Ampelopsis</i> <i>brevipedunculata</i> (Maxim.) Trautv.	3г	–
15	Виноградовник японский	<i>Ampelopsis japonica</i> (Thunb.) Makino	3д	1
16	Влагалищцветник тонкий	<i>Coleanthus subtilis</i> (Tratt.) Seidel	2а	1
17	Водосбор зеленоцветковый	<i>Aquilegia viridiflora</i> Pall.	2а	–
18	Воробейник краснокорневой	<i>Lithospermum</i> <i>erythrorhizon</i> Siebold et Zucc.	3г	–
19	Галеарис (ятрышник) круглогубый	<i>Galearis (Orchis)</i> <i>cyclochila</i> (Franch. et Savat.) Soo	2а	–
20	Глянцелистник (липарис) японский	<i>Liparis japonica</i> (Miq.) Maxim.	3д	3в

№ п/п	Русское название	Латинское название	Красная книга ЕАО (категория редкости)	Красная книга РФ (категория редкости)
21	Глянцелистник Макино	<i>Liparis makinoana</i> Schlechter	3д	3д
22	Гнездовка азиатская	<i>Neottia asiatica</i> Ohwi	2а	–
23	Гнездовка сосочконосная	<i>Neottia papilligera</i> Schlechter	3г	–
24	Гнездоцветка клубочковая	<i>Neottianthe cucullata</i> (L.) Schlechter	3б	3б
25	Горечавка крупнолистная	<i>Gentiana macrophylla</i> Pall.	3д	–
26	Горноятрышник (ореорхис) раскидистый	<i>Oreorchis patens</i> (Lindl.) Lindl.	1	–
27	Груша уссурийская	<i>Pyrus ussuriensis</i> Maxim.	3г	–
28	Губастик тоненький	<i>Mimulus tenellus</i> Bunge	3г	–
29	Гусиный лук малоцветковый	<i>Gagea pauciflora</i> Turcz. ex Ledeb.	1	–
30	Гюльденштедтия весенняя	<i>Gueldenstaedtia verna</i> (Georgi) Boriss.	3в	–
31	Дейция гладкая	<i>Deutzia glabrata</i> Kom.	1	2а
32	Деннштедтия Вильфорда	<i>Dennstaedtia wilfordii</i> (Moore) Christ	3д	–
33	Деннштедтия волосистая	<i>Dennstaedtia hirsuta</i> (Sw.) Mett.	2а	–
34	Диоскорея ниппонская	<i>Dioscorea nipponica</i> Makino	3д	2б
35	Древогубец плетеобразный	<i>Celastrus flagelialis</i> Rupr.	3д	–
36	Дремлик сосочковый	<i>Epipactis papillosa</i> Franch. et Savat.	2а	–
37	Дремлик Тунберга	<i>Epipactis thunbergii</i> A. Gray	2а	–
38	Дурнолистник Ятабе	<i>Dysophylla jatabeana</i> Makino	1	–
39	Желтоцвет амурский (Горицвет амурский)	<i>Chrysocyathus</i> <i>amurensis</i> (Regel et Radde) Holub ( <i>Adonis amurensis</i> Regel et Radde)	2б	–
40	Женьшень обыкновенный	<i>Panax ginseng</i> C.A. Meu.	0	1
41	Живокость крупноцветковая	<i>Delphinium grandiflorum</i> L.	3в	–
42	Живокость Маака	<i>Delphinium maackianum</i> Regel	3г	–

№ п/п	Русское название	Латинское название	Красная книга ЕАО (категория редкости)	Красная книга РФ (категория редкости)
43	Жимолость Маака	<i>Lonicera maackii</i> (Rupr.) Herd.	3д	–
44	Звездчатка вильчатая	<i>Stellaria dichotoma</i> L.	3г	–
45	Истод японский	<i>Polygala japonica</i> Houtt.	3г	–
46	Калипсо луковичная	<i>Calypso bulbosa</i> (L.) Oakes	1	3б
47	Кальдезия почковидная	<i>Caldesia reniformis</i> (D. Don) Makino	2а	1
48	Камыш nipпонский	<i>Scirpus nipponicus</i> Makino	3г	–
49	Карагана маньчжурская	<i>Caragana manshurica</i> (Kom.) Kom.	3г	–
50	Касатик мечевидный	<i>Iris ensata</i> Thunb.	3д	3г
51	Касатик низкий	<i>Iris humilis</i> Georgi	2а	–
52	Кедр корейский (Сосна корейская)	<i>Pinus koraiensis</i> Siebold et Zucc.	3г	–
53	Кирказон скрученный	<i>Aristolochia contorta</i> Bunge	1	–
54	Кислица обратнотреугольная	<i>Oxalis obtriangulata</i> Maxim.	2а	–
55	Ковыль байкальский	<i>Stipa baicalensis</i> Roshev.	1	–
56	Кокушник комарниковый	<i>Gymnadenia conopsea</i> (L.) R. Br.	2а	–
57	Колокольник мелковолосистый	<i>Codonopsis pilosula</i> (Franch.) Nannf.	3г	–
58	Копеечник альпийский	<i>Hedysarum alpinum</i> L.	2а	–
59	Костенец стеной	<i>Asplenium ruta-muraria</i> L.	2а	–
60	Кривокучник сибирский	<i>Camptosorus sibiricus</i> Rupr.	3б	–
61	Крылаточашечник вьющийся	<i>Pterigocalyx volubilis</i> Maxim.	3г	–
62	Кубышка малая	<i>Nuphar pumila</i> (Timm) DC.	2а	–
63	Купена обертковая	<i>Polygonatum involucratum</i> (Franch. et Savat.) Maxim.	3б	–
64	Лапчатка крючковатолистная	<i>Potentilla ancistrifolia</i> Bunge s. str.	3д	–
65	Ластовень заострённый	<i>Vincetoxicum acuminatum</i> Decne.	3г	–
66	Ластовень неприятный	<i>Vincetoxicum inamoenum</i> Maxim.	3г	–

№ п/п	Русское название	Латинское название	Красная книга ЕАО (категория редкости)	Красная книга РФ (категория редкости)
67	Ластовень стеблеобъемлющий	<i>Vincetoxicum amplexicaule</i> Siebold et Zucc.	3г	–
68	Лилия Буша	<i>Lilium buschianum</i> Lodd.	2б	–
69	Лилия двурядная	<i>Lilium distichum</i> Nakai	2б	–
70	Лилия мозолистая	<i>Lilium callosum</i> Siebold et Zucc.	2б	3г
71	Лилия низкая	<i>Lilium pumilum</i> Delile	2б	–
72	Лимонник китайский	<i>Schisandra chinensis</i> (Turcz.) Baill.	2б	–
73	Ллойдия трёхцветковая	<i>Lloydia triflora</i> (Ledeb.) Baker	2а	–
74	Ломонос пильчатолостный	<i>Clematis serratifolia</i> Rehder	3г	–
75	Ломонос ширококорассечённый	<i>Clematis latisecta</i> (Maxim.) Prantl	2а	–
76	Лотос Комарова	<i>Nelumbo komarovii</i> Grossh.	2а	3г
77	Лунокучник густосорусовый	<i>Lunathyrium pycnosorum</i> (Christ) Koidz.	3г	–
78	Любка комарниковая	<i>Platanthera tipuloides</i> (L. f.) Lindl.	3д	–
79	Любка Фрейна	<i>Platanthera freynii</i> Kraenzl.	3д	–
80	Маточник Зибольда (Дудник Микеля)	<i>Ostericum sieboldii</i> (Mig.) Nakai ( <i>Angelica miqueliana</i> Maxim.)	2а	–
81	Многорядник укореняющийся	<i>Polystichum craspedosorum</i> (Maxim.) Diels	3г	–
82	Мякотница однолистная	<i>Malaxis monophyllos</i> (L.) Sw.	3б	–
83	Надбородник безлистный	<i>Epipogium aphyllum</i> (F.W. Schmidt) Sw.	1	2а
84	Нителистник сибирский	<i>Filifolium sibiricum</i> (L.) Kitam.	3в	–
85	Новомолиния маньчжурская	<i>Neomolinia mandshurica</i> (Maxim.) Honda	3д	–
86	Норичник амгунский	<i>Scrophularia amgunensis</i> Fr. Schmidt	2а	–
87	Омежник яванский	<i>Oenanthe javanica</i> DC.	3г	–
88	Пион молочноцветковый	<i>Paeonia lactiflora</i> Pall.	3б	2б
89	Пион обратнойцевидный	<i>Paeonia obovata</i> Maxim.	2б	3б

№ п/п	Русское название	Латинское название	Красная книга ЕАО (категория редкости)	Красная книга РФ (категория редкости)
90	Пиррозия длинночерешковая	<i>Pyrrhosia petiolosa</i> (Christ et Baroni) Ching	3г	3г
91	Плаунок тамарисковый	<i>Lycopodioides tamariscina</i> (P. Beauv.) Tzvel. ( <i>Selaginella tamariscina</i> (Beauv.) Spring)	3б	–
92	Подлесник красноцветковый	<i>Sanicula rubriflora</i> Fr. Schmidt ex Maxim.	3б	–
93	Подмаренник удивительный	<i>Galium paradoxum</i> Maxim.	3г	–
94	Поллопестник зелёный	<i>Coeloglossum viride</i> (L.) C. Hartm.	3б	–
95	Понерорхис малоцветковый	<i>Ponerorchis pauciflora</i> (Lindl.) Ohwi	3д	2а
96	Прострел китайский	<i>Pulsatilla chinensis</i> (Bunge) Regel	3г	–
97	Протовудсия маньчжурская	<i>Protowoodsia manchuriensis</i> (Hook.) Ching	3г	–
98	Пузыреплодник амурский	<i>Physocarpus amurensis</i> (Maxim.) Maxim.	3г	–
99	Пустырник крупноцветковый	<i>Leonurus macranthus</i> Maxim.	3г	–
100	Пучкоцвет трубкоцветковый	<i>Phacellanthus tubiflorus</i> Siebold et Zucc.	2а	–
101	Пятилисточник кустарниковый	<i>Pentaphylloides fruticosa</i> (L.) O. Schwarz	3б	–
102	Рапontiкум одноцветковый (большеголовник одноцветковый)	<i>Rhaponticum uniflorum</i> DC. ( <i>Stemmacantha uniflora</i> (L.))	3в	–
103	Рябчик Максимовича	<i>Fritillaria maximowiczii</i> Freyn	3д	–
104	Сверция чемерицевая	<i>Swertia veratroides</i> Maxim. ex Kom.	3д	–
105	Свободнаягодник (акантопанакс) сидячецветковый	<i>Eleutherococcus sessiliflorus</i> (Rupr. et Maxim.) S.Y. Hu	3д	–
106	Секуринага полукустарниковая	<i>Securinega suffruticosa</i> (Pall.) Rehd.	3в	–
107	Скрученник китайский	<i>Spiranthes sinensis</i> (Pers.) Ames	3б	–
108	Смородина лежачая	<i>Ribes procumbens</i> Pall.	3б	–

№ п/п	Русское название	Латинское название	Красная книга ЕАО (категория редкости)	Красная книга РФ (категория редкости)
109	Соссюрея блестящая	<i>Saussurea splendida</i> Kom.	3а	–
110	Соссюрея крупнолистная	<i>Saussurea grandifolia</i> Maxim.	3д	–
111	Соссюрея уссурийская	<i>Saussurea ussurienis</i> Maxim.	3г	–
112	Стевенция левкойная	<i>Stevenia cheiranthoides</i> DC.	2а	–
113	Тайник сосновый (Тайник Саватье)	<i>Listera pinetorum</i> Lindl. ( <i>Listera savatieri</i> Maxim. ex Kom.)	3д	–
114	Трапелла китайская	<i>Trapella sinensis</i> Olivier	3д	3г
115	Трёхбородник китайский	<i>Tripogon chinensis</i> (Franch.) Hack.	3г	2а
116	Тромсдорфия реснитчатая	<i>Trommsdorffia ciliata</i> (Thunb.) Sojak	3б	–
117	Фиалка Кузнецова	<i>Viola kusnezowiana</i> W. Beck.	3г	–
118	Фиалка Мюльдорфа	<i>Viola muehldorfii</i> Kiss	2а	–
119	Фиалка одноцветковая	<i>Viola uniflora</i> L.	2а	–
120	Фиалка реснитчато – чашелистниковая	<i>Viola trichosepala</i> (W. Beck.) Juz.	2а	–
121	Хризантема Завадского (Дендрантема Завадского)	<i>Chrysanthemum zawadskii</i> Herbich ( <i>Dendranthema zawadskii</i> (Herbich) Tzvel.)	3б	–
122	Хризантема нактонгенская (Дендрантема нактонгенская)	<i>Chrysanthemum naktongense</i> Nakai ( <i>Dendranthema naktongense</i> (Nakai) Tzvel.)	3г	–
123	Чий сибирский	<i>Achnatherum sibiricum</i> (L.) Keng ex Tzvel.	3г	–
124	Шерстестебельник Комарова	<i>Eriocaulon komarovii</i> Tzvel.	2а	1
125	Шиповник корейский	<i>Rosa koreana</i> Kom.	3в	–
126	Ширококолокольчик крупноцветковый	<i>Platycodon grandiflorus</i> (Jacq.) A. DC.	3д	–
127	Шлемник байкальский	<i>Scutellaria baicalensis</i> Georgi	2а	–
128	Щитовник Геринга	<i>Dryopteris goeringiana</i> (G. Kunze) Koidz.	3г	–

№ п/п	Русское название	Латинское название	Красная книга ЕАО (категория редкости)	Красная книга РФ (категория редкости)
129	Щиточешуйник уссурийский	<i>Pleopeltis ussuriensis</i> Regel et Maack	3г	–
130	Эвриала устрашающая	<i>Euryale ferox</i> Salisb.	1	1
131	Эдельвейс скученный	<i>Leontopodium conglobatum</i> (Turcz.) Hand.-Mazz.	2а	–
132	Юнгия тонколистная	<i>Youngia tenuifolia</i> (Willd.) Babc. et Stebbins	3в	–

\* Использована классификация категорий редкости видов, принятая в Красной книге Российской Федерации (2008) и в Красной книге Еврейской автономной области (2006)

Данный список утверждён постановлением правительства Еврейской автономной области № 49-пп от 17.02.2017 «О внесении изменения в приложение 2 к постановлению правительства Еврейской автономной области от 30.06.2005 № 156-пп «Об утверждении перечней видов животных, растений и грибов, включённых в Красную книгу Еврейской автономной области».

Виды обновлённого списка нуждающихся в охране сосудистых растений ЕАО, имеют разные категории редкости, которые соответствуют Красной книге Российской Федерации (2008) [17].

**Категория 0** (вероятно исчезнувшие виды); к категории отнесён 1 вид — женьшень настоящий – *Panax ginseng*. Последние сведения о произрастании вида в регионе приходятся на девяностые годы XX века [1; 2].

**Категория 1** (виды, находящиеся под угрозой исчезновения); к категории отнесено 9 видов: калипсо луковичная *Calypso bulbosa*, бразения Шребера *Brasenia schreberi*, виноградник японский *Ampelopsis japonica* и другие.

**Категория 2** (сокращающиеся виды) делится на две подкатегории:

– 2а (таксоны, сокращающиеся в численности в результате изменения условий существования); на территории ЕАО к подкатегории 2а отнесены 30 видов: бородатка японская *Pogonia japonica*, влагищецветник тонкий *Coleanthus subtilis*, кубышка малая *Nuphar pumila* и др.

– 2б (таксоны, сокращающиеся в численности в результате чрезмерного использования человеком); к подкатегории 2а отнесены 9 видов: желтоцвет амурский *Chrysocephalus amurensis*, лимонник китайский *Schisandra chinensis* и др.

**Категория 3** (редкие виды) разбита на подкатегории по различным критериям:

– 3а (1 вид) — узкоареальные эндемики (сосюрея блестящая *Saussurea splendida*);

– 3б (15 видов) — редкий вид, имеющий значительный ареал, в пределах которого встречается спорадически с небольшой численностью популяций (Гнездоцветка клубочковая *Neottianthe cucullata*, скрученник китайский *Spiranthes sinensis* и др.);

– 3в (10 видов) — редкий вид, имеющий узкую экологическую приуроченность (нителистник сибирский *Filifolium sibiricum*, алевритоптерис серебристый *Aleuritopteris argentea* и др.);

– 3г (35 видов) — вид, находящийся на границе ареала (виноградовник коротконожковый *Ampelopsis brevipedunculata*, колокольчик мелковолоосистый *Codonopsis pilosula*, пустырник крупноцветковый *Leonurus macranthus*, воробейник краснокорневой *Lithospermum erythrorhizon* и др.);

– 3д (22 вида) — редкий вид с ограниченным ареалом, часть которого находится на территории России (любка Фрейна *Platanthera freynii*, трапелла китайская *Trapella sinensis*, рябчик Максимовича *Fritillaria maximowiczii* и др.).

В результате проведенных исследований и анализа полученных материалов нами предложен дополнительный список видов, нуждающихся в особой охране на региональном уровне, изменены категории редкости охраняемых видов, рекомендовано исключение ряда видов из Красной книги ЕАО (в редакции 2006 г.).

Включение растений в Красные книги и разработка нормативно-правовой базы, обеспечивающей ведение Красных книг, — это важное направление, связанное с сохранением наиболее уязвимой части биоты — редких видов. Наряду с этим приоритетное значение в сохранении редких видов растений имеют так же особо охраняемые природные территории разного уровня. «Краснокнижные» виды растений, растущие на охраняемых территориях, находятся, можно сказать, под двойной защитой. В ЕАО 109 видов сосудистых растений из Красной книги ЕАО произрастают на особо охраняемых природных территориях федерального и регионального уровней.

### Литература

1. Крюкова М.В. Сосудистые растения Нижнего Приамурья. Владивосток: Дальнаука, 2013. 354 с.
2. Старченко В.М. Флора Амурской области и вопросы её охраны: Дальний Восток России. М.: Наука, 2008. 228 с.
3. Белая Г.А. Флора сосудистых растений Еврейской автономной области: Аннотированный список видов. Владивосток: Дальнаука, 1994. 108 с.
4. Белая Г.А., Морозов В.Л. Красная книга Еврейской автономной области. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды сосудистых растений. Владивосток: Дальнаука, 1997. 388 с.
5. Белая Г.А., Морозов В.Л., Рубцова Т.А. Дополнения к флоре Еврейской автономной области // Ботанический журнал. 1996. Т. 81, № 5. С. 93–97.
6. Рубцова Т.А. Новые виды для флоры Еврейской автономной области // Человеческое измерение в региональном развитии: тез. докл. IV междунар. симпоз. Биробиджан: ИКАРП ДВО РАН, 1998. С. 99–103.

7. Рубцова Т.А., Недолужко В.А. Дополнения к адвентивной флоре Еврейской автономной области // Бюллетень МОИП. Отд. биол. 1999. Т. 104, вып. 2. С. 61–62.
8. Рубцова Т.А. Флора Малого Хингана. Владивосток: Дальнаука, 2002. 194 с.
9. Рубцова Т.А., Антонова Л.А., Старченко В.М. Новые для флоры Еврейской автономной области виды сосудистых растений // Ботанический журнал. 2003. Т. 88, № 10. С. 123–127.
10. Рубцова Т.А. Редкие виды растений Еврейской автономной области, их распространение в биотопах и на особо охраняемых природных территориях // Научные исследования в заповедниках Дальнего Востока: материалы VI Дальневост. конф. по заповедному делу. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2004. Ч. II. С. 92–96.
11. Рубцова Т.А., Фетисов Д.М., Гелунов А.Н. Распространение и видовое разнообразие хвойно-широколиственных лесов хребта Чурки (Среднеамурская низменность) // Региональные проблемы. 2013. Т. 16, № 1. С. 35–40.
12. Рубцова Т. А., Антонова Л. А., Грибков В. В. Флористические находки на территории Еврейской автономной области // Региональные проблемы. 2014. Т. 17, № 1. С. 21–23.
13. Рубцова Т.А. Флора Еврейской автономной области. Хабаровск: Антар, 2017. 241 с.
14. Саксонов С.В., Розенберг Г.С. Организационные и методические аспекты ведения региональных Красных книг. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2000. 164 с.
15. Красная книга Хабаровского края: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных / ред. Б.А.Воронов. – Хабаровск: «Приамурские ведомости» 2008. 632 с.
16. Красная книга Еврейской автономной области. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов / отв. ред. Т.А. Рубцова. Новосибирск: АРГА, 2006. 248 с.
17. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / гл. редколл. Ю.П. Трутнев и др.; сост. Р.В. Камелин и др. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 855 с.
18. Рубцова Т.А., Якубов В.В. *Potentilla ancistrifolia* (Rosaceae) на Дальнем Востоке России. *Turczaninowia*. 17 (2). 2014. С. 53–60.

## Rare Species of Vascular Plants of the Jewish Autonomous Region: Audit and Modern List

T. A. Rubtsova

*Institute for Complex Analysis of Regional Problems Far Eastern Branch Russian Academy of Sciences  
Birobidzhan, 679016, Jewish Autonomous Region, Russian Federation  
e-mail: ecolincarp@mail.ru*

### Abstract

The article presents the results of the revision of rare species of vascular plants of the Jewish Autonomous Region (JAR) included in the regional Red Data Book. A short history of the issue related to the identification of species of plants in need of protection in the JAR is presented. Based on our recommendations, 12 species have been excluded from the Red Data Book of the JAR (2006), the number of which has recovered, anthropogenic impact on the population has decreased, species with category 0 (possibly extinct), not marked in this area for more than a hundred years, changed the systematic position and require additional definition. For ten types, the categories of guard status have been changed. The list of species that need special protection is supplemented by four types: *Liparis makinoana* Schlechter; *Euryale ferox* Salisb.; *Potentilla ancistrifolia* Bunge s. str.; *Gentiana macrophylla* Pall. The modern list of vascular plants of the Red Book of the JAR, indicating their rarity categories, approved in 2017 by the JAR government, includes 132 species (9.15% of the entire flora of the region), of which 28 species are found in the Red Data Book of the Russian Federation.

*Key words:* rare species of vascular plants, Red Book of the Jewish Autonomous Region, revision of protected species.

## References

1. Kryukova M.V., 2013, *Vascular Plants of the Lower Priamurje*, 354 p., Dalnauka, Vladivostok. (in Russ.)
2. Starchenko V.M., 2008, *Flora of Amur region and Problems of its Conservation: Far East of Russia*, 228 p., Nauka, Moscow. (in Russ.)
3. Belaya G. A., 1994, *Flora sosudistykh rasteniy Yevreyskoy avtonomnoy oblasti: Annotirovannyi spisok vidov* [Flora of Vascular Plants of the Jewish Autonomous Region: An Annotated List of Species], 108 p., Dal'nauka, Vladivostok. (in Russ.)
4. Belaya G.A., Morozov V.L., 1997, *Red Data Book of the Jewish Autonomous Region. Part 1. Rare and Endangered Species of Vascular Plants*. 388 p., Dalnauka, Vladivostok. (in Russ.)
5. Belaya G.A., Morozov V.L., Rubtsova T.A., 1996, Addition to the Flora of Jewish Autonomous Region, *Botanicheskii Zhurnal*, vol. 81, no. 5, pp. 93–97. (in Russ.)
6. Rubtsova T.A., 1998, New Flora Species in JAR, in *Human Aspects of Regional Development, Proceedings of IV International Symposium*, 1998, Birobidzhan, pp. 99–103, CARPI FEB RAS; BSPI, Birobidzhan. (in Russ.)
7. Rubtsova T.A., Nedoluzhko V.A., 1999, Additions to the alien Flora of Jewish Autonomous Region, *Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Biological series*, vol. 104, part 2, pp. 61–62. (in Russ.)
8. Rubtsova T.A., 2002, *The Flora of Malii Hingan*, 194 p., Dalnauka, Vladivostok. (in Russ.)
9. Rubtsova T.A., Antonova L.A., Starchenko V.M., 2006, Vascular plant species new and rare to the Flora of Jewish Autonomous Region, *Botanicheskii Zhurnal*, vol. 88, no. 10, pp. 123–127. (in Russ.)
10. Rubtsova T.A., 2004, Redkiye vidy rasteniy Yevreyskoy avtonomnoy oblasti, ikh rasprostraneniye v biotopakh i na osobo okhranyayemykh prirodnykh territoriyakh [Rare plant species of the Jewish Autonomous Region, their distribution in biotopes and on specially protected natural territories], in *Nauchnyye issledovaniya v zapovednikakh Dal'nego Vostoka: materialy VI Dal'nevostochnoy konferentsii po zapovednomu delu. Khabarovsk, 15-17 oktyabrya 2003 g.* [Science and Research in Far Eastern Reserves. Part II. Proceedings of VI Far Eastern Conference on Preserves. Khabarovsk, 15-17, October, 2003], pp. 92–96, part II, 182 p. IAEP FEB RAS, Khabarovsk. (in Russ.)
11. Rubtsova T.A., Fetisov D.M., Gelunov A.N., 2013, Spatial distribution and species diversity of coniferous-deciduous forests in the Churki mountain range (Central Amur Lowland), *Regional problems*, vol. 16, no. 1, pp. 35–40. (in Russ.)
12. Rubtsova T.A., Antonova L.A., Gribkov V.V., 2014, Floristic finds in the Jewish autonomous region, *Regional problems*, vol. 17, no. 1, pp. 21–23. (in Russ.)
13. Rubtsova T.A. 2017, *Flora of Jewish autonomous region*, 241 p., Antar, Khabarovsk. (in Russ.)
14. Saksonov S.V., Rozenberg G.S., 2000, *Organizatsionnyye i metodicheskiye aspekty vedeniya regional'nykh Krasnykh knig* [Organizational and methodical aspects of conducting regional Red Data Books], 164 p., IEVB RAN, Tol'yatt. (in Russ.)
15. Voronov B. A. (ed.), 2008, *Red Data Book of the Khabarovskiy krai: Rare and endangered of plant and animal species*, Official publication, 632 p., Priamurskiye Vedomosti, Khabarovsk. (in Russ.)
16. Rubtsova T.A. (ed.), 2006, *Red Data Book of the Jewish Autonomous Region. Rare and Endangered Species of Plants and Mushrooms*, 248 p., Arta, Novosibirsk. (in Russ.)
17. Trutnev Yu. P. (ed.), *Krasnaya kniga Rossiyskoy Federatsii (rasteniya i griby)* [The Red Data Book of the Russian Federation (plants and mushrooms)], 2008, 855 p., Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK, Moscow. ISBN 978-5-87317-476-8. (in Russ.)
18. Rubtsova T. A., Yakubov V. V., 2014, *Potentilla ancistrifolia* (Rosaceae) in the Far East of Russia, *Turczaninowia*, 17 (2), pp. 53–60. (in Russ.)

Статья принята для публикации 26 марта 2018 г.

УДК 528.282 (571.62)

## Новые и интересные находки дискомицетов на территории Хабаровского края

Богачева А. В.\*

«Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии» ДВО РАН  
г. Владивосток, 690022, Российская федерация  
e-mail: bogacheva@biosoil.ru

### Аннотация

В продолжение изучения микобиоты заповедных территорий Дальнего Востока были проведены микологические изыскания на территории заказника федерального значения «Тумнинский» и государственного природного заповедника «Ботчинский». Результаты исследования видового разнообразия сумчатых грибов елово-пихтовых, лиственничных лесов и пойменных растительных сообществ в 2017 г. представлены в настоящей работе. Аннотированный список включает данные о 37 видах сумчатых грибов. Для микобиоты России указано 3 новых вида - *Cistella fugiens*, *Pseudombrophila porcina* и *Scutellinia kerguelensis*. В составе микобиоты дальневосточного региона впервые обнаружены *Dibeloniella citronella* и *Mollisia cinerella*. Вместе с тем отмечено 28 широко распространенных по дальневосточному региону сумчатых грибов, но обнаруженных на исследованных территориях впервые — *Ascocoryne sarcoides*, *Bisporella subpallida*, *Cheilymenia fimicola*, *Ch. granulata*, *Ch. theleboloides*, *Chlorenchocelia versiformis*, *Chlorociboria aeruginascens*, *Cudonia circinans*, *Helvella elastica*, *H. lacunosa*, *Hymenoscyphus salicellus*, *Ionomidotis irregularis*, *Orbilbia luteorubella*, *O. xanthostigma*, *Peziza apiculata*, *Pezizella alniella*, *Rhytisma salicinum*. На данном этапе исследований в заповеднике обнаружено 115 видов сумчатых грибов, в заказнике 36. После ряда предпринятых исследований удалось выявить в микобиоте обеих охраняемых территорий 133 вида сумчатых грибов.

**Ключевые слова:** микобиота, дискомицеты, видовое разнообразие, Тумнинский заказник, Ботчинский заповедник.

**Введение.** Одним из необходимых жизнеобеспечивающих компонентов любого растительного сообщества являются грибы. Изучение «грибной компоненты» не только даёт сведения к познанию биологического разнообразия территории, но и помогает оценить её экологическое состояние. Объектом наших исследований являются сумчатые грибы, образующие плодовые тела по типу апотеция — дискомицеты. Они присутствуют практически во всех растительных сообществах, используют самые разнообразные растительные субстраты, занимая тем самым значительное количество экологических ниш. К настоящему времени микобиота дискомицетов дальневосточного региона сравнительно хорошо изучена. Однако, с развитием природоохранной деятельности на Дальнем Востоке и организацией ряда природоохранных объектов, назрела необходимость дальнейшего изучения их видового разнообразия. Цель нашей работы — выявление видового состава дискомицетов Ботчинского государственного природного заповедника и его филиале — заказнике федерального значения «Тумнинский».

---

\* Автор: Богачева Анна Вениаминовна, д-р биол. наук, снс, Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии (ФНЦБ ДВО РАН, Владивосток); e-mail: bogacheva@biosoil.ru

Уникальность выбранной территории состоит в том, что здесь проходит граница южных кедрово-широколиственных лесов и северной охотской тайги со своеобразными видовыми составами флоры и фауны. Географически заповедник и заказник располагаются на восточном макросклоне северо-восточной части горной системы Сихотэ-Алинь в природной зоне горной и средней тайги [1].

Они были созданы для охраны в числе прочего и лесных экосистем северного Приморья во всем их разнообразии. Климат здесь типичный для Приамурья и Приморья, с прохладным дождливым летом и морозной ветреной зимой. Однако по сравнению с лежащими южнее районами Сихотэ-Алиня здесь значительно сильнее сказывается охлаждающее влияние моря, а зимой гораздо больше снега [2]. Смещение разных типов флоры сформировало особое биологическое разнообразие. Среди коренной растительности важную роль играют темнохвойные леса, представленные ельниками. В верховьях реки Ботчи преобладает ель аянская (*Picea ajanensis*). Большинство долин в горной местности заповедника заняты темнохвойными (пихтово-еловыми) лесами. По мере поднятия вверх по склону они замещаются смешанными лесами с участием широколиственных пород, а в верхней части склона вновь заменяются темнохвойными лесами. Флора темнохвойных лесов представлена типичными бореальными растениями. Широко распространены также лиственничные и вторичные мелколиственные леса. Антропогенное влияние выражено слабо [1].

Заказник занимает Приморский хребет, который является водоразделом Татарского пролива и реки Тумнин. Здесь преобладают зеленомошные елово-пихтовые леса и лиственничники. В подлеске встречаются клён, ива, шиповник, местами по южным склонам встречаются дубняки. На послепожарных территориях сформировались мелколиственные растительные сообщества из бузины, таволги, малины и брусники. Долгое время он не охранялся, подвергался бесконтрольному сбору дикоросов и вырубкам.

Начало исследованиям дискомицетов в заповеднике было положено в 2009 г. [3]. В последующие вегетационные периоды микологические изыскания в этой части Сихотэ-Алиня были продолжены вплоть до 2017 г. [4]. В микологическом плане эта часть горной системы все ещё является «белым пятном» по сравнению с его срединными и южными отрогами. Благодаря расположению там нескольких заповедников, стационара, национальных парков и заказников, являющихся постоянным объектом микологических исследований с 1960 г., микобиота сумчатых среднего и южного Сихотэ-Алиня сравнительно хорошо изучена. Известно, что здесь «обитают» 439 видов грибов [5–10; 12]. Для северной части восточного макросклона работа по выявлению видового разнообразия грибов находится на начальном этапе.

*Материалы и методы.* В основу настоящей работы положен материал, собранный нами в вегетационный период 2017 г. в Ботчинском заповеднике и Тумнинском заказнике. Заповедник создан сравнительно недавно, в 1994 г., но

исследования на его территории флоры, растительного покрова и микобиоты идут довольно интенсивно [1–4; 11, 13]. Заказник, напротив, был учреждён ещё в 1987 г. [14], но микологические изыскания на его территории начались только в 2016 г. и были нами продолжены в 2017 г. [19].

Нами были исследованы основные растительные сообщества, зарастающие вырубki и послепожарные территории. Объем материала составил около 200 образцов. Мелкие плодовые тела дискомицетов малозаметны, и бросаются в глаза лишь немногие виды. Подавляющее большинство грибов ведёт более или менее скрытный образ жизни в слое лесного опада или под покровом зарослей «крупнотравья». Поэтому нами тщательно обследовались места скопления их потенциальных субстратов: листовой опад, крупные и мелкие древесные остатки (бревна, старые пни, трухлявые ветки, отмершая кора, сухостой), кора живых деревьев и крупных кустарников, влажные подушки печёночных и листостебельных мхов на скалах и валеже, выветрившийся помет растительноядных животных и др. При этом пользовались 4-х и 7-кратными лупами, чтобы заметить грибы с самыми маленькими плодовыми телами, которые у многих видов дискомицетов достигают не более 0,3 мм в диаметре. Собранный материал был высушен как при комнатной температуре, так и при использовании специальных сушилок; в экстремальных условиях экспедиции образцы сушили у костра.

Камеральная обработка собранного материала осуществлялась традиционным методом [15] на базе лаборатории Низших растений ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН. Микроскопические исследования проводились по ботаническим методикам [16, 17]. Морфометрические измерения образцов проводились в 10-процентном растворе едкого калия (KOH), за исключением окрашенных в растворе Cotton blue, с помощью микроскопов Nikon Eclipse E200 и МБИ-10 при увеличении 80-400, высота орнаментации — при 1600. Для более длительного использования препаратов после KOH в препарат добавляли 8% глицерин. Для каждого образца величина спор измерена в 25-ти повторностях в растворе Cotton blue. Срезы образцов рассматривались в 10% KOH, конго красном (CR). Амилоидность сумок проверялась с помощью реактива Мельцера (MLZ). Для получения или дорастивания аском копротрофных дискомицетов использовался как их сбор в природе, так и выращивание в культуре методом влажной камеры.

Образцы отмеченных грибов хранятся в фонде Дальневосточного регионального гербария (VLA).

Особенностью вегетационного периода 2017 г. является умеренное увлажнение почвенного покрова, валежа и подстилки на фоне низких температур, сравнительно со среднестатистическими показателями. Предыдущий год также являлся стрессовым для развития грибов из-за избыточного переувлажнения субстратов. В связи с этим, типичные широко распространённые виды были

угнетены, что позволило начать развитие и плодотворное формирование редким, вероятно, менее конкурентоспособным видам.

