

Министерство природных ресурсов и экологии  
Российской Федерации

# ТРУДЫ

КРОНОЦКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
ПРИРОДНОГО БИОСФЕРНОГО  
ЗАПОВЕДНИКА

*Выпуск 2*



Издательство «Камчатпресс»  
Петропавловск-Камчатский  
2012

УДК 502.4  
ББК 28.088л6  
Т78

**Труды Кроноцкого государственного природного био-  
Т78 сферного заповедника. Выпуск 2** / отв. ред. В. И. Мосолов. —  
Петропавловск-Камчатский : Камчатпресс, 2012. — 230 с.

ISBN 978-5-9610-0194-5

В сборник включены результаты исследований научных сотрудников заповедника и научно-исследовательских учреждений по различным направлениям. Освещены вопросы современного состояния заповедной территории, архивные сведения и результаты многолетних исследований.

Сборник рассчитан на широкий круг специалистов, работающих в области охраны окружающей среды, экологии и рационального использования природных ресурсов, а также на преподавателей, студентов, школьников и любителей природы.

**УДК 502.4**  
**ББК 28.088л6**

Утверждено к печати Научно-техническим советом  
ФГБУ «Кроноцкий государственный заповедник»

ISBN 978-5-9610-0194-5

© Коллектив авторов, 2012  
© ФГБУ «Кроноцкий государственный заповедник»

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	5
<i>Г. Ю. Аверина, Т. Ю. Аверина</i> Юрий Викторович Аверин .....	9
<b>История изучения и архивные сведения о территории Кроноцкого заповедника</b>	
<i>А. Ю. Агарков, Л. Я. Дмитриева, А. М. Догановский</i> Некоторые черты гидрологии Кроноцкого озера* .....	13
<i>Л. С. Ермолова, И. В. Копыл</i> Структура естественного возобновления пихты грациозной ( <i>Abies gracilis</i> Kom.) в разных экологических условиях взрослого древостоя .....	21
<i>Н. В. Голуб</i> История геологической изученности Кроноцкого заповедника .....	29
<i>Н. В. Голуб</i> История гляциологических исследований на территории Кроноцкого заповедника .....	42
<i>В. Э. Федосов, Е. Ю. Кузьмина</i> История и предварительные результаты изучения бриофлоры Кроноцкого заповедника .....	51
<b>Итоги многолетних исследований природных комплексов Кроноцкого заповедника</b>	
<i>В. И. Мосолов</i> Дикий северный олень на Восточной Камчатке: динамика численности и изменения в территориальном распределении Кроноцко-Жупановской группировки за 50 лет .....	66
<i>Л. Е. Лобкова, В. Б. Семенов</i> Стафилиниды (coleoptera, staphylinidae) Кроноцкого заповедника и сопредельных территорий Камчатки .....	85
<b>Современные сведения об уникальных природных комплексах Кроноцкого заповедника</b>	
<i>А. В. Завадская, В. М. Яблоков, М. В. Прозорова</i> Геоинформационное картографирование термальных полей по структуре растительного покрова (на примере долины р. Гейзерной) .....	103
<i>В. А. Дроздин</i> О причине оползня в Долине гейзеров 4.06.2007 г. ....	120
<i>Ю. А. Кугаенко, В. А. Салтыков</i> Сейсмологические исследования района Долины гейзеров в связи с катастрофическим оползнем 03.06.2007 .....	125
<i>А. М. Нечаев</i> О механизме извержения гейзера .....	135

<i>Е. В. Лазарева, Н. С. Анисимова, А. В. Брянская, О. Л. Огородникова, С. М. Жмодик</i> Особенности минералообразования в микробных сообществах, развивающихся по изливу источника Термофильный (кальдера Узон, Камчатка) .....	143
---	-----

#### Комплексные исследования и биоразнообразие экосистем

<i>А. О. Пестеров, В. Ю. Нешатаева, Д. Е. Гимельбрант, А. П. Кораблев</i> Растительный покров лавовых потоков кальдеры вулкана Крашенинникова.....	155
<i>В. В. Якубов</i> Изменчивость и гибридизация сосудистых растений в Кроноцком заповеднике .....	166
<i>Г. Н. Маркевич, Е. А. Салтыкова</i> Пространственная дифференциация кокани в бассейне оз. Кроноцкое .....	175
<i>Г. А. Абызова, А. И. Лавров, Г. Н. Маркевич</i> Видовой состав зоопланктона озера Кроноцкое летом 2010 г. ....	182
<i>Э. И. Извекова</i> Донное население Кроноцкого озера (лето 2010 г.) .....	194
<i>А. Л. Сенчукова, С. Д. Павлов, Н. С. Мюге, М. Н. Мельникова</i> Анализ изменчивости митохондриальной ДНК гольцов (р. <i>Salvelinus</i> ) озера Кроноцкое .....	197
<i>Е. В. Есин</i> Специфика размножения горбуши <i>Oncorhynchus gorbuscha</i> в вулканических реках центральной части Кроноцкого залива.....	208
<i>А. В. Дебольский, В. М. Степаненко, Г. Н. Маркевич, И. Д. Еремينا, Н. Е. Чубарова</i> Микроклиматический режим озера Кроноцкое в июле 2011 г. ....	218
<i>Е. А. Кириллова, П. И. Кириллов, Д. С. Павлов, А. О. Звездин</i> Состав ихтиофауны, распределение и миграции молоди рыб в бассейне Курильского озера и реки Озерной (Южная Камчатка) .....	221

## ВВЕДЕНИЕ

Кроноцкий заповедник в этом году отметил свое 77-летие.

Но есть в истории Кроноцкого заповедника еще одна памятная дата — 20 марта 2011 г. исполняется 100 лет со дня рождения Юрия Викторовича Аверина, первого руководителя и организатора научного отдела, положившего начало планомерному и комплексному изучению природы Кроноцкого заповедника.

Данный выпуск, подготовленный сотрудниками заповедника и учеными Камчатки, посвящен этой знаменательной дате!

С 1936 г., с приходом научного сотрудника охотоведа В. Т. Гаврилова, заповедник становится научно-исследовательским учреждением. И уже более 75 лет на его территории проводятся полевые исследования и изучение природы Кронок.

По-настоящему же статус научно-исследовательского учреждения Кроноцкий заповедник приобрел лишь в 1940 г., с принятием в штат двух новых сотрудников — Юрия Аверина и Татьяны Устиновой.

С 1.04.1940 г. в заповедник прибыли Юрий Викторович Аверин, зачисленный в качестве старшего научного сотрудника с возложением обязанностей по заведованию научной частью, и Татьяна Ивановна Устинова, зачисленная научным сотрудником (Приказ № 16 по Главному Управлению по заповедникам, заказникам и зоосадам при СНК РСФСР от 15.05.1940 г.).

Т. И. Устинова, геолог, работала по теме: «Основные черты геоморфологии заповедника». В апреле 1941 г. во время полевых работ в районе р. Шумной ею был обнаружен гейзер, получивший название Первенец, и крупный, ранее не известный приток Шумной, который при летнем

обследовании был назван рекой Гейзерной. По материалам исследований только в 1946 г. впервые была опубликована статья «Гейзеры на Камчатке» (Известия ВГО, 1946, вып. 46), после этого вышло еще 5 публикаций, а в 1955 г. вышла монография «Камчатские гейзеры».

С 9 декабря 1942 г. Ю. В. Аверин был назначен заместителем директора (должность введена Приказом № 55 по Главному Управлению по заповедникам от 21.07.1942 г.) и работал в этой должности до 16.09.1946 г.

Ю. В. Аверин работал над изучением фауны заповедника, а также как зам. директора занимался административно-хозяйственной деятельностью, что отвлекало его от научных исследований. Только после выезда в Москву «в распоряжение Главного управления по заповедникам» (с сентября 1946 г.) были обработаны все материалы научных и полевых исследований, и в 1948 г. вышла его монография «Наземные позвоночные Восточной Камчатки». Это был первый выпуск «Трудов Кроноцкого государственного заповедника». Именно эта книга, по задуманному Ю. В. Авериним плану, должна была заложить основы для систематического многолетнего изучения уникальной заповедной природы Кронока. Но продолжить серию выпусков «Трудов» не удалось.