*Результаты.* В результате проведённой работы нам удалось расширить имеющиеся данные о видовом составе микобиоты дискомицетов Ботчинского заповедника и Тумнинского заказника, а также Хабаровского края, Дальневосточного региона и России. Ниже приводится аннотированный список дополненных видов грибов. Таксоны расположены в соответствии с Index Fungorum [18]. Виды, указанные для микобиоты Хабаровского края впервые, отмечены звёздочкой (\*), новые для российского Дальнего Востока — двумя (\*\*), России — тремя (\*\*\*). Список аннотирован данными о субстратной приуроченности видов и указанием мест сбора. В аннотациях к видам приводятся сокращения: окрестности — окр., кордон — корд., река — р., ручей — руч.

## Царство FUNGI

### Подцарство ASCOMYCOTA

Класс LEOTIOMYCETES

Подкласс LEOTIOMYCETIDAE

Порядок HELOTIALES

Семейство Chlorociboriaceae

*Chlorociboria aeruginascens* (Nyl.) Kanouse ex C.S. Ramamurthi, Korf et L.R. Vatra, на древесине *Betula* sp., пойменный лес, берег р. Тумнин, корд. Абуа, заказник.

Семейство Dermateaceae

\*\**Dibeloniella citronella* (Rehm) E. Müll. et Défago, на древесине *Alnus* sp., речные завалы в зоне заплеска, р. Мульпа, заповедник.

\*\**Mollisia cinerella* (Sacc.) Sacc., на древесине *Alnus* sp., в зоне заплеска, речные завалы, р. Мульпа, заповедник.

Семейство Helotiaceae

*Ascocoryne sarcoides* (Jacq.) J.W. Groves et D.E. Wilson, на древесине *Alnus* sp., пойменный лес, окр. корд. Абуа, р. Тумнин, заказник.

*Bisporella subpallida* (Rehm) Dennis, на древесине *Abies* sp., пихтово-лиственничный лес, пойма руч. Солончаковый, корд. Теплый, заповедник.

*Hymenoscyphus caudatus* (P. Karst.) Dennis, на листьях *Betula* sp., подстилка, пойменный лиственничник с берёзой, берег р. Мульпа, заповедник. Вид ранее был отмечен на территории заказника [19].

*Hymenoscyphus herbarum* (Pers.) Dennis, на стеблях *Artemisia* sp., пойменный ивняк, берег р. Мульпа, окр. моста Горбатый, заповедник. Вид ранее был отмечен на территории заказника [19].

*Hymenoscyphus repandus* (W. Phillips) Dennis, на стеблях *Urtica* sp., лиственничник с берёзой и ольхой, пойма р. Мульпа, заповедник. Вид ранее был отмечен на территории заказника [19].

*Hymenoscyphus salicellus* (Fr.) Dennis, на ветвях *Salix* sp., пойменный ивняк, берег р. Мульпа; на ветвях *Alnus* sp., ивняк с ольхой, пойма р. Мульпа, окр. моста Горбатый, заповедник.

*Hymenoscyphus scutula* (Pers.) W. Phillips, на цветковых, ивняк с ольхой и спиреей, пойма р. Мульпа, окр. моста Горбатый, заповедник; на стеблях *Sorbaria* sp., пойменный лес, берег р. Тумнин, корд. Абуа, заказник. Вид указывается для микобиоты заповедника впервые. На территории заказника ранее он был собран на другом субстрате [19].

*Ionomidotis irregularis* (Schwein.) E.J. Durand, на древесине *Alnus* sp., пойменный лес, берег р. Тумнин, корд. Абуа, заказник.

Семейство Hemiphacidiaceae

*Chlorencoelia versiformis* (Pers.) J.R. Dixon, на древесине *Alnus* sp., пойменный лес, берег р. Тумнин, корд. Абуа, заказник.

Семейство Hyaloscyphaceae

\*\*\**Cistella fugiens* (W. Phillips) Matheis, на листьях *Spiraea* sp., подстилка, ивняк, берег р. Мульпа, окр. моста Горбатый, заповедник.

*Hamatocanthoscypha melanobasis* (Arendh. et R. Sharma) Huhtinen, на стеблях *Rubus* sp., ивняк с ольхой, берег р. Мульпа, окр. моста Горбатый, заповедник. Вид ранее был отмечен на территории заказника [19].

\**Pezizella alniella* (Nyl.) Dennis, на шишечках *Alnus* sp., пойменный лес, берег р. Тумнин, корд. Абуа, заказник.

Порядок RHYTISMATALES

Семейство Cudoniaceae

*Cudonia circinans* (Pers.) Fr., на опавшей хвое, подстилка, пихтарник, окр. корд. Тёплый, пойма руч. Солончаковый, заповедник.

Семейство Rhytismataceae

*Rhytisma salicinum* (Pers.) Fr., на листьях *Salix* sp., пойменный ивняк, берег р. Мульпа, заповедник.

Класс ORBILIOMYCETES

Подкласс ORBILIOMYCETIDAE

Порядок ORBILIALES

Семейство Orbiliaceae

*Hyalorbilia inflatula* (P. Karst.) Baral et G. Marson, на древесине *Alnus* sp., пойменный лес, берег р. Тумнин; на древесине *Padus* sp., пойменный лес, берег р. Тумнин, заказник. Вид ранее был отмечен на территории заповедника [11].

*Orbilia auricolor* (A. Vloham ex Berk.) Sacc., на древесине *Alnus* sp., речные завалы, пойма р. Мульпа, заповедник. Вид ранее был отмечен на территории заказника [19].

\**Orbilia luteorubella* (Nyl.) P. Karst., на древесине *Alnus* sp., речные завалы, пойма р. Мульпа, заповедник.

\**Orbilia xanthostigma* (Fr.) Fr., на древесине *Betula* sp., пойменный лес, берег р. Тумнин, корд. Абуа, заказник; на древесине *Alnus* sp., речные завалы, пойма р. Мульпа, заповедник.

**Подцарство PEZIZOMYCOTINA**

Класс PEZIZOMYCETES

Подкласс PEZIZOMYCETIDAE

Порядок PEZIZALES

Семейство Helvellaceae

*Helvella elastica* Bull., на древесине *Abies* sp., пихтарник осоково-папоротниковый, окр. корд. Тёплый, заповедник.

*Helvella lacunosa* Afzel., на опавшей хвое, подстилка, пихтарник с елью мертвопокровный, окр. корд. Тёплый, заповедник.

*Helvella macropus* (Pers.) P. Karst., на почве, березняк с ольхой и лиственницей, пойма р. Мульпа; на почве, пихтарник мертвопокровный, пойма руч. Солончаковый, окр. корд. Тёплый, заповедник.

Семейство Pezizaceae

\**Peziza apiculata* Cooke, на почве под *Betula* sp., пойменный лес, берег р. Тумнин, окр. корд. Абуа, заказник

*Peziza badia* Pers., на почве, дорога к мосту Горбатый, пойма р. Мульпа, лиственничник багульниковый, заповедник. Ранее на территории заповедника вид был собран на древесине [11].

Семейство Pyronemataceae

\**Cheilymenia fimicola* (Bagl.) Dennis, на помёте медведя, пойма р. Мульпа, окр. корд. Тёплый, заповедник.

\**Cheilymenia granulata* (Bull.) J. Moravec, на помёте бурундука, пихтарник, пойма руч. Солончаковый, корд. Тёплый, заповедник.

\**Cheilymenia theleboloides* (Alb. et Schwein.) Boud., на помёте кабарги, пихтарник зеленомошный, пойма руч. Солончаковый, окр. корд. Тёплый, заповедник.

*Miladina lecithina* (Cooke) Svrček, на древесине *Padus* sp., на речных завалах в зоне заплеска, пойма р. Мульпа; на древесине *Alnus* sp., на речных завалах, пойма р. Мульпа, заповедник. Ранее на территории заповедника вид был собран на древесине *Salix* sp. [11].

\**Otidea leporina* (Batsch) Fuckel, на опавшей хвое, подстилка, пихтарник с елью мертвопокровный, окр. корд. Тёплый, заповедник.

\*\*\**Pseudombrophila porcina* (Svrček et Kubička) Brumm., на помёте кабарги, пихтарник зеленомошный, пойма ручья Солончаковый, окр. корд. Тёплый, заповедник.

\**Scutellinia hirta* (Schumach.) Cooke, на древесине *Alnus* sp. в зоне заплеска, речные завалы, пойма р. Мульпа, заповедник.

\*\*\**Scutellinia kerguelensis* (Berk.) Kuntze, на покрытой мхом и илом древесине *Betula* sp., речные завалы, пойма р. Мульпа, заповедник.

*Scutellinia pennsylvanica* (Seaver) Denison, на дороге (почва, остатки древесины), окр. моста Горбатый, пойма р. Мульпа, заповедник. Ранее на территории заповедника вид был собран на древесине *Alnus* sp. [11].

*Scutellinia subhirtella* Svrček, на древесине *Abies* sp., речные завалы, пойма р. Мульпа, заповедник.

\**Scutellinia umbrorum* (Fr.) Lambotte, на древесине *Betula* sp., пойма заболоченного руч. возле моста Горбатый, заповедник.

Порядок THELEBOLALES

Семейство Thelebolaceae

\**Coprotus leucopocillum* Kimbr., Luck-Allen et Cain, на помёте бурундука, пихтарник, пойма руч. Солончаковый, корд. Тёплый, заповедник.

\**Coprotus luteus* Kimbr., на помёте изюбря, пихтарник, пойма руч. Солончаковый, корд. Тёплый, заповедник.

*Обсуждение.* Поскольку территория заказника административно входит в состав заповедника «Ботчинский», уместно указать общее количество видов и некоторые особенности в репрезентативности дискомицетов на обоих охраняемых участках. На данном этапе исследований в заповеднике обнаружено 115 видов сумчатых грибов, в заказнике 36. После ряда предпринятых с 2009 г. полевых исследований удалось выявить в микобиоте обеих охраняемых территорий 133 вида сумчатых грибов. Таксономическая структура исследуемой микобиоты достаточно разнообразна, как и других мало нарушенных растительных сообществ горной системы Сихотэ-Алинь [7; 9–12; 20; 21], и в целом отмеченную общую структуру микобиоты Дальнего Востока России — многочисленность таксонов родового уровня и сравнительно невысокий спектр их видового разнообразия (Таблица).

Таблица. Таксономическая структура микобиоты сумчатых грибов Ботчинского заповедника и Тумнинского заказника

Table. Taxonomic structure of Ascomycota from Botchinsky and Tumninsky reserves

класс	порядок	семейство	род	КОЛИЧЕСТВО ВИДОВ
Lecanoromycetes	Ostropales	Stictidaceae	<i>Stictis</i>	1
Leotiomycetes	Helotiales	Chlorociboriaceae	<i>Chlorociboria</i>	1
		Dermateaceae	<i>Belonium</i>	2
			<i>Dibeloniella</i>	1
			<i>Mollisia</i>	11
			<i>Pezicula</i>	2
			<i>Pyrenopeziza</i>	3
			<i>Tapesia</i>	1
		Helotiaceae	<i>Ascocoryne</i>	2
			<i>Ascotremella</i>	1
			<i>Bisporella</i>	2
			<i>Crocicreas</i>	3
			<i>Godronia</i>	2
			<i>Hymenoscyphus</i>	7
			<i>Ionomidotis</i>	1
			<i>Phaeohelotium</i>	1
		Hemiphacidiaceae	<i>Chlorencoelia</i>	1
		Hyaloscyphaceae	<i>Arachnopeziza</i>	1
			<i>Calycellina</i>	1
			<i>Cistella</i>	2
			<i>Hamatocanthoscypha</i>	1
			<i>Incrucipulum</i>	1
			<i>Lachnellula</i>	6
			<i>Perrotia</i>	1
			<i>Pezizella</i>	3
		Lachnaceae	<i>Dasyscyphus</i>	1
			<i>Lachnum</i>	13
			<i>Neobulgaria</i>	2
			<i>Neodasyscypha</i>	1
			<i>Trichobelonium</i>	1
		Leotiaceae	<i>Leotia</i>	1
Tympanidaceae	<i>Tympanis</i>	4		
Vibrisseaceae	<i>Vibrissea</i>	1		
Rhytismatales	Cudoniaceae	<i>Cudonia</i>	1	
		<i>Spathularia</i>	2	
	Rhytismataceae	<i>Discocainia</i>	1	
		<i>Rhytisma</i>	1	

класс	порядок	семейство	род	количество видов
Eurotiomycetes	Eurotiales	Elaphomycetaceae	<i>Elaphomyces</i>	1
Neoelectomycetes	Neoelectales	Neoelectaceae	<i>Neoelecta</i>	1
Orbiliomycetes	Orbiliales	Orbiliaceae	<i>Hyalorbilia</i>	1
			<i>Orbilina</i>	6
Pezizomycetes	Pezizales	Ascodesmidaceae	<i>Lasiobolus</i>	1
		Helvellaceae	<i>Helvella</i>	3
		Pezizaceae	<i>Adelphella</i>	1
			<i>Pachyella</i>	1
			<i>Peziza</i>	7
		Pyronemataceae	<i>Cheilymenia</i>	3
			<i>Humaria</i>	1
			<i>Miladina</i>	1
			<i>Otidea</i>	2
			<i>Pseudombrophila</i>	1
			<i>Scutellinia</i>	8
			<i>Trichophaea</i>	1
	Thelebolales	Thelebolaceae	<i>Coprotus</i>	3
Sordariomycetes	Hypocreales	Cordycipitaceae	<i>Cordyceps</i>	1
		Nectriaceae	<i>Nectria</i>	1
		Ophiocordycipitaceae	<i>Elaphocordyceps</i>	2
<b>Всего: 7</b>	<b>9</b>	<b>23</b>	<b>57</b>	<b>133</b>

Наблюдаются некоторые особенности распространения отмеченных грибов на обеих охраняемых территориях. Так, на подстилке в елово-пихтовых лесах заповедника наряду с широко распространёнными в хвойных лесах Евразии видами: *Cudonia circinans* (Pers.) Fr., *Helvella elastica* Bull., *H. lacunosa* Afzel., *H. macropus* (Pers.) P. Karst., *Humaria hemisphaerica* (F.H. Wigg.) Fuckel, *Otidea leporina* (Batsch) Fuckel, *Spathularia flavida* Pers. и *S. rufa* Swartz, отмечен редкий вид. В мертвопокровном пихтарнике удалось найти реликтовый гриб, сохранившийся с доледниковой эпохи — *Neoelecta vitellina* (Bres.) Korf et J. K. Rogers. Существует мнение, что неолекты являются эволюционными прародителями всех сумчатых грибов [22].

На территории заказника вышеуказанные виды нам обнаружить не удалось. Среди широко распространённых в Евразии видов на территории заказника был найден трюфель — *Elaphomyces granulatus* Fr. в почве под берёзой каменной. Последний, хоть и является типичным европейским видом, на Дальнем Востоке встречен впервые. Необычным успехом можно назвать первое в регионе обнаружение ряда видов, паразитирующих на трюфеле — *Cordyceps canadensis* Ellis et Everh., *Elaphocordyceps ophioglossoides* (J.F. Gmel.) G.H. Sung, J.M. Sung et Spatafora и *E. capitata* (Holmsk.) G.H. Sung, J.M. Sung et Spatafora. Среди новинок, собранных в этом типе леса, необходимо упомянуть и гриб *Otidea platyspora* Nannf., развивающийся на подстилке из опавшей хвои и мха. На

зарастающих вырубках и обочинах лесовозной дороги на ветвях *Pinus pumila* был обнаружен условно патогенный широко распространённый в регионе вид *Dasyscyphus pini* (Brunch.) G. G. Hahn et Ayers, не обнаруженный пока на территории заповедника.

Традиционно высокое видовое разнообразие грибов сложилось в пойменном растительном сообществе, сформированном на обеих территориях ивами, ольхой, бузиной, берёзой, лиственницей и черёмухой. Наряду с традиционными для этого экотопа грибами — *Pezicula ocellata* (Pers.) Seaver (в прорывах коры стволов *Prunus* sp.), *Hymenoscyphus caudatus* (P. Karst.) Dennis (на черешках листьев *Alnus* sp.), *H. herbarum* (Pers.) Dennis и *H. repandus* (W. Phillips) Dennis (на стеблях *Artemisia* sp.), *H. robustior* (P. Karst.) Dennis и *H. scutula* (Pers.) W. Phillips (на стеблях злаковых), были сделаны первые в России находки грибов *Crocicreas hysteroioides* (Rehm) S. E. Carp., развивающегося на остатках травянистых растений и *Miladina lecithina* (Cooke) Svrček среди речных завалов в зоне заплеска на ольхе, иве и черёмухе. На речных завалах в заповеднике были найдены новые для дальневосточного региона лигнофильные грибы — *Dibeloniella citronella* и *Mollisia cinerella*, филлофильный гриб *Cistella fugiens*, отмеченный ранее только на территории скандинавских стран [23].

Климатические особенности вегетационного периода 2017 г. вызвали усиленное развитие копрофильных грибов. Эта специфическая группа грибов сформировалась как результат биохимических адаптаций и ухода от конкуренции со стороны других сапротрофов. Специфика заключается в способности утилизировать продукты жизнедеятельности живых организмов. Копрофилы составляют часть гетеротрофной экосистемы лесов, встречаются на помёте многих животных с различными типами пищеварительной системы и потребляемой пищи [24]. Спецификой изучения их видового разнообразия является возможность как непосредственного сбора аском в природе, так и выращивания их в лабораторных условиях из экскрементов во влажной камере. Сочетание этих методов исследования позволяет узнать полнее их видовую репрезентативность. В микобиоте дальневосточного региона России нами обнаружено 54 вида таких грибов. В заповеднике «Ботчинский» впервые отмечено 6 видов копрофильных грибов, среди них один — новый для России, остальные — новые для Хабаровского края. С растительными ценозами копрофилы связаны опосредованно. Границы микоценоза в данном случае могут совершенно не совпадать с границами конкретного растительного сообщества. Вместе с тем надо отметить массовое расселение обнаруженных видов по всей территории региона. Возможно, дальнейшие исследования дополнят в полной мере сведения о копрофильных дискомицетах. Исключением могут быть факультативные виды, развивающиеся на экскрементах определённого животного, например, медведя или тигра. Вполне естественно, что с расширением хозяйственной деятельности в дальневосточных лесах эти животные и

соответствующие им копрофильные грибы будут вытеснены в локальные заповедные территории.

*Заключение.* В целом микологическое изучение елово-пихтовых лесов и лиственничников северо-восточного макросклона Сихотэ-Алиня проявляет отмеченную ранее структуру микобиоты мало нарушенных растительных сообществ дальневосточного региона — многочисленность таксонов родового уровня и сравнительно невысокий спектр их видового разнообразия [19]. Высокая влагообеспеченность и даже её некоторая избыточность обусловили участие в микобиоте охраняемых территорий достаточное количество редких для региона видов. Сравнительно небольшой выявленный состав слагают виды, имеющие очень широкие ареалы (составляют 85.6% видов), и относящиеся к панголарктическим или космополитным (эврирегиональным) видам. Растительные ценозы содержат общие элементы микобиоты с европейским, северо- и южно-американским и австралийским регионами. Полученные данные позволяют сделать вывод о мощном и самодостаточном восстановительном потенциале исследованных лесов [25], несмотря на высокий уровень их горимости и интенсивные лесозаготовки в недалеком прошлом.

#### Благодарности

Автор выражает глубокую признательность инспектору Тумнинского заказника Андрею Леонидовичу Бушину и заместителю директора Ботчинского заповедника по научной работе Ирине Викторовне Костомаровой за помощь в организации и проведении полевых исследований.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке грантов РФФИ № 17-04-01486 и Президиума ДВО РАН № 15-И-6-007.

#### Литература

1. Шлотгауэр С.Д., Крюкова М.В. Флора охраняемых территорий побережья российского Дальнего Востока: Ботчинский, Джугджурский заповедники, Шантарский заказник / Отв. ред. В.Ю. Баркалов. – М.: Наука, 2005. 264 с. ISBN 5-02-033676-9
2. Воронов Б.А. Ботчинский государственный заповедник // Вестник Дальневосточного отделения РАН. Владивосток: Дальнаука, 1997. №3. С. 66–71.
3. Богачева А.В. Первые сведения о дискомицетах Ботчинского государственного природного заповедника (Хабаровский край) // Микология и фитопатология. 2012. Т. 46, вып. 3. С. 172–174.
4. Богачева А.В. Дополнительные сведения о дискомицетах Ботчинского государственного природного заповедника (Хабаровский край) // Микология и фитопатология. 2017. Т. 51. № 1. С. 19–25.
5. Васильева Л.Н. К флоре дискомицетов Приморского края // Сообщ. ДВФ СО АН СССР. 1960. Вып. 12. С. 155–160.
6. Куллман Б.Б. Критический обзор рода *Scutellinia* (Pezizales) в Советском Союзе. – Таллин: Валгус, 1982. 158 с.
7. Азбукина З.М., Бардунов Л.В., Баринаева С.С., Безделева Т.А., Булах Е.М., Бункина И.А., Буч Т.Г., Гамбарян С.К., Егорова Л.Н., Княжева Л.А., Кухаренко Л.А., Медведева Л.А., Оксенюк Г.И., Пармасто Э.Х., Хавкина О.К., Харкевич С.С., Черданцева В.Я. Флора

- Верхнеуссурийского стационара (Южный Сихотэ-Алинь). – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1984. 132 с.
8. Райтвийр А.Г. Порядок Helotiales Nannf. // Низшие растения, грибы и мохообразные Советского Дальнего Востока. – СПб., 1991. Т. 2. С. 254–363. ISBN 5-02-026645-0
  9. Богачева А.В. Discomycetes // Флора, микобиота и растительность Лазовского заповедника / Отв. ред. Л.Н. Егорова. – Владивосток: Русский Остров, 2002. С. 132–140. ISBN 5-93577-021-0
  10. Азбукина З.М., Богачева А.В., Булах Е.М., Васильева Л.Н., Говорова О.К., Егорова Л.Н. Грибы // Флора, растительность и микобиота заповедника «Уссурийский» / Отв. ред. Лар.Н. Васильева. – Владивосток: Дальнаука, 2006. С. 135–235. ISBN 5-8044-0735-X
  11. Богачева А.В., Булах Е.М., Бухарова Н.В., Егорова Л.Н. Грибы // Сосудистые растения, водоросли и грибы государственного природного заповедника «Ботчинский» / Колл. авторов / Отв. ред. С.Д. Шлотгауэр. – Владивосток: Дальнаука, 2015. С. 90–116. ISBN 978-5-8044-1528-1
  12. Богачева А.В. Дискомицеты // Растения, грибы и лишайники Сихотэ-Алинского заповедника / Колл. авторов / Отв. ред. Е.А. Пименова. – Владивосток: Дальнаука, 2016. С. 374–393. ISBN 978-5-8044-1578-6
  13. Булах Е.М., Васильева Н.В. Базидиомицеты хвойных лесов государственного природного заповедника «Ботчинский», Афиллофороидные грибы // Микология и фитопатология. 2011. Т. 45, вып. 2. С. 119–124.
  14. Потапова Н.А., Назырова Р.И., Забелина Н.М., Исаева-Петрова Л.С., Коротков В.Н., Очагов Д.М. Сводный список особо охраняемых природных территорий Российской Федерации (справочник). – М.: ВНИИПрироды, 2006. Ч. II. 364 с.
  15. Hawksworth D. L. Mycologist's Handbook. – Surrey: CAB International, 1974. 231 p.
  16. Роскин Г.И., Левинсон Л.Б. Микроскопическая техника. – М.: Советская Наука, 1957. 467 с.
  17. Барыкина Р.П., Веселова Т.Д., Девятков А.Г., Джалилова Х.Х., Ильина Г.М., Чубатова Н.В. Основы микротехнических исследований в ботанике. Справочное руководство. – М.: Изд-во МГУ, 2000. 127 с.
  18. Index Fungorum <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp>. Accessed September 2017.
  19. Богачева А.В. Первые результаты микологического исследования заказника Тумнинский // XII Дальневосточная конференция по заповедному делу 10–13 октября 2017 г. / Отв. ред. Е.Я. Фрисман. Биробиджан: ИКАРП ДВО РАН, 2017. С. 26–28. ISBN 978-5-904121-27-3
  20. Богачева А.В. Дискомицеты (Fungi, Discomycetes) Ботанического сада-института ДВО РАН // Труды ботанических садов ДВ России. Т.1. Владивосток, 1999. С. 38–43. ISBN 5-7442-1151-9
  21. Азбукина З.М., Богачева А.В., Булах Е.М., Васильева Л.Н., Гамбарян С.К., Говорова О.К., Егорова Л.Н., Княжева Л.А., Коркишко Р.И., Медведева Л.А., Назарова М.М., Скирина И.Ф., Чабаненко С.И., Черданцева В.Я. Кадастр растений и грибов заповедника «Кедровая Падь»: Списки видов. Владивосток: Дальнаука, 2002. 157 с. ISBN 5-8044-0185-8
  22. Landvik S., Eriksson O.E., Berbee M.L. Neolecta – a fungal dinosaur? Evidence from  $\beta$ -tubulin amino acid sequences // Mycologia. 2001. Vol. 93 (6). P. 1151–1163. DOI:10.2307/3761675
  23. Raitviir A.G. Revised synopsis of the Hyaloscyphaceae. – Tartu, 2004. 133 p. ISBN 9985-9293-3-0
  24. Прохоров В. П. Экология копротрофных дискомицетов // Микология и фитопатология. 1990. Т. 24, вып. 1. С. 27–29.
  25. Богачева А.В. Роль дискомицетов в биогеоценозах // Леса российского Дальнего Востока: 150 лет изучения: Материалы Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 100 летию со дня рождения члена-корреспондента РАН Колесникова Бориса Павловича / Отв. ред. Ю.И. Манько. – Владивосток: Дальнаука, 2009. С. 310–314. ISBN 978-5-8044-0970-9

# New and interesting finds of discomycetes in the territory of Khabarovsk region

Bogacheva A. V.

Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity,  
Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences,  
Vladivostok, 690022, Russian Federation  
e-mail: bogacheva@ibss.dvo.ru

## Abstract

In continuation of the mycobiota study of the Far East protected territories, mycological researches were carried out on the territory of Tumninsky and Botchinsky Nature Reserves. Fungal diversity of spruce-fir, larch forests, oak forests and riparian vegetation communities were examined by us. We managed to find 28 widespread Ascomycota species that had not yet been recorded in this territory or developed on other substrates — *Ascocoryne sarcoides*, *Bisporella subpallida*, *Cheilymenia fimicola*, *Ch. granulata*, *Ch. theleboloides*, *Chlorenchocelia versiformis*, *Chlorociboria aeruginascens*, *Cudonia circinans*, *Helvella elastica*, *H. lacunosa*, *Hymenoscyphus salicellus*, *Ionomidotis irregularis*, *Orbilium luteorubella*, *O. xanthostigma*, *Peziza apiculata*, *Pezizella alniella*, *Rhytisma salicinum*. For the mycobiota of Russia, we indicated 3 new species — *Cistella fugiens*, *Pseudombrophila porcina* and *Scutellinia kerguelensis*. Two species of fungi *Dibeloniella citronella* and *Mollisia cinerella* was discovered by us in the mycobiota of the Far East region for the first time. The article contains data on 37 species from several classes of fungi (Lecanoromycetes, Leotiomycetes, Eurotiomycetes, Neolectomycetes, Orbiliomycetes, Pezizomycetes and Sordariomycetes), which were collected by us in 2017. As a result of our research, it became known that Botchinsky Reserve has 115 species of fungi, Tumninsky Reserve – 36. After a series of mycological studies, it was possible to identify 133 species of Ascomycetes in the mycobiota of both protected areas.

*Key words:* mycobiota, discomycetes, species diversity, Tumninsky, Botchinsky Reserve

## References

1. Shlotgauer S. D., Kryukova M. V., 2005, *Flora okhranyaemykh territoriy poberezh'ya rossiyskogo Dal'nego Vostoka: Botchinskiy, Dzhugdzhurskiy zapovedniki, Shantarskiy zakaznik* [Flora of the protected territories of the coast of the Russian Far East: Botchinsky, Dzhugdzhursky reserves, Shantarskiy zakaznik], 264 p., Nauka, Moscow. (in Russ.)
2. Voronov B. A., 1997, Botchinsky State Nature Reserve, *Bulletin of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences*, no. 3, pp. 66–71. (in Russ.)
3. Bogacheva A. V., 2012, The first data on discomycetes of Botchinsky nature reserve (Khabarovsk Territory), *Mycology and Phytopathology*, vol. 46, no. 3, pp. 172–174. (in Russ.)
4. Bogacheva A. V., 2017, Additional data on discomycetes of the Botchinsky State Nature Reserve (Khabarovsk Region), *Mycology and Phytopathology*, vol. 51, no.1, pp. 19–25. (in Russ.)
5. Vasylieva L. N., 1960, For the discomycetes flora from Prymorsky kray, *Reports of the Far Eastern Department of the USSR Academy of Sciences*, vol. 12, pp. 155–160. (in Russ.)
6. Kullman B. A., 1982, *Revision of the genus Scutellinia (Pezizales) in Soviet Union*, 158 p., Valgus, Tallin. (in Russ.)
7. Azbukina Z. M., Bardunov L. V., Barinova S. S., Bezdeleva T. A., Bulakh E. M., Bunkina I. A., Buch T. G., Gambaryan S. K., Egorova L. N., Knyazheva L. A., Kukharenko L. A., Medvedeva L. A., Oxenyuk G. I., Parmasto E. Kh., Khavkina O. K., Kharkevich S. S., Cherdantseva V. Ya., 1984, *Flora of the Upper Russurian station (Southern Sikhote-Alin)*, 132 p., FES of the Academy of Sciences of the USSR, Vladivostok. (in Russ.)
8. Raitviir A. G., 1991, Order Helotiales Nannf., in *Lower plants, fungi and bryophytes of the Soviet Far East.*, vol. 2, pp. 254–363, Nauka, Leningrad. (in Russ.)
9. Bogacheva A. V., 2002, Discomycetes, in *Flora, mycobiota and vegetation of the Lazovsky reserve*, pp. 132–140, Russkiy ostrov, Vladivostok. (in Russ.)

10. Azbukina Z. M., Bogacheva A. V., Bulakh E. M., Vasilyeva L. N., Govorova O. K., Egorova L. N., 2006, Fungi, in *Flora, vegetation and mycobiota of the reserve "Ussuriysky"*, pp. 135–235, Dal'nauka, Vladivostok. (in Russ.)
11. Bogacheva A. V., Bulakh E. M., Bukharova N. V., Egorova L. N., 2015, Mushrooms, in *Vascular plants, algae and fungi of the state natural reserve "Botchinsky"*, pp. 90–116, Dal'nauka, Vladivostok. (in Russ.)
12. Bogacheva A. V., 2016, Discomycetes, in Pimenova E. A. (ed.) *Plants, fungi and lichens of the Sikhote-Alin Reserve*, pp. 374–393, Dal'nauka, Vladivostok. (in Russ.)
13. Bulakh E. M., Vasilyeva N. V., 2011, Basidiomycetes of coniferous forests of the state natural reserve "Botchinsky", Afillophoroid mushrooms, *Mycology and Phytopathology*, vol. 45(2), pp. 119–124. (in Russ.)
14. Potapova N. A., Nazyrova R. I., Zabelina N. M., Issaeva-Petrova L. S., Korotkov V. N., Otchagov D. M., 2006, *Reference Book of Protected Areas of the Russian Federation*, part 2, 364 p., ARRINP, Moscow. (in Russ.)
15. Hawksworth D. L., 1974, *Mycologist's Handbook*, 231 p. CAB International, Surrey.
16. Roskin G. I., Levinson L. B., 1957, *Mikroskopicheskaya tekhnika* [Microscopic technique], 467 p. Sovetskaya Nauka, Moscow. (in Russ.)
17. Barykina R. P., Veselova T. D., Devyatov A. G., Dzhililova Kh. Kh., Ilyina G. M., Chubatova N. V., 2000, *Osnovy mikrotekhnicheskikh issledovaniy v botanike. Spravochnoe rukovodstvo* [Foundations of microtechnical research in botany. Reference Guide]. 127 p. MSU. Moscow. (in Russ.)
18. *Index Fungorum* viewed 28 September 2017, from <http://www.indexfungorum.org/names/>
19. Bogacheva A. V., 2017, The first results of mycological research of the zakaznik Tuminsky, in Frisman E. Ya. (ed.), *XII Far Eastern Conference of Nature Conservation Problems: Materials of the Scientific Conference in Birobidzhan, October 10-13, 2017*, Proceedings of the Conference, pp. 26–28, ICARP FEB RAS, Birobidzhan. ISBN 978-5-904121-27-3. (in Russ.)
20. Bogacheva A. V., 1999, Discomycetes (Fungi) of the Botanical Garden-Institute (Vladivostok), in Nedoluzhko V. A., (ed.), *Investigation in the plant cover of the Russian Far East (Proceedings of the Botanical Gardens of the Far-Eastern Branch of the Russian Academy of sciences)*, vol. 1, pp. 38–43, Dalnauka, Vladivostok. ISBN 5-7442-1151-9. (in Russ.)
21. Azbukina Z.M., Bogacheva A.V., Bulakh E.M., Vasil'eva L.N., Gambaryan S.K., Govorova O.K., Egorova L.N., Knyazheva L.A., Korkishko R.I., Medvedeva L.A., Nazarova M.M., Skirina I.F., Chabanenko S.I., Cherdantseva V.Ya. *Kadastr rasteniy i gribov zapovednika «Kedrovaya Pad'»: Spiski vidov* [Cadastre of plants and mushrooms of the reserve «Kedrovaya Pad'»: Lists of species], 157 p. Dalnauka, Vladivostok. ISBN 5-8044-0185-8 (in Russ.)
22. Landvik S., Eriksson O. E., Berbee M. L., 2001, Neolecta — A fungal dinosaur? Evidence from  $\beta$ -tubulin amino acid sequences, *Mycologia*, vol. 93, no. 6, pp. 1151–1163. DOI:10.2307/3761675
23. Raitviir A. G., 2004, *Revised synopsis of the Hyaloscyphaceae*, 133 p. Estonian Agricultural University, Institute of Zoology and Botany, Tartu. ISBN 9985-9293-3-0
24. Prokhorov V. P., 1990, The ecology of coprotrrophic discomycetes, *Mikologiya i Fitopatologiya*, vol. 24, no. 1, pp. 27–29. ISSN 0026-3648 (in Russ.)
25. Bogacheva A. V., 2009, Functions of Discomycetes to the biogeocenosis, in Man'ko Yu. I. (ed.), *Lesa rossiyskogo Dal'nego Vostoka: 150 let izucheniya: materialy Vserossiyskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, posvyashchennoy 100-letiyu so dnya rozhdeniya chlenakorrespondenta RAN Kolesnikova Borisa Pavlovicha, 8-10 sentyabrya 2009, Vladivostok* [Forests of the Russian Far East: 150 years of study], Proceedings of the All-Russian Conference with International Participation, dedicated to the 100th anniversary of the Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences Kolesnikov Boris Pavlovich, September 8-10, 2009, Vladivostok], pp. 310–314, Dalnauka, Vladivostok. ISBN978-5-8044-0970-9. (in Russ.)

Статья принята для публикации 1 марта 2018 г.

УДК 582.29:502.75(571.621)

## Дополнительные сведения о флоре лишайников заповедника «Бастак»

И. Ф. Скирина\*

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН,  
г. Владивосток, 690022, Российская Федерация  
e-mail: sskirin@yandex

### Аннотация

Представлен список из 49 видов лишайников и 1 лихенофильного гриба. Среди них новыми для государственного заповедника «Бастак» (Еврейская АО) видами являются: *Arthonia spadicea* Leight., *Caloplaca trassii* I. A. Galanina et S. Y. Kondr., *Parmotrema arnoldii* (Du Rietz) Hale, *Pertusaria sommerpheltii* (Flörke ex Sommerf.) Fr., *Rinodina sibirica* H. Magn. В список так же включены данные о находках лишайников и лихенофильного гриба, опубликованные ранее в таксономических работах, и не вошедшие в сводки по заповеднику. Лишайники *Usnea dasaea* Stirt. и *U. praetervisa* (Asahina) P. Clerc описаны как новые виды для территории юга Дальнего Востока и России, а лихенофильный гриб *Dactylospora anziae*, как новый вид для науки. Для 41 лишайника приводятся дополнительные сведения об субстратно-ценотической приуроченности. В настоящее время список лишайников государственного заповедника «Бастак» включает 511 видов из 23 порядков, 55 семейств, 129 родов. В аннотациях к видам даются сведения о распространении на исследованной территории, указываются типы фитоценозов, где был собран лишайник, отмечается приуроченность к субстратам. На территории заповедника произрастает 19 редких охраняемых видов лишайников, из которых 14 видов включены в Красную книгу России и 5 видов — в Красную Книгу Еврейской автономной области.

*Ключевые слова:* лишайники, охраняемые виды, субстратно-ценотическая приуроченность, заповедник «Бастак», Еврейская АО, Дальний Восток России.

Для всестороннего изучения растительного покрова любого региона первостепенной задачей является выявление флористического состава, в том числе и лишайников. Инвентаризация лихенофлоры даёт возможность изучения её своеобразия, способствует выяснению закономерностей распределения лишайников, особенностей локализации редких видов, позволяет оценить современное состояние лихенофлоры и выявить тенденции развития, происходящие в результате все возрастающей антропогенной нагрузки. Цель исследования — изучение видового состава, структуры лихенофлоры государственного заповедника «Бастак», расположенного в Еврейской автономной области [1].

В настоящей работе приведены сведения, полученные в результате обработки гербарного материала, собранного автором в 2003 г. в верховьях рек Бастак и Большой Сореннак (северная и северо-восточная часть заповедника) и в 2005 г. в верховье реки Кирга (северо-западная часть заповедника). Лишайники идентифицировались до уровня вида с помощью стандартных методов [2]. Исследованная территория относится к юго-восточным отрогам Хингано-Буреинской горной системы и имеет холмистые черты с нечётко выраженными водоразделами. Растительные сообщества представлены широколиственными, широколиственно-хвойными лесами из дуба монгольского (*Quercus mongolica*

\* Автор: Скирина Ирина Фёдоровна, канд. биол. наук, доцент, внс, Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток, 690022, г. Владивосток; e-mail: sskirin@yandex

Fisch. ex Ledeb.), березы жёлтой (*Betula costata* Trautv.), липы амурской (*Tilia amurensis* Rupr.), с малым участием кедра корейского (*Pinus koraiensis* Siebold et Zucc), ели аянской (*Picea ajanensis* (Lindl. et Gord.) Fisch. ex Carr.), пихты белокорой (*Abies nephrolepis* (Trautv.) Maxim.), а так же пихтово-еловыми лесами из ели аянской и пихты белокорой, белоберезовыми лесами из березы плосколистной (*Betula platyphylla* Sukacz.) и багульниково-сфагновыми лиственничными лесами из лиственницы Каяндера (*Larix cajanderi* Mayr).

Список лишайников государственного заповедника «Бастак» дополнен новыми для заповедника видами: *Arthonia spadicea* Leight., *Caloplaca trassii* I. A. Galanina et S. Y. Kondr., *Parmotrema arnoldii* (Du Rietz) Hale, *Pertusaria sommerpheltii* (Flörke ex Sommerf.) Fr., *Rinodina sibirica* H. Magn. В списке также представлены данные о находках лишайников и лишенофильного гриба, опубликованные ранее в таксономических работах, и не вошедшие в сводки по заповеднику. Так, *Usnea dasaea* Stirt. и *U. praetervisa* (Asahina) P. Clerc были ранее описаны как новые виды для территории юга Дальнего Востока и России [3], а лишенофильный гриб *Dactylospora anziae* Zhurb., Ezhkin, Skirina et Y. Ohmura, был ранее описан с территории заповедника как новый для науки вид [4]. Для всех указанных видов лишайников приведённые данные дополняют уже опубликованные сведения о распространении видов на территории заповедника [5–7]. Для ряда видов указываются новые типы фитоценозов (+), где был собран лишайник, отмечаются новые данные о приуроченности к субстратам (~). В настоящее время список лишайников государственного заповедника «Бастак» включает 511 видов из 23 порядков, 55 семейств, 129 родов. На заповедной территории произрастает 19 редких охраняемых видов лишайников, из которых 14 видов включены в Красную книгу России (\*) [8] и 5 видов — в Красную Книгу Еврейской автономной области (\*\*) [9]. Вид *Parmotrema arnoldii*, охраняемый на федеральном уровне, впервые приводится для заповедника. Ниже представлен список лишайников, в котором виды приведены в алфавитном порядке. Номенклатура дана с учётом обновляющегося электронного ресурса CABI Bioscience Databases [10] и работ: «The 2016 classification of lichenized fungi in the Ascomycota and Basidiomycota – Approaching one thousand genera» [11], «A cumulative checklist for the lichen-forming, Lichenicolous and allied fungi of the continental United States and Canada» [12], «Checklist of Fennoscandia Lichen-forming and Lichenicolous Fungi» [13]. В ряде случаев после современного названия вида в скобках указываются синонимы, под которыми вид приводился ранее для района исследования. Для основной части видов, собранных в верховье реки Кирга, сведения о распространении не указываются. Эти данные приведены только для видов, собранных в верховьях рек Бастак и Большой Сореннак. Для таксонов, известных по литературным источникам и не имеющих полных данных об экологии и местонахождениях, даётся ссылка на первоисточник. В списке виды лишайников со знаком (?) требует уточнения. Образцы лишайников, представленных в работе, хранятся в фондах гербария Тихоокеанского института географии ДВО РАН (VGEO).

1. ~*Anzia opuntiella* Müll. Arg. — Анция опунциевая — на валеже в широколиственно-хвойном лесу.
2. *Arthonia spadicea* Leight. — Артония каштановая — на обнажённой древесине в широколиственно-хвойном лесу.
3. ~*Bacidia friesiana* (Hepp) Kõrb. — Бацидия Фриеза — на липе амурской в широколиственно-хвойном лесу.
4. ~*B. incompta* (Borrer ex Hook.) Anzi — Бацидия лохматая — на валеже в широколиственно-хвойном лесу.
5. ~*B. subincompta* (Nyl.) Arnold — Бацидия разлохмаченная — на валеже в широколиственно-хвойном лесу.
6. ~*Biatora helvola* Kõrb ex Hellb. — Биатора бледно-розовая — на валеже в широколиственно-хвойном лесу.
7. ~*B. subduplex* (Nyl.) Printzen — Биатора двойственная — на берёзе ребристой, багульнике болотном в широколиственно-хвойном лесу и багульнике-сфагновом лиственничнике.
8. ~*Buellia erubescens* Arnold — Буеллия краснеющая — на осине в широколиственно-хвойном лесу.
9. *Caloplaca trassii* Galanina et S. Y. Kondr. — Калоплака Трасса — на осине обыкновенной в широколиственно-хвойном лесу.
10. ~*Cladonia balfourii* Cromb. — Кладония Бальфура — на комле ольхи волосистой, берёзы ребристой в широколиственно-хвойном лесу.
11. ~*C. cornuta* (L.) Hoffm. — Кладония рогатая — на комле берёзы плосколистной в широколиственно-хвойном лесу и багульнике-сфагновом лиственничнике.
12. ~*C. gracilis* (L.) Willd. — Кладония грациозная — на комле берёзы плосколистной в широколиственно-хвойном лесу и багульнике-сфагновом лиственничнике.
13. *C. pleurota* (Flörke) Schaer. — Кладония бокоплодная — на валеже в багульнике-сфагновом лиственничнике.
14. ~*Collema conglomeratum* Hoffm. — Коллема клубочкообразная — на липе амурской в широколиственно-хвойном лесу.
15. *Dactylospora anziae* Zhurb., Ezhkin, Skirina et Ohmura — Дактилоспора анциевая — на таллеме лишайника *Anzia colpodes* в широколиственно-хвойном лесу [5].
16. *Heterodermia japonica* (Satô) Swinscow et Krog — Гетеродермия японская — на берёзе ребристой в широколиственно-хвойном лесу.
17. ?~*Hypogymnia subduplicata* (Rass.) Rass. — Гипогимния сдвоенновидная — на берёзе плосколистной в широколиственно-хвойном лесу и багульнике-сфагновом лиственничнике.
18. ~*Lecanora carpinea* (L.) Vain. — Леканора грабовая — на рододендроне даурском в пихтово-еловом, широколиственно-хвойном лесах.
19. *L. symmicta* (Ach.) Ach. — Леканора сяммиктовая — на осине обыкновенной в широколиственно-хвойном лесу.
20. ~*Lepraria neglecta* (Nyl.) Erichsen [= *L. alpina* (B. De Lesd.) Tretiach et Baruffo] — Лепрария альпийская — на пихте белокорой, ели аянской, липе амурской в широколиственно-хвойном лесу.
21. +-*Leptogium cochleatum* (Dicks.) P. M. Jørg. Et P. James — Лептогиум спиральный — на рододендроне даурском в пихтово-еловом, широколиственно-хвойном лесах.
22. ~*L. cyanescens* (Rabenh.) Kõrb. — Лептогиум синеватый — на рододендроне даурском в пихтово-еловом, широколиственно-хвойном лесах.
23. ~*L. saturninum* (Dicks.) Nyl. — Лептогиум насыщенный — на рододендроне даурском в пихтово-еловом, широколиственно-хвойном лесах.
24. \*,\*\*+*Lobaria retigera* (Bory) Trevis. — Лобария сетчатая — на берёзе ребристой в широколиственно-хвойном лесу.
25. *Melanohalea olivacea* (L.) O. Blanco et al. — Меланохалея оливковая — на берёзе плосколистной в багульнике-сфагновом лиственничнике.
26. ~*Menegazzia subsimilis* (H. Magn.) R. Sant. — Менегацция несколько похожая — на лиственнице Каяндера, берёзе плосколистной, рододендроне даурском в багульнике-сфагновом лиственничнике.
27. ~*Myelochroa subaurulenta* (Nyl.) Elix et Hale — Миелохроа золотистовая — на рододендроне даурском в широколиственно-хвойном лесу.

28. *Nephroma helveticum* Ach. — Нефрома швейцарская — на березе ребристой в пихтово-еловом, широколиственно-хвойном лесах.
29. \* \*\*~*Nephromopsis ornata* (Müll. Arg.) Hue — Нефромописис украшенный — на березе плосколистной в пихтово-еловом, широколиственно-хвойном лесах.
30. +~*Oxneria fallax* (Hepp ex Arnold) S. Y. Kondr. et Kärnefelt — Окснерия обманчивая — на липе амурской в широколиственно-хвойном лесу.
31. \* \*\*~*Parmotrema arnoldii* (Du Rietz) Hale — Пармотрема Арнольда — на ольхе волосистой в широколиственно-хвойном лесу.
32. +~*Peltigera lepidophora* (Nyl. ex Vain.) Bitter — Пельтигера чешуеносная — на березе плосколистной в пихтово-еловом, широколиственно-хвойном лесах.
33. ~*P. polydactylon* (Neck.) Hoffm. — Пельтигера многопалая — на березе плосколистной в пихтово-еловом, широколиственно-хвойном лесах.
34. ~*Pertusaria alpina* Hepp ex H. E. Ahles — Пертузария альпийская — на березе плосколистной в широколиственно-хвойном лесу.
35. +~*P. servitiana* Erichsen — Пертузария Сервитова — на обнажённой древесине в широколиственно-хвойном лесу.
36. *P. sommerpheltii* (Sommerf.) Flörke — Пертузария Зоммерфельта — на осине обыкновенной в широколиственно-хвойном лесу.
37. *P. submultipuncta* Nyl. — Пертузария многоточечноватая — на березе плосколистной в широколиственно-хвойном лесу.
38. +~*Phaeophyscia rubropulchra* (Degel.) Essl. — Феофисция краснокрасивая — на валеже в широколиственно-хвойном лесу.
39. +~*Physcia alnophila* (Vain.) Loht. et al. — Фисция ольхолюбивая — на ильме японском в широколиственно-хвойном лесу.
40. ~ *Physciella melanchra* (Hue) Essl. — Фисциелла меланхровая — на липе амурской в широколиственно-хвойном лесу.
41. ~*Platismatia interrupta* W. L. Culb. et F. C. Culb. — Платизматия прерывистая — на лиственнице Каяндера, берёзах ребристой, плосколистной, багульнике болотном, валеже в багульнике-сфагновом лиственничнике.
42. *Polychidium muscicola* (Sw.) Gray — Полихидиум намоховый — поверх мха на березе ребристой в пихтово-еловом, широколиственно-хвойном лесах.
43. ~*Ramalina roesleri* (Hochst. ex Schaer.) Hue — Рамалина Рослера — на рододендроне даурском в широколиственно-хвойном лесу и багульнике-сфагновом лиственничнике.
44. ?+~*Rinodina olivaceobrunnea* C. W. Dodge et G. E. Baker — Ринодина оливково-коричневая — на валеже в пихтово-еловом лесу.
45. +~*R. septentrionalis* Malme — Ринодина северная — на березе плосколистной, ольхе волосистой, осине обыкновенной, орехе маньчжурском, валеже в пихтово-еловом, широколиственно-хвойном лесах и багульнике-сфагновом лиственничнике.
46. *R. sibirica* H. Magn. — Ринодина сибирская — на веточках пихты белокорой в широколиственно-хвойном лесу.
47. +~*Scoliciosporum chlorococcum* (Graewe ex Stenh.) Vězda — Сколициоспорум зеленокосточковый — на осине обыкновенной в широколиственно-хвойном лесу.
48. *Tuckermannopsis americana* (Spreng.) Hale — Тукерманнопсис американский — на лиственнице Каяндера, березе плосколистной, обнажённой древесине в багульнике-сфагновом лиственничнике.
49. *Usnea dasaea* Stirt. — Уснея дазая — на кедре корейском, ели аянской, пихте белокорой в пихтово-еловом, кедрово-широколиственном лесах в долине реки Кирга; на дубе монгольском в дубовом лесу в долине реки Бастак; на рододендроне даурском в багульнике-сфагновом лиственничнике в долина реки Большой Сореннак.
50. *U. praetervisa* (Asahina) P. Clerc — Уснея претервизовая — на липе амурской в широколиственно-хвойном лесу.

В целом проведённые лишенологические исследования позволили пополнить инвентаризационный список лишайников заповедника новыми видами, дополнить сведения о распространении лишайников в районе исследования,

отметить новые субстраты, на которых произрастают указанные виды, дополнить сведения о произрастании их в других растительных формациях, в которых они ранее не были встречены. Необходимо дальнейшее изучение лишайников данной территории, особенно горных районов и каменистых экотопов, что, несомненно, расширит знания о лишайнофлоре государственного заповедника «Бастак».

*Благодарности.* Автор выражает глубокую признательность директору государственного заповедника «Бастак» Калинину Александру Юрьевичу и всему коллективу заповедника за помощь в организации и проведении полевых исследований.

### Литература

1. Rubtsova T. A., Kalinin A. U.. State Nature Reserve «Bastak» (Russia) // Biodiversity and Environment of Far East Reserves. 2015. № 4. С. 3–15.
2. Флора лишайников России: Биология, экология, разнообразие, распространение и методы изучения лишайников / отв. ред. М. П. Андреев, Д. Е. Гимельбрант. М.; СПб.: Тов-во науч. изд. КМК, 2014. 392 с.
3. Ohmura, Y. Contribution to the knowledge of the genus *Usnea* (Parmeliaceae, Ascomycota) in southern Far East Russia / Y. Ohmura, I. Skirina, F. Skirin // Bull. Natl. Mus. Nat. Sci. 2017. Ser. B. 43, No. 1. P. 1–10.
4. Zhurbenko, M. P. *Dactylospora anziae*, a new lichenicolous ascomycete on *Anzia* from East Asia / M. P. Zhurbenko, A. K. Ezhkin, I. F. Skirina, Y. Ohmura // Folia Cryptog. Estonica. 2017. Fasc. 54. P. 13–16. DOI: <http://dx.doi.org/10.12697/fce.2017.54.03>
5. Скирина, И. Ф. Список лишайников заповедника «Бастак» I.F. Skirina. Lichen list of “Bastak” natural reserve (Russia) // Биота и среда заповедников Дальнего Востока = Biodiversity and Environment of Far East Reserves. 2015. № 4. С. 28–87. ISBN 978-5-8044-0722-8
6. Скирина, И. Ф. Лишайники участка «Забеловский заповедника «Бастак» (Еврейская автономная область) // Региональные проблемы. 2016. Т. 19, № 3. С. 11–23. ISSN 1605-220X.
7. Скирина, И. Ф. Новые данные о лишайниках заповедника «Бастак» // Современные проблемы регионального развития: материалы V международ. науч.-практ. конф. Биробиджан, 09-11 сент. 2014 г. / ред. Е. Я. Фирсман. – Биробиджан: ИКАРП ДВО РАН. 2015. С. 151–152. ISBN 978-5-904121-10-5 (ИКАРП ДВО РАН); ISBN 978-5-8170-0261-4 (ФГБОУ ВПО «ПГУ им. Шолом-Алейхема»).
8. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / Министерство природы и экологии РФ; Федеральная служба по надзору в сфере природоохраны; РАН; Российское ботаническое общество; МГУ им. М.В. Ломоносова / гл. ред. Ю. П. Трутнев и др.; Сост. Р. В. Камелин и др. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2008. 855 с. ISBN 978-5-87317-476-8.
9. Красная книга Еврейской автономной области. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов / ред. Т.А. Рубцова. – Новосибирск: Изд-во Арта, 2006. 248 с. ISBN 5-90270-006-4.
10. CABI Bioscience Databases. – URL: <http://www.indexfungorum.org>. (18.07.2017).
11. Lücking, R. The 2016 classification of lichenized fungi in the Ascomycota and Basidiomycota – Approaching one thousand genera / R. Lücking, B. P. Hodkinson, S. D. Leavitt // The Bryologist. 2016. Vol. 119, No. 4. P. 361–416. DOI:<http://dx.doi.org/10.1639/0007-2745-119.4.361>; URL:<http://www.bione.org/doi/full/10.1639/0007-2745-119.4.361> (19.07.2017).
12. Esslinger, T. L. A Cumulative Checklist for the Lichen-Forming, Lichenicolous and Allied Fungi of the Continental United States and Canada, Version 21 // *Opuscula Philolichenum*. 2016. Vol. 15. P. 135-390. URL: [http://sweetgum.nybg.org/science/op/biblio\\_details.php?irn=479191](http://sweetgum.nybg.org/science/op/biblio_details.php?irn=479191) (19.07.2017).
13. Nordin, A., Moberg R., Tønberg T., Vitikainen O., Dalsätt Å., Myrdal M., Snitting D., Ekman S. Santesson’s. *Checklist of Fennoscandia Lichen-forming and Lichenicolous Fungi*. 2017. URL: <http://130.238.83.220/santesson/home.php> (16.07.2017).

Статья принята для публикации 21 марта 2018 г.

## Additions to the lichen flora of the Nature Reserve “Bastak”

I. F. Skirina

*Pacific Geographical Institute FEB RAS, Vladivostok, 690022, Russian Federation*

*e-mail: sskirin@yandex*

### Abstract

The list of 49 lichen species and 1 lichenicolous fungus is given in the paper. *Arthonia spadicea* Leight., *Caloplaca trassii* Galanina et S. Y. Kondr., *Parmotrema arnoldii* (Du Rietz) Hale, *Pertusaria sommerpheltii* (Sommerf.) Flörke, *Rinodina sibirica* H. Magn. are new to the Nature Reserve “Bastak” (Jewish Autonomous oblast). The list contains records of lichens and lichenicolous fungus which were published in taxonomic papers, but were not included in the reserve reports. *Usnea dasaea* Stirt. and *U. praetervis* (Asahina) P. Clerc. were published as new to the south of the Russian Far East and Russia. Lichenicolous fungus – *Dactylospora anziae* was published as new to science. Additional data on substrate and community distribution are given for 41 species. The lichen list of the Nature Reserve “Bastak” consists of 511 species belonging to 23 orders, 55 families and 129 genera. Species descriptions have lichen distribution and substrate data within study area, as well vegetation type where the specimens were collected. A total of 19 "red-listed" species are growing in the Reserve. Fourteen lichens are included in the Red Data Book of Russia and five ones in the Red Data Book of Jewish Autonomous Region.

*Key words:* substrate-community distribution, “Bastak” Nature Reserve, Russian Far East.

### References

1. Rubtsova T. A., Kalinin A. U., 2015, State Nature Reserve «Bastak» (Russia), *Biodiversity and Environment of Far East Reserves*, no. 4, pp. 3-15.
2. Andreev M. P., Himelbrant D. E. (eds), 2014, *The Lichen Flora of Russia: Biology, Ecology, Diversity, Distribution and Methods to Study Lichens*, 392 p., KMK Scientific Press, Moscow – St. Petersburg. (in Russ.)
3. Ohmura Y., Skirina I. and Skirin F., 2017, Contribution to the knowledge of the genus *Usnea* (Parmeliaceae, Ascomycota) in southern Far East Russia, *Bulletin of the National Museum of Nature and Science. Series B, Botany*, vol., 43, no. 1, pp. 1-10.
4. Zhurbenko M. P., Ezhkin A. K., Skirina I. F., Ohmura Y., 2017, *Dactylospora anziae*, a new lichenicolous ascomycete on *Anzia* from East Asia, *Folia Cryptogamica Estonica Fasc.*, 54, pp. 13–16. DOI: <http://dx.doi.org/10.12697/fce.2017.54.03>
5. Skirina I. F., 2015, Lichen list of “Bastak” Natural Reserve (Russia), *Biodiversity and Environment of Far East Reserves*, no 4, pp. 28-87. ISBN 978-5-8044-0722-8 (in Russ.)
6. Skirina I.F., 2016, Lichens in «Zabelovsky» cluster area of the «Bastak» reserve (Jewish Autonomous Region), *Regional Problems*, vol. 19, no. 3, pp. 11-23. (in Russ.)
7. Skirina I. F., 2014, New location of protected lichen species on «Bastak» Reserve Territory, in Frisman E.Ya. (ed.), *Sovremennyye problemy regional'nogo razvitiya: materialy V mezhdunarod. nauchno-prakticheskoy konferentsii Birobidzhan, 09-11 sentyabrya 2014 g.* [Present problems of regional development: Proceedings of the V International Scientific Conference in Birobidzhan, September 09-11, 2014], pp. 151-152, ICARP FEB RAS, Birobidzhan. (in Russ.)
8. Trutnev Yu. P. (ed.), *Krasnaya kniga Rossiyskoy Federatsii (rasteniya i griby)* [The Red Data Book of the Russian Federation (plants and mushrooms)], 2008, 855 p., Tovarischestvo nauchnykh izdaniy KMK, Moscow. ISBN 978-5-87317-476-8. (in Russ.)
9. Rubtsova T. A. (ed.), 2006, *Red Data Book of the Jewish Autonomous Region. Rare and Endangered Species of Plants and Mushrooms*, 248 p., «ARTA», Novosibirsk. (in Russ.)
10. *CABI Bioscience Databases*, viewed 20 May 2018 from URL: <http://www.indexfungorum.org>.
11. Lücking R., Hodkinson B. P. et Leavitt S. D., 2016, The 2016 classification of lichenized fungi in the Ascomycota and Basidiomycota – Approaching one thousand genera, *The Bryologist*, vol. 119, no. 4m, pp. 361-416. DOI:<http://dx.doi.org/10.1639/0007-2745-119.4.361>; viewed 20 May 2018 from URL:<http://www.bione.org/doi/full/10.1639/0007-2745-119.4.361>.
12. Esslinger T. L., 2016, A Cumulative Checklist for the Lichen-Forming, Lichenicolous and Allied Fungi of the Continental United States and Canada, Version 21, *Opuscula Philolichenum*. vol. 15, pp. 135-390, viewed 20 May 2018 from URL: [http://sweetgum.nybg.org/science/op/biblio\\_details.php?irn=479191](http://sweetgum.nybg.org/science/op/biblio_details.php?irn=479191).
13. Nordin A., Moberg R., Tønsberg T., Vitikainen O., Dalsätt Å., Myrdal M., Snitting D., Ekman S. Santesson's, *Checklist of Fennoscandia Lichen-forming and Lichenicolous Fungi*. 2017, viewed 20 May 2018 from URL: <http://130.238.83.220/santesson/home.php>.

УДК 82-43

## Заказник «Тумнинский» (краткий очерк)

И. В. Костомарова\*

*Государственный природный заповедник «Ботчинский»**Советская Гавань, 682800, Российская Федерация**e-mail: aska-iv@yandex.ru*

### Аннотация

Заказник «Тумнинский» учреждён в 1987 году с целью сохранения и восстановления ценных, редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных и среды их обитания. Расположен в бассейне реки Тумнин, по левому берегу, от устья реки Абуа на севере до устья реки Хонолика на юге. Восточная граница — побережье Татарского пролива от мыса Аукан на севере до устья реки Чумка на юге. Рельеф заказника гористый. С севера на юг по территории пролегает хребет Приморский. Наивысшая отметка — гора Бекая (899 м над уровнем моря). Климат муссонный. В растительном покрове Тумнинского заказника преобладают различные ассоциации лиственничников. Пихтово-еловые леса приурочены к долинам ручьев, надпойменным террасам реки Тумнин и межгорным распадкам. Во флористическом отношении территория заказника мало изучена, отсутствуют гербарные сборы. Основу животного мира составляют представители охотско-камчатской фауны. Фоновыми видами животных являются лось, бурый медведь, соболь, белка, заяц-беляк и др.

*Ключевые слова:* Тумнинский заказник, особо охраняемые природные территории.

Федеральный заказник «Тумнинский» учреждён приказом Главохоты РСФСР № 267 от 14 июля 1987 г., расположен в юго-восточной части Ванинского района Хабаровского края (рисунок) и имеет площадь 143 100 га.

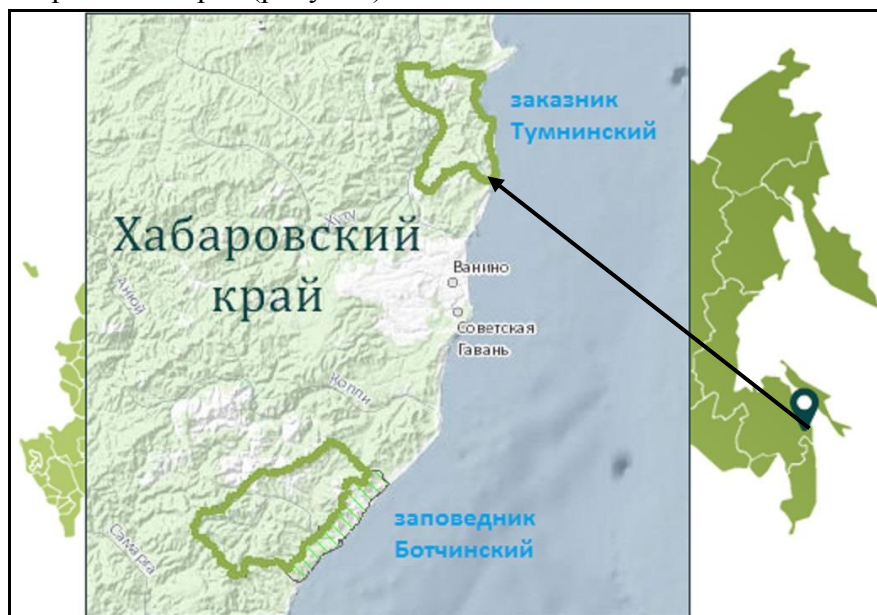


Рисунок. Карта-схема расположения заказника «Тумнинский».

Figure. The map-schema of the Tumninsky Reserve location.

\* Автор: Костомарова Ирина Викторовна, заместитель директора по научной работе заповедника «Ботчинский», e-mail: aska-iv@yandex.ru

Заказник «Тумнинский» создан с целью сохранения, восстановления и воспроизводства ценных в хозяйственном, научном и культурном отношении, а также редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных, среды их обитания, исчезающих и лекарственных видов растений, мест их произрастания. Основные объекты охраны — лось, пути его миграции, обитания и кормёжки на морском побережье, промысловые и редкие виды млекопитающих и птиц, осетровые и лососевые рыбы; леса Сихотэ-Алиня; река Тумнин, озеро Быки (Рис. 1Прил. – Рис. 5Прил.).

Рельеф заказника гористый, образован хребтами, являющимися восточными отрогами горной системы Сихотэ-Алинь. С севера на юг по территории заказника пролегает наиболее высокий из его хребтов — Приморский, восточный макросклон которого обращен к Татарскому проливу, западный — к реке Тумнин. Самая высокая точка этого хребта — гора Бекая — расположена в северной части заказника на высоте 899 м над уровнем моря. Мезорельеф отличается сильной пересеченностью, крутосклонностью. Микрорельеф изобилует выходами на поверхность горных пород в виде скал, камней и валунов. Крупных долин на территории заказника нет. Небольшая депрессия расположена в правобережной приустьевой части реки Гудюму. Ширина её превышает 3 км.

Климат заказника муссонный. Лето короткое, туманное и влажное. Снег выпадает в конце октября. Основные осадки выпадают в теплое время года. Средние температуры воздуха: в январе  $-24,6^{\circ}\text{C}$ , июле  $+16,7^{\circ}\text{C}$  [1–2].

По территории заказника протекают ключи и небольшие мелководные реки, относящиеся к бассейнам р. Тумнин и Татарского пролива. Все они имеют горный характер – каменистое русло с частыми перекатами и быстрым течением [3].

*Флора и растительность.* Преобладают различные ассоциации лиственничников, пихтово-еловые леса приурочены к долинам ручьев, надпойменным террасам реки Тумнин, межгорным распадкам. Пойма реки Тумнин занята преимущественно чозенниками различной стадии развития, ивняками. На склонах сопок, выходящих к реке, растут лиственничники, смешанные лиственнично-мелколиственные леса, а по склонам преимущественно южной и юго-западной экспозиции встречаются леса с участием дуба.

На морском побережье преобладающими типами лесов являются каменноберезовые леса и лиственничники. Елово-пихтовые леса встречаются значительно реже и приурочены к глубоким распадкам и устьям рек.

*Животный мир.* Основу животного мира составляют представители охотско-камчатской фауны. Фоновыми видами животных являются лось (*Alces alces* Linnaeus, 1758), бурый медведь (*Ursus arctos* Linnaeus, 1758), соболь (*Martes zibellina* Linnaeus, 1758), белка (*Sciurus vulgaris* Linnaeus, 1758), заяц-беляк (*Lepus timidus* Linnaeus, 1758). Также обитают колонок (*Mustela sibirica* Pallas, 1773), горноста́й (*Mustela erminea* Linnaeus, 1758), норка американская (*Neovison vison* Schreber, 1777), выдра (*Lutra lutra* Linnaeus, 1758), барсук (*Meles meles amurensis*

Schrenk, 1859), росомаха (*Gulo gulo* Linnaeus, 1758), ондатра (*Ondatra zibethicus* Linnaeus, 1766), лисица (*Vulpes vulpes* Linnaeus, 1758,) рысь (*Lynx lynx* Linnaeus, 1758), волк (*Canis lupus* Linnaeus, 1758), изюбрь (*Cervus elaphus* Linnaeus, 1758), косуля (*Capreolus pygargus* Pallas, 1771), кабарга (*Moschus moschiferus* Linnaeus, 1758), кабан (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758), в 1982 и в 1986 гг. отмечались заходы амурского тигра (*Panthera tigris altaica* Temminck, 1844) [1]. Орнитофауна насчитывает более 200 видов птиц. На нерест в реки заказника заходят ценные виды рыб: сахалинский осётр (*Acipenser mikadoi*), кета (*Oncorhynchus keta* Walbaum, 1792), сима (*Oncorhynchus masou* Brevoort, 1856), кунджа (*Salvelinus leucomaenis* Pallas, 1814).

Из редких видов здесь обитают: орлан-белохвост (*Haliaeetus albicilla* Linnaeus, 1758), белоплечий орлан (*Haliaeetus pelagicus* Pallas, 1811), беркут (*Aquila chrysaetos* Linnaeus, 1758), тетеревятник (*Accipiter gentilis* Linnaeus, 1758), канюк (*Buteo buteo* Linnaeus, 1758), сапсан (*Falco peregrinus* Tunstall, 1771), рыбный филин (*Ketupa blakistoni* Seebohm, 1884), филин (*Bubo bubo* Linnaeus, 1758), скопа (*Pandion haliaetus* Linnaeus, 1758), черный журавль (*Grus monacha* Temminck, 1835), дикуша (*Falcapennis falcapennis* Hartlaub, 1855), утка мандаринка (*Aix galericuata* Linnaeus, 1758), сима (*Oncorhynchus masou* Brevoort, 1856), осётр сахалинский (*Acipenser medirostris* Ayres, 1854) и таймень сахалинский (*Parahucho perryi* Brevoort, 1856) (Рис. 6Прил. – Рис. 9Прил.) [1–2].

Более 10 лет территория Тумнинского заказника была бесконтрольна, отсутствовала охрана, не проводились научные исследования. В 2014 г. приказом Минприроды России Федеральный заказник «Тумнинский» был передан в ведение государственного природного заповедника «Ботчинский». С этого времени в заказнике планомерно проводятся научные исследования как сотрудниками Ботчинского заповедника, так и сторонними организациями. Исследования связаны с инвентаризацией фауны и флоры, мониторингом популяций редких видов, изучением их обилия, распространения и текущего состояния.

### Литература

1. Тумнинский. *ООПТ России*. URL: <http://oopt.aari.ru/oopt/>. Тумнинский; (дата обращения 18.05.2018).
2. Тумнинский заказник. *Клуб SHAMORA.info*. URL: <http://khabarovsk.shamora.info/>. Тумнинский заказник; (дата обращения 18.05.2018).
3. Тумнинский заказник. URL: <http://www.zapoved.ru/catalog/234/> (дата обращения 08.06.2018).
4. Шестеркин В.П., Костомарова И.В. Гидрохимия малых рек государственного природного заказника «Тумнинский» // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. 2017 Вып. 7. С. 262–266.

Статья принята для публикации 14 мая 2018 г.

## Nature Reserve Zakaznik «Tumninsky» (Short Essay)

I. V. Kostomarova

*Nature Reserve «Botchinskiy»*

*Sovetskaya Gavan, 682800, Russian Federation*

*e-mail: aska-iv@yandex.ru*

### Abstract

The Tumninsky reserve was established in 1987 with the aim of preserving and restoring valuable, rare and endangered species of animals and their habitats. It is located in the Tumnin River basin along its left bank, from the mouth of the Abua River in the north, to the mouth of the Honolik River in the south. The eastern border is along the coast of the Tatar Strait from Cape Aukan in the north, to the mouth of the Chumka River in the south. Relief of the reserve is mountainous. From the north to the south the Primorsky Range lies. The highest point is Mount Bekaya (899 m above sea level). The climate is monsoon. Various associations of larch forests predominate in the vegetation cover of the reserve, fir forests are confined to the stream valleys, the Tumnin River over-flooded terraces, intermountain depressions. The territory of the reserve has been little studied in floristic respect, there are no herbarium collections. The basis of the animal world is made up of representatives of the Okhotsk-Kamchatka fauna.