Возвращаясь к первым дням работы в Кроноках, Юрий Викторович писал: «Изучением фауны заповедника я занимался с июля 1940 г. до сентября 1946 г. В течение этих лет несколько раз приходилось отрываться от зоологической работы на много месяцев для выполнения административно-хозяйственных обязанностей и прекращать исследования» (с. 4).

Ю. В. Аверин: «Во времени моего приезда в июле 1940 года территория заповедника в фаунистическом отношении оставалась плохо известной. Не лучше обстояло дело и с географией района» (Аверин, 1948; с. 9).

Через 8 лет исключительно благодаря результатам работ Юрия Викторовича, его полевым исследованиям, большому объему коллекционного материала выйдет в свет первый выпуск трудов, который на многие десятилетия станет почти настольной книгой любого зоолога, изучающего природу полуострова. С каждым годом ценность данной обзорной работы возрастает. Мы, благодаря этой работе, получили исключительно ценный материал для сравнения, анализа, обобщений. Мы получили точку отсчета. До сих пор ни одна статья о животном мире Камчатки не обходит стороной этот обширный обзорный материал. Во многих статьях научных сотрудников, помещенных в данный сборник, проводится сравнительный анализ современных результатов с данными сороковых

годов прошлого века, опубликованных в первом выпуске «Трудов Кроноцкого заповедника».

За 70-летний период сменилось несколько поколений научных сотрудников. В штате научного отдела Кроноцкого заповедника прошли школу полевых исследований многие ученые. Здесь работали такие известные полевые исследователи как В. Т. Гаврилов, Е. М. Черников, В. И. Марков, А. А. Севостьянов, В. С. Каляев, Т. И. Хорт, Л. И. Рассохина, Е. Г. Лобков, В. А. Николаенко. Их совместными усилиями в научном архиве заповедника накоплены обширные научные фонды, архивные материалы, коллекционные зоологические и гербарные сборы. Итоги многолетних научных исследований заповедной природы отражены в многочисленных статьях, отчетах, книгах, рукописях и фотодокументах. Всего за годы существования заповедника опубликовано свыше 450 научных работ, монографий, книг и около 300 научно-популярных статей и публикаций просветительского характера. «Хроника заповедной природы» отражена в 43 книгах Летописи природы — это бесценный труд не одного поколения научных сотрудников заповедника.

Нынешнее поколение сотрудников, изучая охраняемые природные комплексы, продолжает долговременное слежение за динамикой природных процессов, что позволит в дальнейшем определить размеры и масштабы изменений, происходящих в заповедном природном комплексе и на сопредельных территориях.

В 1996 г. ЮНЕСКО включило Кроноцкий заповедник в Список Всемирного природного наследия. В номинацию «Вулканы Камчатки» вошли пять охраняемых природных территорий Камчатки. Кроноцкий заповедник занимает среди них ключевое место, учитывая его большую площадь, разнообразие природных комплексов, наличие уникальных природных объектов и высокую степень изученности.

В настоящее время коллектив научного отдела представлен как ветеранами заповедника, так и молодыми учеными. Колоссальный опыт и знание заповедной природы помогают коллективу научного отдела по-прежнему успешно работать в столь непростых условиях обширной территории, передавая свой опыт и заповедные традиции молодым сотрудникам. Второй выпуск «Трудов Кроноцкого государственного природного биосферного заповедника» — это итог многолетних полевых исследований природных комплексов уникальной заповедной территории как ветеранов научного отдела, так и молодых ученых.

*Зам. директора по науке В. И. Мосолов*



*Юрий Викторович Аверин (1911–1990 гг.)*

## ЮРИЙ ВИКТОРОВИЧ АВЕРИН

*Галина Юрьевна Аверина, Татьяна Юрьевна Аверина*

**Ключевые слова:** Ю. В. Аверин, биография, Камчатка, Кроноцкий заповедник.

Юрий Викторович Аверин родился 20 марта 1911 г. Его отец, Виктор Григорьевич Аверин, был орнитологом и энтомологом, зав. Энтомологическим бюро Харьковского губернского земства, а после 1917 г. — Харьковского сельскохозяйственного института; профессором Харьковского университета, а потом сельхозинститута. Он был активным защитником природы и первым председателем общества охотников Украины. При активном участии В. Г. Аверина были созданы заповедники Белосарайская коса и Провальская степь, он неоднократно принимал участие в защите Аскании-Нова. Более 40 его статей было посвящено вопросам охраны природы, заповедного дела и охотничьего хозяйства.

В семье, где все интересы были связаны с природой, и рос мальчик. С детства сам охотник и рыбак, прекрасный стрелок — в 12 лет за стрельбу получил приз — ручные часы, что в 1923 г. было серьезной наградой. Вполне естественно, что Юрий Викторович пошел по стопам отца и учился на биофаке Харьковского университета (в те времена именно Харьков был столицей Украины). По окончании университета он уехал работать в Кавказский заповедник, куда до этого ездил на практику. На Кавказе он проработал несколько лет, успел собрать материал для кандидатской диссертации и издать основополагающие работы по орнитофауне заповедника. Он работал вместе с молодым Андреем Александровичем Насимовичем, впоследствии известным зоологом, и дружеские отношения между ними сохранились на всю жизнь. Вместе

они издали первую орнитологическую сводку для горной части Северо-Западного Кавказа. А поведение кавказского тетерева в зимнее время, которое Юрий Викторович наблюдал, описал и издал в то время, по-прежнему остается самым полным описанием для данного вида в Кавказском заповеднике. И это несмотря на то, что с тех пор прошло уже около 75 лет!

Его жена, Татьяна Ивановна Устинова, окончив в 1937 г. геологический факультет того же Харьковского университета, приехала к нему на Кавказ, где, однако, работы по специальности для нее не было. Юрия Викторовича, как кандидата наук, пригласили заведовать отделом биологии в Ильменском заповеднике на Урале, где и Татьяне Ивановне нашлась работа по специальности. Там они проработали 2 года, 1938 и 1939.

Как говорили нам родители, на Урале была очень интересная работа для мамы, а вот папе там было не особенно интересно. Они стали искать новое место для работы, и тут оказалось, что в недавно основанный Кроноцкий заповедник на далекой и именно поэтому особенно привлекательной Камчатке, есть работа по специальности для каждого из них. Люди на подъем они были легкие, собрались и поехали.

По воспоминаниям Т. И. Устиновой, поезд от Москвы до Владивостока шел 10 дней, пароход из Владивостока до Петропавловска-на-Камчатке около недели. В Петропавловске у заповедника был домик, где они прожили больше месяца в маленькой комнатке, т. к. регулярных рейсов в сторону заповедника не было, попадали туда только «с оказией». Доехали на грузовом судне, везшем оборудование и продукты в экспедицию на Богачевку. По приезду в Кроноки первым делом закупили все, что необходимо для полевой работы, т. к. казенного ничего не было. Сшили палатки, спальные мешки, купили нужную одежду и обувь и ушли в первую длительную экспедицию в кальдере Узона. В те годы в поле научные сотрудники заповедника работали зимой на нартах, запряженных собаками, и на лыжах, а летом — на лошадях и пешком, поэтому экспедиции были длительными и трудными.

Во время работы в заповеднике Юрий Викторович изучал наземных позвоночных Восточной Камчатки и материалы его исследований были напечатаны в первом томе Трудов Кроноцкого заповедника в 1948 г., а позже, в середине 50-х гг. он защитил докторскую диссертацию по птицам Камчатки.