*Key words:* Tumninsky Nature Reserve, Zakaznik, protected areas.

### References

1. Tumninskiy, *ООПТ Possii*, viewed 18 May 2018, from <http://oopt.aari.ru/oopt/Tumninskiy>. (in Russ.)
2. Tumninsky Zakaznik, *Klub SHAMORA.info*, viewed 18 May 2018, from <http://khabarovsk.shamora.info/«Tumninsky» Zakaznik>. (in Russ.)
3. *Tumninskiy Zakaznik*, viewed 8 June 2018, from URL: <http://www.zapoved.ru/catalog/234/> (in Russ.)
4. Shesterkin V.P., Kostomarova I.V., 2017, Hydrochemistry of Small Rivers in the «Tumninsky» State Nature Reservation, *Vladimir Ya. Levanidov's Biennial Memorial Meetin*, 7, pp. 262–266. (in Russ.)

**Приложение. Заказник «Тумнинский»: ландшафты, флора, фауна.**

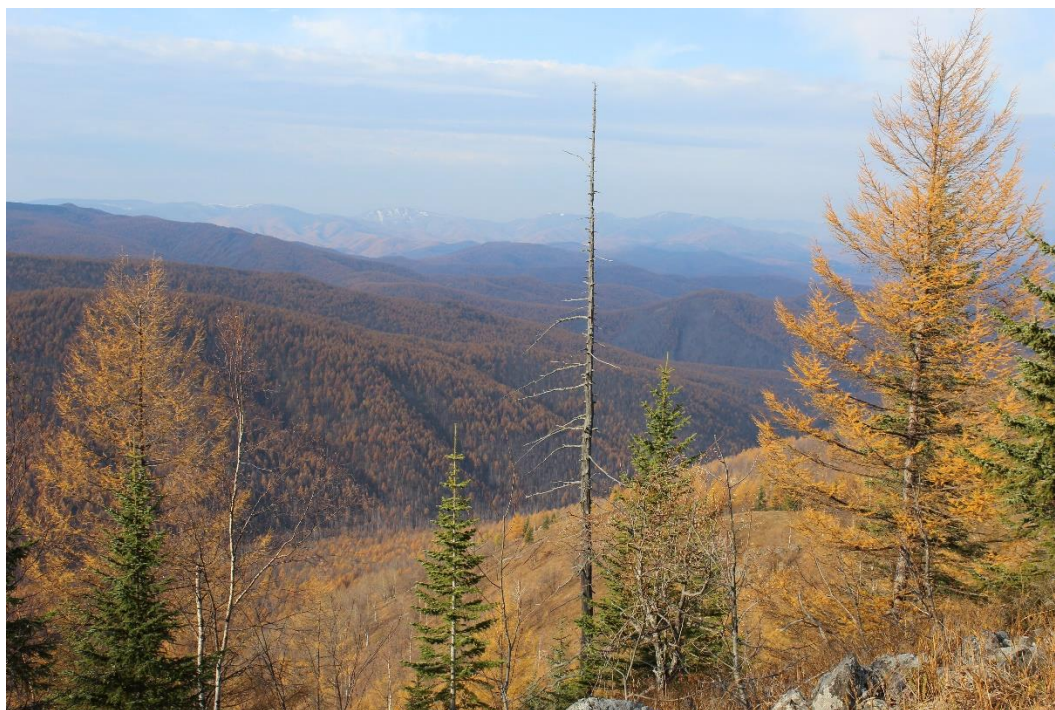
**Attachment. Nature Reserve Zakaznik «Tumninsky»: landscapes, flora, fauna.**



**Рис. 1** Прил. Река Тумнин. Фото И. В. Костомаровой.  
**Fig. 1** Att. The Tumnin River. Photo by I. Kostomarova.



**Рис. 2** Прил. Морская граница заказника, водопад. *Фото И. Лысенко.*  
**Fig. 2** Att. Marine border of the Reserve, waterfall. *Photo by I. Lysenko.*



**Рис. 3** Прил. Тумнинский заказник. *Фото И. В. Костомаровой.*  
**Fig. 3** Att. The Tumninsky Reserve. *Photo by I. Kostomarova.*



**Рис. 4** Прил. Скала Сангач.  
*Фото И. Лысенко.*  
**Fig. 4** Att. The Sangach Rock.  
*Photo by I. Lysenko.*



**Рис. 5** Прил. Пион обратнойцевидный.  
*Фото И. В. Костомаровой.*  
**Fig. 5** Att. *Paeonia obovata*.  
*Photo by I. Kostomarova.*



**Рис. 6** Прил. Горбуша идёт на нерест.  
*Фото Костомаровой И.В.*  
**Fig. 6** Att. The Pink salmon goes to spawn.  
*Photo by I. Kostomarova.*



**Рис. 7** Прил. Орлан белоплечий.  
*Фото И. Лысенко.*  
**Fig. 7** Att. Steller's sea eagle *Haliaeetus pelagicus*. *Photo by I. Lysenko.*



**Рис. 8** Прил. Дикуша азиатская. *Фото*  
*– И. Костомаровой.*  
**Fig. 8** Att. Siberian Grouse *Falcipennis falcipennis*. *Photo by I. Kostomarova.*



**Рис. 9** Прил. Лось.  
*Фото Костомаровой И.В.*  
**Fig. 9** Att. Elk *Alces alces*.  
*Photo by I. Kostomarova.*

УДК 502.4 +82-43

## Национальный парк «Приэльбрусье»: краткое описание, проблемы и пути развития

Е. В. Кюль\*

*Федеральный научный центр «Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук»,  
Центр географических исследований*

*г. Нальчик, 360002, Кабардино-Балкарская Республика, Российская Федерация*

*Email: elenakyul@mail.ru.*

### Аннотация

Национальный парк «Приэльбрусье» учреждён 22 сентября 1986 г. Парк расположен на северном склоне Большого Кавказа на высоте от 2000 м до 5000 м. Это один из самых высокогорных парков России и Европы. С запада парк граничит с Карачаево-Черкесской Республикой, с юга — с Грузией. Парк зонирован, в нём определены зоны с различным режимом использования: заповедная зона (33,7 тыс. га), в которой запрещены все виды хозяйственной и рекреационной деятельности, кроме горного пешеходного туризма и альпинизма по строго ограниченному маршрутам; зона заказника (39,7 тыс. га), в которой допускается строго регулируемое посещение в научных целях; зона познавательного туризма (5,5 тыс. га); зона рекреации (1,0 тыс. га) в долине реки Баксан и на горнолыжном курорте мирового уровня «Приэльбрусье»; зона хозяйственного назначения (21,3 тыс. га). Коренному населению выделены зоны традиционного природопользования. Парк создан для сохранения природных комплексов, уникальных природных участков и объектов, а также для создания условий для регулируемого туризма, альпинизма и отдыха в природных условиях. В статье дано описание уникальных ландшафтов. Определены основные геоэкологические проблемы и пути развития парка.

*Ключевые слова:* Кабардино-Балкарская Республика, функциональное зонирование, физико-географические и социально-экономические условия, опасные природные процессы.

**Введение.** Трансформация природной среды происходит в результате хозяйственной деятельности человека, с чем связана необходимость её охраны. Одна из эффективных форм природоохранной деятельности — это создание особой формы охраняемых природных территорий — национальных парков, которые наилучшим образом могут быть интегрированы в региональные системы особо охраняемых природных территорий. При их оптимальном развитии помимо природоохранных могут быть также решены и другие проблемы, связанные с социально-экономическим развитием региона. Мировая история развития национальных парков насчитывает более ста лет [1]. В России же первый национальный парк («Сочинский») был учрежден постановлением Правительства России в 1983 г. На настоящий момент времени на территории России создано 35 национальных парков общей площадью около 7 млн. га [2; 3]. Они расположены в 33 субъектах РФ, но основная их доля приходится на Европейско-Уральскую часть России. В Сибири — лишь 6 национальных парков,

---

\*Автор: Кюль Елена Владимировна, канд. географ. наук, снс, Центр географических исследований Кабардино-Балкарского научного центра РАН; ул. Балкарова, 2. г. Нальчик, 360002, Кабардино-Балкарская республика; E-mail: elenakyul@mail.ru; тел.: 8-960-430-87-36

на Дальнем Востоке — 8 [4; 5], из них 4 в Приморском крае [5]. Все национальные парки входят в систему Министерства природных ресурсов РФ. На территории Северо-Кавказского федерального округа (СКФО) находятся 2 национальных парка: «Приэльбрусье» в Кабардино-Балкарской Республике (КБР) и «Алания» в Республике Северная Осетия — Алания.

Национальный парк (далее НП) «Приэльбрусье» образован Постановлением Совета Министров РСФСР от 22 сентября 1986 г. N 407 [6; 7]. Общая площадь парка 101,2 тыс. га. В состав парка вошла хорошо освоенная территория старейшего центра альпинизма и туризма в пределах бывшего Союза ССР — Южное Приэльбрусье (верховья р. Баксан, Эльбрусское и Верхне-Баксанское лесничества), а также малоосвоенная часть территории — верховья р. Малка, Верхне-Малкинское лесничество — Западное Приэльбрусье. В административном отношении это территории Зольского и Эльбрусского районов КБР.

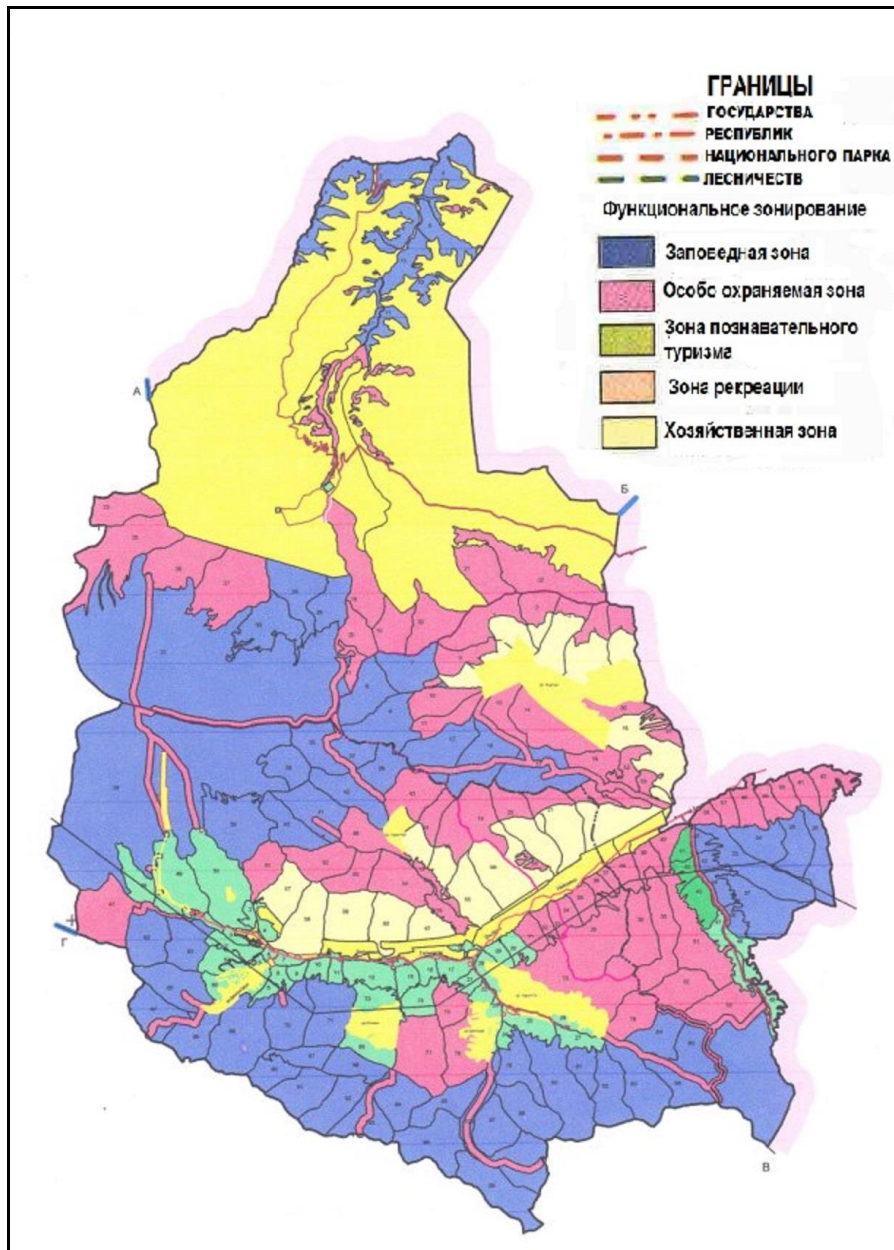
В физико-географическом отношении НП расположен на северном склоне Большого Кавказа в его центральной части (Центральный Кавказ). Это один из самых высокогорных парков России и Европы (абсолютные высотные отметки 2000–5000 м и более). С запада парк граничит с Карачаево-Черкесской Республикой, с юга — с Грузией. Северная граница парка проходит по южному склону Передового хребта (горизонталь 2000 м), восточная — по водоразделу между реками Баксан и Чегем, правого притока р. Баксан (Рис. 1).



Рис. 1. Местоположение Национального парка «Приэльбрусье» (из ресурса bielefeldt.de)

Fig. 1. Location of the National Park «Prielbrusye» (taken from the resource bielefeldt.de)

**Функциональное зонирование НП «Приэльбрусье».** На территории парка выделено 6 функциональных зон (Рис. 2) [6; 7].



**Рис.3. Функциональное зонирование Национального парка «Приэльбрусье».**  
**Fig.3. Functional zoning of the National Park «Prielbrusye».**

1. Заповедная зона (33,7 тыс. га). Запрещены все виды хозяйственной и рекреационной деятельности, кроме горного пешеходного туризма и альпинизма по строго ограниченным маршрутам. Включает все типы природных ландшафтов, распространенных в данном районе: нивально-гляциальный, горно-луговой, горно-лесной, горно-степной (Рис. 1Прил.1 – Рис.3Прил.1).

2. Зона заказника (39,7 тыс. га). Допускается строго регулируемое посещение в научных целях, разрешается элементарное благоустройство, не нарушающее естественного облика участка.

3. Зона познавательного туризма (5,5 тыс. га) включает в себя локальные участки вдоль планируемых и действующих учебных экологических троп по ущельям Адыл-Су, Юсенги, Адыр-Су; проходит по Баксанскому ущелью в пределах Поляна Азау — село Эльбрус, склоны и долины рек Гара-Баши и Терскол, склоны гор Чегет и Эльбрус, плато верховья реки Малка (район источника Джилы-Су), локальные участки в устьях рек Сабалык-Су, Челмас, Курмычи). Здесь разрешена хозяйственная деятельность, ориентированная на удовлетворение потребности посетителей в благоустроенном отдыхе (Рис. 1 Прил.1 – Рис.7 Прил.1).

4. Зона рекреационного использования (1,0 тыс. га). Основной осью рекреационной системы является долина реки Баксан с расположенными на этой территории населенными пунктами (Терскол, Тегенекли, Байдаевка) и рекреационными учреждениями разных ведомств. Особое место занимает здесь горнолыжный курорт мирового уровня «Приэльбрусье» с сетью кресельных (на г. Чегет) и гондольных (на г. Эльбрус) канатных дорог (Рис. 10 Прил.1 – Рис. 11 Прил.1). Здесь разрешены те же виды деятельности, что и в зоне познавательного туризма, а также строительство хозяйственных объектов, обеспечивающих жизнедеятельность рекреационных учреждений.

5. Зона хозяйственного назначения (21,3 тыс. га) включает земли сельскохозяйственных и иных пользователей без изъятия их из хозяйственной эксплуатации, а также коммунально-складские объекты и гаражные хозяйства. Зона расположена по Баксанскому ущелью и в северной части национального парка в верховьях реки Малка, по рекам Кыртык и Су-Баши.

В связи с расположением НП «Приэльбрусье» в районе проживания коренного населения и в пограничной зоне выделены зоны для традиционного экстенсивного природопользования, не разрушающего природную среду и не истощающего биологические ресурсы, кроме того, в таких зонах установлен усиленный контроль за соблюдением пограничного режима.

**Основные задачи и функции НП «Приэльбрусье».** Исходя из функционального зонирования территории парка, кроме общепринятых задач и функций (сохранение природных комплексов, уникальных и эталонных природных участков и объектов, создание условий для регулируемого туризма, альпинизма и отдыха в природных условиях) выделяется целый комплекс специальных задач и функций, связанных с сохранением малого (балкарского) этноса, проживающего в границах НП (сохранение традиционного землепользования, охрана и восстановление историко-культурных объектов, экологическое просвещение местного населения, обеспечение рабочих мест

местным жителям путём создания подсобных хозяйств, магазинов, киосков для реализации своей продукции и т. д.) [6; 7].

**Рекреационная деятельность.** НП «Приэльбрусье, благодаря своим уникальным природно-климатическим условиям, имеет богатые рекреационные ресурсы, что способствует развитию таких видов туризма, как спортивный — альпинизм, горнолыжный и конный туризм и др., научно-познавательный — изучение уникальных ландшафтов и богатого растительного и животного мира, а также посещение уникальных научных учреждений в границах НПП. Наряду с традиционными, развиваются и новые формы рекреационной деятельности. Такие формы туризма, как эко- и агротуризм в настоящее время находятся в стадии развития, но вскоре станут привлекательными, благодаря богатой культуре, уникальным ремёслам и многовековым традициям гостеприимства местных жителей. Будет также развиваться и лечебный (бальнеологический) туризм, базирующийся на важнейшем природном лечебном ресурсе — углекислым минеральным водам (нарзанам) многочисленных источников, расположенных в районе ледника Ирик, ущелий Адыл-Су, Азау, в сёлах Эльбрус и Байдаевка — знаменитая «Поляна Нарзанов», у горы Донгуз-Орун-Гитче-Чат-Баши (3367 м) — месторождения Баксан-Баши-Уллу-Гара — 9 источников. Общий дебит нарзанов составляет 5 млн л/сут. (Рис. 4Прил.1 – Рис.7Прил.1).

**Научно-исследовательская деятельность** в НП «Приэльбрусье» ведётся не только штатными сотрудниками научного отдела и лабораторий парка, но и учёными из других учреждений, находящихся в границах парка, из Учебно-методических баз Московского и Кабардино-Балкарского госуниверситетов, из Обсерватории «Терскол», Метеостанций Росгидромета «Пик Терскол» и «Терскол», из Медико-биологической станции и Нейтринной обсерватории РАН (Рис. 8Прил.1 – Рис.9Прил.1) [6; 7]. В таблице 1 приведены некоторые характеристики рекреационных маршрутов НП «Приэльбрусье» [7].

**Таблица 1. Основные рекреационные маршруты**

**Table 1. The main recreational routes**

№	Название маршрута	Вид/статус	Способ передвижения
I. Малкинское лесничество (бассейн р. Малка)			
1	Урочище Джилы-Су: – г. Эльбрус с комплексом ледников; – минерализованные источники; – «Каменные грибы» и «Песчаные замки»; – водопады «Султан» и «Кызыл-Кол» – менгиры (Рис. 7Прил.1); – родоновые пески	Спортивно-бальнеологический. Комплексный памятник природы республиканского значения	Комбинированный. Автомобильный до урочища Джилы-Су, далее с Поляны Джилы-Су радиальные пешие маршруты.
II. Верхне-Баксанское (бассейн р. Адыр-Су, правого притока р. Баксан)			
1	Адыр-Су – перевал Местиа: – подъёмник; – селевая долина р. Суллу-Кол-Су;	Спортивный	Комбинированный. Автомобильный до а/л «Уллу-Тау», далее

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– альплагерь «Джайлык» Уллу-Тау»;</li> <li>– Гранатовая балка;</li> <li>– г. Уллу-Тау;</li> <li>– бивуак «Местийские ночёвки»</li> </ul>		радиальные пешие маршруты.
2	<p>Село Верхний Баксан (бывшее Урусбиево):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– усадьба князей Урусбиевых (Рис. Прил.2);</li> <li>– развалины старой мельницы;</li> <li>– древние коши (верховья р. Кыртык);</li> <li>– о. Сылтран-Кёль, верховья р. Сылтран-Су, правого притока р. Кыртык (Рис. 1 Прил.1)</li> </ul>	Историко-этнографический. Историко-архитектурный комплекс	Комбинированный. Автомобильный до с. Верхний Баксан, далее радиальные пешие и конные маршруты.
III. Эльбрусское лесничество (верховья р. Баксан)			
1	Нейтринная подземная обсерватория	Научный комплекс	
2	<p>Ущелье Адыл-Су с левым притоком р. Шхельда:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– альплагерь «Адыл-Су» и Кладбище альпинистов;</li> <li>– альплагерь «Шхельда» (ледник Шхельда; горы Шхельда, Ушба, Пики Щуровского и Кавказ);</li> <li>– нарзановые источники в устье р. Шхельда;</li> <li>– Учебно-методический центр «Эльбрус»;</li> <li>– ледник Кашкаташ и Турьи озёра;</li> <li>– альплагерь «Джайлык»;</li> <li>– моренные Башкаринские озёра;</li> <li>– бивуак «Зелёная гостиница»;</li> <li>– ледники Джанкуат и Башкара;</li> <li>– горы Виа-Тау, Гумачи, Башкара, пик Джанкуат</li> </ul>	Спортивный	Комбинированный. Автомобильный до а/л «Джайлык», далее радиальные пешие маршруты.
3	Р/к «Поляна нарзанов» (Рис. 4 Прил.1).	Бальнеологический	
	<p>Р/к «Поляна Чегет» с комплексом канатных дорог (Рис. 10 Прил.1–Рис.-11 Прил.1):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– заросли рододендрона (Рис. 2 Прил.1);</li> <li>– оз. Донгуз-Орун-Кёль;</li> <li>– ледник Медвежий;</li> <li>– метеостанция «Пик Терскол»</li> </ul>	Спортивный и научно – познавательный	Автомобильный.
4	<p>Ущелья Гарабаши и Терскол:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– водопады Терскол и Девичьи Косы (Рис. 5 Прил.1);</li> <li>– ледники Терскол и Гара-Баши;</li> <li>– обсерватория «Пик Терскол»</li> </ul>	Спортивный и научно – познавательный	Пешеходный.
5	<p>Р/к "Поляна Азау"</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– г. Эльбрус с комплексом канатных дорог;</li> <li>– ледники Большой и Малый Азау;</li> <li>– водопад Азау;</li> <li>– озеро Малый Азау;</li> <li>– выходы лав;</li> <li>– памятник защитникам отечества</li> </ul>	Спортивный и исторический	Комбинированный. Автомобильный до р/к "Поляна Азау", далее радиальные пешие маршруты с "Поляны Азау".

**Примечание:** а/л – альпинистский лагерь; р/к – рекреационный комплекс.

*Ландшафты Национального парка «Приэльбрусье».* На территории парка хорошо прослеживается высотная поясность (Рис. 3) [7].

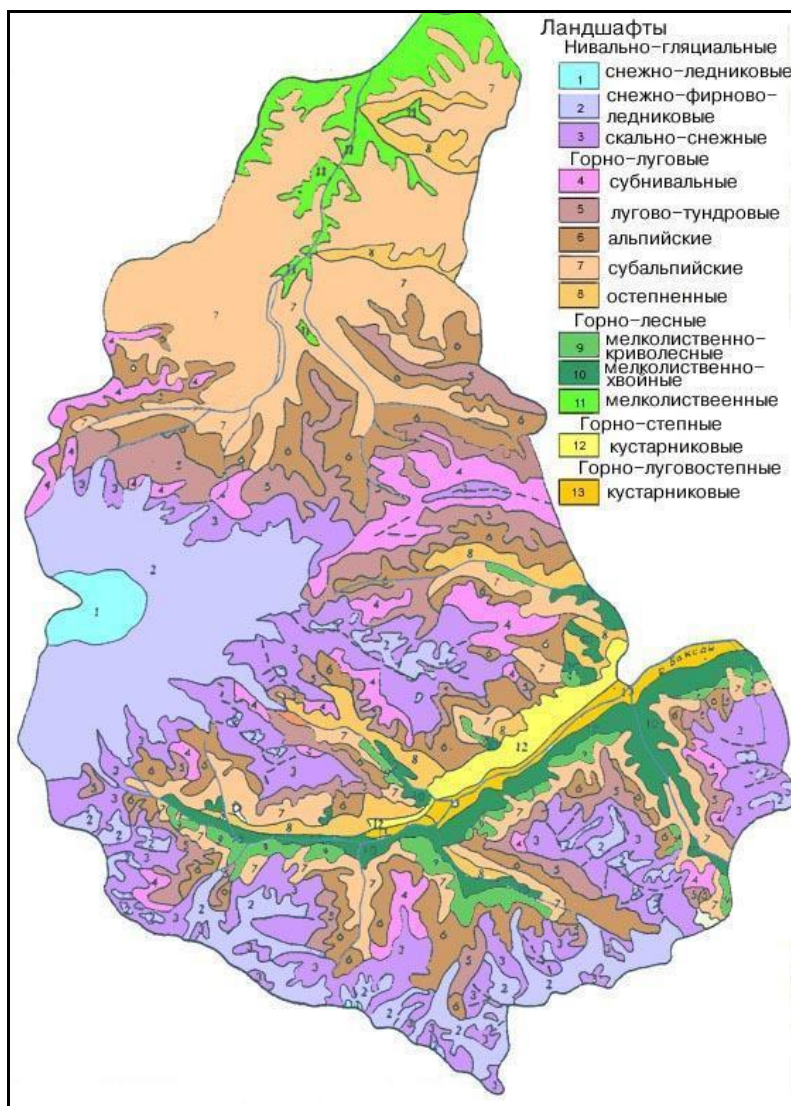


Рис. 3. Ландшафты Национального парка «Приэльбрусье» [по 7].

Fig. 3. The landscapes of the National Park «Prielbrusye».

Необыкновенное разнообразие почв, увлажнения, температуры, рельефа способствует развитию различных ландшафтов. Вертикальная поясность растительного покрова также обусловлена вертикальной зональностью климата. К числу основных поясных типов растительности парка Приэльбрусье относятся следующие: горно-степной, горно-лесной, альпийский, субальпийский, субнивальный, нивальный. Преобладающий тип растительного покрова – это луга. Сложно-расчленённый рельеф (обособленность отдельных участков территории) способствует формированию эндемичных видов, а также сохранению реликтовых видов.

Природа НП "Приэльбрусье" отличается сочетанием в растительном и животном мире видов, характерных для средиземноморских и степных районов Передней Азии.

**Характеристика ландшафтов.** Ландшафты речных долин расположены на высоте 1400–1800 м. Они представляют из себя днища отроговых и корытообразных долин, заполненных моренными, флювиогляциальными, селевыми и аллювиальными отложениями под горно-лугово-степной, горно-степной, злаково-разнотравной и осоково-злаковой растительностью, мелколиственными и мелколиственно-хвойными, часто криволесными лесами (берёзовое криволесье) и кустарниками, преимущественно под пастбищами и сенокосами (№ 11–13, номера здесь и далее в разделе соответствуют номерам условных обозначений на рисунке 3).

Ландшафты высокогорных денудационных, глыбовых и глыбово-складчатых хребтов (Передовой, Боковой и Главной) и вулканических массивов, сложенных метаморфическими, интрузивными, вулканогенными и терригенно-карбонатными породами. Снизу вверх представлены: 1) крутые придолинные склоны хребтов с сосновыми лесами с лавинными логами, и с вторичными мелколиственными криволесными лесами ("берёзовое криволесье"), и с пастбищами на месте лесов (№ 9–10, высоты 1800–2200 м); 2–3) относительно крутые склоны хребтов с горно-луговой субальпийской высокотравной злаково-разнотравной с зарослями рододендрона растительностью, на южных склонах – со степной кустарниковой растительностью (№ 7, № 8, высоты 2200–2400 м) и с альпийской низкотравной мелкозлаково-осоковой разнотравной (№ 6, высоты 2400–2600 м); 4) альпинотипные скалистые гребни и крутые склоны хребтов субнивального пояса со скальными выходами и каменистыми осыпями с одиночными группировками лишайников и горно-луговой, местами в местах очаговой мерзлоты – лугово-тундровой растительностью (№ 4–5, 2600–3000 м); 5) альпинотипные скалистые гребни, крутые склоны, седловины хребтов и вулканические конусы, покрытые ледниками и снежниками, со скальными выходами, каменистыми осыпями, лишённые растительности — нивальный пояс (№ 1–3, высоты более 3000 м).

**Редкие виды растений и животных.** Флора высших сосудистых растений и цветковых растений парка представлена приблизительно 3000 видами (50% видов, произрастающих на Кавказе). Наиболее привлекательны субальпийские луга со средней высотой травостоя от 40 до 80 см и альпийские — 8–15 см. Среди редких растений имеется достаточно большое количество эндемиков Кавказа: колокольчик доломитовый *Campanula dolomitica* E. Bush., лапчатка удивительная *Potentilla divina* Albov, камнеломка Динника *Saxifraga columnneris* Schmalh., лилия односторонняя *Lilium monadelphum* Vieb. и другие. Рододендрон кавказский *Rhododendron caucasicus* Pall., кустарник из семейства вересковых — особо охраняемый вид субальпийского горно-лугового ландшафта [7]. В таблице 2

приведены редкие виды растений, занесённые в Красные книги России и Кабардино-Балкарской республики.

**Таблица 2. Редкие виды растений НП «Приэльбрусье», занесённые в Красные книги РФ и КБР**  
**Table 2. Rare plant species of the National Park «Prielbrusy» National Park, listed in the Red Books of the Russian Federation and the Kabardino-Balkarian Republic**

№ п/п	Название вида (русское/латинское)	Примечание
1–21	<b>Покрытосеменные:</b> Береза Радде – <i>Betula raddeana</i>	
2	Волчник (волчегодник) баксанский – <i>Daphne baksanica</i>	Эндемик
3	Камнеломка колончатая – <i>Saxifraga columnaris</i>	
4 – 5	Колокольчики доломитовый и Кирпичникова – <i>Campanula dolomitica</i> , <i>C.kirpicznikovii</i> .	Эндемик. Красная книга КБР
6	Рябчик кавказский – <i>Fritillaria caucasica</i>	
7– 8	Нут маленький и балкарский – <i>Cicer minutum</i> , <i>C. balcaricum</i>	Эндемик. Красная книга КБР
9	Лапчатка удивительная – <i>Potentilla divina</i>	Эндемик. Красная книга КБР
10	Камнеломка колончатая – <i>Saxifraga columneris</i>	То же
11	Лилия однобратственная – <i>Lilium monadelphum</i>	То же
12	Рододендрон кавказский – <i>Rhododendron caucasicus</i>	То же
13–17	Ятрышники клопоносный, мужской, пурпурный, шлемоносный, обожжённый – <i>Orchis coriophora</i> , <i>O. mascula</i> ., <i>O. purpurea</i> , <i>O. militaris</i> , <i>O.ustulata</i>	Красная книга КБР
18	Молочай баксанский – <i>Euphorbia baxcanica</i>	Эндемик. Красная книга КБР
19	Клевер многолистный – <i>Trifolium polyphyllum</i>	То же. Реликт
20	Вавиловия красивая – <i>Vavilovia Formosa</i>	Эндемик. Красная книга КБР
21	Гнездовка обыкновенная – <i>Neottia nidus-avis</i>	Красная книга КБР
22	<b>Папоротниковидные:</b> Многорядник копьевидный – <i>Polistichum lonchites</i>	Красная книга КБР

Фауна парка также отличается богатством: она насчитывает 6 видов рыб, 8 видов земноводных, 11 видов пресмыкающихся, 111 видов птиц, 63 вида млекопитающих, а также множество видов насекомых. В Национальном парке обитают животные европейских широколиственных лесов: лесная куница *Martes martes*, европейская лесная кошка – *Felis silvestris Schreber.*, бурый медведь – *Ursus arctos*, козуля *Capreolus*, многие птицы, так и степной зоны Европы. Это обыкновенный слепыш *Spalax microphthalmus*, обыкновенный хомяк – *Cricetus cricetus*, степной хорёк *Mustela eversmanni*, серая куропатка *Perdix perdix* и др. Среди эндемиков Кавказа это западнокавказский тур *Capra caucasica* для сохранения популяции которого и создавался парк, кавказский улар *Tetraogallus caucasicus*, кавказский тетерев *Lyrurus mlokosiewiczzi*, кавказская выдра *Lutra lutra meridionalis* и др. [8; 9]. По данным учета 1995 г. на территории парка насчитывается до 4600 особей кавказского тура [9]. Среди интересных видов млекопитающих, обитающих на территории парка, следует отметить серну *Rupicapra*

*rupicapra*; из рыб привлекательна ручьевая форель *Salmo trutta morpha fario*. Среди насекомых есть множество эндемичных форм, так, из 63 видов дневных бабочек 20 видов встречаются только в Приэльбрусье [8]. В таблице 3 приведены редкие виды животных, занесённые в Красные книги РФ и КБР.

Таблица 3. Редкие виды животных НП «Приэльбрусье», занесённые в Красные книги РФ и Кабардино-Балкарской республики

Table 3. Rare species of animals of the National Park "Elbrus", listed in the Red Books of the Russian Federation and the Kabardino-Balkarian Republic

№ п/п	Название вида (русское/латинское)	Примечание
1	<b>Насекомые:</b>	–
2	Мнемозина – <i>Parnassius mnemosyne</i>	–
3	Аполлон – <i>Parnassius apollo</i>	Красная книга КБР
4	Желтушка Аврорина, Тизо – <i>Colias aurorina</i> , <i>C. thisoa</i>	То же
5	<b>Рыбы:</b> Форель ручьевая – <i>Salmo trutta morpha</i>	Красная книга КБР
6	<b>Амфибии:</b> Кавказская крестовка – <i>Pelodytes caucasicus</i>	То же. Эндемик
7	<b>Птицы:</b> Белоголовый сип – <i>Gyps fulvus</i>	–
8	Беркут – <i>Aquila chrysaetos</i>	–
9	Бородач – <i>Gypaetus barbatus</i>	–
10	Балобан – <i>Falco cherrug</i>	–
11	Орлан-белохвост – <i>Haliaeetus albicilla</i>	–
12	Сапсан – <i>Falco peregrinus</i>	–
13	Стервятник – <i>Neophron percnopterus</i>	–
14	Черный гриф – <i>Aegypius monachus</i>	–
15	Могильник – <i>Aquila heliaca</i>	–
16	Кавказский тетерев – <i>Lyrurus mlokosiewiczi</i>	Эндемик
17	Европейский тювик – <i>Accipiter brevipes</i>	–
18	Черноголовый поползень – <i>Sitta canadensis</i>	Красная книга КБР
19	Воробей каменный, снежный – <i>Petronia petronia</i> , <i>Montifringilla nivalis</i>	Красная книга КБР
20	<b>Млекопитающие:</b>	
21	Гигантская вечерница – <i>Nyctalus lasiopterus</i>	–
22	Подковонос большой, малый – <i>Rhinolophus ferrumequinum</i> , <i>R. Hipposideros</i>	–
23	Ночница остроухая, трёхцветная – <i>Myotis blythi</i> , <i>M. Emarginatus</i>	–
24	Малая бурозубка, бурозубка Радде – <i>Sorex volnuchini</i> , <i>S. Raddei</i>	Красная книга КБР. Эндемик
25	Кавказская лесная кошка – <i>Felis silvestris</i>	Красная книга КБР
26	Кавказский бурый медведь – <i>Ursus arctos meridionalis</i>	То же. Эндемик
27	Серна кавказская – <i>Rupicapra rupicapra caucasica</i>	То же. Эндемик
28	Леопард переднеазитатский – <i>Panthera pardus ciscaucasica</i>	Эндемик
29	Кавказская выдра – <i>Lutra lutra</i>	Эндемик

### *Геоэкологические проблемы и пути развития НП «Приэльбрусье».*

Одна из основных проблем — широкое развитие опасных природных процессов. В первую очередь, это снежные лавины, от последствий схода которых необходимо совершенствовать систему защитных мероприятий. *Вторая проблема* — это решение задач по охране и защите природной среды с учётом традиционного землепользования местного населения.

Селевые, оползневые и обвально-осыпные процессы на территории парка также развиты повсеместно (Рис. 12Прил.1 – Рис. 13Прил.1). Практически на всех линейных объектах, в частности, автодорогах, идёт активизация оползневых и обвально-осыпных процессов. Наличие современного оледенения (моренные отложения и озёра), оползневых и обвально-осыпных массивов (подпитка селей) приводит к сходу катастрофических селей (Рис. 14Прил.1).

*Рекомендации по развитию НП «Приэльбрусье».* Для успешного использования природно-ресурсного потенциала парка необходимо решить следующие задачи: 1) обеспечить безопасность рекреантов от схода лавин; для этого необходимо создать систему защиты от них; 2) развивать виды туризма, которые будут способствовать занятости местного населения и сохранению традиционного землепользования; 3) регламентировать количество рекреантов с уточнением функционального зонирования территории, а именно: а) выделения опасных и потенциально безопасных участков территории с ограничением отдельных видов рекреационной деятельности и запрещения строительства в местах с опасными природными процессами — лавинами, селями, оползнями и обвалами; б) выделения участков под традиционное землепользование — сенокосы и пастбища — и развития традиционных ремёсел [10; 11].

*Выводы.* НП «Приэльбрусье» ориентирован, в первую очередь, на рекреационную деятельность и, в частности, на развитие спортивного туризма, что может привести к нежелательным экологическим последствиям. Поэтому необходимо ограничить и перераспределить поток рекреантов. В нижней части парка (район с. Верхний Баксан и оз. Алапат) рекомендуется создать историко-этнографическую зону. Это позволит уменьшить антропогенную нагрузку на верхнюю часть парка (рекреационные комплексы «Поляна Чегет» и «Поляна Азау»), развивать новые виды туризма (агро- и этнотуризм), создать рабочие места для части трудоспособного местного населения и этим сохранить данное население как этнос. Кроме того, в связи с тем, что практически все рекреанты размещаются в гостиницах, расположенных в границах Национального парка «Приэльбрусье», необходимо, с одной стороны, ужесточить штрафные санкции за нарушение природоохранного законодательства, с другой стороны, усилить работу по экологическому просвещению и воспитанию рекреантов. При таком природоохранном подходе негативное воздействие на природную среду существенно снизится.

### Благодарности

Выражаю благодарность сотруднику Национального парка «Приэльбрусье» Д. Р. Джаппуеву, а также сотруднику Высокотехнологического геофизического института Борисовой Н. А. за предоставленные фотоматериалы.

### Литература

1. Национальные парки и заповедники. URL: <http://www.nparks.ru>. (07.05.2018).
2. Стратегия управления национальными парками России. – М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2006. 36 с.
3. Степаницкий В.Б., Крейндин М.Л. Государственные природные заповедники и национальные парки России: Угрозы, неудачи, упущенные возможности. URL: <http://biodat.ru/doc/zap-step.htm>. (07.05.2018).
4. Тюрин А. Н. Новый научный журнал «Биота и среда заповедников Дальнего Востока. Biodiversity and Environment of Far East Reserves» // «Биота и среда заповедников Дальнего Востока = Biodiversity and Environment of Far East Reserves». 2014. № 1. С. 5–8.
5. Бочарников В. Н., Глущенко Ю. Н., Михайлов К. Е., Егидарев Е. Г. Национальный парк «Бикин» // «Биота и среда заповедников Дальнего Востока = Biodiversity and Environment of Far East Reserves». 2016. № 1. С. 3–24.
6. Национальный парк «Приэльбрусье»: URL: <https://www.skfo.ru> (07.05.2018).
7. Национальный парк «Приэльбрусье». – Нальчик: Издательский центр «Эль – Фа». 2003. 169 с.
8. Заповедники мира. URL: <https://www.zapovedniki-mira.com/>. (in Russ.)
9. Приэльбрусье. Флора и фауна [Электронный ресурс]: URL: <https://kmvline.ru> (03.05.2018).
10. Пхитиков А. Б., Темботова Ф. А. К современному состоянию популяции кавказского тура (*Capra caucasica*) на Центральном Кавказе // Зоологический журнал, 2013. Том 92. № 10. С. 1275–1279
11. Кюль Е.В. Перспективы развития Национального парка «Приэльбрусье» и экологические проблемы // Урусбиевские чтения / ред. Кюль Е. В. – Нальчик: Издательство «Эльбрус». 2006. С. 84–86.
12. Кюль Е. В., Джаппуев Д. Р., Геоэкологическое состояние горных ландшафтов в лавиноопасных районах национального парка «Приэльбрусье» // Биота и среда заповедных территорий. 2018. № 1. С. 71–91.

## «Prielbrusye» National Park: brief description, problems and directions of development

E. V. Kyul

*Federal scientific center «Kabardino-Balkar scientific centre» of the Russian Academy of Sciences»,  
Centre for geographical studies; Nalchik, 360002, Kabardino-Balkar Republic, Russian Federation  
E-mail: elenakyul@mail.ru.*

### Abstract

Characteristics of Prielbrusye national Park are given in the article. The Park is located on the territory of Kabardino-Balkar Republic in the mountainous part (Northern slope of the Greater Caucasus, Central part). It was created to preserve the unique nature of high-altitude landscapes and the development of the small Balkar ethnops within the boundaries of the oldest international center of mountaineering and tourism "Prielbrusye". Recreational activities are a priority for the Park. At the same time, sports tourism is mainly developed. New types of tourism (agro-tourism, ethno-tourism, scientific-

educational tourism) is also developing in recent time. Geoecological problems exist in the Park. The widespread development of dangerous natural processes in the Park leads to the fact that some areas can not be used for economic activities. Part of the territory needs to be protected from dangerous natural processes. A number of specific tasks of the Park are also associated with its location in the border zone. The presence of local indigenous populations also requires the solution of several problems. It is employment of local population by national crafts and increase of their ecological culture.

*Keywords:* Kabardino-Balkar Republic, specially protected natural territories, functional zoning, physical-geographical and socio-economic conditions, dangerous natural processes

### References

1. *Natsional'nyye parki i zapovedniki* [National parks and Nature Reserves], viewed 20 May 2018 from URL: <http://www.nparks.ru>. (in Russ.)
2. *Strategiya upravleniya natsional'nymi parkami Rossi* [Strategy of management of national parks in Russia], 36 p. Tsentr okhrany dikoy prirody, Moscow: (in Russ.)
3. Stepanitskiy V.B., Kreyndlin M.L. *Gosudarstvennyye prirodnyye zapovedniki i natsional'nyye parki Rossii: Ugrozy, neudachi, upushchennyye vozmozhnosti* [State natural reserves and national parks in Russia: Threats, failures, missed opportunities], viewed 7 May 2018 from URL: <http://biodat.ru/doc/zap-step.htm>. (in Russ.)
4. Tyurin A. N., 2014, *Novyy nauchnyy zhurnal «Biota i sreda zapovednikov Dal'nego Vostoka. Biodiversity and Environment of Far East Reserves»* [New Scientific Journal «Biodiversity and Environment of Far East Reserves»], *Biodiversity and Environment of Far East Reserves*, no. 1, pp. 5–8. (in Russ.)
5. Bocharnikov V. N., Gluschenko Yu. N., Mikhailov K. E., Egidarev E. G., 2016, *Bikin Nature Park, Biodiversity and Environment of Far East Reserves*, no. 1, pp. 3–24. (in Russ.)
6. *Natsional'nyy park «Priel'brus'ye»* [Prielbrusye National Park], viewed 20 May 2018 from URL: <http://www.skfo.ru>. (in Russ.)
7. *Natsional'nyy park «Priel'brus'ye»*, 2003, [Prielbrusye National Park], 169 p., El-Fa, Nalchik. (in Russ.)
8. *Zapovedniki mira* [World Nature Reserves], viewed 23 April 2018 from URL: <https://www.zapovedniki-mira.com>. (in Russ.)
9. *Priel'brus'ye. Flora i fauna* [Elbrus region. Flora and fauna], viewed 3 May 2018 from URL: <https://kmvline.ru>. (in Russ.)
10. Pkhitikov A. B., Tembotova F. A., 2013, On the Current State of the Caucasian Tur (*Capra caucasica*) Population in the Central Caucasus, *Zoologicheskij zhurnal*, vol. 92, no. 10, pp. 1275–1279. (in Russ.)
11. Kyul E. W., 2006, *Perspektivy razvitiya Natsional'nogo parka «Priel'brus'ye» i ekologicheskiye problemy* [Prospects for the development of the National Park "Prielbrusye" and environmental problems], in Kyul E. W. (ed.), *Urusbiyevskiy chteniye*, pp. 84–86. (in Russ.)
12. Kyul E. W., Dzhappuev D. R., 2018, Geoecological state of mountain landscapes in avalanche prone areas of the National Park «Prielbrusye», *Biodiversity and Environment of Protected Areas*, no. 1, pp. 71–91. (in Russ.)

Статья принята для публикации 10 мая 2018 г.

*Приложение 1. Национальный парк «Приэльбрусье»: Ландшафты, достопримечательности, рекреационные объекты, инфраструктура.*

*Attachment 1. National Park «Priel'brus'ye»: Landscapes, attractions, recreational objects, infrastructure.*



**Рис. 1** Прил.1. Озеро Сылтран-Кёль в верховьях р. Сылтран-Су (from risk.ru).  
**Fig. 1** Att.1. Lake Syltran-Kel' in the upper reaches of the river Syltran-Su.



**Рис. 2** Прил.1. Гора Чегет. Главный Кавказский хребет. Заросли рододендрона кавказского *Rhododéndron caucásicum*. Фото Д. Р. Джанпуева  
**Fig. 2** Att.1. Mount Cheget. Main Caucasus range *Rhododéndron caucásicum*. Photo D. R. Dzhappuev.



**Рис. 3** Прил.1. Гора Ушба, Главный Кавказский хребет. Фото В. Туркина. 2016.  
**Fig. 3** Att.1. Mount of Ushba of the Glavnyy Kavkazskiy ridge. Photo V. Turkina. 2016.

Ушба находится в самом конце Шхельдинского ущелья, в северо-западной провинции Грузии — Сванетии в 1,5 км южнее границы с Россией (Кабардино-Балкария). Ушба — со сванского *уш* — беда, несчастье; *ба* — гора. «Гора, приносящая несчастье». С карачаево-балкарского языка *юч* — три; *баи* — вершина, верх, голова — «Гора с тремя вершинами». Этот горный массив Кавказа состоит из двух вершин — Северной (4690 м) и Южной (4710 м). Их соединяет Ушбинская перемычка или «труба». Северная вершина была покорена в 1888 г. John Garford Cokklin и Ulrich Almer, в то время как первое восхождение на южную вершину было совершено в 1903 г. немецко-швейцарско-австрийской экспедицией под руководством В. Rickmer-Rickmers.



**Рис. 4** Прил.1. Рекреационный комплекс «Поляна нарзанов». Фото Д. Р. Джарпуева. 2016.  
**Fig. 4** Att.1. Recreational complex «Polyana Narzanov». Photo D. R. Dzharpujev. 2016.

*Поляна Нарзанов. Памятник природы всероссийского значения.* Дебит источников Баксан-Баши-Уллу-Гара (в 100 км от автострады М 29 Пятигорск — Баксан — Нальчик) составляет около 1,5 млн. л/сутки. Воды углекисло-гидрокарбонатно-хлоридные натриево-кальциевые.



**Рис. 5** Прил.1. Ущелье Гара-Баши. Водопад «Девичьи косы». Фото Кюль Е. В. 2014 г.  
**Fig. 5** Att.1. Gara-Bashi gorge. Waterfall «Devich'i kosy» (Girl's braids). Photo Kyul E. V. 2014.



**Рис. 6** Прил.1. Урочище «Джылы-Су» (вид на гору Эльбрус). Фото Джэппуева Д. Р. 2015.  
**Fig. 6** Att.1. The tract of «Dzhily-Su» (view of Elbrus Mount). Photo Dzhabbaev D. R. 2015.



**Рис. 7** Прил.1. Памятники истории — каменные менгиры. Фото Джэппуева Д. Р. 2017.  
**Fig. 7** Att.1. Monuments of history — The stone Mengirs. Photo Dzhabbaev D. R. 2017.

Рекреационный комплекс Урочище «Джылы-Су» — памятник республиканского значения — находится на высоте 2300 м в верховье р. Малка, на северном склоне Эльбруса в субальпийском поясе. «Урочище «Джылы-Су» (в переводе с карачаевского-балкарского — тёплая вода) — это курортная местность на северной стороне Эльбруса с большим количеством термальных источников, водопадов и причудливых форм выветривания — «Песчаные замки», «Каменные грибы», менгиры.



**Рис. 8Прил.1. Обсерватория «Пик Терскол».**

*Фото Джанпуева Д. Р. 2016.*

**Fig. 8Att.1. Observatory «Peak Terskol».**

*Photo Dzharpuev D. R. 2016.*



**Рис. 9Прил.1. Нейтринный телескоп.**

*Фото Кюль Е. В. 2012.*

**Fig. 9Att.1. Neutrino telescope.**

*Photo Kyul E. W. 2012.*

**Международная астрономическая обсерватория «Пик Терскол»** вместе с другими постройками образует научную станцию «Новый кругозор». Станция основана в 1980 г. учёными Академии наук Украинской ССР; расположена на высоте 3150 м над уровнем моря, выше и севернее села Терскол (Кабардино-Балкария); с 1 января 2005 г. обсерватория эксплуатируется совместно Национальной АН Украины, Терскольским филиалом Института астрономии РАН и Международным Центром астрономических и медико-экологических исследований.

**Баксанская нейтринная обсерватория** Института ядерных исследований Российской академии наук расположена в Баксанском ущелье, в Южном Приэльбрусье. Подземные сооружения обсерватории находятся в двух тоннелях длиной 3670 м под горой Андырчи, туннели ведут в сторону вершин Андыр-Тай (3937 м) и Курму-Тай (4045 м). По <https://ru.wikipedia.org/wiki/>.



**Рис. 10Прил.1. Адыл-Су. Подъёмник.**

*Фото Борисовой Н. А. 2015.*

**Fig. 10Att.1. The Gorge Adyl-Su. Lift.**

*Photo by Borisova N. A. 2015.*



**Рис. 11Прил.1. Комплекс канатных дорог на горе Эльбрус (верхняя станция).**

*Фото Кюль Е. В. 2017.*

**Fig. 11Att.1. The complex of cable cars on Elbrus Mount (upper station).**

*Photo by Kyul E. W. 2017.*

27 декабря 2017 г. введена в строй канатная дорога Гара-Баши, верхняя станция которой «Гара-Баши» находится на высоте 3847 м над уровнем моря — это самая высокогорная станция в Европе. Горнолыжная трасса «Мир — Гара-Баши» начинается от верхней станции и заканчивается у поляны Азау, в конце Баксанского ущелья на высоте 2350 м. (<https://www.rutraveller.ru/place/62032>).



Рис. 12-Прил.1. Склон реки Баксан с катастрофическими лавинами. Фото Кюль Е. В., 2016.  
Fig. 12-Att.1. The slope of the Baksan River, with catastrophic avalanches. Photo Kyul E. W., 2016.



Рис. 13-Прил.1. Противолавинные сооружения. Фото Кюль Е. В., 2017.  
Fig. 13-Att.1. Anti-avalanche structures. Photo Kyul E. V., 2017.



Рис. 14-Прил.1. Катастрофический сель в бассейне р. Адыл-Су. Подтопление п. Эльбрус.  
Сентябрь 2017 г. Фото Джзхппуева Д. Р.  
Fig. 14-Att.1. The catastrophic mud stream in the basin of the river Adyl-Su .Flooding of Elbrus.  
Photo Dzhappuev D. R.

**Приложение 2. Национальный парк «Приэльбрусье». История села Урусбиево (Верхний Баксан).**

**Attachment 2. National Park «Priel'brus'ye». History of the village of Urusbievo (Verkhny Baksan).**



**Рис. Прил.2. Село Урусбиево (Верхний Баксан), 1844 (from pyatigorsk.online)  
Fig. Att.1. Urusbievo the village (Verkhniy Baksan)**

Село Верхний Баксан ранее называлось Урусбиево и было вотчиной таубиев — горских князей — Урусбиевых. Расположено в устье р. Кыртык с правым притоком р. Сылтран-Су. До установления советской власти являлось центром Урусбиевского общества балкарцев. В XIX в. и в первой половине XX в. село являлось перевалочным пунктом для покорителей горы Эльбрус. Во время Великой Отечественной войны поселение было захвачено фашистскими войсками, освобождено в начале 1943 г. В марте 1944 г. балкарцы были депортированы в Среднюю Азию, и село в течение 13 лет было заброшено. В 1957 г. балкарцам было разрешено вернуться на свои прежние места проживания, и в 1958 г. восстановленное село было включено в состав городского совета города Тырнауз. В 1995 г. был образован Эльбрусский район КБР, и село Верхний Баксан было выделено из состава горсовета Тырнауз и преобразовано в самостоятельное сельское поселение.

## Репликаторно-этологическая теория семантической информации: от гена к нёму

А. С. Бурундуков<sup>1</sup>, А. Л. Дроздов<sup>1,2</sup> \*

<sup>1</sup>Дальневосточный федеральный университет

ул. Суханова, 8, Владивосток 690050, Российская Федерация

e-mail: aleksandr.burundukov2012@mail.ru

<sup>2</sup>Национальный научный центр морской биологии ДВО РАН

ул. Пальчевского, 17, Владивосток 690041, Российская Федерация

e-mail: anatoliyld@mail.ru

### Аннотация

Статья посвящена разработке основ РЕПЛИКАТОРНО-ЭТОЛОГИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ СЕМАНТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ (РЭТСИ), открывающей новые перспективы формализации теории информации, совместимой с концепцией глобального эволюционизма (ГЭ), способной охватить различные аспекты возникновения и эволюции семантической информации, объяснить механизмы появления логики поведения животных, а также формирование эпигенетических каналов передачи информации, породивших культуру, язык, мифологию и религию, философию и науку. В РЭТСИ используются концепции глобального эволюционизма, функциональных систем (ФС), искусственных нейронных сетей (ИНС) и искусственного интеллекта (ИИ), и идея полимодальности информационных уровней. Согласно РЭТСИ, информация, в отличие от материи и энергии: 1) не универсальна, так как не существует в неорганическом мире; 2) не является сохраняющейся величиной, т. е. не существует закона сохранения информации; 3) представляет собой сетевой феномен, проявляющий себя на нескольких иерархических уровнях: генно-регуляторном (интерактом одноклеточных и гормональная система многоклеточных), нейро-этологическом и семиотическом; 4) полимодальна, так как на каждом иерархическом уровне имеет различные носители и специфические формы кодирования, обработки и использования; 5) индивидуальна для каждого организма, но благодаря коммуникации способна порождать сложные формы коллективного поведения от бактериальных сообществ и эусоциальных животных до человеческого общества. РЭТСИ исходит из триединства форм существования информации: «репликатор-раздражимость-реакция». Репликатор — это программа самосборки функциональной системы (ФС), способной 1) поддерживать свою целостность при взаимодействии с внешней средой (самосохранение) на время, достаточное для того, чтобы 2) воспроизвести копии порождающего систему репликатора, или новые репликаторы на основе мутаций или комбинаций старых. Первым, биохимическим репликатором, стал *ген* — базовый элемент живой материи, а первой функциональной системой, разделившая мир на внешнюю и внутреннюю среду — организм. Ген-репликатор и такие биологические информационные процессы как «раздражение» и «реакция» разнесены по разным иерархическим уровням: генетическая информация записана на молекулах ДНК, т. е. ей соответствует молекулярный уровень, в то время как сенсорная (перцептивная) и поведенческая информация функционирует на супрамолекулярном, организменном уровне, в простейшем случае соответствующем клетке.

Взаимодействие между одноклеточными организмами осуществляется посредством химических сигналов, воздействующих на генные переключатели и может проявляться в такой форме коллективного поведения, как бактериальный кворум (QS).

Прогрессирующая сложность биологических объектов основана на симбиогенезе и неизбежности возникновения двух типов ошибок. На уровне репликатора это ошибки при

---

\* Авторы: Дроздов Анатолий Леонидович, д-р биол. наук, гнс, Национальный научный центр морской биологии ДВО РАН, проф., ДВФУ; e-mail: anatoliyld@mail.ru; Бурундуков Александр Сергеевич, канд. физ.-мат. наук, доцент, Дальневосточный федеральный университет, e-mail: aleksandr.burundukov2012@mail.ru.

копировании информации (дубликация и полиплоидизация), а на уровне функциональных систем организма — использование ФС для решения задач, непредусмотренных функциональным репертуаром (экзаптация). В результате симбиогенеза появились эукариоты, открывшие перспективы для эволюции многоклеточных организмов, при этом вторичные метаболиты, обнаруженные у одноклеточных грибов и бактерий, становятся фитогормонами — сигнальными молекулами в межклеточной коммуникации и важнейшими регуляторами жизнедеятельности и роста растений. На нейро-этологическом уровне в результате клеточной специализации животные выходят на новый уровень обработки информации: функцией нейронов становится быстрая передача возбуждения от рецепторов к эффекторам, что позволило животным перейти к локомоции. Образование нейронных сетей (НС) приводит к появлению кратковременной и долговременной памяти. Процесс цефализации привел к усложнению поведенческого репертуара животных, но если вначале поведение определялось набором спинальных безусловных рефлексов с нейрогормональной регуляцией, то образование ассоциативных зон и неокортекса у высших животных, а также формирование условных рефлексов, сделало их поведение настолько сложным, что оно вышло из под генетического контроля и потребовался новый, внегенетический канал передачи информации на базе подражания и обучения. Физиологической основой нового эпигенетического канала трансляции стали зеркальные нейроны, обнаруженные у приматов и некоторых птиц, благодаря которым сформировался второй, этологический репликатор — *мем*, заложивший фундамент культуры и социальных форм существования материи. После мутации гена FOXP2 в результате ген-мемной коэволюции, возникновения зон Брока и Вернике и языка, означающих переход от образного к словесно-логическому мышлению и превращения информации из сигнала в сообщение, вербализации сознания, вызвавшей нарушение амфиокстральной симметрии, обработка информации выходит на интересующий субъективный *семантический уровень* и в результате исторического развития общества становится многоуровневым феноменом, наделенным различными формами суггестивности (вера, рациональность, наблюдение, эксперимент, математические вычисления и доказательства, компьютерное моделирование). Третьим, цифровым репликатором, ассоциирующимся с искусственной жизнью может стать *нем* (производное от фамилии Дж. фон Неймана) — универсальный саморазмножающийся с помощью встроенного 3D-принтера автомат.

В работе рассмотрены причины необратимости эволюции и прогрессирующей сложности организмов, приведены две блок-схемы этологических алгоритмов для объяснения логики поведения животных через механизм регуляторного функционирования нейронных сетей, возникновение сверхсложных систем и иерархической структуры уровней обработки информации в контексте ГЭ, обсуждается исключительная роль теоретической биологии в предстоящем синтезе естественнонаучного и гуманитарного знания.

*Ключевые слова:* биохимический репликатор, глобальный эволюционизм, искусственный интеллект, нейронные сети, теория семантической информации, функциональные системы, этологические алгоритмы.

Даже мимолетное знакомство с развитием науки XX в. убеждает в неизбежности перехода ее от неклассической в постнеклассическую стадию. Задолго до разделительного рубежа — середины 70-х гг. — формируется комплекс дисциплин, заложивший основания постнеклассики. Линейная неравновесная термодинамика Л. Онзагера (*Lars Onsager*) [1], теория диссипативных структур И. Пригожина (*Ilya Prigogine*) [2] и синергетика Г. Хакена (*Hermann Haken*) сняли с теории эволюции вековое заклятие второго начала термодинамики. Проблема взлома немецких систем потокового шифрования и оперативной расшифровки сообщений привела к созданию первых электронных компьютеров Colossus (1943) и Colossus Mark II (1944), а также разработке теории информации Шеннона-Уивера. В результате попыток согласования работы зенитной установки и радиолокатора родилась кибернетика. Развиваемая с 30-х гг. общая теория систем Л. Берталанфи (*Ludwig von Bertalanffy*), исследование операций, которое возникло в результате решения задач повышения эффективности бомбометания и

планирования военных операций, системный анализ, системная инженерия, системная динамика Дж. Форрестера (*Jay Wright Forrester*) стали основой нового направления — системологии, или теории сложных и сверхсложных систем. Главными задачами постнеклассической науки становятся математизация комплекса биосоциальных дисциплин, разработка биоинформатики, компьютерного моделирования биологических процессов, предвещающих наступление «золотого века» биологии, когнитивистики, робототехники, объединение естествознания, технологии и гуманитарного знания.

### **Фундаментальные проблемы эволюции: сознание, информация, поведение и прогрессирующая сложность**

Сформулируем основные проблемы, ставшие актуальными на постнеклассическом этапе развития науки, которым посвящена наша работа.

**1. Проблема сознания.** Впервые за две с половиной тысячи лет тесно связанная с проблемой информацией проблема сознания из неразрешимой при помощи логики философской головоломки превратилась в злободневную биокибернетическую задачу, от решения которой зависит научный статус психологии, будущее проблемы свободы воли и связанных с этой проблемой этической и юридической казуистики (крючкотворства), выбор дальнейших направлений развития нейрофизиологии, социальных наук, когнитивистики, информатики и разработок по искусственному интеллекту (ИИ), а также, что немаловажно, финансирование.

**2. Проблема информации.** Очевидно, что кардинальным затруднением, препятствующим созданию теоретической биологии и этологии, синтезу математической биологии, биоинформатики, биокибернетики с биосемиотикой<sup>1</sup>, и шире — современного естествознания и гуманитарных дисциплин, является проблема информации. Главная причина провала всех попыток эпистемической<sup>2</sup> интервенции методов теории информации Шеннона-Уивера, доказавшей свою плодотворность и эффективность в техноинформатике, на биологию и гуманитарные науки очевидна: теорией информации она не является, потому что фактически это — статистическая теория связи. А так как семантика<sup>3</sup> переданного сообщения не входит в сферу компетентности теории связи, то ни статистическая, ни комбинаторная теория информации в принципе неспособны дать адекватную

---

<sup>1</sup>Биосемиотика (от др.-греч. βίος – жизнь и σημεῖον – знак, признак) – наука, исследующая свойства знаков и знаковых систем, используемых в живых клетках, организмах и сообществах для передачи сигнала и коммуникации.

<sup>2</sup>Эпистемология (от др.-греч. ἐπιστήμη – наука, научное знание, достоверное знание и λόγος – слово) – термин, употребляемый для обозначения теории познания. Словосочетание *эпистемическая интервенция* для обозначения применения концепций и методологии одной науки в предметной области другой использовал социолог В. Вахштайн в своей лекции «Эпистемические интервенции: столкновение когнитивных стилей» от 04.11.2012: <http://postnauka.ru/lectures/19605>

<sup>3</sup>Семантика (от др.-греч. σημαντικός – обозначающий) – раздел лингвистики, изучающий смысловое значение высказываний.

экспликацию<sup>4</sup> таким терминам как «смысл», «цель», «ценность информации» и пр., без которых невозможна разработка математического основания ни биологии, ни гуманитарных дисциплин. Даже восхваляемое Д. С. Чернавским [3] и чаще других цитируемое кастлеровское определение «Информация есть случайный и запомненный выбор одного варианта из нескольких возможных и равноправных» [4], более пригодное для генератора случайных чисел, чем для биологических объектов, не способно охватить всех форм проявления информации в биологии, хотя бы потому, что распространяется лишь на животных, обладающих памятью. За рамками этого определения оказывается и генетическая информация, и информационные процессы в организмах одноклеточных, растений, грибов и многоклеточных низших животных. Бесплезным как для экспериментаторов, так и теоретиков, оказалось и эклектично-философское определение: «Феномен информации есть многостадийный, необратимый процесс становления структуры в открытой неравновесной системе, начинающийся со случайного запоминаемого выбора, который эта система делает, переходя от хаоса к порядку, и завершающийся целенаправленным действием согласно алгоритмам или программам, отвечающим семантике выбора» [5]. Основной задачей статьи является разработка концептуального каркаса репликаторно-этологической теории семантической информации (РЭТСИ), способного охватить все аспекты возникновения и эволюции информации, совместимого с концепцией глобального эволюционизма (ГЭ), и открывающего перспективы формализации теории семантической информации.

**3. Логические структуры и поведение животных.** Серьёзной проблемой биологии является искоренение пережитков антропоморфизма, когда сложные формы поведения животного пытаются объяснить, приписывая животному чисто человеческие аффекты, желания, мысли, сознание и логику поведения. Но как объяснить сложное поведение даже самых простых организмов, не впадая при этом в антропоморфизм?

**4. Прогрессирующая сложность эволюционирующих объектов Вселенной, организмов и социальных структур.** Ещё одной интригующей проблемой глобальной эволюции является раскрытие причин необратимости времени, самоорганизации и увеличения количества информации, а также механизмов, обеспечивающих возрастание сложности неорганических объектов мироздания, живых организмов и социальных систем нашей Вселенной.

### Используемые в РЭТСИ концепции

**1. Парадигма глобального эволюционизма.** В 90-х гг. XX-го века в результате синтеза представлений физики элементарных частиц, космологических теорий нестационарной Вселенной, теории диссипативных структур И. Пригожина и синергетики Г. Хакена, эволюционной эпистемологии Кэмпбелла-Поппера [6] и унифицирующей парадигмы Э. Янча [7] сформировалась концепция ГЭ (универсальной истории, Мегаистории, Big History и пр.), которая представляется

---

<sup>4</sup> Экспликация (от лат. explicatio – объяснение, развертывание) – замещение неточного понятия более точным.

естественным концептуальным фоном, внешним метатеоретическим<sup>5</sup> критерием соответствия, который должен дополнять внутреннюю непротиворечивость теорию семантической информации.

**2. Концепция функциональных систем (ФС).** Выдающийся советский физиолог П. К. Анохин 1) исследовал функции лобных долей мозга в процессах афферентного синтеза и организации поведения, 2) установил существование обратной афферентации (первый экспериментально зафиксированный эффект обратной связи), 3) сформулировал представление о целенаправленности действий организма на получение результата, 4) выдвинул идею опережающего отражения [8]. Теория функциональных систем Анохина выявила полную несостоятельность бихевиористских и необихевиористских концепций, а также кардинальное отличие поведения организма от действий самой интеллектуальной машины.

**3. Технологии искусственных нейронных сетей (ИНС) и ИИ.** Концепцию ФС органично дополняют комплементарные ей теории и технологии (ИНС), реализующие коннективистскую парадигму ИИ. Принципиальное отличие теории ИНС от теории автоматов заключается в способности сетей к 1) распознаванию образов и обучению на основе алгоритма обратного распространения ошибки (персептрон Румельхарта); 2) самопрограммированию (самообучающаяся карта Кохонена), являющемуся информационным аналогом синергетической самоорганизации; 3) обобщению, кластеризации (сети Кохонена) и компрессии данных [рекуррентные сети (RNN), машина Больцмана], а также формировании абстрактных понятий и ассоциативной (сеть Хопфилда, RAAM) и гетероассоциативной памяти (сеть Коско); 4) аппроксимации, нейроуправлению динамическими объектами (сеть Элмана) и прогнозированию [сети радиально-базисных функций (RBF), адаптивного резонанса (ART3), с нечёткой логикой (Fuzzy ART), а также последнее, третье поколение ИНС — импульсные, или спайковые нейронные сети (ИмНС, PNN — Pulsed neural networks, SNN — Spiking neural network)], открывающему перспективы технического воплощения нейрофизиологического акцептора результатов действий П.К. Анохина и развития на этой основе у нейронных экспертных систем аналога психологической интуиции и творческого воображения.

**4. Идея полимодальности информационных уровней.** Теория ФС построена для млекопитающих и может быть использована для описания поведения птиц, но за границами предметной области концепции оказалась большая часть организмов и механизмов обработки информации и даже сам *Homo sapiens*, т. к. в концепции П. К. Анохина не учтено существование фонологической петли обработки вербальной информации. Для разработки более широкой биоинформационной концепции можно воспользоваться трехуровневой схемой В. И. Корогодина, который предложил различать: 1) генетическую, 2) поведенческую и 3) логическую информацию [9], уточнив, дополнив и расширив эту схему.

<sup>5</sup>Метатеория (от др.-греч. μετά – между, после, через) – логическая теория, анализирующая методы, структуру и свойства другой теории, называемой предметной или объектной.

## Предлагаемые решения фундаментальных проблем

**1. Оппозиция «материя-сознание».** Изложение принципов РЭТСИ начнём с предлагаемого нами решения древнейшей метафизической проблемы сознания, расколовшей «любомудров» античности на два непримиримых лагеря — материалистов и идеалистов. В своих взглядах на природу сознания обе стороны жёстко отстаивали монизм<sup>6</sup>, несмотря на то, что побеги плюрализма уже появились на возделанном ими поле натурфилософии. Эта непримиримость, по-видимому, коренилась в политическом противостоянии родовой аристократии и нового торгово-ремесленного сословия. Лишь почти через две тысячи лет Р. Декарт попытался разрешить эту ментальную коллизию, сформулировав концепцию дуализма. Предложенная младшим современником Декарта Б. Спинозой двухаспектная теория сознания, являвшаяся, по сути, попыткой восстановления монизма на новых основаниях, исходила из идеи существования некой первичной субстанции, которая сама по себе не является ни физической, ни психической, но проявляет себя либо как материя, либо как сознание. В XIX веке авторитетнейшим адептом этой концепции был У. Джеймс (традиционное написание — Джемс). Учение Спинозы было развито Б. Расселом и получило название нейтрального монизма, однако оно не приобрело признания ни в научных, ни философских кругах в силу полной неопределённости этой первичной субстанции. С нашей точки зрения, которую можно назвать радикальным материализмом, монизм может быть восстановлен путём включения в метафизическую оппозицию «материя-сознание» третьего участника — «действие». В результате получим схему, изображённую на рисунке 1.

Символ троицы — три лепестка, напоминающие авиационный пропеллер, графически иллюстрируют тезис о том, что материя первична, а сознание — результат биологической эволюции, начавшейся с появления первой клетки — вторично, производно. Кольца, соединяющие триаду «материя-сознание-действие», символизируют иерархическую структуру организации живой и социальной материи. Линии со стрелками означают циклические процессы: против часовой стрелки — осознаваемые, по — нет. Для клетки это метаболический (внутренняя) и клеточный (внешняя окружность) циклы. Для организма — перцептивный<sup>7</sup> и когнитивный<sup>8</sup> циклы. Согласно У. Найссеру, перцептивный цикл начинается с сенсорного восприятия актуального окружения животного и формирования в его сознании схемы актуального окружения, которая направляет перцептивные исследования (действия), в результате чего животное выбирает устраивающее его актуальное окружение. Далее над перцептивным поведением надстраивается когнитивный цикл. Потенциально доступная информация о реальном мире формирует когнитивную карту мира как совокупность схем актуального окружения и связанных с ним возможностей.