После войны им пришлось уехать из Кроноцкого заповедника, так как у дочки обнаружили туберкулёз железок и посоветовали увезти ее

на материк. Уехали они в 1946 г. и два года работали в Москве, где Юрий Викторович обрабатывал коллекцию, привезенную им до этого в Зоологический музей во время командировки с Камчатки.

В 1948 г. они переехали в Симферополь. Юрия Викторовича пригласил туда и. о. заведующего зоологической лабораторией Крымского филиала АН СССР, а потом и для Татьяны Ивановны нашлась работа там же. В Крыму Юрий Викторович занимался птицами и позвоночными животными Степного Крыма и Керченского полуострова. По-прежнему полевые работы с весны до поздней осени не давали родителям уходить в отпуск летом, поэтому за 10 лет жизни в Крыму мы помним, что всего один только раз всей семьей отдыхали у моря.

С 1948 г. после сессии ВАСХНИЛ началась всесоюзная кампания по разгрому генетики. В биологических учреждениях проходили собрания по осуждению ложного учения «вейсманизма-морганизма». В середине 50-х кампания докатилась до Крымского Филиала АН СССР, куратором которого в то время был академик Е. Н. Павловский — директор ЗИН АН СССР. Все биологи должны были признать ошибки и выразить свою поддержку академику Т. Д. Лысенко и политике партии. Юрий Викторович отказался это сделать, поставив себя под угрозу увольнения с волчьим билетом и возможного ареста. Приехавший с регулярной инспекцией Филиала акад. Е. Н. Павловский в сложившейся ситуации предложил Юрию Викторовичу докторантуру в ЗИНе. Вскоре после этого Крымский филиал был закрыт. После окончания докторантуры в 1957 г. Юрий Викторович был приглашен на работу в Институт зоологии Молдавской академии наук.

В послевоенные годы в республиканских академиях наук проводилась политика обучения национальных кадров, поэтому, наряду с изучением фауны Молдавии, Юрий Викторович много времени уделял своим многочисленным аспирантам, к которым потом прибавились и докторанты. Оппонирование также составляло значительную часть его работы, поскольку было известно, что Юрий Викторович — добросовестный и доброжелательный оппонент. Кроме того, он много консультировал исследователей из других республик и регионов (Байкал, Камчатка, Средняя Азия и др.) и был членом Ученого совета по биологии.

Очень много времени занимало редактирование. Он редактировал работы своих учеников и сотрудников, сборники статей и монографии.

Его главные научные интересы были связаны с животным миром припрудских плавней, куда он регулярно выезжал на осенний и весенний

перелет, и животными Кодр. В Молдавии им было написано 60 работ. Это статьи и монографии в соавторстве, где им были написаны соответствующие разделы о грызунах, птицах и млекопитающих Молдавии.

Сколько мы помним папу, научная работа была его основным занятием. Все годы жизни в Крыму и Молдавии, вернувшись из института после рабочего дня, он обедал, немного отдыхал и садился за письменный стол до глубокой ночи.

В этом сборнике не будут опубликованы статьи Юрия Викторовича, но о его работе на Камчатке, наверное, напишут зоологи Кроноцкого заповедника. Кроме того, об этом периоде его жизни есть богатый материал. Во-первых, свои полевые дневники он отдал канд. истор. наук А. В. Пташинскому для передачи в краеведческий музей Петропавловска-на-Камчатке. Возможно, их можно было бы подготовить к печати и издать. Во-вторых, его докторская диссертация о камчатских птицах, которая не была издана (не по его вине) после защиты в середине 50-х гг., по-прежнему хранится в библиотеке Зоологического института в Санкт-Петербурге и, как мы узнавали, может быть получена Кроноцким заповедником для издания. Это могло бы стать прекрасным продолжением Трудов Кроноцкого заповедника.

Ещё нам хотелось сказать, что родители до конца своей жизни всегда вспоминали о времени работы на Камчатке как о лучших и самых интересных годах своей жизни.

---

## ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ И АРХИВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ТЕРРИТОРИИ КРОНОЦКОГО ЗАПОВЕДНИКА

### НЕКОТОРЫЕ ЧЕРТЫ ГИДРОЛОГИИ КРОНОЦКОГО ОЗЕРА\*

*А. Ю. Агарков, Л. Я. Дмитриева, А. М. Догановский*

**Ключевые слова:** Кроноцкий заповедник, Кроноцкое озеро, гидрология.

Оз. Кроноцкое — крупнейший пресноводный водоем на п-ове Камчатка. Оно расположено в пределах восточной вулканической области, в 250 км к северо-востоку от г. Петропавловска-Камчатского и в 40 км от побережья Тихого океана, на отметке 372 м. Озеро, до последнего времени в гидрологическом отношении практически не изученное, в настоящее время все чаще привлекает внимание исследователей, в том числе гидрологов. Интерес к этому водоему объясняется прежде всего его энергетическим значением. Вытекающая из озера р. Кроноцкая обладает значительным гидроэнергетическим потенциалом, так как падение ее на первых 15 км от истока составляет около 300 м при средне-многолетнем расходе 42 м<sup>3</sup>/с.

Озеро является также крупным аккумулятором чистой пресной воды, а гидробиологами установлено наличие особой озерной формы красной рыбы, что указывает на рыбохозяйственное значение водоема (Крохин, 1936; Куренков, 1965).

Котловина Кроноцкого озера имеет подпрудно-лавовое происхождение (Крохин, 1960). История ее возникновения состоит из двух этапов. На первом этапе произошло сближение подножий вулканов Крашенинникова и Кроноцкого, между которыми протекала р. Пра-Кроноцкая, что явилось причиной подпруды ее долины, в результате чего образовалось

---

\* Примечание: Данная статья была впервые опубликована в Известиях Всесоюзного Географического Общества: том 107, выпуск 4, 1975, с. 352—357.

озеро. Его уровень был приблизительно на 70 м ниже современного. Вторым этапом связан с эпохой образования кальдеры Крашенинникова, когда в озеро и на его берега было выброшено большое количество пирокластического материала, что привело к образованию новой подпруды, к повышению уровня озера и увеличению площади его зеркала. В плане озеро имеет форму треугольника, берега его слабо изрезаны, однако наряду с этим имеется ряд глубоко врезающихся в сушу заливов, наиболее крупные из которых имеют названия. В озере 11 небольших островов, общая площадь которых несколько превышает 0,5 км<sup>2</sup>.

Современная площадь зеркала озера составляет 245 км<sup>2</sup>, причем эта и другие морфометрические характеристики существенно отличаются от ранее опубликованных (Крохин, 1936). Длина озера — 24 км, наибольшая ширина — 18 км, максимальная глубина достигает 138 м, а средняя — 51 м. Объем водной массы составляет 12,53 км<sup>3</sup>. Интересно сравнить данные о емкости Кроноцкого озера с озерами иного происхождения, но имеющими приблизительно такую же площадь зеркала. Например, емкости котловин эрозионных озер Карелии значительно меньше. Среднее Куйто — площадь 276 км<sup>2</sup>, объем — 3 км<sup>3</sup>; Сямозеро — соответственно 266 км<sup>2</sup>, объем — 1,83 км<sup>3</sup>. Емкость же озер тектонического происхождения, например Телецкого, больше (231 км<sup>2</sup>, 40,23 км<sup>3</sup>).

Длина береговой линии озера — 134 км, коэффициент ее развития — 2.40.

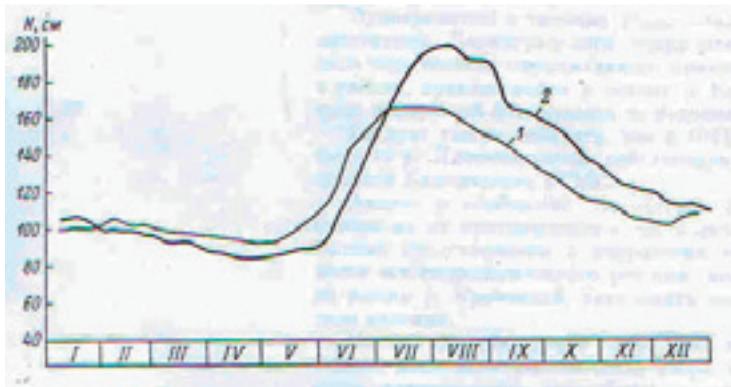


Рис. 1. График колебаний уровня воды в озере (водомерный пост в зал. Кронокыт). 1 — 1972 г.; 2 — 1969 г.