<sup>6</sup>Монизм (от др.-греч. *μόνος* – один, единственный) – сведение многообразия явлений мира к одному началу, единой первооснове всего сущего. Противоположность монизма – дуализм, признающий два независимых начала, и плюрализм, исходящий из множественности начал.

<sup>7</sup>Перцепция (от лат. *perceptio* – восприятие, представление) – чувственное восприятие предметов окружающего мира. Перцептивный – имеющий отношение к чувственному восприятию.

<sup>8</sup>Когнитивный – связанный с познанием, или когницией (от лат. *cognition* – познание, узнавание).

Когнитивная карта направляет локомоции и действия, служащие удовлетворению биологических потребностей животного [10]. Из множества биосферных циклов упомянем онтогенетический и эволюционный. Ещё большее количество циклических процессов связывает антропосферу, объединяющую множество социальных групп; например, изображённые циклы могут соответствовать экономическому и циклам военных конфликтов.

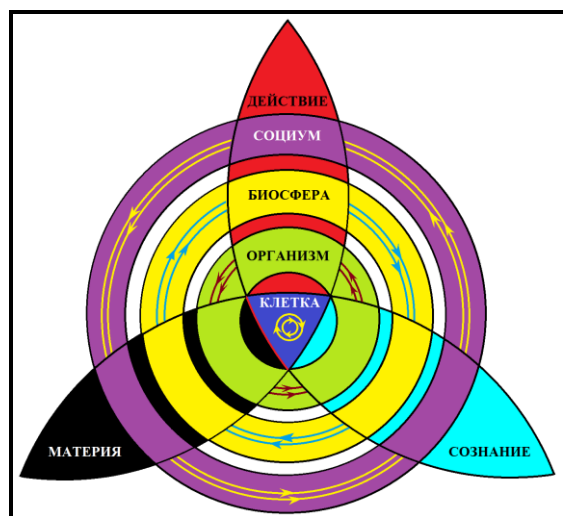


Рис. 1. Метафизическая триада материя-действие-сознание.

Fig. 1. The metaphysical (ontological) triad of matter-consciousness-action.

**2. Принципы РЭТСИ.** Оставив метафизические эмпирии безответственным спекуляциям философов, опустимся на нижние уровни организации живой материи, прихватив с собой идею триадичности, которую теперь необходимо наполнить биоинформационным содержанием. С точки зрения РЭТСИ, для этого нам необходимо заменить термин «сознание» более широким термином «раздражение», а «действие» сменить на «реакцию». Но так как «информация есть информация, а не материя и не энергия» [11], нам для построения РЭТСИ необходимо отказаться от лепестка «материя», подыскав необходимую замену этого фундаментального метафизического термина столь же фундаментальным биологическим. Очевидно, что для биологии таким термином является «ген». Таким образом, фундаментальную информационную триаду в биологии представляет нераздельное и неслиянное триединство «ген-раздражимость-реакция». В последней главе книги «Эгоистичный ген» Р. Докинз ввёл понятие «мем», являющийся фундаментальной основой внегенетически передаваемой через подражание культурной информации [12]. Общим термином, объединяющим и «ген» и «мем» является термин «репликатор», которым мы будем пользоваться далее. Биохимический репликатор-ген и такие информационные процессы как «раздражение» и «реакция» разнесены по разным иерархическим уровням: генетическая информация записана на молекулах ДНК, т. е. ей соответствует молекулярный уровень, в то время как сенсорная (перцептивная) и поведенческая информация функционирует на супрамолекулярном, организменном уровне, в простейшем случае

соответствующем клетке. Предельно упрощённая схема взаимодействия живой клетки с окружающей средой представлена на рисунке 2.

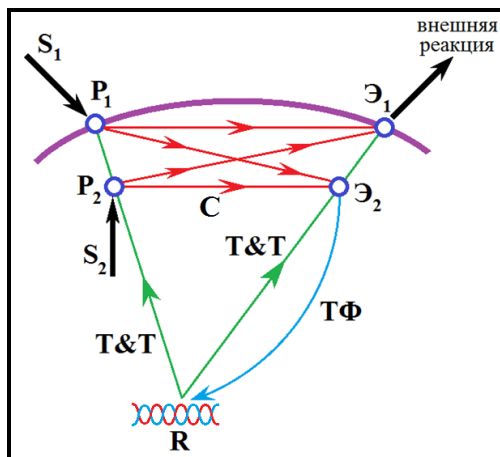


Рис. 2. Информационная триада репликатор-раздражимость-реакция.

Fig. 2. The information triad of replicator-irritability-reaction.

Символом С обозначены сигналы,  $S_i$  — стимулы,  $P_i$  — рецепторные трансмембранные белки,  $E_i$  — эффекторы,  $R$  — биохимический репликатор (ген), ТФ — транскрипционный фактор, Т&Т — процессы транскрипции и трансляции. Индекс 1 относится к наружной клеточной мембране, 2 — к цитоплазматическим белкам и органеллам.

Итак, *репликатор* — это программа самосборки функциональной системы (ФС), способной 1) поддерживать свою целостность при взаимодействии с внешней средой (самосохранение) на время, достаточное для того, чтобы 2) воспроизвести копии порождающего систему репликатора, или новые репликаторы на основе мутаций или комбинаций старых. Первым, химическим репликатором, стал *ген* — базовый элемент живой материи, а первой функциональной системой, разделившей мир на внешнюю и внутреннюю среду (*milieu extérior et intérieur*) — *организм*. Исключениями являются неорганизменные инфекционные агенты: вирусы (*Viruses*) — ДНК- и РНК-репликаторы, вириоды (*Viroids*) — РНК-репликаторы и прионы (*Prions*) — конформационные белковые репликаторы. На организменном, супрагенетическом уровне требование гомеостатичности ФС как обязательного условия самосохранения, тождественного условию поддержания потока вещества и энергии через ФС, неизбежно приводит к возникновению *раздражимости* — физиологической основы существования двух форм информации: 1) раздражения — возбуждения внутренней среды, называемую *сенсоэффektorной* информацией (все остальные формы информации — результат её обработки на более высоких иерархических уровнях), вызывающей 2) реакцию организма как целого объекта — основу *этологической* информации, частным случаем которой является *коммуникативная* информация. Остаточное возбуждение организма становится физиологической основой *памяти*. Раздражитель, приводящий к реакции локомоции, усиливающей интенсивность возбуждения (положительная обратная связь), называется *аттрактантом*. Раздражитель, приводящий к реакции избегания, снимающей возбуждение (отрицательная обратная связь), называется *репеллентом*. Аттрактант и репеллент образуют простейшее одномерное семантическое пространство (бинарную семантику), превращающее **любой** живой организм в *целенаправленную систему*.

В отличие от материи и энергии информация: 1) не универсальна, так как не существует в неорганическом мире; 2) не является сохраняющейся величиной, т. е. не существует закона сохранения информации; 3) полимодальна, так как на

каждом иерархическом уровне имеет различные носители и специфические формы представления; 4) индивидуальна для каждого организма, вплоть до появления второго репликатора.

**3. Логика поведения и регуляторные сети.** Рассмотрим два примера, экспериментально демонстрирующие логичность поведенческих реакций некоторых животных.

1. Эксперименты по изучению выбора десятиногим пресноводным раком *Procambarus clarkii* одной из двух защитных стратегий в зависимости от скорости движения тени [13].

Молодой голодный рак единственный раз в эксперименте (для исключения привыкания) помещался в аквариум с проточной водой, несущей запах пищи (Рис. 3).

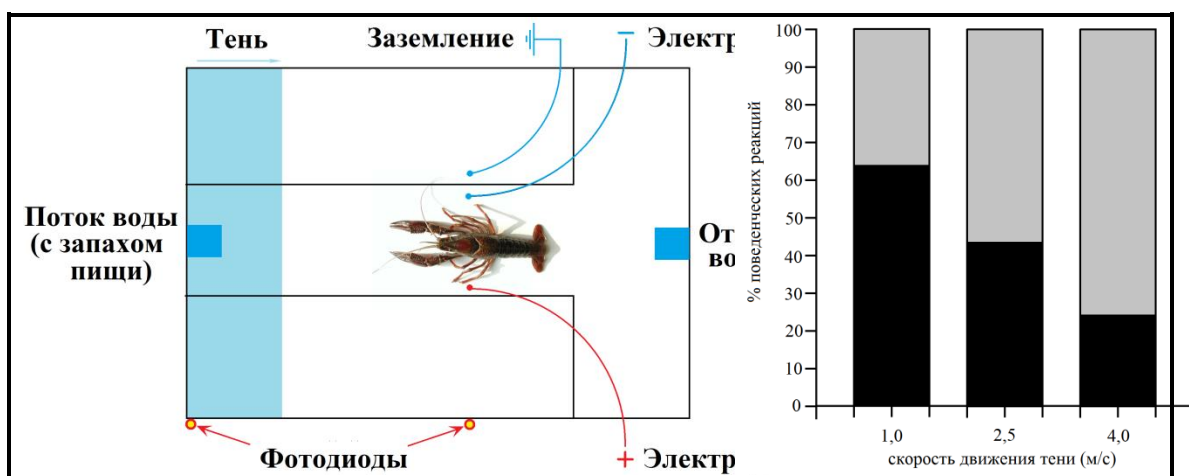


Рис. 3. Экспериментальная установка для изучения выбора раком *Procambarus clarkii* одной из двух защитных стратегий (слева) и результаты экспериментов (справа) по У. Лидену [13].

На графике тёмным цветом выделена реакция отскока, светлым — замирания.

Fig.3. The experimental arrangement for investigation of *Procambarus clarkia* crayfish's choice either or two protective strategies (left) and the results of the experiments by W.H. Liden (right). On the plot dark-grey color corresponds to jump backwards reactions, and light-grey — to dying down reactions [13].

Возбуждение двух гигантских нейронов (MG, medial giant interneurons) рака регистрировался двумя электродами. Выяснилось, что решение рака ударить хвостом и отпрыгнуть назад от вожденной пищи или замереть зависит от скорости перемещения тени: при малой скорости он отпрыгивал, при высокой — замирал. Рациональность выбора стратегии с человеческой точки зрения очевидна — быстрое перемещение тени не даёт шансов спастись бегством. Но каким образом рак приходит к этому выводу? По условиям эксперимента нами построена блок-схема этологического дизъюнктивного алгоритма (Рис. 4).

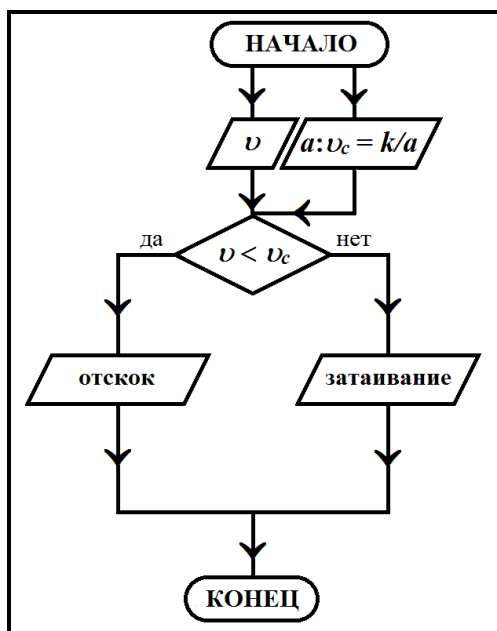


Рис. 4. Блок-схема этологического дизъюнктивного алгоритма в логике поведения ракообразного *Procambarus clarkii*.  
 Fig.4. The block diagram of ethological disjunctive algorithm in *Procambarus clarkii* behavior logic.

2. Эксперименты по изучению транзитивности<sup>9</sup> логики поведения аквариумной рыбки из семейства африканских цихлид *Astatotilapia burtoni* [14]. Испытуемой рыбке-«зрителю» *a* демонстрировали четыре попарные схватки самцов  $a_i$  с  $a_{i+1}$  ( $i = 1, 2, 3, 4, 5$ ), причём каждый последующий боец был слабее предыдущего. После этого «зрителя» *a* помещали в среднюю часть разделённого стеклом на три секции аквариума, а в две другие подсаживали уже известных *a* драчунов  $a_i$  и  $a_j$  в произвольных комбинациях. Для того, чтобы выбрать безопасного соседа, *a* было необходимо использовать транзитивность отношения «сильнее» и определить, кто из двух подсадных рыбок является слабейшей, то есть сделать заключение, обведённое прямоугольником. На рисунке 5 эллипсом обведено условие  $i < j$ , известное экспериментаторам, но неизвестное самцу цихлиды *A. burtoni*, над которым производится эксперимент.

Особенно убедительным примером транзитивности этологической логики цихлид *Astatotilapia burtoni* является эксперимент с использованием самцов  $a_2$  и  $a_4$ , которые имели равное число побед и поражений. Чем можно объяснить столь логичное поведение не знакомых с логикой рыбёшек при решении задачи, с которой даже человеческие дети начинают справляться лишь с 4-5 лет?

Очевидно, что количество подобных занимательных экспериментов можно увеличивать неограниченно, были бы только на это гранты. Количество перейдёт в качество только тогда, когда мы сможем, наконец, моделировать эти процессы на компьютерах и целенаправленно менять поведение животных в интересах

<sup>9</sup> Транзитивность – свойство отношения между двумя элементами множества. Отношение называется транзитивным на множестве  $X$ , если для любых трех элементов множества  $a, b, c$  выполнение отношений  $aRb$  и  $bRc$  влечет выполнение  $aRc$ , т. е. отношение  $R$  транзитивно, если  $\forall a, b, c \in X, aRb \& bRc \Rightarrow aRc$ .

людей. Но как же объяснить сложное поведение животных, не прибегая к антропоморфизму?

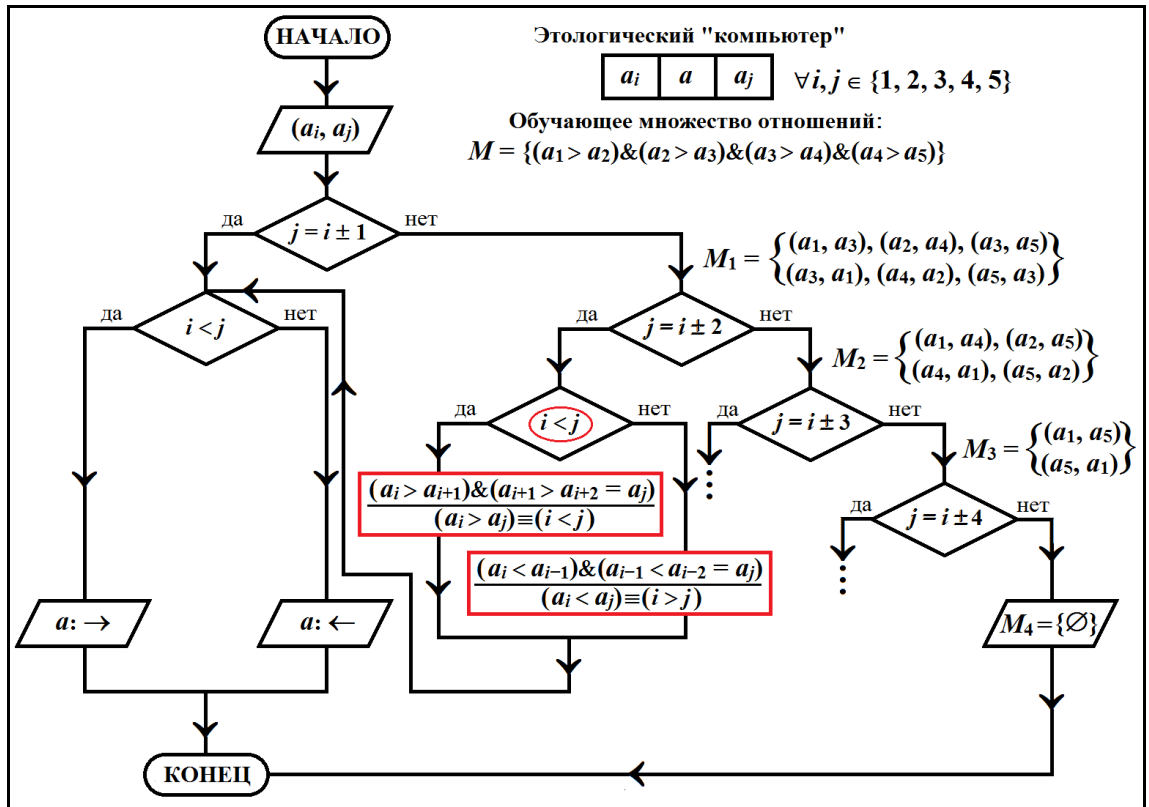


Рис. 5. Блок-схема этологического алгоритма, демонстрирующая транзитивность логики поведения рыбки *Astatotilapia burtoni* из семейства Цихловых. Построена нами по результатам [14].

Fig. 5. The ethological algorithm block diagram, which demonstrates a logic transitivity of *Astatotilapia burtoni* behavior [after 14].

По нашему мнению, решение этой проблемы является довольно простым. За миллиарды лет до появления формальных логик первые одноклеточные организмы уже обладали генно-регуляторными сетями. Информация — сетевой феномен — и стимул, внешний или внутренний, кодируется рецепторными белками, обрабатывается генно-регуляторными сетями и реализуется в ответной реакции организма, запрограммированной на генетическом уровне. Неадекватная реакция не является адаптивной, организм гибнет, а вместе с ним исчезают и «нелогичные» формы реакции. Появление нейронов у многоклеточных организмов привело к появлению нейронных сетей, поведение стало более сложным, но принцип элиминации неадаптивных форм реакции остался неизменным. Так что информация, вопреки Г. Кастлеру [4], не «запомненный выбор», а адаптивная реакция.

Топология нейронных сетей, обрабатывающих сенсоэффекторную информацию, формирует множество логик, проявляющихся в поведенческих реакциях. Привлечение концепций ФС и искусственных нейронных сетей позволило перейти от реактивной парадигмы (нео)бихевиоризма к парадигме активности и объяснить происхождение логики поведения животных.

**4. Прогрессирующая сложность.** Наше объяснение прогрессирующей сложности объектов и процессов в нашей Вселенной довольно традиционно. Нарушение *CP*-симметрии<sup>10</sup> слабым взаимодействием привело к феномену необратимости времени, проявляющемуся на различных иерархических уровнях организации материи, а также монотонному увеличению информации. Обычно выделяют три «стрелы времени»: космологическую, связанную с расширением Вселенной, термодинамическую, ассоциируемую с ростом энтропии в замкнутых системах и психологическую, устанавливающую отношения «раньше-позже» в наших воспоминаниях о прошедших событиях. По нашему мнению, введение психологической стрелы времени является неоправданным, а вместо неё необходимо констатировать существование многих биологических стрел на разных уровнях — эволюционной, связанной с необратимостью генетических мутаций, биоинформационной, воплощённой в центральной догме молекулярной биологии и заключающейся в односторонней передаче информации от ДНК к белкам, метаболической, онтогенетической, обязанной своему происхождению программе развития многоклеточного организма от эмбриогенеза к его смерти и т. д. С точки зрения РЭТСИ, психологическая стрела является следствием онтогенетической и возникает как побочный эффект с появлением памяти при эволюции нейронных сетей.

Возникновение в результате самоорганизации сложных систем, структур и процессов в неорганическом мире обычно связывают с термодинамической неравновесностью, которая появляется вместе с рождением мощных эмиссионных систем — звёзд, квазаров и т. д. Такие системы и процессы изучаются теорией диссипативных структур И. Пригожина и синергетикой Г. Хакена, а сами процессы самоорганизации называют диссипативными. В последнее время интерес исследователей все больше привлекают процессы самоорганизации, возможные и при термодинамическом равновесии или вблизи него, такую самоорганизацию называют консервативной. Возможность количественного описания процессов самоорганизации в сложных нелинейных открытых системах представилась после формулировки *S*-теоремы, доказанной Ю. Л. Климонтовичем в 1983-84 гг. Оказалось, что процессы самоорганизации сложных нелинейных систем вдали от равновесия сопровождаются уменьшением энтропии, в то время как в равновесных условиях энтропия остаётся максимальной. Для стационарных потоков вблизи равновесия самоорганизация происходит в условиях

<sup>10</sup> *C* – зарядовое сопряжение, *P* – зеркальное отражение.

максимальной энтропии при минимальной скорости производства энтропии. S-теорема Климонтовича позволяет связать автокатализ полициклическими ароматическими углеводородами (ПАУ) биохимических процессов в зонах геохимических барьеров с возникновением гиперциклов Эйгена и появлением самоприспосабливающихся, затем самонастраивающихся, далее — саморазвивающихся и, наконец — самореплицирующихся адаптивных РНК-систем. Переход от РНК- к ДНК-миру и стал рождением жизни в форме бактерий и архей, а образование замкнутых циклов обмена биогенными элементами (С, О, Н, Са, N, К, Р, Mg, S, Cl, Na, Fe) между продуцентами (автотрофы) и консументами с редуцентами (гетеротрофы) — возникновением биосферы.

Перейдём к вопросу о постоянном росте сложности организмов и форм их поведения. Известно шесть способов изменения информации на генетическом уровне: 1) мутации в белок-кодирующих областях генов, 2) мутации в регуляторных областях генов, 3) амплификация (дупликация, полиплоидизация), 4) перекомбинирование белков и фрагментов генов за счёт мобильных элементов, 5) горизонтальный перенос генов, 6) симбиогенез [15]. Очевидно, что несинонимичные мутации в белок-кодирующих областях генома не способны напрямую увеличить сложность организмов, т. к. приводят просто к заменам одного белка гомологичным. Значимость и влияние пяти остальных механизмов изменения информационной ёмкости репликатора на усложнение организмов менялись в процессе эволюции.

Горизонтальный перенос генов (ГПГ, НТГ или LGT) доминировал на ранних этапах эволюции прокариот 3,5 млрд. лет назад и, вероятно, оказал некоторое влияние на эволюцию одноклеточных эукариот. Переносчиками ксенологичной ДНК в процессах ГПГ у прокариот могли являться вирусы-бактериофаги при трансдукции, плазмиды при конъюгации, свободные ДНК при трансформации — поглощении клеткой свободной молекулы ДНК и встраивания её в геном. Существует предположение, что мобильные генетические элементы (МГЭ, MGE), появившиеся в самый начальный период возникновения жизни, усложняясь в процессе эволюции, и, освободившись из родительской клетки, превратились в вирусы, способные инвазировать другие прокариотические клетки, увеличивая в их геноме число МГЭ. Средством борьбы прокариотов с вирусами стала РНК-интерференция. Мобильные генетические элементы, такие как транспозоны (инсекционные элементы, ДНК-транспозоны, ретротранспозоны), плазмиды, бактериофаги и интроны второй группы долгое время считались «генетическими паразитами», понижающими приспособленность организмов, пока не выяснилось, что они придают геному такое важное эволюционно свойство как пластичности, а древние млекопитающие даже «приручили» ретротранспозон *Sushi-ichi*, и использовали один из его генов *Peg10* в качестве главного регулятора развития плаценты. Вклад ГПГ в эволюцию биосферы неуклонно уменьшался, но через 1,2 млрд. лет после практически

полного прекращения этих процессов, сам собой захлопнувшийся ящик Пандоры был распечатан и искусственный горизонтальный перенос генов стал мощным инструментом в арсенале генной инженерии при производстве генетически модифицированных организмов (ГМО).

Огромный скачок в усложнении организмов произошёл 1,2 млрд. лет назад, когда в результате симбиогенеза появились первые одноклеточные эукариоты. Согласно одной из гипотез, происхождение ядра связано с усилением горизонтального переноса генов от археоподобных предков нуклеоплазматического компонента эукариот к эубактериям. Другая гипотеза объясняет возникновение ядра внедрением метаногенной археобактерии в клетку миксобактерии, в пользу чего говорит схожесть гистонов эукариот и некоторых архей. С начала XXI в. обсуждается гипотеза вирусного эукариогенеза, основанная на сходстве генетического аппарата эукариот и вирусов, а именно линейной структуре ДНК и её тесной связи с белками. Практически уже не вызывает сомнения, что митохондрии — потомки аэробных бактерий, родственных риккетсиям, а жгутики и реснички произошли от симбиотических спирохет. Фотосинтезирующие бактерии, поселившиеся в гетеротрофных клетках протистов, стали хлоропластами, превратив клетку-хозяина в автотрофную одноклеточную водоросль. Важнейшим достижением стала компартиментализация — разделение цитозоли при помощи мембран на компартменты-органеллы, что позволило эукариотической клетке выполнять различные метаболические процессы одновременно (параллельно). Но, вероятно, основным приобретением симбиогенеза, обусловившим дальнейшее увеличение сложности эукариот стало образование из МГЭ интронов. МГЭ прокариот были «самосплайсирующими» элементами, т. е. могли сами вырезать себя из мРНК для того, чтобы не влиять на трансляцию белка. У эукариот функцию сплайсинга стали выполнять специальные молекулярные машины — спласосомы. Согласно теории поздних интронов, они возникли и были инсертированы в геном уже после разделения про- и эукариот. В пользу этой гипотезы свидетельствует факт отсутствия сплайсосомных интронов у прокариот. В результате у эукариот сформировался процесс альтернативного сплайсинга, ставший основной причиной грандиозного видового разнообразия организмов этого домена и молекулярно-генетической основой преадаптации, о которой речь пойдёт ниже.

Молекулярно-генетической основой возникновения многоклеточных эукариот стало усложнение и иерархическая организация генно-регуляторного аппарата, завершившееся появлением гомеозисных генов и микро РНК, контролирующих процессы роста и дифференцировки в процессе онтогенеза. Гомеозисные гены животных принадлежат семейству *Нох*-генов. Количество *Нох*-генов растёт с увеличением сложности организмов. Так, у гребневиков и кишечнополостных их всего 4, у предка билатериев 8, а у млекопитающих уже 48. В состав гомеозисных генов входит гомеобокс — последовательность из 180

пар нуклеотидов, которым при трансляции в белке соответствует домен из 60 аминокислот, называемая гомеодоменом. Последовательность нуклеотидов в гомеобоксе настолько консервативна, что при замене регуляторных генов дрозофилы соответствующими гомеозисными генами курицы онтогенез мухи протекает вполне нормально. Трансляция генетической информации порождает каскад переключений транскрипционных факторов по цепочке: гены материнского эффекта → гены *gap* и *pair-rule* → гомеозисные гены → реализаторные гены (здесь стрелками обозначены включения генов). Реализаторными генами называются гены, которые регулируются белками, содержащими гомеобокс. Открытие гомеозисных генов привело к радикальному пересмотру значения гомологии и механизмов параллельной эволюции в эволюционной биологии. До 1994 г. считалось, что глаза независимо возникли в животном мире не менее 40 раз, так как анатомия разных типов глаз сильно варьируется. Поэтому полной неожиданностью стало открытие У. Геринга, установившего, что один тот же ген *rx*-6 отвечает за формирование глаза дрозофил, мышей и людей.

Открытие гомеозисных генов поставило перед молекулярной генетикой важнейшую задачу объяснения увеличения генетической информации. Раскрыть главный генетический механизм, обеспечивающий увеличение сложности организмов по ходу эволюции биосферы удалось американскому генетику и эволюционному биологу японского происхождения С. Оно. В 1970 г. он опубликовал книгу, в которой причиной биологической эволюции назвал процесс дупликации генов [16]. Дупликацией называется разновидность хромосомных перестроек, при которой участок хромосомы оказывается удвоенным. Причиной этого процесса может стать неравный кроссинговер, ошибки при гомологичной рекомбинации, ретротранспозиции и пр. Удвоение генетического материала приводит к тому, что одна из копий, которую можно назвать ультраконсервативной, обеспечивает функционирование организма, в то время как ускоренно мутирующая резервная копия становится стохастическим конструктором для синтеза новых белков и поиска новых функций (неофункционализм). В пользу теории Оно говорит близость ряда генов по нуклеотидному составу, кодирующих разные белки, такие как трипсин и химотрипсин, гемоглобин и миоглобин и ряд других, появившихся в результате субфункционализации, т. е. разделения функций между «старыми» и «новыми» белками. В этом случае дупликация позволяет снять адаптивный конфликт и оптимизировать каждый ген для выполнения своей функции. Наряду с дупликацией отдельных участков хромосомы возможна и полногеномная дупликация — полиплоидизация, возникающая из-за нерасхождения хромосом при мейозе. В эволюции хордовых были обнаружены две полиплоидизации генома. Считается, что первая полногеномная дупликация произошла незадолго до, а вторая сразу после разделения бесчелюстных и челюстноротых, которое произошло примерно 530 млн. лет назад.

На уровне многоклеточных организмов возникает новый механизм изменения функционального репертуара органов животных, названный А. Дорном (*Felix Anton Dohrn*) принципом смены функций органов в процессе эволюции и переименованный Л. Кено (*Lucien Cuenot*) в преадаптацию. По мнению С. Гулда (*Stephen Jay Gould*), термин «преадаптация» имеет чересчур телеологический характер, поэтому они, ничего не меняя в концепции Дорна, ввели ещё один синонимичный термин — экзаптация. Но, как бы её ни называть, теория Дорна предложила механизм смены функций органов в процессе эволюции и позволила разрешить парадокс образования органов, конечная функция которых первоначально не имела никакой приспособительной ценности. Открытие альтернативного сплайсинга, интронов и экзонов позволило выявить молекулярно-генетическую основу преадаптации. Например, альтернативный сплайсинг позволяет путём рекомбинации функционирующих фрагментов ДНК оперативно приступить к синтезу новых белков без изменения исходного ДНК-кода. Если учесть, что более 90% ДНК людей не являются белоккодирующими, становится ясно, какое огромное количество генетической информации может быть активировано для возникновения новых признаков путём небольших изменений ДНК в генно-регуляторной области.

Яркими примерами экзаптации одноклеточных могут служить молекулярные машины, такие как бактериальный жгутик и митохондриальные транслоказные комплексы (ТОМ-ТИМ-комплексы), которые произошли в результате сборки (самосборки?) нескольких белков, до этого выполнявших другие функции.

Функциональная специализация клеток многоклеточного организма привела к появлению нейронов, а их взаимодействие стало причиной появления кратковременной и долговременной памяти [17]. Память превратила ощущения в восприятие, а развитие многоуровневой системы обработки зрительного восприятия в результате экзаптации породила мышление [18], которое позволило животным перейти от безусловно-рефлекторного поведения к условному. Появление зеркальных нейронов стимулировало возникновение игрового поведения, эмоционального сопереживания, а также открыло возможность передачи индивидуального опыта потомству и членам зоосоциальной группы внегенетическим путём — посредством подражания (мемов), ставшего основанием культуры. Мутация гена FOXP2 в процессе ген-культурной коэволюции, возникновение зон Брока и Вернике и развитие артикуляционного аппарата привели к формированию второй сигнальной системы и образованию общества.

Таким образом, прогрессирующая сложность биологических объектов основана на неизбежности возникновения двух типов ошибок. На уровне репликатора это ошибки при копировании информации (дубликация), а на уровне функциональных систем организма — ошибочное использование ФС для решения задач, непредусмотренных функциональным репертуаром (экзаптация).

Совокупность перечисленных механизмов ответственна за усложнение структур и функций в процессе биологической и социальной эволюции.

### **Иерархическая структура уровней обработки информации**

В контексте концепции ГЭ нам представляется целесообразным дополнить трёхчленную иерархическую структуру информационных уровней В. И. Корогодина ещё одним уровнем — доинформационным (нулевым, преинформационным), который объединяет два подуровня — энтропийный и неэнтропийный. Энтропийный (космологический) подуровень важен для понимания причин и последствий каскада спонтанных нарушений симметрий (вспомним определение информации, данное Г. Кастлером), породивших наш материальный мир, а неэнтропийный подуровень нужен, чтобы подчеркнуть значение неравновесных (синергетических) процессов и необходимость условия постоянного оттока энтропии из локальной области материального мира (энтропийный насос) в процессе возникновения информации, условия, которое не выполняется для остальной части неорганического мира. Мы не отождествляем неэнтропию и информацию, а рассматриваем её как необходимое условие возникновения генетической информации. Генетический уровень Корогодина мы назовём генно-регуляторным и разделим на два подуровня — клеточный и гормональный. Гормональный подуровень необходим для того, чтобы учесть новый, по сравнению и с предыдущим клеточным и последующим нейронным уровнем, тип химической сигнализации (для растений и грибов это фитогормоны), при помощи которой многоклеточный организм реагирует на изменение внешних условий без наличия нервной системы. Принимая во внимание представление А. И. Карамяна о существовании пяти критических этапов развития мозгового обеспечения поведения в эволюции позвоночных [19], мы предлагаем назвать уровень поведенческой информации Корогодина нейроэтологическим и разделить его на четыре категории организации нейронных сетей: диффузную, сетчатую, радиальную и билатеральную. Билатеральную же категорию, в свою очередь, предлагается разделить на девять фракций (подуровней) по типу доминирующего центра и уровням интеграции нервной системы: стволовую (ортогон), узловую (или сложную ганглионарную), трубчатую (спинальный уровень интеграции), бульбomezэнцефалическую, мезэнцефалоцеребеллярную, диэнцефалотелэнцефальную, стриарную, стриокортикальную и неокортикальную. Такая дифференциация однородного уровня поведенческой информации Корогодина позволяет качественно изобразить «лестницу рефлексов», отражающую возрастание роли условных рефлексов в поведении животных от первичноротых к приматам и человеку, что невозможно сделать, если считать этот уровень неструктурированным. Мы не будем называть социоинформационный уровень вслед за Корогодиным логическим, а предпочтём именовать его семиотическим по той простой причине, что логическими операциями не ограничивается функциональный репертуар информационных процессов этого уровня. На семиотическом уровне мы выделим три подуровня



Отметим некоторое подобие этой структуры иерархии уровней знаковых систем, принятой в биосемиотике, в которой различают следующие уровни: 1) молекулярно-биологический (генетический код); 2) внутриклеточный (сигнальные пептиды); 3) межклеточный (медиаторы, иммунные взаимодействия); 4) внутриорганизменный (гормоны, условно-рефлекторные реакции); 5) межорганизменный (телергоны, феромоны, аттрактанты).

[<http://biospace.nw.ru/biosemiotika/main/biosem.htm>].

### Глобальный эволюционизм в контексте РЭТСИ

**Доинформационный уровень.** На раннем космологическом (энтропийном) этапе компактификация  $n$ -мерного суперпространства привела к разделению 4-мерного пространства-времени и материи.

Охлаждение расширяющейся Вселенной вызвало каскад спонтанных нарушений симметрий, завершившийся образованием четырёх фундаментальных взаимодействий, трёх поколений кварков и лептонов, а также необратимостью времени. В результате рекомбинации протонов и электронов электромагнитное излучение отделилось от вещества, длина джинсовской волны<sup>11</sup> упала в  $10^{13,5}$  раз, что послужило толчком к формированию крупномасштабной структуры Вселенной, образованию галактик и появлению звёзд первого поколения. В дисках спиральных галактик возникает галактический цикл вещества, возвращающий в новые циклы звездообразования обогащённое тяжёлыми элементами вещество, расплывлённое после взрывов сверхновых.