Озеро собирает воду с площади 2330 км<sup>2</sup>, отсюда показатель площади водоема — 9.7. Всего в озеро впадает около 30 рек и ручьев, из которых наиболее крупные Унапа (площадь водосбора 544 км<sup>2</sup>), Лиственничная (427 км<sup>2</sup>), Северная (185 км<sup>2</sup>), Узон (144 км<sup>2</sup>), а вытекает р. Кроноцкая. Зная средний многолетний расход ее в истоке, нетрудно рассчитать, что полное обновление воды в котловине озера происходит примерно один раз в 9–10 лет.

Первые сведения об озере относятся к 1786 г. и встречаются у С. Крашенинникова (Крашенинников, 1786), который указывает его местоположение и примерные размеры. Краткие сведения о последующих исследованиях приводятся в работе Е. М. Крохина (1936). Все эти исследования сводились в первую очередь к установлению и уточнению плановых очертаний водоема и изучению его биологических характеристик. Исследования котловины озера провел Е. М. Крохин (1936) весной 1935 г. с целью изучения ихтиофауны. Он же (по существу впервые) взял в отдельных точках пробы на химический анализ и произвел измерения температуры воды.

Все эти данные позволили составить представление о термике водоема и химическом составе его воды в весенний период, но не дают возможности проследить годовой цикл. Данных же об уровне озера, волнении и других элементах гидрологического режима не было вообще.

С сентября 1966 г. по июнь 1973 г. экспедицией Ленгидропроекта проведены комплексные исследования р. Кроноцкой; на оз. Кроноцком были открыты сеть водомерных постов, оборудованных самописцами уровня, и метеостанция в истоке р. Кроноцкой. Кроме этого, были поставлены наблюдения за температурой воды, волнением, испарением с поверхности водоема и др.

Одновременно в течение нескольких сезонов на озере и его притоках экспедиция Ленинградского гидрометеорологического института проводила определение максимального притока воды в озеро, изучение течений в районе, примыкающем к истоку р. Кроноцкой, подводные обследования зоны возможной фильтрации из водоема и др.

Следует также отметить, что с 1961 по 1966 г. на одном из притоков озера — р. Лиственничной действовали гидрометрический пост и метеостанция Камчатского УГМС.

Анализ и обобщение результатов этих последних исследований, несмотря на их кратковременность, позволили получить первые

и наиболее полные представления о гидрологии озера, выявить некоторые особенности его гидрологического режима, исследовать вопрос о влиянии озера на режим р. Кроноцкой, установить некоторые аномальные гидрологические явления.

Климат бассейна озера носит ярко выраженный муссонный характер. Однако котловинное положение озера, его защищенность ослабляют действие влагонесущих воздушных потоков, поэтому количество осадков в бассейне меньше, чем на океаническом побережье. Так, по данным метеостанции «Бухта Сторож», расположенной на берегу океана, средняя многолетняя величина осадков равна 1400–1500 мм, а на метеостанции «Кроноцкое озеро» эта величина уменьшается вдвое.

Характерной особенностью бассейна является большая неустойчивость погоды. Так, зимой могут быть оттепели, а летом в любом месяце не исключена возможность понижения температуры воздуха до 0 °С. Средняя годовая температура воздуха составляет -3,1 °, что примерно на 5 ° ниже, чем на побережье океана. При этом самый холодный месяц — январь (-18 °), а наиболее теплые — июль и август (+11 °). В связи с тем, что размеры водоема значительны, летом часто можно наблюдать видимое различие в погодных условиях в северной и южной частях озера. Последние более подвержены влиянию океана и больше увлажнены. Авторам неоднократно приходилось наблюдать адвективный туман в истоке р. Кроноцкой, в то время как в районе заливов Камчадалов и Лагеря была сухая солнечная погода. Такое положение чаще всего наблюдается во второй половине дня и связано с особенностями ветрового режима. Направление и скорость ветров меняется от сезона к сезону. Зимой преобладают северные и северо-восточные ветры, а летом южные и юго-западные. На фоне общего сезонного направления ветров четко прослеживаются внутрисуточные изменения направлений. Так, для теплой части года характерны местные бризовые ветры, обусловленные близостью океана, направление которых закономерно изменяется в течение суток: до 16–18 часов преобладают ветры юго-юго-восточных румбов, после чего направление меняется на противоположное.

Такие особенности климата в сочетании с особенностями геологического строения и морфологии котловины формируют своеобразный гидрологический режим водоема.

Основными источниками питания являются поверхностный приток воды по рекам и осадки на зеркало озера. При этом наибольшая доля

притока приходится на крупные реки, о которых сказано выше. Подземный приток в настоящее время оценить практически невозможно. Сток же из озера осуществляется как по р. Кроноцкой, так и подземным путем. Подземный сток был количественно оценен при анализе измеренных расходов воды по долине р. Кроноцкой. Оказалось, что уже на 15 км вниз от истока, при отсутствии боковой приточности, расходы увеличиваются в среднем на 30 %. Местоположение очагов фильтрации в озере выявлено путем измерения и анализа балансов объемов воды, поступающих из озера в зал. Кродокыг и далее в реку. Эти измерения проводились с помощью самописцев ВПВ-2р. При этом скорости течения в заливе достигали 30 см/с. Несмотря на сложную картину направлений течений, результирующая в каждом из семи выбранных и закрепленных створов, где производились измерения, направлена в сторону истока р. Кроноцкой. Примерно в 0,5–0,8 км от истока обнаружена зона разрыва в величинах расходов, которая совпадает с зоной водопоглощения. Последняя очень хорошо фиксируется по результатам наблюдений, проведенных как летом с лодки, так и зимой со льда.

Погружения аквалангистов в этом районе до глубины 25 м позволили установить характер подводного склона зоны водопоглощения. До глубин 10–12 м он сложен крупнообломочными не окатанными породами, глубже наблюдаются пески черного цвета, имеющие высокий коэффициент фильтрации, ими же сложена придонная часть зоны.

Испарение с поверхности озера относительно невелико. Измерения, проведенные с помощью испарителя ГГИ-3000, дали в среднем за 1969–1972 гг. 274 мм в год. При этом максимум месячного испарения приходится на июль (84,9 мм в 1970 г.), а суточный слой достигал в это же время 5,3 мм.

Внутригодовое распределение величин составляющих водного баланса определяет характер статических колебаний уровня воды в озере. Учитывая, что основное питание выпадающие в озеро реки получают от таяния снега, наполнение озера до максимальных отметок происходит в июле; выпадающие осадки и малое испарение поддерживают высокий уровень в течение всего теплого периода года. На рис. 1 приведены графики колебаний уровней озера за характерные по водности 1968 и 1969 гг.

Из рисунка следует, что максимальный уровень наступает в июле, минимальный — в мае. Годовая амплитуда колебаний за период 1968–1972 гг. изменялась от 48 см в 1970 г. до 120 см в 1969 г. При этом 1969 г. по всей Камчатке можно отнести к очень многоводным.

На небольшую величину амплитуды указывают и метки ГВВ, обнаруженные на берегах озера. По-видимому, при существующих условиях увлажненности годовая амплитуда не превышает 1,5 м.

Наряду со статическими колебаниями уровней имеют место и динамические, связанные прежде всего с особенностями ветрового режима, закономерным внутрисуточным изменением направления ветра. Это обстоятельство вызывает в теплый период во второй половине дня слабые нагоны на северном берегу в заливах Камчадалов и Унана и сгоны в районе зал. Кродокыг. Высота их не превышает 1–2 см, поэтому уже суточные величины уровня, измеренные на постах, расположенных в разных частях озера, очень хорошо увязываются.

В том же направлении, что и нагоны, развивается волнение. При этом самым бурным является, как правило, октябрь. Так, в 1967 г. с волнами высотой 40 см и более в октябре было 11 дней. В районе зал. Кродокыг с помощью волномерной рейки удалось зафиксировать волну высотой 136 см при скорости ветра около 20 м/с. Визуальные наблюдения дают основание считать, что в мелководных заливах Лагеря и Камчадалов высоты волн могут быть больше. Такое направление развития волн и сгонов-нагонов безусловно оказало влияние на особенности формирования берегов озера. Так, в северных заливах имеются обширные песчаные пляжи и относительно хорошо развита литораль. Пляжи, меньшие по размерам, отмечены также на южных берегах. На западном же и восточном берегах эти образования практически отсутствуют.

Кроноцкое озеро оказывает существенное влияние на внутригодовую зарегулированность стока р. Кроноцкой. Так, коэффициент естественной зарегулированности реки, определенный как отношение базисного стока к годовому, высок: например, в 1968 г. он составил 0.90. Эта величина значительно превышает аналогичные коэффициенты других рек восточного побережья Камчатки, даже имеющих большие площади водосборов. Например, коэффициент естественной зарегулированности р. Авачи ( $P = 4750 \text{ км}^2$ ) за 1968 г. равнялся 0.75. Озеро оказывает влияние не только на годовые характеристики стока реки, но и на его экстремальные величины. Например, максимальные модули стока повторяемостью 1 раз в 30 лет оказались сниженными примерно на 40 %.

Последнее удалось рассчитать путем сопоставления фактических максимальных модулей стока р. Кроноцкой  $q_{\text{max}} 3 \%$ , с полученными

по редуccionной зависимости  $q_{\text{max}} 3 \% = f(F)$ . Данные для ее построения приняты по материалам полевых обследований 16 незарегулированных притоков озера, на которых определялись максимальные расходы по меткам горизонтов высоких вод.

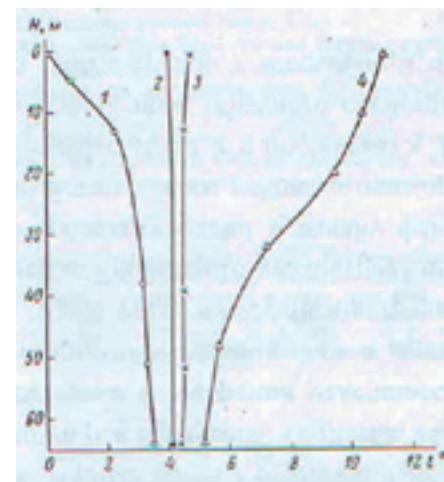


Рис. 2. График изменения температуры воды по глубине в озере в 1968 г. (зал. Кродокыг). 1 — 21 января; 2 — 25 ноября; 3 — 3 июля; 4 — 10 сентября

Особенностью термики водных масс озера являются относительно низкие температуры воды. При этом достаточно четко прослеживается характерная для различных сезонов температурная стратификация (рис. 2): зимой обратная, летом прямая. Отмечено относительно позднее наступление весенней (июль) и осенней (конец ноября) гомотермии. При этом весенняя гомотермия сохраняется длительное время — почти месяц. Максимальная температура воды, как правило, наблюдается в сентябре и в районе зал. Кродокыг в поверхностных слоях не превышает 8–11 °, в то время как на противоположном берегу — в зал. Камчадалов она достигает 15–16 °. В этот период намечаются три вертикальные термические зоны: эпилимнион (0–20 м), металимнион (20–25 м) и гиполимнион (25–65 м). Правда, зона металимниона (температурный скачок) часто выражена не четко. В течение весенне-летнего нагревания наблюдается динамика температурного скачка, который к моменту максимального прогрева воды опускается наиболее глубоко. Такая

термическая характеристика озера позволяет отнести его к озерам субполярного типа (Зайков, 1960), хотя оно расположено на 55° с. ш.

Измерения температуры воды в других местах позволили выявить некоторые аномалии в ее распределении по глубине. Например, в самом начале зал. Кродокыг в более глубоководной части в сентябре на глубине 100 м температура воды была 2,02°, а на глубине 109 м уже 0,86°.

Следует отметить, что средняя температура воды в озере, а следовательно и его теплозапасы существенно меняются из года в год.

В прямой зависимости от термического режима озера находится и ледовый режим. Зимой озеро покрывается льдом поздно — в декабре. В зал. Кродокыг к апрелю—маю мощность льда достигает 1,5 м. Таяние его происходит в основном на месте. Вначале вскрывается восточная часть, откуда ветром лед сгоняется в северную и западную части, а в отдельные дни под действием ветра небольшое количество льда попадает в р. Кроноцкую. Полное очищение от льда наблюдается в середине — конце июня.

Химизм озерных вод специально не изучался. О химическом составе воды можно судить по пробам, отобранным в потоках р. Кроноцкой. По составу преобладающих солей вода гидрокарбонатно-кальциево-натриевая и гидрокарбонатно-кальциево-магниевая обладает слабой минерализацией (60 мг/л), очень мягкая, реакция воды слабощелочная (рН = 7,1). Эти данные в основном соответствуют данным Е. М. Крохина (1936).

Прозрачность озерных вод также специально не измерялась. Однако работы с вертушками БПВ, окрашенными в белый цвет, позволили ориентировочно установить ее величины в районе зал. Кродокыг. Летом прозрачность равна 3—4 м, а зимой увеличивается до 5—6 м.

Приведенные результаты, как уже было сказано выше, являются лишь первыми сведениями о гидрологическом режиме озера. К сожалению, в настоящее время исследование его фактически прекращено и посты закрыты.

Правда, на одном из притоков озера — р. Унана ведутся гидрологические наблюдения Камчатским УГМС в течение нескольких лет. Однако этих исследований явно недостаточно, чтобы подробнее изучить гидрологию оз. Кроноцкого.

### Литература

Зайков Б. Д. Очерки по озероведению. Ч. I, П. Гидрометеиздат, Л., 1960.  
Крашенинников С. П. Описание земли Камчатки. — Т. 1. — СПб., 1786.

Крохин Е. М. Исследование Кроноцкого озера в марте—мае 1935 г. / Изв. ГГО. — Т. 68, в. 5, 1936.

Крохин Е. М. К вопросу о происхождении Кроноцкого озера (Камчатка). / Вопр. геогр. Дальнего Востока. — Сб. 4, 1960.

Куренков И. И. Зоогеография пресноводных рыб Камчатки. / Вопр. геогр. Камчатки. — В. 3, 1965.

### СТРУКТУРА ЕСТЕСТВЕННОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ПИХТЫ ГРАЦИОЗНОЙ (*ABIES GRACILIS* КОМ.) В РАЗНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ВЗРОСЛОГО ДРЕВОСТОЯ

Л. С. Ермолова<sup>1</sup>, И. В. Копыл<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт лесоведения РАН, e-mail: ls\_ermolova@list.ru

<sup>2</sup>МГУ, географический факультет, e-mail: landplan@rambler.ru

**Ключевые слова:** Камчатка, Кроноцкий заповедник, *Abies gracilis* Ком., возобновление.

Роща пихты грациозной на Камчатке — уникальный природный объект. Систематическая принадлежность эндемического вида пихты, сформировавшего это единственное в мире сообщество, до сих пор не находит согласованного мнения в среде ботаников. Не нашли полного научного обоснования причины локального местонахождения и долговременной устойчивости этого эндемического биогеоценоза. Весьма загадочна и история его появления на довольно ограниченной территории.