Поэтому в звёздных системах последующих поколений могут формироваться планеты с силикатной литосферой, а наличие на их поверхности жидкой воды в условиях термодинамической неравновесности приводит к образованию диссипативных структур, в том числе гидрологического и геохимического циклов. На границах геохимических барьеров происходит выделение энергии, за которую начинают «конкурировать» автокатализаторы, образовавшиеся из полициклических ароматических углеводородов, которые возникли на поверхности частиц космической пыли. В результате химической эволюции мир ПАУ сменил РНК-мир, на базе которого зародился ДНК-мир, т. е. появился **первый репликатор**, ускоривший геохимические реакции примерно в  $10^{17}$  раз, что сделало его одним из главных факторов геологической эволюции Земли.

### Генно-регуляторный уровень

**Клеточный подуровень.** Генно-регуляторная сеть в молекулярной биологии, отвечающая за все взаимодействия в клетке, как между белковыми молекулами, так и между генами, называется интерактомом. Адаптивная реакция одноклеточного организма на изменение внешней или внутренней среды сводится

<sup>11</sup> Длиной волны Джинса  $\lambda \approx v_s \sqrt{\pi / G \rho}$ , где  $v_s$  – скорость звука,  $G$  – гравитационная постоянная, а  $\rho$  – плотность газа, называется критическая длина акустической волны, выше которой возмущения плотности газа приводят к гравитационной неустойчивости и образованию крупномасштабных космических структур.

к таксисам и кинезам и/или регулированию метаболизма через экспрессию генов. Стимул, полученный белком-рецептором (G-protein-coupled receptors, GPCRs) за счёт присоединения лиганда и преобразованный в сигнал, в первом случае передаётся цитоплазматические сигнальными белками (CheA, CheY, CheW и CheZ у бактерий) на эффекторы — реснички, цирри (слитые реснички) для ползания, жгутики, сократительные фибриллы (мионемы), а во втором случае через сигнальные пути активирования протеинкиназ (индукторов и репрессоров) путём присоединения к ним фосфатных групп завершается передачей сигнала транскрипционным факторам (ТФ), осуществляющим поиск соответствующего сайта связывания или энхансера<sup>12</sup> и прикреплением к нему, что приводит либо к активизации, либо подавлению транскрипции гена. Наиболее хорошо изучены внутриклеточные сигнальные пути PI3K-Akt, JAK-STAT, NF-κB, гетеротримерных G-белков, Ras-MAPK/ERK, Wnt, Hedgehog, Fas и сигнальный каскад, активирующий программу конъюгации дрожжей [20]. Недавно международной группе генетиков удалось целенаправленно изменить поведение бактерий *E. coli*, встроив несколько генов, составляющих два функциональных модуля обработки информации [21].

Взаимодействие между одноклеточными осуществляется посредством химических сигналов, воздействующих на генные переключатели, и может выражаться в таких сложных формах коллективного поведения (*Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Dictiostellium discoideum* и др.), как альтруизм, эгоизм, паразитизм, каннибализм и пр. Так коллективное поведение социальных амёб *Dictiostellium discoideum* координируется в условиях недостатка пищи производством цАМФ, вызывающим индуцированный отклик в виде секреции этого вещества и направленное движение клеток по градиенту концентрации (хемотаксис). Ряд реорганизаций (мелкомасштабной клеточной кластеризации, крупномасштабной волновой агрегации, формирования струйных потоков, сортировки дифференцирующихся клеток в агрегате, выделения морфологической оси и формообразования псевдоплазмодия) приводит к формированию плодового тела и образованию спор. *N*-ацил гомосерин лактон (*N*-AHLs) — сигнальная молекула, используемая бактериями в процессах достижения бактериального кворума (QS, quorum sensing). Координирует групповое поведение бактерий путём переключения с гена жгутиков на ген пилей для образования биоплёнки. Существует гипотеза, что *N*-AHLs локально изменяют поверхностное натяжение, вызывающее образование потоков Марангони<sup>13</sup>, что влияет на процессы роения и подвижности бактерий. Примерами участия *N*-AHLs в межбактериальной коммуникации и формировании

<sup>12</sup> Энхансер (англ. enhancer – усилитель) – небольшой участок ДНК, который после связывания с ним ТФ стимулирует транскрипцию с основных промоторов гена или группы генов.

<sup>13</sup> Поток Марангони – явление переноса вещества вдоль раздела двух сред, возникающее из-за градиента поверхностного натяжения.

чувства кворума являются процессы изменения вирулентного фактора бактерий *Salmonella enteritidis* и регулирования билюминесцентного белка люциферазы бактериями *Aliivibrio fischeri*. Синегнойная палочка *Pseudomonas aeruginosa* для коммуникации использует более сложную взаимосвязанную трёхкомпонентную систему QS - lasRI, rhlRI и PQS, каждая из которых производит свои сигнальные молекулы. Коммуникация между анаэробами и *Pseudomonas aeruginosa* оказывает влияние на регуляцию генов последних и их QS.

**Гормональный подуровень.** Некоторые неиграющие особой физиологической роли вторичные метаболиты, обнаруженные у одноклеточных грибов и бактерий становятся сигнальными молекулами в межклеточной коммуникации и важнейшими регуляторами жизнедеятельности и роста растений — фитогормонами (абсцизины, ауксины, цитокинины, гибберрелины, этилен, брассиностероиды, жасмонаты, полипептидные гормоны, крезацин, олигосахариды и пр.),

Эмбриогенез и онтогенез растений, формирование меристем, корневой системы, сосудов, фотоморфогенез, филлотаксис, развитие цветков и соцветий контролируется гомеозисными генами, содержащими MADS-боксы. В основе генно-регуляторной системы растений лежит раздражимость, обусловленная структурными и функциональными изменениями мембран под действием внешних (температура, свет, влажность почвы), и внутренних (фитогормоны, сахара, минеральные элементы) факторов, а непосредственный контроль за развитием органов и тканей осуществляют ТФ.

**Нейро-этологический уровень.** Ещё одним ярким примером экзаптации тот факт, что у губок, не имеющих нервной системы, выявлена значительная доля комплекса нейромедиаторов [22]. Животные начинают использовать *Нох*-гены для «блочного программирования» алгоритмов онтогенеза и микроРНК для его регулирования, морфогены, организаторы (Шпемана, кишечника, мышечный, кортикальный и пр.). В результате дальнейшей клеточной специализации животные выходят на новый уровень обработки информации, при этом GPCRs становятся основой физиологических процессов в клетках-рецепторах, а функций нейронов становится быстрая передача возбуждения от рецепторов к эффекторам, что позволило животным перейти к локомоции. Образование нейронных сетей (НС) приводит к появлению кратковременной и долговременной памяти, нейромолекулярный механизм которой был установлен в экспериментах Э. Кандела с сотрудниками при изучении формирования условного рефлекса у аплизии [17]. Оказалось, что возбуждение модулирующего нейрона увеличивает содержание протеинкиназы А в сенсорном нейроне, что приводит к снижению порога его срабатывания (кратковременная память). Когда же концентрация протеинкиназы А превышает критическое значение, она проникает в ядро сенсорного нейрона и активирует транскрипционный фактор CREB, который вызывает разрастание синапса сенсорного нейрона вблизи моторного (долговременная память). Этот универсальный механизм лежит в основе

процессов восприятия (восприятие = память + внимание, выраженное в перцептивных действиях), позволяющих разделить объект и фон и являющихся нейрофизиологическим основанием наглядно-действенного мышления и самообучения животного. Гормональное регулирование усовершенствовалось с появлением специализированных желёз животных.

Диффузная, сетчатая и радиальная организация НС Coelenterata=Radiata, Medusozoa, Echinodermata обеспечивает довольно примитивный поведенческий репертуар. Поэтому появление билатерий (Bilateria) ознаменовало существенный эволюционный прорыв. Стволовая НС обеспечила расцвет червей (Plathelminthes=Platyhelminthes, Gastrotricha, Nematoda), а появившаяся у аннелид (Annelida) узловая НС достигла совершенства у головоногих моллюсков (Cephalopoda) и эусоциальных насекомых — муравьёв (Formicidae), термитов (Isoptera), пчёл (Anthophilous), шмелей (Bombus). Их важнейшим приобретением стала разномодальная дистантная чувствительность, стимулировавшая появление принципиально нового качества многоклеточного организма — упреждающей адаптации и превратившее *реактивный* организм в *активный*. Нейрофизиологическим субстратом этого превращения стали две петли обратной связи — рефлекторное кольцо [23] и акцептор результатов действий [8], запустившие механизм опережающего отражения и позволивший животному прогнозировать события на основании собственного опыта. Надглоточный узел из парных ганглиев головоногих моллюсков так сложно устроен, что его называют мозгом; вполне вероятно, что они являются самыми разумными животными среди беспозвоночных. Физиологической основой сложного поведения общественных насекомых стал сильно развитый нейрогемальный орган — протоцеребрум с увеличенной парой грибовидных тел, в которых сосредоточены координирующие и высшие ассоциативные центры НС, при этом сложную социальную систему обеспечила развитая система коммуникации.

Дальнейший прогресс головоногих был невозможен ввиду непродолжительности жизни отдельной особи, а эусоциальных насекомых, кроме того, из-за ограниченных коммуникативных возможностей химической сигнализации и языка танца пчёл, отсутствия индивидуального опыта и ограниченная прочность хитинового покрова, ставшая непреодолимым барьером на пути дальнейшей цефализации.

Новые эволюционные перспективы открылись с появлением хордовых (Chordata). У круглоротых (Cyclostomata) появляется гематоэнцефалический барьер. У рыб (Pisces) нейрогормональные клетки выделились в специализированный отдел ЦНС — промежуточный мозг, а гормональная регуляция поведения сочеталась с функциональным преобладанием зрения. Крыша среднего мозга стала центром сравнения раздражений различных модальностей. Жизнь в трёхмерной среде и электрорецепция многих рыб привела к развитию мозжечка и появлению стратифицированных структур ассоциативно-аналитического типа в

заднем мозге. У пелагических акул (*Megachasma pelagios*, *Alopias pelagicus*) мозжечок разросся так, что накрыл собой остальные структуры и приобрёл складки. Мозг амфибий (*Amphibia*) характеризуется реакцией на раздражитель по принципу доминантности, отсутствием ассоциативного центра и долговременной памяти; медленность гормональной регуляции и быстрота неврологической порождают конфликты при быстрой смене форм поведения; центром принятия решений и хранения индивидуального опыта является среднемозговой центр, возникший в результате опережающего развития зрения и органов боковой линии. Нейрофизиологические инновации рептилий (*Reptilia*) связаны с рефлекторно-ассоциативным средним мозгом и долговременной памятью, которые предоставили возможность накопления индивидуального опыта и самообучения, заложив основы ассоциативного поиска решений. Развитый в результате жизни пресмыкающихся в каменноугольных завалах мозжечок принял участие в накоплении индивидуального опыта, памяти, наглядно-действенного мышления и формирования устойчивых условных рефлексов. Согласно гипотезе В. Д. Глезера «зрение = конкретное мышление», т. е. мышление возникло на основе нейронных структур, сформировавшихся для обработки зрительной информации [18]. В поведении рептилий впервые решающую роль стала играть семантика сигнала, а не сам сигнал или его интенсивность.

Следующий шаг на пути прогрессивной цефализации сделан птицами (*Aves*), у которых высшим ассоциативным центром и основной зоной хранения индивидуального опыта стал стриатум (гиперстриатум), позволивший им освоить несложную инструментальную деятельность и игровую активность. Наиболее яркими примерами интеллектуальных способностей птиц считаются способности обучения певчих птиц пению, сложные брачные ритуалы, копирования человеческой речи попугаями (*Psittacidae*), умение врановых (*Corvidae*) решать сложные задачи, способность к счёту, которая развита у птиц лучше, чем у многих млекопитающих. Грачи (*Corvus frugilegus*) оказались столь же умны при изготовлении и использовании орудий, как шимпанзе, а новокаледонский ворон (*Corvus moneduloides*) освоил культурно передаваемую технику изготовления орудий, которые может забирать с собой для дальнейшего использования. Однако единственной птицей, прошедшей зеркальный тест на самосознание, оказалась обыкновенная сорока (*Pica pica*).

Млекопитающие (*Mammalia*) приобрели новую систему нервных структур — пирамидный путь (*tractus pyramidalis*), поддерживающий сложную и тонкую координацию движений, который достигает наибольшего развития у обезьян (*Primates*) и, особенно, у человека и сыгравший исключительную роль в переходе наших предков к бипедии. Большая часть пирамидных клеток (клеток Беца) иннервирует мелкие мышцы, ответственные за тонкие дифференцированные движения пальцев, мимику и речевой акт. Наличие дополнительной моторной области в цитоархитектоническом поле Бродмана 6 было установлено лишь у

сухоносых приматов (Haplorhini). Предположительно, клетки этой области участвуют в планировании последовательностей действий. Добавочный эмоциональный контур обработки информации формируется за счёт взаимодействия норадренергической, дофаминергической, серотонинергической и холинергической систем, а также рядом нейропептидов, включая эндоморфины. «Эмоциональный мозг» (лимбическая система с прилегающим ядром) совместно с «когнитивным мозгом» (ассоциативной корой) инициируют программирование двигательного акта, осуществляемое мозжечком, базальными ганглиями, моторной корой и таламусом, а программа запускает генераторы двигательной активности ствола мозга и спинного мозга [24].

В настоящее время существует большое число конкурирующих классификаций и теорий эмоций: двухфакторная теория эмоций С. Шехтера [25], десятикомпонентная система К. Э. Изарда [26], язык аннотаций и представления эмоций (EARL) выделяет 48 эмоций [27], древовидные структуры в разное время предлагались П. Шейвером [28] и У. Пэрротом [29], восьмилепестковое «колесо эмоций» предложил Р. Плутчик [30], куб эмоций построил Х. Лёвхейм [31] и т. д. В любом варианте дополнительные эмоциональные измерения существенно увеличили размерность и структуру семантического пространства: если семантический мир амёбы (*Amoeba*) одномерен, то образное мышление высших животных на основе представлений (представление = восприятие + воображение) формирует в многомерном семантическом пространстве разветвлённые семантические сети, однако сложный сенсорный образ мира, объединяющий представления объектов и их свойств с пространственными, временными, ассоциативными и каузальными отношениями возникают лишь у хищных (Carnivora) и приматов. Используемое психологами трёхмерное семантическое пространство коннотативных значений Ч. Осгута — аналог трёхмерной теории эмоций В. Вундта, У. Джеймса, Г.Э. Мюллера и предельно редуцированный образ многомерного семантического пространства. Д. Рид акцентирует внимание на сильную зависимость интеллектуальных способностей животного от объёма кратковременной рабочей памяти (ОКРП), которая у шимпанзе и бонобо  $\leq 3$ , что не позволяет им мыслить рекурсивно. Сопоставляя коэффициент энцефализации и ОКРП, Рид выделил 7 уровней технологии изготовления орудий. Начиная с первого, вполне доступного низшим обезьянам, при котором для изготовления палки достаточно обломать сучки (ОКРП чуть больше 2), через третий — олдувай (ОКРП чуть больше 3) и шестой — леваллуа (ОКРП  $\approx 6$ ; 700 тыс. л. н.), к седьмому (ОКРП  $\approx 7$ ; 50 тыс. л. н.) [32]. Последние уровни связаны с формированием фонологического контура обработки информации. По В. Д. Глезеру глубинные структуры обработки зрительного образа связаны и с мышлением, и с языком. Парадигматическая функция речи локализована в нижневисочной коре, являющейся конечным пунктом формирования зрительного образа, а синтагматика предметных номинаций и предикативная синтагматика,

предположительно, связаны с разными отделами мозга — теменной и лобной корой соответственно [18]. Идея глубинных структур была использована в генеративных и трансформационных грамматиках Н. Хомского, глубинных падежах и концепции FrameNet Ч. Филлмора, эмерджентной грамматике П. Хоппера. Генетическая связь языка и наглядно-действенного мышления подтверждается исключительной ролью глагола в предикативной синтагматике.

**Второй репликатор.** Процесс цефализации привёл к усложнению поведенческого репертуара животных. Если вначале их поведение определялось набором спинальных безусловных рефлексов с нейрогормональной регуляцией, то образование ассоциативных зон и неокортекса у высших животных, а также формирование условных рефлексов, сделало их поведение настолько сложным, что оно вышло из под генетического контроля и потребовался новый, внегенетический канал передачи информации на базе подражания и обучения.

Физиологической основой нового эпигенетического канала трансляции стали зеркальные нейроны, обнаруженные у приматов и некоторых птиц, благодаря которым сформировался второй, этологический репликатор — *мем*, заложивший фундамент культуры и социальных форм существования материи. Культура стала функциональной системой, обеспечивающей сохранность мемов. После мутации гена FOXP2 в результате ген-мемной коэволюции, возникновением зон Брока и Вернике и языка, означающих переход от образного к словесно-логическому мышлению и превращение информации из сигнала в сообщение, вербализации сознания, вызвавшей нарушение амфидекстральной симметрии, обработка информации выходит на *интерсубъективный семиотический уровень*. В результате исторического развития общества обработка информации становится многоуровневым феноменом, наделённым различными формами суггестивности (вера, рациональность, наблюдение, эксперимент, математические вычисления и доказательства, компьютерное моделирование). Треугольник Огдена-Ричардса в теории референций Фреге-Чёрча, устанавливающий отношения между именем, денотатом и десигнатом, может служить иллюстрацией появления алгоритма перекодирования мышления с образного на вербальный уровень. Высокая скорость «мутаций» мема обеспечила существенно более быстрые темпы культурной эволюции, на 5-6 порядков превышающие скорость биологической эволюции. Преодолев генно-регуляторный и нейро-этологический уровни, обработка информации достигает уровня семиотических структур, распадающийся на три подуровня. Лингвистический подуровень (*L*) становится основой мифологического и религиозного мировоззрения; рационально-логический (*L*,  $\Lambda$ ) — философского, а математический (*L*,  $\Lambda$ , *M*) — научного. Интерсубъективные семиотические системы стали прообразами и статичного идеального мира Платона и эволюционирующего третьего мира К. Поппера.

История науки сохранила огромное количество соперничающих концепций, авторы которых, исходя из разнообразных посылок, пытались разработать теории возникновения и эволюции социальных систем, государств и цивилизаций: этнологический, антропологический, формационный и социологический подходы, функционализм, экстернализм и интернализм, технологический детерминизм, клиодинамика и мир-системный анализ. Существенно меньшее количество теорий посвящено возникновению мифологии, философии и науки.

Скомбинируем формационный подход, технологический подход Р. Н. Адамса, концепцию мифогенеза А. Ф. Лосева, гипотезу возникновения философии А. Н. Чанышева и авторскую гипотезу появления и эволюции науки. В результате получим следующую схему. Долгое время социальная эволюция *Homo sapiens* сдерживалась небольшим числом (5-80) членов родовой общины, живущей собирательством и охотой. Так как «... понимание заключается в сведении одного типа реальности к другому» (К. Леви-Стросс), то единственно возможным способом объяснения природы и мира в те времена было перенесение на них наиболее понятных кровно-родственных отношений, в результате чего и природа и весь мир предстали в виде универсальной общинно-родовой формации, а это и есть мифологическое мировоззрение [33].

Неолитическая революция позволила увеличить плотность населения, и племя смогло объединить уже сотни человек, положив начало профессиональной специализации и имущественной дифференциации, развитию мифологических и религиозных представлений, а вождества смогли аккумулировать коллективную энергию уже около 1000 человек.

Эпоха бронзы породила города-государства с числом жителей порядка 10 тыс. человек, а затем и государства с численностью населения 50 тыс. и более. Важнейшим изобретением этого времени стала письменность. На базе грамматики с осознанием транзитивности отношений гипонимии и гиперонимии возникла логика, которая стала основанием философии.

Железный век стал свидетелем появления империй и рождения философии в Китае, Индии и древней Греции. Согласно гипотезе А. Н. Чанышева, философия, как антипод мифологии, возникла в железном веке с появлением денежного обращения и образования зажиточного городского торгово-ремесленного сословия, которому для обоснования претензий на власть потребовалось новое мировоззрение и идеология [34].

Согласно нашей концепции, ответом аристократов на интеллектуальный вызов купцов и ремесленников стало рождение науки в античной Греции, чему способствовало уникальное сочетание внешних и внутренних факторов [35]. На развалинах античного мира сформировался новый феодальный мир, в котором вера потеснила знания, но на его закате в эпоху Ренессанса возродился интерес к

рациональному осмыслению мира, ставший провозвестником рождения экспериментальной науки.

Буржуазные революции утвердили капитализм, породили индустриализацию экономики и институциализацию науки. В эпоху классики естествознание пришло к антагонизму механической и полевой картин мира, который в начале неклассической эпохи усугубился релятивизмом и квантовой физикой, но в самом конце благополучно завершился суперунификацией, полностью реализовавшей научно-исследовательскую программу геометризации физики, инициированную У. К. Клиффордом [36].

Главной задачей постнеклассической эпохи стало исследование сложных биологических и социальных систем, процессов диссипативной и консервативной самоорганизации, перспектив гиперунификации полученных знаний с суперсинтезом и финальной панунификации технического, естественнонаучного и гуманитарного знания (Рис. 7).

Заключительной стадией развития ГЭ должна стать *панунификация* — синтез естественнонаучного (вместе с техническим) и гуманитарного знания, означающий завершение эпохи становления научного мировоззрения. Большая история обречена приступить к решению проблемы двух культур Ч. Сноу, преодолевая финальным синтезом раскол знания, намеченный ещё софистами, противопоставившими *νῆμος* и *φύσις*, который превратился в бездонную пропасть ко второй половине XX века.

Хорошо известно, что в основе эволюции науки лежат два взаимодополнительных процесса, с одной стороны это все более детальная дисциплинарная дифференциация, порождающая новые частные проблемы и методики их разрешения, а с другой — синтез, интеграция, унификация научного знания, обеспечивающая связность, непротиворечивость и системность научной картины мира. С возникновением теории диссипативных структур И. Р. Пригожина, синергетики Г. Хакена унифицирующей парадигмы Э. Янча [7] и формированием идей ГЭ трансдисциплинарные проблемы постнеклассического этапа развития науки могут быть рассортированы с использованием хронологического принципа, когда на временной шкале фиксируется время появления тех или иных структур или процессов.

В окрестностях начала временной шкалы, в интервале  $0-10^{-10}$  с, расположена предметная область единых теорий физики элементарных частиц [теория Вайнберга-Салама, квантовая хромодинамика (QCD), теории Великого объединения (GUT's), теории супергравитации (SUGRA), теории суперструн, супербран, М-теории и теории Всего Сущего (ToE)] и ультрарелятивистской космологии, занимающихся созданием моделей Большого взрыва и последующего каскада спонтанных нарушений симметрий, в результате которых возникла наша Вселенная. В этой области «первых мгновений» в процесс трансдисциплинарной унификации вовлечены лишь физика и космология и путь к суперунификации, направленный влево по шкале быстро выходит за границы

экстремального хронотопа<sup>14</sup> уже для GUT's. Апологией теориям GUT's, SUGRA, М-теории и ТоЕ, лишаящимся статуса научности, может служить лишь негибкая верность их творцов бессмертным идеям пифагореизма-платонизма, да робкая надежда, что выступающие в роли строгих судей, следователей и адвокатов физики-экспериментаторы найдут-таки косвенные свидетельства истинности неverifiedируемых на сегодняшний день теорий, зарегистрировав, например, самые лёгкие суперчастицы.

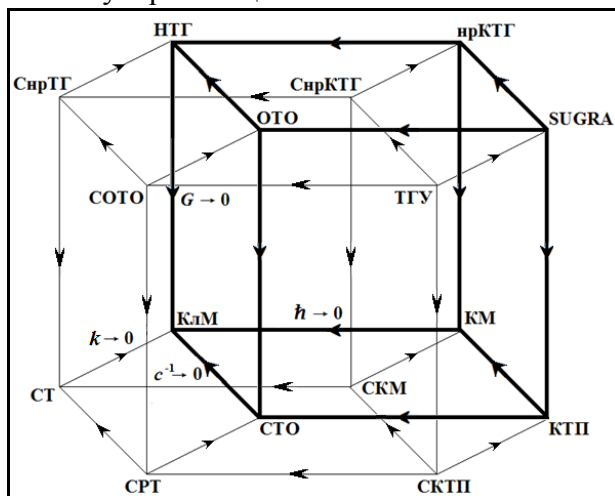


Рис. 7. Куб теорий Зельманова (жирные линии) и тессеракт топосов гиперунифицированных теорий. Сокращения на рисунке: НТГ — ньютоновская теория гравитации, нрКТГ — нерелятивистская квантовая теория гравитации, ОТО — общая теория относительности, SUGRA (ТОЕ) — супергравитация (теория всего сущего), КлМ — классическая механика, КМ — квантовая механика, СТО — специальная теория относительности, КТП — квантовая теория поля, СврКТГ — статистическая нерелятивистская квантовая теория гравитации, СврТГ — синергетическая нерелятивистская теория гравитации, СОТО — статистическая общая теория относительности (термодинамика черных дыр), ТГУ — теория гиперунификации, СТ — синергетическая теория, СКМ — статистическая квантовая механика, СКТП — статистическая квантовая теория поля, СРТ — статистическая релятивистская теория,  $c$  — скорость света,  $G$  — ньютоновская гравитационная постоянная,  $\hbar$  — постоянная Планка  $k$  — постоянная Больцмана.

Fig.7. Zelmanov's cube of theories (bold lines) and topoi tesseract of hyperunified theories (fine lines). Abbreviations on the diagram: НТГ — Newtonian theory of gravitation, нрКТГ — nonrelativistic quantum theory of gravitation, ОТО — general theory of relativity, SUGRA (TOE) — supergravity (Theory of Everything), КлМ — classical mechanics, КМ — quantum mechanics, СТО — special relativity, КТП — quantum theory of fields, СврКТГ — statistical nonrelativistic quantum theory of gravitation, СврТГ — synergetic nonrelativistic theory of gravitation, СОТО — statistical general theory of relativity, СКМ — statistical quantum mechanics, СКТП — statistical quantum theory of fields, СРТ — statistical special relativity,  $c$  — speed of light,  $G$  — gravitational constant,  $\hbar$  — Planck Constant,  $k$  — Boltzmann Constant.

В средней части шкалы, раскинувшейся аж на 14,42 млрд. лет, локализованы фундаментальные проблемы звёздной космогонии и эволюции, формирования и эволюции Земли, глобальной тектоники плит,

<sup>14</sup> Под экстремальным хронотопом (от греч. χρόνος — время и τόπος — место) мы понимаем всю доступную измерениям часть Вселенной заключенную в масштабные пространственно-временные границы  $10^{-27} < r < 1,36 \cdot 10^{26}$  м и  $10^{-36} < t < 10^{17}$  с, или  $10^7 < r < 8,44 \cdot 10^{60} l_p$  и  $10^7 < t < 8,44 \cdot 10^{60} t_p$  в планковских единицах [37, 38].

палеоклиматологии, возникновения жизни и эволюционной биологии, антропо- и глоттогенеза и т. д., причём в начале этого интервала доминируют проблемы отдельных естественнонаучных дисциплин, например, для описания гравитационного коллапса гигантских молекулярных облаков достаточно одной механики, но с приближением к настоящему времени доля комплексных междисциплинарных проблем неуклонно возрастает, так для создания астрофизических моделей эволюции звёзд необходимо опираться на астрономические наблюдения, представления ядерной физики, и общей теории относительности (ОТО), для разработки геофизических моделей нужно учитывать данные геологии, минералогии, литологии, биологии и палеонтологии, сейсмологии, гидрологии, геохимии и пр., построение эволюционной биологии немыслимо без генетики, биохимии, гистологии, нейро- и обычной физиологии, социобиологии, этологии, климатологии и всего комплекса геофизических дисциплин, а в самом конце шкалы, в интервале последних 10–12 тыс. лет, Большая история просто обречена приступить к решению проблемы синтеза естествознания и гуманитарного знания путём создания автоматизированных глобальных экспертных систем и компьютерного моделирования климатических, экологических, экономических, политических и социальных процессов. Проблемы выхода за пределы экстремального хронотопа здесь нет, но возникает сложнейшая проблема оценки адекватности моделей исторического процесса реальным историческим событиям, решение которой невозможно без активного вовлечения в исследования всего корпуса естественных, технических и гуманитарных наук, а это и есть панунификация.

Отметим, что со временем первоначальный жёсткий универсализм в левой части рисунка 8 разваливается в результате каскада спонтанных нарушений симметрий, практически тождественный фатализму ньютоновский детерминизм разрушается лавиной бифуркаций синергетики и теории диссипативных структур, а появление первого живого организма означает не только возникновение информации, но и зарождение индивидуализма, принципиального отличия его не только с объектами неорганического мира, но и с себе подобными организмами.

Это позволяет по-новому взглянуть на проблемы детерминизма, свободы выбора человеком и перспективы математической формализации его поведения. В организме человека около 600 скелетных мышц, то есть для того, чтобы описать, как происходит движение человека с точки зрения биомеханики, необходимо задать векторную функцию  $\mathbf{R}(t)$  в области  $D \in \mathbf{R}^{600}$ . Понятно, что функция  $\mathbf{R}(t)$  не может быть единственной даже для одного человека, т. к. движение из положения 1 в положение 2 может быть совершено огромным количеством способов, тем более, она не может быть универсальной для всех людей ввиду того, что процесс самоорганизации безусловных рефлексов индивидуален. Ещё более затруднительным представляется вопрос, почему происходит то или иное движение, так как для его решения с точки зрения нейрофизиологии необходимо знание состояния мозга, состоящего из 86 млрд.

нейронов и его коннектом<sup>15</sup>, а также привычки, знания, убеждения, идеалы и т. д. индивида. Если отождествлять свободу с индетерминизмом, человек свободен, т. к. его движения, мысли и поступки невозможно формализовать в виде системы уравнений, решением которых будет  $R(t)$ . Поэтому роль математики в описании поведения индивида и коллективов людей ограничивается стохастическими алгоритмами да формализацией логики поведения.

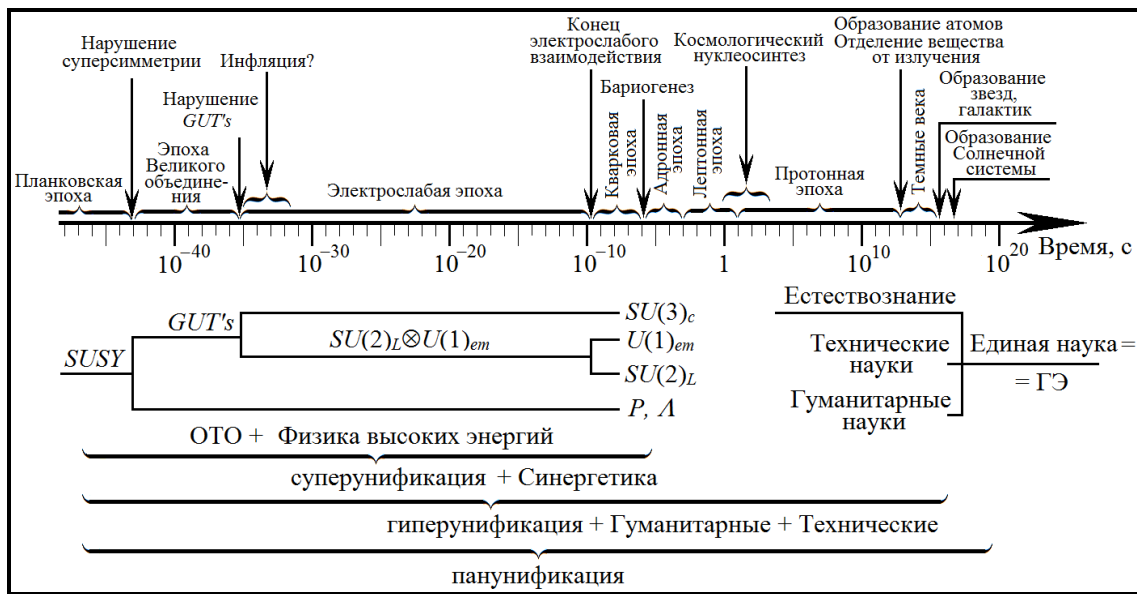


Рис. 8. Супер-, гипер- и панунификация научного знания.  
Fig. 8. Super-, hyper-, and panunification of scientific knowledge.

**Третий репликатор и искусственная жизнь.** С. Блэкмор сформулировала проблему «третьего репликатора». Если вся биосфера стоит на основе единственного химического репликатора — гена, а культура и, шире, антропосфера — на основе семиотического репликатора, получившего название «мем», то могут ли в результате эволюции появиться репликаторы более высоких уровней? Свои мрачные алармистские прогнозы автор связывает с интернетом и цифровыми технологиями [39]. Так или иначе, третий репликатор ассоциируется с искусственной жизнью (*alife*). Термин «искусственная жизнь» можно понимать, по крайней мере, в трёх смыслах. В материальном мире (*in re*) это 1) биохимическая «аналоговая» жизнь на основе искусственного репликатора — синтезированного *in vitro* в лабораторных условиях ДНК (*Mycoplasma laboratorium* — проект искусственной жизни, Синтия Джона Вентера Крейга); 2) кремниевая цифровая жизнь саморазмножающихся автоматов фон Неймана в результате развития робототехники и боидов с использованием алгоритмов роевого и коллективного интеллекта. В виртуальном мире (*in silico*) это 3) виртуальная

<sup>15</sup> Коннектом — вся структура связей в нервной системе животного. Коннектом червя *Caenorhabditis elegans*, чья нервная система состоит всего из 302 нейронов и 7000 соединений между ними был описан в 1986, однако рассчитывать на составление коннектома человека в обозримом будущем не приходится.

цифровая жизнь на основе искусственной химии (OpenWorm — международный проект по созданию компьютерной модели круглого червя — свободноживущей нематоды *Caenorhabditis elegans* на клеточном уровне). По мнению авторов, единственным достойным кандидатом на роль третьего репликатора является *нем* (производное от фамилии Дж. Фон Неймана) — универсальный саморазмножающийся с помощью встроенного 3D-принтера автомат, способный реализовать мечту Ф. Дайсона, высказанную в книге «Нарушая покой Вселенной» [40] о превращении антропосферы из геологического фактора эволюции Земли в фактор космический в результате антропо-немного симбиоза.

Принципиальное отличие третьего репликатора от предыдущих характеризуются: 1) отсутствием родительских особей, т. к. сборка может проводиться коллективно, а также отсутствием индивидуальной программы развития *hard ware* от простого к сложному, т. е. 2) отсутствием процесса онтогенеза, т. к. собранный и загруженный *soft ware* объект будет способен немедленно исполнять свои обязанности, минуя продолжительную стадию детства; 3) отсутствием механизма мутаций, т. к. все функциональные системы вполне могут контролироваться тестированием; 4) отсутствием индивидуальности и смерти, т. к. любой индивидуальный опыт немедленно становится общественным; 5) наличие генерального плана и будущих функций объекта сборки (телеономизм), отсутствующих у предшествующих репликаторов; 6) адаптацией к изменяющимся условиям не путём случайного отбора, а сознательным изменением генерального плана функциональных систем коллективным интеллектом. Общим же с эусоциальными системами животных может быть 7) весьма вероятная узкая специализация функциональных систем как в сообществах муравьёв, ос, пчёл и термитов, но несравненно превосходящих их интеллектом и потенциальными возможностями действий. Симбиоз человека с подобными техническими системами-сообществами способен создать «третью природу» и наделить человека уже не геологической, а космической силой.