Сведения о роще пихты грациозной в научной литературе достаточно отрывочны и неполны. Хотя упоминания о ней встречаются со времени путешествия Крашенинникова (Крашенинников, 1949), глубокие систематические исследования этого уникального лесного биогеоценоза, серьезные мониторинговые наблюдения, по-видимому, начинаются только в настоящее время (Науменко, Чернягина, 1982, 1984; Рассохина, Сметанин, Карпунин /www.kronoki.ru/act/scientific/articles/1/17). В довольно обстоятельной ботанико-лесоводственной статье В. Г. Турков и В. А. Шамшин (1963) на основе исследования лесоводственных свойств и климатических условий обитания пихты камчатской (грациозной) предполагают, что этот вид сохранился с доледникового периода

и несет на себе сформированные им наследственные качества. Сообщество, образованное этим видом, по-видимому, довольно молодое (согласно пыльцевому анализу — 500–1000 лет), в район распространения камноберезников занесено извне, возможно, оно имеет антропогенное происхождение (Карпачевский, 1968).

При исследовании лесного сообщества пихты грациозной основное внимание обычно обращалось на анализ роста взрослого поколения пихты, а возобновление оставалось менее изученным. Поэтому любые конкретные сведения о таком важном компоненте лесного биогеоценоза, как подрост, могут быть полезны для прояснения современного состояния и прогнозов дальнейшего существования и развития уникальной рощи камчатской пихты.

### Методика

Материалом для настоящей статьи послужили наблюдения, проведенные авторами (в то время научными сотрудниками Кроноцкого Государственного заповедника) в октябре 1960 г. в роще пихты грациозной (*Abies gracilis* Kom.), расположенной в 4-х км от конторы заповедника, базировавшейся в то время в поселке Семячик.

Основное внимание было обращено на распределение, состояние и развитие подроста пихты. Для исследования подроста пихты в центральной части рощи были намечены 2 трансекта от границы с березняком в верхней части западины вниз по склону. Вдоль трансектов в разных по условиям среды участках древостоя выделяли площадки размером 10 × 10 м. На каждом из них проводили геоботанические описания. Для травяного покрова, к сожалению, в осеннее время можно было учесть только состав, обилие и (приблизительно) покрытие сохранившихся к осени видов трав. Учитывали состав и процент покрытия мхов. Глазомерно определяли сомкнутость древостоя и подлеска в 5 местах полого и полученные показатели усредняли. Из-за отсутствия специальных инструментов высоту взрослых деревьев определяли при помощи линейки и рулетки, методом подобия треугольников. На пробных площадях (ПП) проводили сплошной пересчет подроста. Исключение составили ПП 1 и 8, размер которых был 1 × 1 м, а подрост на них отсутствовал. На ПП 5 из-за очень большой плотности подроста выбрали 8 площадок размером 1 × 1 м, на которых проводили сплошной учет подроста, затем эти данные были интерполированы на всю ПП в 100 м<sup>2</sup>.

Высоту подроста определяли рулеткой с точностью 1 см, а возраст — подсчетом числа мутовок, что, в целом, соответствовало истинному возрасту подроста, т. к. мутовочные кольца годичного прироста, а также следы почечных чешуй при отсутствии прироста были хорошо заметны.

При анализе полученных результатов все ПП были объединены в следующие 3 группы, сходные между собой по условиям обитания для подроста пихты: 1 — «поляна», ПП 5, 12. Участки с незначительным влиянием полого пихты, почва здесь завалена валежом пихты и березы Эрмана (*Betula ermanii* Cham.) разной степени разложения, местами занята подлеском из рябины бузинолистной (*Sorbus sambucifolia* Roem). 2 — «склон», ПП 6, 12. Площади расположены на довольно крутых склонах, в результате чего под древесный ярус проникает достаточное количество боковой солнечной радиации. 3 — «полог», к ней относятся ПП 2, 3, 4, 9, 10 и ПП 7, примыкающая одной стороной к густому пологу березняка. Они расположены на сравнительно выровненных или с небольшим уклоном площадках, характеризующихся значительной сомкнутостью полого.

При изучении распределения подроста по высоте индивидуальные показатели объединяли в группы с шагом в 5 см. Связь высоты подроста с возрастом анализировали методом регрессии.

### Результаты

Распределение подроста по площади сообщества так же, как и характеристики его роста в разных экологических условиях, очень неоднородно. Это соответствует и неоднократно отмеченному куртинному размещению старшего поколения древостоя (Турков, Шамшин, 1963; Рассохина и др. (<http://www.kronoki.ru/act/scientific/articles/1/17>)). В среднем количество подроста на гектаре составило 9850 экз., из них 4510 экз. (46 %) имело высоту до 3 см, а 5340 экз. (54 %) — от 3 до 255 см. Следует отметить, что наши данные почти совпадают с исследованиями лесоводственного отряда Камчатской ГГО СО АН, проведенными через год после наших учетов приблизительно на том же участке леса (Турков, Шамшин, 1963). Они указывают численность подроста в 10100 экз. га<sup>-1</sup> и считают его удовлетворительным. Иные показатели численности возобновления приведены по учетам 1977 и 1985 гг. (Науменко, 1982; Рассохина и др.). Эти результаты оказались почти в 4—5,5 раза меньше (1800 и 2600 экз. га<sup>-1</sup> соответственно). Причиной этого различия могут быть как разнородность мест учета, так и изменение возобновляемости сообщества через 17–25 лет.

В целом по древостою распределение подроста пихты по 25-сантиметровым группам высоты следующее: до 25 см — 62 %, 25–49 см — 23 %, 50–74 см — 9 %, доля остальных групп высоты от 75 см до 255 см составила 6 %.

В разных экологических условиях распределение подроста по высотным группам имеет свою специфику (рис. 1). На участках с высокой сомкнутостью крон пихты самая многочисленная (плотность до 9,3 экз. на 100 м<sup>2</sup>) высотная группа — подрост 10–15 см (категория 3). Подроста высотой до 30 см (категория 6) в среднем встречается не более одного экземпляра на 100 м<sup>2</sup>, а особи выше 30 см редки. На крутых склонах преобладающая высотная группа — деревья 5–15 см (категория 2 — 15–18 экз. на 100 м<sup>2</sup>). Предельная высота подроста здесь 80 см. На полянах и выровненных участках под пологом березы кривая распределения по высоте оказалась двувёршинной. По числу особей выделяются две почти равновеликие группы: 5–15 см (категория 3 — 60 экз. на 100 м<sup>2</sup>) и 30–35 см (категория 7 — 51 экз. на 100 м<sup>2</sup>).

Распределение подроста пихты по возрасту в среднем на трансектах выявляет наиболее многочисленную группу 20–35 лет. При объединении подроста в возрастные группы по 5 лет их процентное соотношение таково: от проростков до 15 лет каждая группа включает по 10 %

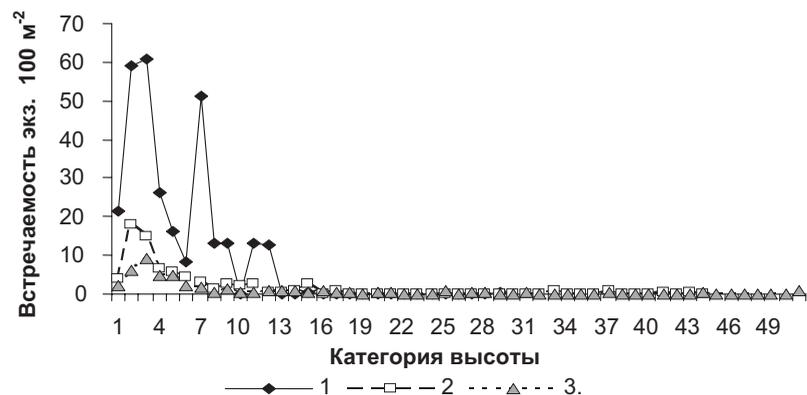


Рис. 1. Распределение подростка пихты по высоте в разных экологических условиях: 1 — в условиях поляны, 2 — на крутых склонах, 3 — под густым материнским пологом. Категории высоты сгруппированы с шагом 5 см

подроста, в группах от 20 до 30 лет — 17–19 %, 35 лет — 10 %. Численность подростка более старшего возраста резко снижается, и доля всех остальных групп от 40 до 60 лет вместе составила лишь около 6 % от общей численности.

При распределении подростка по возрасту конкретных особей обращают на себя внимание очень значительные колебания численности возобновления в разные годы (рис. 2). Чаще всего пики и падения численности подростка одного возраста для всех типов местообитаний совпадают, повторяемость их составляет 3–5 лет. Хотя по утверждению некоторых авторов семенные годы у пихты случаются часто (Турков, Шамшин, 1963), можно предположить, что через указанные промежутки времени происходит наиболее обильное семеношение и большая выживаемость всходов или в эти годы завязываются наиболее качественные семена с хорошей всхожестью.

Сравнивая численность подростка в разных условиях среды, можно заметить, что наибольшее количество подростка всех возрастов размещено в условиях полян и выровненных участков под сквозистым пологом березы (рис. 1 и 2). Пики числа подростка близкого возраста наблюдались здесь до 35–37 лет, деревья старше 40 лет очень редки. В то же время под пологом встречались самые высокие и самые старые особи.

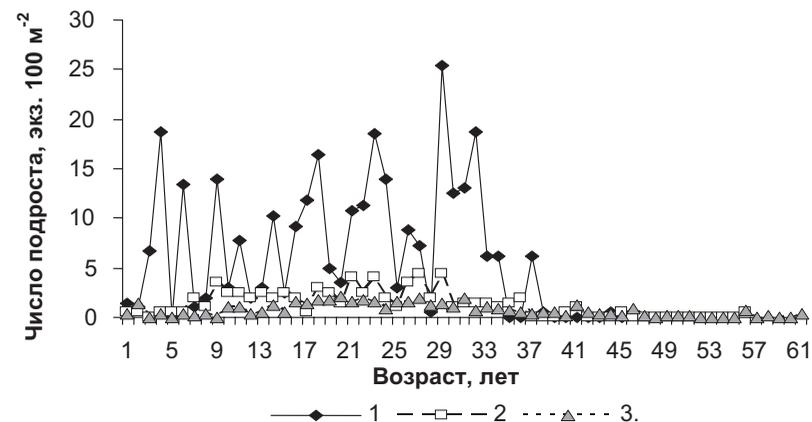


Рис. 2. Распределение подростка пихты по возрасту в разных экологических условиях. Условные обозначения как на рис. 1

Причиной этого может быть обусловленное стихийными явлениями (ветровал, снеголом) выпадение взрослых деревьев около 40 лет назад и образование «окон». Затем начался период восстановительной сукцессии, поселение подроста пихты, который после зарастания полян травой и появления подлеска рябины замедлился.

Здесь необходимо отметить, что число подроста возрастом до 20 лет меньше, чем от 20 до 35 лет. По учетам общее число отмершего и отмирающего подроста составило около 1 %, к тому же не учтены погибшие и уже разложившиеся молодые растения. Численность подроста, возраст которого к моменту учета был меньше 20 лет, через 10-15 лет должна еще сократиться. Баланс соотношения разных поколений подроста будет нарушен, и число 30-летних пихт к тому времени будет значительно меньше, чем сейчас. Такая циклическая динамика образования «окон» и последующего восстановления в них выпавшего древесного яруса в первобытных (субклимаксовых) лесах, к которым принадлежит и роща пихты камчатской, вообще характерна для хвойных лесов и других лесорастительных зон. Это явление — механизм создания устойчивых во времени самовосстанавливающихся лесных биогеоценозов (Турков, 1979; Георгиевский, 1992, 1995).

Важные выводы можно сделать на основании сопоставления закономерностей связи высоты подроста с возрастом в разных экологических условиях. У подроста высотой до 20 см эта зависимость при значительных отклонениях в разных местообитаниях довольно тесная, регрессия может быть выражена уравнением прямой линии  $y = 0.498x + 2.78$  ( $R^2=0.613$ ), где  $y$  — высота подроста в см,  $x$  — возраст, лет. То есть можно сказать, что подрост в возрасте 10–30 лет прирастает со средней скоростью около 0,5 см в год. В старшем возрасте связь высоты подроста с возрастом изменяется и становится экспоненциальной. При этом уравнения связи для условий полян и склонов почти идентичны (рис. 3). В условиях полога у подроста свыше 15 лет отклонения от этих кривых настолько велики, что трудно говорить вообще о какой-то зависимости. Эта особенность структуры подроста через 20 лет отмечена и А. Г. Науменко (1982). Здесь можно лишь заметить, что после 35-40 лет у многих деревьев прирост сильно снижается. Слабая зависимость высоты от возраста может свидетельствовать о большой разнородности условий под пологом пихты. Хотя в этих условиях некоторые особи и доживают до 60 лет, они всего лишь «выживают» в ожидании того времени, когда, возможно, старшее поколение погибнет и они смогут прийти ему на смену.

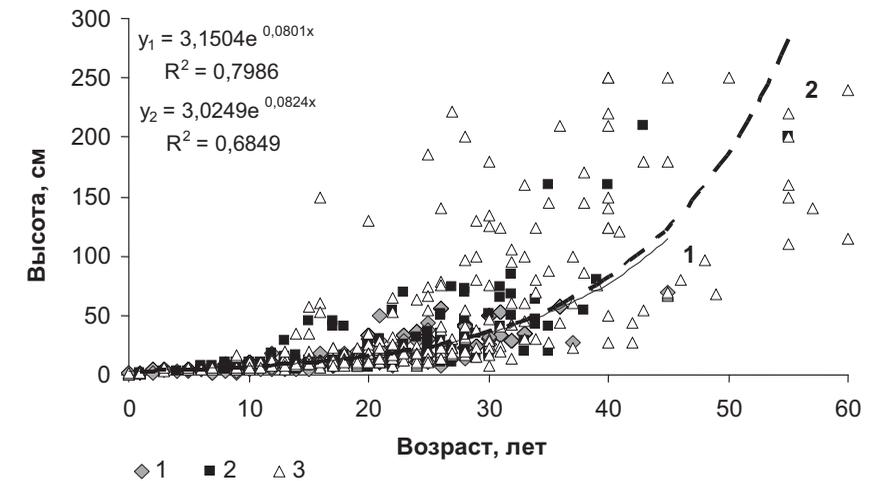


Рис. 3. Зависимость высоты подроста от возраста в разных экологических условиях. Условные обозначения: 1 — «поляна», 2 — «склон», 3 — «полог»

Особенно обильно при всех условиях пихта возобновляется на хорошо разложившемся валеже березы и пихты, большей частью покрытом слоем мхов небольшой мощности. В первые годы жизни подроста мхи сохраняют его корни от пересыхания, а перегнивший субстрат снабжает питательными веществами и препятствует конкуренции корней взрослого древостоя. До 30 % возобновления приурочено к валежу и вывалам корней. Толстый слой опада ветвей, хвои и листьев березы, напротив, препятствует прорастанию семян пихты, хотя они встречаются на этих участках в значительных количествах.

### Выводы

1. Структура древесного яруса в лесном биогеоценозе пихты грациозной очень разнородна по пространственному размещению и временной динамике, что соответствует естественному развитию долговременных девственных сообществ. Сомкнутость полога в нем колеблется с размахом от 0 до 1. С этим связано распределение, состояние и перспективы роста возобновления пихты. Подрост располагается куртинами разной высоты и возраста. Можно выделить три основных типа местообитаний, различающихся по экологическим условиям: 1) под

пологом пихты, 2) на крутых склонах и 3) на полянах или выровненных участках на границе с каменноберезником.

2. Общая численность подроста по учетам осенью 1960 г. составляла — 9850 экз. га<sup>-1</sup>. Годичный прирост подроста в высоту очень небольшой — 0,5-1,5 см в год.