Конечно, информации не существует в неорганическом мире, но спроектировав и создав такой автомат из абиогенных материалов, а затем, вложив в его память программу жизненного цикла, человечество смогло бы с помощью немов решать проблемы космических масштабов, например, задачи терраформирования планет, строительства вокруг Солнца диска Андерсона, сферы Дайсона, структур Крисвелла и прочих астроинженерных сооружений. А, ступив уже в XX веке на скользкую дорожку трансгуманизма, человечество, осознав эволюционную (биологическую) неизбежность исчезновения вида *Homo sapiens*, возможно, предпочтёт животным экзистенциальным радостям существования в брэнной органической оболочке эйфорию интеллектуальных озарений и когнитивного творчества в личине немойдов эры постгуманизма, вечно вкушающих плоды с древа познания: «... οὐ θανάτω ἀποθανεῖσθε. ἦδει γὰρ ὁ θεὸς ὅτι ἐν ἡ ἄν ἡμέρα φάγητε ἀπ' αὐτοῦ διανοιχθήσονται ὑμῶν οἱ ὀφθαλμοὶ καὶ

ἔσθε ὡς θεοὶ γινώσκοντες καλὸν καὶ πονηρόν»<sup>16</sup>. Этот шаг и мог бы стать рождением третьего репликатора.

### Закключение

В этой работе мы попытались сделать следующее.

- 1) Доказать, что информация является сетевым феноменом, проявляющим себя на нескольких иерархических уровнях: генно-регуляторном, состоящим из клеточного и гормонального подуровней, нейро-этологическом и семиотическом. Вне генно-регуляторных, нейронных и коммуникативных сетей информации не существует. На первом уровне информация представлена в форме химического сигнала, на втором — электрического (спайк), на третьем — в форме сообщения (вербального, графического и т. д.).
- 2) Объяснить наличие разнообразных логик поведения у всех биологических объектов, начиная с простейших: «логика поведения возникла на три-четыре миллиарда лет раньше появления силлогистики и логиков».
- 3) Выявить причины возрастающей сложности неорганических структур и биологических объектов с эволюцией Вселенной.
- 4) Построить иерархическую структуру уровней обработки информации от сигнальных путей белков в интерактоме клетки до использования семиотических (лингвистических, логических и формально-математических) методов получения знаний.
- 5) Наметить перспективы синтеза естественнонаучных, гуманитарных и технических наук в процессе финальной панунификации человеческого знания.
- 6) Замкнуть глобальный когнитивный цикл и предложить метатеоретический критерий верификации/фальсификации концепций, гипотез, научных теорий на базе самореференции знания. К сожалению, в конечном счёте, мы будем вынуждены на основании соответствия всему самосогласованному корпусу научных знаний принимать на *веру* экспериментально неподтверждаемые утверждения о явлениях и процессах, лежащих за пределами экстремального хронотопа, таких как Big Bang, суперструны, ТоЕ, GUT's, космологическая инфляция и пр.

### Литература

1. Onsager L. Reciprocal relations in irreversible processes, «Physical Review», 1931, v. 38, № 12, pp. 2265–2279.
2. Николис Г., Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных системах: От диссипативных структур к упорядоченности через флуктуации. — М.: Мир, 1979. 512 с.
3. Чернавский Д.С. Синергетика и информация: динамическая теория информации. — М.: Либроком, 2001. 304 с.
4. Каствлер Г. Возникновение биологической организации. М.: Мир, 1967, 91 с.
5. Мелик-Гайказян И.В., Мелик-Гайказян М.В., Тарасенко В.Ф. Методология моделирования нелинейной динамики сложных систем. — М.: Физматлит, 2001. 272 с.
6. Современная западная философия: Словарь. — М.: Политиздат, 1991. 414 с.
7. Jantsch E. Unifying principles of evolution // In “The Evolutionary Vision”, 1981. P. 83–116.
8. Анохин П.К. Избранные труды: Кибернетика функциональных систем. — М.: Медицина, 1998. 400 с.

<sup>16</sup> С греческого — "...нет, не умрете, но знает Бог, что в день, в который вы вкусите их, откроются глаза ваши, и вы будете, как боги, знающие добро и зло" (Книга Бытия. 3:4-5).

9. Корогодин В.И., Корогодина В.Л. Информация как основа жизни и целенаправленных действий // В сб. "Причинность и телеономизм в современной естественнонаучной парадигме". М.: Наука, 2002. С. 189–212.
10. Neisser U., *Cognitive Psychology*. New York: Appleton–Century–Crofts, 1967. 351 p.
11. Винер Н. Кибернетика, или управление и связь в животном и машине. М.: Наука, 1983. 344 с.
12. Докинз Р., *Эгоистичный ген*. – М.: CORPUS, 2013. 512 с.
13. Liden W.H., Phillips M.L., Herberholz J. Neural control of behavioural choice in juvenile crayfish // *Proceedings of the Royal Society B*. 2010. V. 277, N 1699. P. 3493–3500.
14. Grosenick L., Clement T.S., Fernald R.D. Fish can infer social rank by observation alone // *Nature*. 2007. V. 445. P. 429–432.
15. Марков А., Наймарк Е. Эволюция. Классические идеи в свете новых открытий. М.: АКТ: CORPUS, 2014. 656 с.
16. Ohno S. *Evolution by gene duplication*. New York, Heidelberg, Berlin: Springer-Verlag, 1970. 160 p.
17. Кандель Э., В поисках памяти. – М.: CORPUS, 2011. 736 с.
18. Глезер В.Д. Зрение и мышление. – С-Пб.: Наука, 1993. 284 с.
19. Карамян А.И. Эволюция конечного мозга позвоночных. – Л.: Наука, 1976. 253 с.
20. Peisajovich S.J., Garbarino J.E. Wei P., Lim W.A. Rapid diversification of cell signaling phenotypes by modular domain recombination // *Science*. 2010. V. 328. P. 368–372.
21. Liu C., Fu X., Liu L., et al. Sequential establishment of stripe patterns in an expanding cell population // *Science*. 2011. V. 334. P. 238–241
22. Nur S. et al., A Post-Synaptic Scaffold at the Origin of the Animal Kingdom // *PLoS One*. 2007. V. 2, no. 6. P. e506.
23. Бернштейн Н.А. Очерки по физиологии движений и физиологии активности. – М.: Наука, 1990. 466 с.
24. Mogenson G.J., Jones D.L, Yim CY. From motivation to action: functional interface between the limbic system and the motor system // *Progress in Neurobiology*. 1980. V. 14. P. 69–97. PMID 6999537 DOI: 10.1016/0301-0082(80)90018-0
25. Schachter S., Singer J., 1962. Cognitive, Social and Physiological Determinants of Emotional State. *Psychological Review*, 69, pp. 379–399.
26. Izard C. *Human Emotions*. New York: Plenum, 1977, 495 p.
27. HUMAINE Emotion Annotation and Representation Langue. *Emotion-research.net*. Retrieved June 30, 2006.
28. Shaver P., Schwartz J., Kirson D., O’connor C., 1987. Emotion knowledge: further exploration of a prototype approach // *Journal of Personality and Social Psychology*. 52 (6), 1061 p.
29. Parrot W., 2001. *Emotions in Social Psychology. Key Readings in Social Psychology*. Philadelphia: Psychology Press. ISBN 978-0863776830.
30. Plutchik R., 1991. *The Emotions*. University Press of America, 110 p.
31. Lövhheim H., 2012. A new three-dimensional model for emotions and monoamine neurotransmitters. *Med Hypotheses*, 78, p. 341–348.
32. Read D.W. Working Memory: A Cognitive Limit to Non-Human Primate Recursive Thinking Prior to Hominid Evolution // *Evolutionary Psychology*. 2008. V. 6. P. 676–714.
33. Лосев А.Ф., *История античной философии в конспективном изложении*. – М.: Мысль, 1989. 204 с.
34. Чанышев А.Н. *Философия Древнего мира*. – М.: Высшая школа, 2001. 703 с.
35. Бурундуков А.С., Дроздов А.Л., Казанский Б.А. Палеонтологический парадокс – гордиев узел глобального эволюционизма. – LAP, Саарбрюккен (Германия), 2016. 301 с.
36. Clifford W.K., 1885. *The Common Sense of the Exact Sciences*. Kegan, Paul, Trench, 315 p.
37. Бурундуков А.С. *Концептуальные структуры знания*. – Владивосток: ДВГТПУ, 2002. 465 с.
38. Бурундуков А.С. *Фундаментальные структуры. Эмпирические системы*. – Владивосток: Дальнаука, 2005. 304 с.
39. Блэкмор С. Третий репликатор эволюции: гены, мемы – что дальше? // *Нью-Сайентист (New Scientist)*. 2009. Вып. 2719, 31 июля. // <https://magpie73.livejournal.com/1255219.html> (20.05.2018). (in Russ.)
40. Dyson F.J., 1979. *Disturbing the Universe*, Basic Books, New York. 292 p.

## Replicator-Ethological Theory of Semantic Information: From the Gene to Neme

A. S. Burundukov<sup>1</sup>, A. L. Drozdov<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Far Eastern Federal University, Vladivostok 690050, Russian Federation*  
*e-mail: aleksandr.burundukov2012@mail.ru;*

<sup>2</sup>*National Scientific Center of Marine Biology, Vladivostok 690041, Russian Federation*  
*e-mail: anatolyld@mail.ru*

### Abstract

The article is devoted to the development of the foundation of the replicator-ethological theory of semantic information (RETSI), which opens new prospects for the formalization of information theory compatible with the concept of global evolutionism (GE), capable of embracing various aspects of the emergence and evolution of semantic information, explaining the mechanisms of the emergence of the logic of animal behavior, and also the formation of epigenetic channels for the transmission of information that gave birth to culture, language, mythology and religion, philosophy and science.

RETSI uses the concepts of global evolutionism, functional systems (FS), artificial neural networks (INS) and artificial intelligence (AI), and the idea of multimodality of information levels. According to RETSI, information, unlike matter and energy: 1) is not universal, as it does not exist in the inorganic world; 2) is not a conserved quantity, i.e. there is no law for the preservation of information; 3) represents a network phenomenon that manifests itself on several hierarchical levels: gene-regulatory (the interactome of unicellular and hormonal system of multicellular), neuro-ethological and semiotic; 4) is polymodal, since at each hierarchical level it has different carriers and specific forms of coding, processing and use; 5) is individual for every organism, but thanks to communication it can generate complex forms of collective behavior from bacterial communities and eusocial animals to human society. RETSI proceeds from the triunity of the forms of information existence: "replicator-irritability-reaction". A replicator is a self-assembly program for a functional system (FS) capable of (1) maintaining its integrity when interacting with the external environment (self-preservation) for a time sufficient to (2) reproduce copies of the system-generating replicator, or new replicators based on mutations or combinations of old ones.

The first, biochemical replicator, was the gene, - the basic element of living matter, and the first functional system that divided the world into external and internal environments - the body. The gene-replicator and such biological information processes as "irritation" and "reaction" are separated in different hierarchical levels: the genetic information is written on DNA molecules, i.e. it corresponds to the molecular level, while sensory (perceptual) and behavioral information functions on the supramolecular, organismic level, in the simplest case, the corresponding cell.

Interaction between single-celled organisms is carried out by means of chemical signals affecting gene switches and can manifest itself in a form of collective behavior, such as the bacterial quorum (QS). The progressive complexity of biological objects is based on symbiogenesis and the inevitability of the occurrence of two types of errors. At the level of the replicator, these are errors in the copying of information (duplication and polyploidization), and at the level of the functional systems of the organism - the use of FS to solve problems not intended by the functional repertoire (exaptation). As a result of symbiogenesis, eukaryotes appeared that opened up prospects for the evolution of multicellular organisms, while secondary metabolites found in unicellular fungi and bacteria become phytohormones - signaling molecules in intercellular communication and the most important regulators of vital activity and plant growth.

At the neuro-ethological level, as a result of cellular specialization, animals enter a new level of information processing: the function of neurons is the rapid transfer of excitation from the receptors to the effectors, which allowed the animals to pass on locomotion. The formation of neural networks (NN) leads to the appearance of short-term and long-term memory. The process of cephalization led to a complication of the behavioral repertoire of animals, but if at first the behavior was determined by a set of spinal unconditioned reflexes with neurohormonal regulation, the formation of associative zones and neocortex in higher animals, and the formation of conditioned reflexes, made their behavior so complex that it came out of under genetic control and a new, non-genetic channel for transmitting information on the basis of imitation and learning was required. The physiological basis of the new epigenetic translation

channel was the mirror neurons found in primates and some birds, thanks to which a second, ethological replicator - meme, laid the foundation of culture and social forms of existence of matter. After the mutation of the FOXP2 gene as a result of meme-genetic coevolution, the appearance of the Broca and Wernicke zones and the language meaning the transition from figurative to verbal-logical thinking and the transformation of information from a signal into a message, the verbalization of consciousness, which caused amphi-dextral symmetry breaking, information processing goes on intersubjective semiotics level and as a result of the historical development of society becomes a multi-level phenomenon endowed with various forms of suggestiveness (faith, rationality, observation, experiment, m thematic computing and evidence, computer simulation).

The third, digital replicator associated with artificial life can be neme (derived from the surname J. von Neumann) - a universal self-replicating automat with the built-in 3D printer.

The reasons for the irreversibility of evolution and the progressing complexity of organisms are considered, two block diagrams of ethological algorithms are given to explain the logic of animal behavior through the mechanism of the regulatory functioning of neural networks, the emergence of supercomplex systems and the hierarchical structure of levels of information processing in the context of the GE, discusses the exclusive role of theoretical biology in the forthcoming synthesis of natural and humanitarian knowledge.

*Key words:* biochemical replicator, global evolutionism, artificial intelligence, neural networks, the theory of semantic information, functional systems, ethological algorithms.

### References

1. Onsager L., 1931, Reciprocal relations in irreversible processes, *Physical Review*, vol. 38, no. 12, pp. 2265–2279.
2. Nicolis G., Prigogine I., 1977, Self-organization in nonequilibrium systems: from dissipative structures to order through fluctuations, 491 p., Wiley, New York. (in Russ.)
3. Chernavsky D. S., 2002, *Sinergetika i informatsiya: dinamicheskaya teoriya informatsii* [Synergetics and Information. Dynamics information theory], 300 p., Librokom, Moscow. (in Russ.) (in Russ.)
4. Quastler H., 1964. *The Emergence of Biological Organization*. 83 p., Yale Univ. Press.. Yale. (in Russ.)
5. Melik-Gaykazyan I. W., Melik-Gaykazyan M. W., Tarasenko W. F., 2001. *Metodologiya modelirovaniya nelineynoy dinamiki slozhnykh sistem* [Simulation methodology of complex system nonlinear dynamics], 272 p., Fizmatlit, Moscow. (in Russ.)
6. *Sovremennaya zapadnaya filosofiya: Slovar'*, 1991, [Modern western philosophy: Dictionary], 414 p., Politizdat, Moscow. (in Russ.)
7. Jantsch E., 1981, Unifying principles of evolution, *The Evolutionary Vision*, pp. 83–116.
8. Anokhin P. K., 1998, *Izbrannyye trudy: Kibernetika funktsional'nykh sistem* [Cybernetics of functional systems: Selected works], 400 p., Medicine, Moscow. (in Russ.)
9. Korogodin V. I., Korogodina V. L., 2002, Informatsiya kak osnova zhizni i tselenapravlennykh deystviy [Information as a basis of life and purposeful actions], in *Prichinnost' i teleonomizm v sovremennoy yestestvennonauchnoy paradigme* [Causality and teleonomism in the modern paradigm], pp. 189–212, Nauka, Moscow. (in Russ.)
10. Neisser U., 1967, *Cognitive Psychology*, 351 p. Appleton-Century-Crofts, New York.
11. Wiener N., 1948, *Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and Machine*, 194 p. (Hermann & Cie) & Camb. Mass. (MIT Press), Paris. (in Russ.)
12. Dawkins R., 1976, *The Selfish Gen*. 496 p., Oxford University Press, Oxford. (in Russ.)
13. Liden W.H., Phillips M.L., Herberholz J., 2010, Neural control of behavioural choice in juvenile crayfish, *Proceedings of the Royal Society B.*, vol. 277 (1699), pp. 3493–3500.
14. Grosenick L., Clement T.S., Fernald R.D., 2007, Fish can infer social rank by observation alone, *Nature*, vol. 445, pp. 429–432.
15. Markov V.A., Naimark H., 2014, Evolyutsiya. Klassicheskiye idei v svete novykh otkrytiy [Evolution. Classical ideas in the light of new discoveries], 656 p., ACT: CORPUS, Moscow. (in Russ.)
16. Ohno Susumu, 1970, *Evolution by gene duplication*, 160 p., Springer-Verlag, New York, Heidelberg, Berlin. ISBN 0-04-575015-7.
17. Kandel' E. R., 2006. *V poiskakh pamyati* [In Search of Memory], 736 p., CORPUS, Moscow. (in Russ.)

18. Glezer V.D., 2011, *Zreniye i myshleniye* [The Sight and Mentality], 284 p., Nauka, Sankt-Petersburg. (in Russ.)
19. Karamyan A. I., 1976, *Evolyutsiya konechnogo mozga pozvonochnykh* [The Evolution of Vertebrate's Cerebrum], 253 p., Nauka, Leningrad. (in Russ.)
20. Peisajovich S.J., Garbarino J.E. Wei P., Lim W.A., 2010, Rapid diversification of cell signaling phenotypes by modular domain recombination, *Science*, vol. 328, pp. 368–372.
21. Liu C., Fu X., Liu L., et al., 2011, Sequential establishment of stripe patterns in an expanding cell population, *Science*, vol. 334, pp. 238–241
22. Onur S. et al., 2007, A Post-Synaptic Scaffold at the Origin of the Animal Kingdom, *PLoS One*, 2(6): e506.
23. Bernshtein N.A., 1990, *Ocherki po fiziologii dvizheniy i fiziologii aktivnosti* [The features on movement and activity Physiology], 446 p. Nauka, Moscow. (in Russ.)
24. Mogenson G.J., Jones D.L., Yim C.Y., 1980, From motivation to action: functional interface between the limbic system and the motor system, *Progress in Neurobiology*, 14, pp. 69–97. PMID 6999537 DOI: 10.1016/0301-0082(80)90018-0
25. Schachter S., Singer J., 1962, Cognitive, Social and Physiological Determinants of Emotional State, *Psychological Review*, 69, pp. 379–399.
26. Izard C., 1977, *Human Emotions*, 495 p., Plenum, New York.
27. *HUMAINE Emotion Annotation and Representation Langue EARL: Proposal*, viewed 20 May 2018, from <http://www.greenpeace.org.au/ge/farming/canola.html>.
28. Shaver P., Schwartz J., Kirson D., O'connor C., 1987, Emotion knowledge: further exploration of a prototype approach, *Journal of Personality and Social Psychology*, 52 (6), pp. 1061–1086.
29. Parrott, W. Gerrod, 2001, *Emotions in Social Psychology. Key Readings in Social Psychology*. 378 p., Psychology Press, Philadelphia. ISBN 978-0863776830.
30. Plutchik R., 1991, *The Emotions*. 110 p University Press of America.
31. Lövhelm H., 2012, A new three-dimensional model for emotions and monoamine neurotransmitters, *Med Hypotheses*, 78, p. 341–348.
32. Read D.W., 2008, Working Memory: A Cognitive Limit to Non-Human Primate Recursive Thinking Prior to Hominid Evolution, *Evolutionary Psychology*, vol. 6, pp. 676–714.
33. Losev A.F., 1989, *Istoriya antichnoy filosofii v konspektivnom izlozhenii* [History of ancient philosophy in summary], 204 p. Misl, Moscow. (in Russ.)
34. Chanishev A.N., 2001, *Filosofiya Drevnego mira* [Ancient philosophy], 703 p. Vysshaya shkola, Moscow. (in Russ.)
35. Burundukov A.S., Drozdov A.L., Kazansky B.A., 2016. *Paleontologicheskiy paradoks – gordiyev uzel global'nogo evolyutsionizma* [The paleontological Paradox – Gordian Knot of global Evolutionism], 299 p., LAP, Saarbrücken. (in Russ.)
36. Clifford W.K., 1885, *The Common Sense of the Exact Sciences*, 315 p., Kegan, Paul, Trench, New York.
37. Burundukov A.S., 2002, *Kontseptual'nyye struktury znaniya* [The conceptual Structures of Knowledge], 465 p., DVGTRU, Vladivostok. (in Russ.)
38. Burundukov A.S., 2005, *Fundamental'nyye struktury. Empiricheskiye sistemy* [The fundamental Structures: empirical Systems], 304 p., Dalnauka, Vladivostok. (in Russ.)
39. Blackmore S., 2009, Tretiy replikator evolyutsii: geny, memy – chto dal'she? [Evolution's third replicator: Genes, memes, and now what?], *New Scientist*, issue 2719, 31 July 2009, viewed 20 May 2018, from <https://magpie73.livejournal.com/1255219.html>. (in Russ.)
40. Dyson F.J., 1979, *Disturbing the Universe*, 292 p., Basic Books, New York.

Статья принята для публикации 20 мая 2018 г.

## Вопросы интеграции в науках о пресной воде обсуждались на крупном международном форуме в США

В Детройте (Мичиган, США) с 20 по 24 мая 2018 г. проходило совещание, посвящённое проблемам междисциплинарных исследований и навигации границ в области наук о пресной воде. Мероприятие собрало более 1000 участников, главным образом членов Общества наук о пресной воде (Society for Freshwater Science) из США, Канады, некоторых стран Латинской Америки, Азии и Европы. На 31 специальной и 37 текущих секциях было заслушано 569 устных докладов и выставлено около 260 плакатных презентаций. Кроме того, участникам совещания было представлено 4 пленарных лекции.

В пленарных и секционных выступлениях учёные подчёркивали необходимость междисциплинарных исследований (например, геоморфология-экология-социальные науки), и продвижения в обществе базовых пониманий природных процессов независимо от культурных традиций, открытия новых направлений исследований для решения самых насущных проблем человечества. Было заявлено, что решение экологических проблем требует от научных работников более тесной взаимосвязи между наукой и обществом. Кроме того, обращалось внимание на важность определения природных границ, поскольку абсолютная интеграция приводит к гомогенизации окружающей среды. Многолетние исследования показывают ценность экологической гетерогенности. Современное научные коллективы, исследующие пресноводные ресурсы, подошли к необходимости усиления междисциплинарного и, в том числе, социально-культурного подхода. Таким образом, главная задача встречи заключалась в так называемой навигации природных, научных и социальных границ, их понимании, а не устранении.

Отмечено, что в Детройте, расположенном на реке, соединяющей Великие американские озера и представляющей собой границу между США и Канадой, также есть своя история развития социально-культурного разнообразия, границ и локализаций природных сообществ. В частности, канадский учёный Джон Хартиг (John Hartig) из Школы международных отношений в Ватерлоо (Онтарио) в своей пленарной лекции привёл пример по навигации природных границ при создании международного резервата дикой природы в почти семимиллионном городском районе, который также представляет собой автомобильные столицы Соединённых Штатов и Канады (т. е. Детройт, штат Мичиган, США и Виндзор, штат Онтарио, Канада). Доктор Хартиг рассказал об инновационных партнёрских отношениях между государственным и частным секторами экономики, которые позволили оценить политические, культурные и междисциплинарные рубежи для создания Международного заповедника дикой природы в Детройте в рамках стратегии, направленной на то, чтобы сделать природу частью повседневной городской

жизни и помочь в разработке этики её сохранения. Ведь сегодня 80% всех американцев и канадцев живут в городских районах. Большинство горожан отдалены от природного мира, в связи с чем в обществе возрастает интерес к повторному вовлечению городских жителей в природу. Сложность решения этой проблемы заключается и в том, что природоохранные организации часто избегают работать в городах. Кроме того, когда проводятся научные оценки, многие городские районы оказываются слишком деградированными, чтобы отвечать достаточно высокому уровню приоритетов сохранения природы.

Проблемы пресноводного рыбного промысла поднял на пленарной лекции доктор Пит Макинтайр (Pete McIntyre) из Университета Висконсин-Мэдисон (США). Лектор отметил, что рыболовство во внутренних водах является одним из наиболее распространённых видов деятельности в пресных водах, однако эта деятельность слабо влияет на политику и управление водными ресурсами на национальном уровне и в глобальном масштабе. Макинтайр огласил широкий вопросов, требующих ответа от научного сообщества. Каков статус рыбохозяйственных водоёмов, и какие интересы общества могут быть затронуты, если мировое речное и озёрное рыболовство сократятся? Окажет ли влияние сохранение биоразнообразия на поддержание продуктивности рыбного промысла, и может ли представлять собой рыболовство серьёзную угрозу водному биоразнообразию? Наконец, может ли наше сообщество обязать рыболовство более эффективно защищать пресноводные экосистемы? Объединяя вопросы продовольственной безопасности, биоразнообразия, экономики и экологии, американский учёный пришёл к выводу, что рыбный промысел в пресных водах заслуживает гораздо большего внимания при решении проблем в управлении окружающей средой.

Два пленарных выступления были посвящены эколого-социальным проблемам сохранения и рационального использования речных экосистем. В частности, доктор Эллен Воль (Ellen Vohl) из Университета штата Колорадо (США) рассказала об изучении так называемых «речных коридоров», которые включают в себя русло реки, прилегающую пойму и подрусловой поток. Речной коридор создаётся и поддерживается водными потоками, при этом физические условия регулируют и приводят к определённой уровню его пространственную неоднородность, связность, эластичность и экологическую целостность. Недавние исследования, проведённые на одном из потоков штата Колорадо (North St Vrain Creek), были проиллюстрированы в качестве примера междисциплинарного подхода, обеспечивающего понимание различий в биомассе среди отдельных сегментов речного коридора. Эти исследования также показали каким образом речной процесс и его форма влияют на разделение наземного органического углерода между газообразными выбросами, хранением в речных осадках и транспортировкой в океаны. Разработанные в университете интегрированные численные модели учитывают пороговое поведение речных экосистем, что имеет

важное значение для улучшения прогностической способности науки о речном коридоре. Представление о реках как о коридорах или целостных экосистемах способствует пониманию влияния изменений климата на их структуру и функцию, и может быть использовано в процессе восстановления речных потоков.

Доктор Ребекка Лав (Rebecca Lave) из Университета Индианы (США) свою лекцию посвятила проблеме преодоления разрыва между социальными и физическими науками в изучении водных потоков. «Нужно ли нам интегрировать физическую и социальную науки, чтобы понять, что происходит на наших полевых площадках?» – задалась вопросом Ребекка Лав. И сама же утвердительно ответила на него. В качестве доказательства тезиса представитель Индианы привела пример нарастающего объёма работы в новом направлении науки, названном «критичной физической географией» (Critical Physical Geography). Индивидуально или в командах специалисты этого направления преодолевают отмеченный разрыв, объединяя идеи геоморфологии, экологии и биогеографии с подходами из политической экологии, исследованиями в области науки и техники и истории окружающей среды.

Россию на совещании представлял главный научный сотрудник ФНЦ «Биоразнообразия» ДВО РАН член-корреспондент РАН Виктор Богатов, который на экотоксикологической секции поделился результатами междисциплинарного российско-вьетнамского гранта, выполняемого в рамках программы ДВО РАН «Дальний Восток», по изучению биоаккумуляции тяжёлых металлов, мышьяка и других поллютантов в водных экосистемах дельты Меконга и реки Красной. Полученный гидробиологами и химиками двух стран материал составит научную базу, которая будет применяться в будущем для биомониторинга пресноводных экосистем Вьетнама.

В рамках совещания были организованы школы для молодых учёных, латино-американская научная сессия, выставки современного гидрохимического и гидробиологического оборудования, выставка-продажа научной литературы, показ научно-популярных фильмов. Для всех желающих проводились консультации ведущих систематиков США по определению основных групп пресноводных гидробионтов. Одна из встреч учёных прошла на четырёхпалубном речном судне «Принцесса Детройта».

Было принято решение, что следующее совещание Общества наук о пресной воде пройдёт в мае 2019 г. в городе Солт Лэйк Сити (Юта, США) и будет посвящено вопросам экологизации исследований в науках о пресной воде.

*В. В. Богатов, член-к. РАН,  
Федеральный научный центр Биоразнообразия  
наземной биоты Восточной Азии  
Дальневосточного отделения Российской академии наук*

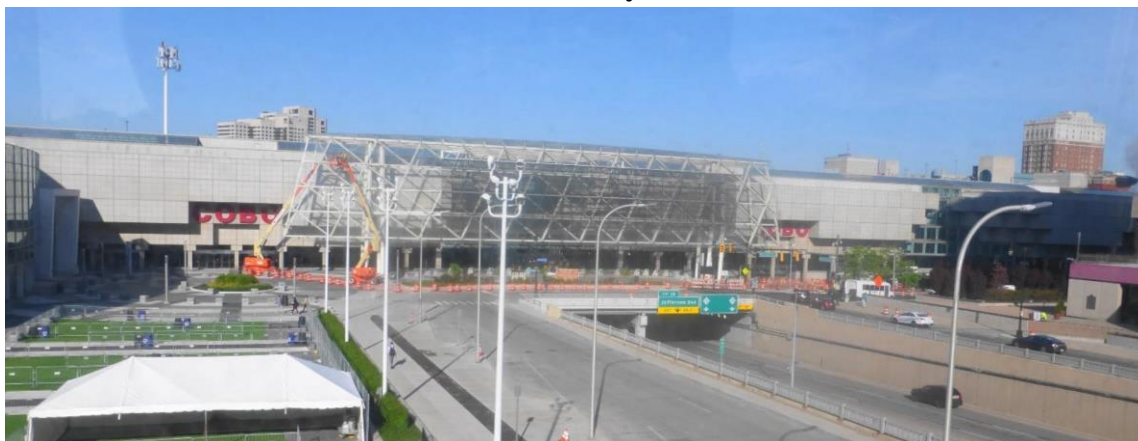
## **Society for Freshwater Science 2018 Annual Meeting «Navigating Boundaries in Freshwater Science»**

In freshwater science and its applications, boundaries and divisions can be paradoxical. On the one hand, freshwater scientists must bridge boundaries in nature (e.g., land-water, groundwater-surface water, lake-stream, freshwater-marine), connect disciplines (e.g., earth-life-social sciences) and cross cultural divides to advance basic understanding, open new lines of investigation, and address humankind's most pressing problems. Moreover, solutions to environmental challenges require improved translation of science and a richer, reciprocal linkage across boundaries between science and society. On the other hand, boundaries are important; absolute integration yields homogenization. Much as decades of research reveal the value of environmental heterogeneity, a more vibrant and relevant freshwater science community requires increased disciplinary and socio-cultural diversity. Our challenge, then, is navigating boundaries and understanding them, not eliminating them. The SFS of the future will be defined by its treatment of such dynamic tensions, as, indeed, seems likely for human societies in general.

Our goal is to focus the SFS community on navigating and understanding boundaries during our 64th annual meeting. In some respects this is an old theme for our society, but it is also one with many important new dimensions appropriate to the place and time of this meeting. Positioned on a river linking lakes, and encompassing an international border, the city of Detroit also has its own history of socio-cultural diversity, boundaries, and divisions, providing a rich, heterogeneous geographic and cultural context for our gathering. The meeting's program will emphasize frontiers of freshwater science focused on crossing habitat boundaries and linking disciplines, increase participation and perspectives connecting nations and cultures to address freshwater challenges, and guide us toward a more purposeful relationship between science and society to improve translation of the SFS community's science, education and service into action. In keeping with this theme and unique context, meeting activities will emphasize the sources of inspiration shared by our community, as well as our growing disciplinary and socio-cultural diversity.

Цит. по <https://sfsannualmeeting.org/index.cfm>

*Приложение. Фоторепортаж автора.*  
*Attachment. Picture story of the Author.*



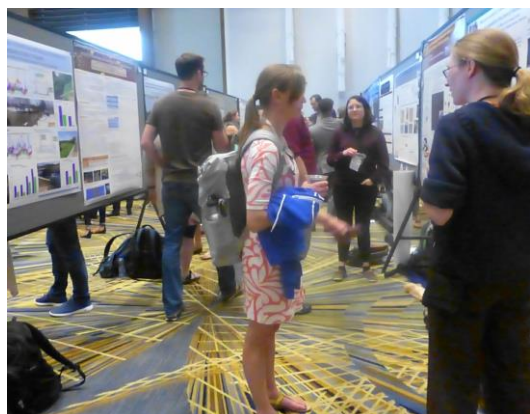
**Центр Кобо (Cobo Center) — место проведения форума —  
один из 17-и крупнейших конференц-центров США.**



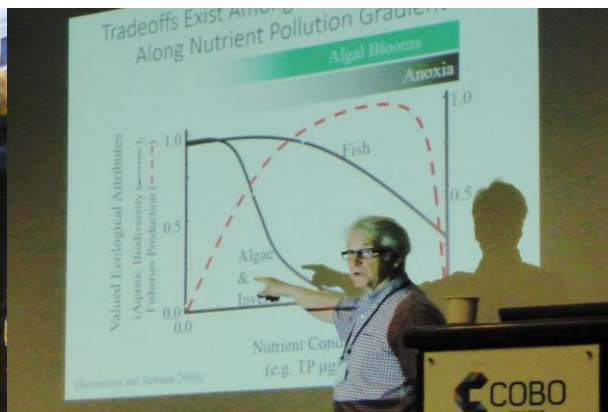
Эмблема форума.



На пленарной лекции.



Плакатные презентации.



На секционном докладе.



Выставка научной литературы и сувениров.



Таксономическая дискуссия.

Хроника принята для публикации 6 июня 2018 г.

---

---

# БИОТА И СРЕДА ЗАПОВЕДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

BIODIVERSITY AND ENVIRONMENT OF PROTECTED AREAS

ISSN 2618-6764

НАУЧНЫЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ ЖУРНАЛ

Учредители: «Дальневосточный морской заповедник» — филиал Национального научного центра морской биологии Дальневосточного отделения Российской академии наук и Дальневосточное отделение Российской академии наук.

Главный редактор — Богатов Виктор Всеволодович, член-корр. РАН.

Адрес редакции и издающей организации: 690041, г. Владивосток, ул. Пальчевского 17, Дальневосточный морской заповедник.

Адрес сайта журнала: <http://biota-environ.com>

Адрес страницы журнала в eLIBRARY.ru: [http://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=51491](http://elibrary.ru/title_about.asp?id=51491)

E-mail редакции: [biotasreda@gmail.com](mailto:biotasreda@gmail.com)

\*

**2018**

**№ 2 (13)**

\*

Ответственный редактор выпуска — А. В. Богачева

A. V. Bogacheva — editor in charge of the issue.

В редактировании и корректуре выпуска участвовали члены редколлегии:

Н. Г. Разжигаева, В. И. Рябушко, В. С. Пушкарь, Б. Ф. Пшеничников.

Оригинал-макет подготовил А. Н. Тюрин.

Подготовку оригинал-макета и издание журнала финансирует «Дальневосточный морской заповедник» — филиал Национального научного центра морской биологии

Дальневосточного отделения Российской академии наук.

Журнал издаётся при финансовой поддержке Дальневосточного отделения РАН.

---

---

Подписано в печать 25 июня 2018 г.

Формат 70x108/16 (B5). Усл. п.л. 11,025. Тираж 50.

---

---

Отпечатано в Дальневосточном федеральном университете

690091, г. Владивосток, ул. Суханова, 8

Типография издательства ДВФУ

690091, г. Владивосток, ул. Пушкинская, 10