3. Большинство подроста имело высоту не более 15-17 см. Максимум встречаемости у группы высотой 2-3 см (46 % общего числа).

4. При распределении подроста по возрасту заметны большие колебания частоты встречаемости в близких группах возраста с периодичностью 2-5 лет. Это, скорее всего, зависит от периодичности семенных лет либо условий, складывающихся в разные годы для возобновления. Наибольшая встречаемость у подроста 22 года (с интервалом от 10 до 30 лет).

5. Больше всего подроста пихты насчитывалось на полянах, меньше — под густым пологом взрослого древостоя. Но на полянах возраст пихты не превышал 40 лет, тогда как на склонах и под густым пологом доходил до 60 лет.

6. Значительно разнятся выделенные местообитания по форме и тесноте связи высоты подроста с возрастом. На поляне большинство подроста не превышает по высоте 70 см, а по возрасту 45 лет. Подрост на склоне имеет до 2-х метров высоты, но связь высоты подроста с возрастом в обоих случаях идентична. Подрост под пологом различается более всего как по высоте (до 2,5 м), так и по возрасту (до 60 лет), в этих условиях связь высоты и возраста оказалась недостоверной. В целом, на всех ПП у пихточек высотой до 20 см связь возраста с высотой почти прямолинейная и достаточно тесная.

7. Исследования возобновления пихты грациозной, представляющего собой будущее древостоя, крайне важны для понимания динамики процессов, происходящих в девственных спонтанно развивающихся многие столетия биогеоценозах. Ограниченный объем материалов наблюдений позволил сделать лишь предварительные выводы о структуре подроста в разных экологических условиях. Повторные описания и массовые переписи подроста через 50 лет, так же как определение хода роста по высоте и диаметру, а возможно и фитомассы и продуктивности (по свежему вывалу, методом кернов) взрослых деревьев пихты, могли бы дать очень интересный материал для изучения онтоморфогенеза пихты грациозной. Появилась бы возможность с новой точки зрения посмотреть на причины устойчивости этого уникального сообщества, а также на его происхождение и перспективы последующего развития.

## Литература

Георгиевский А. Б. Фаза окон в коренных лесах Южной тайги / А. Б. Георгиевский // Бот. журн. — 1992. — Т. 77. — С. 52-62.

Георгиевский А. Б. Динамика растительности окон в ельниках черничниках Южной тайги / А. Б. Георгиевский // Бот. журн. — 1995. — Т. 80. — С. 8-19.

Карпачевский Л. О. Загадка природы или тайна истории? / Л. О. Карпачевский // Природа. — 1968. — С. 78-81.

Крашенинников С. П. Описание земли Камчатки / С. П. Крашенинников. — М.; Л.: Изд. Главсевморпути. — 1949. — 842 с.

Науменко А. Т. Количественное состояние древостоя как показатель динамики фитоценозов и исследование его для прогнозирования сукцессий / А. Т. Науменко, О. А. Черныгина // Структура и динамика растительности и почв в заповедниках РСФСР. — М., 1982. — С. 62-64.

Науменко А. Т. Состав компонентов фитоценоза рощи пихты камчатской (*Abies gracilis* Kom.) и их пространственная структура / А. Т. Науменко, О. А. Черныгина // Ботанические исследования в заповедниках РСФСР. — М., 1984. — С. 100-119.

Рассохина Л. И. Пихтовая роща. Материалы таксации. / Л. И. Рассохина, Н. А. Сметанин, Н. С. Карпухин // (<http://www.kronoki.ru/act/scientific/articles/1/17>)

Турков В. Г. Пихта на Камчатке / В. Г. Турков, В. А. Шамшин // Леса Камчатки и их лесохозяйственное значение — М.: Изд. АН СССР, 1963. — С. 297-312.

Турков В. Г. О вывале деревьев ветром в первобытном лесу как биогеоценозическом явлении / В. Г. Турков // Темнохвойные леса Среднего Урала. Труды института экологии растений и животных. — Свердловск. — 1979. — Вып. 128. — С. 121-140.

## ИСТОРИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИЗУЧЕННОСТИ КРОНОЦКОГО ЗАПОВЕДНИКА

Н. В. Голуб

ФГБУ «Кроноцкий государственный заповедник»,

e-mail: golubnatash@yandex.ru

**Ключевые слова:** геологическая изученность, геологическая съемка, нефть, стратиграфия, структура, свита, площадь.

Территория Кроноцкого заповедника находится в пределах листов N-57-XI; N-57-XVI, XVII; N-57-XII, XVIII, N-58-VII.

Начало геологическому изучению района положил геолог Карл фон Дитмар, посетивший его в 1852 г. и в 1854 г. Он сделал первые описания горячих источников кальдеры вулкана Узон, где пробыл несколько

дней в сентябре 1854 г. В 1909 г. геологический отряд экспедиции Рябушинского под начальством С. А. Конради, прибыв морским берегом из Семячика к устью реки Кроноцкой, поднялся до Кроноцкого озера. Откуда восточным берегом озера и по долине реки Лиственничной вышел на водораздел с реками Чажминского бассейна. В настоящее время результаты этих исследований представляют исторический интерес.

История геологической изученности площади тесно связана с работами, направленными на поиски нефти, начавшимися с конца 20-х гг. нашего века после опубликования П. И. Полевым сведений о Богачевском источнике нефти, открытом охотниками Трухиным, Вороновым и Скорихиным в 1921 г. Работы до 50-х гг. носили в основном маршрутный характер. Первые маршрутные исследования проводил Б. М. Штемпель (Штемпель, 1927ф; 1928ф; 1929ф). Геологические образования района он отнес к третичному возрасту и разделил их на три толщи (снизу вверх): зеленых сланцев, базальтово-туфовую и диатомовую (Штемпель, 1929ф). Эти данные были подтверждены и уточнены в последующие годы исследованиями Н. И. Лазаренко (Лазаренко, 1930ф), Б. А. Алферова (Алферов, 1931ф) и Л. А. Гречишкина (Гречишкин, 1933ф). В 1931 г. Л. А. Гречишкин посетил верховья р. Богачевки с целью выбора места заложения глубокой скважины. Несколько позже, в 1935 Л. А. Гречишкин для указания стратиграфических подразделений предложил следующие географические наименования (снизу вверх): богачевская, кроноцкая и тюшевская свиты.

Заслуживает внимания точка зрения перечисленных геологов о тектоническом характере контакта между отложениями богачевской и тюшевской свит (по Л. А. Гречишкину). Особенно большое значение этому тектоническому нарушению придавал Л. А. Гречишкин, считавший его регионального масштаба надвигом типа крупного шарьяжа. Впоследствии тектоническое нарушение получило название надвига Гречишкина (Плешаков, 1957ф).

М. Ф. Двали, основываясь на результатах своих маршрутных исследований (1937–1938 гг.), разработал иную стратиграфическую схему (Двали, 1955). В основании разреза он расположил кроноцкую свиту, а над ней тюшевскую, расширив первоначальный объем свиты (таловая подсвита по М. Ф. Двали) за счет помещения в верхнюю ее половину части пород из богачевской свиты (ивановская подсвита по М. Ф. Двали). Богачевская свита помещается выше тюшевской, а базальные слои последней под названием свиты Горячих Ключей занимают место над богачевской свитой. Возраст их на основании определений фауны, произведенных

палеонтологом Л. В. Криштофович, оценивается как плиоценовый. Иных взглядов придерживается М. Ф. Двали и в вопросе о характере контакта отложений тюшевской и богачевской свит. Отрицая наличие между ними крупного тектонического нарушения, палеотипный облик и высокую степень дислоцированности пород богачевской свиты он объясняет особенностями процесса литификации. В 1939 г. М. Ф. Двали составил проект на бурение скважин в верховье р. Богачевки. Для изучения скважин им была выбрана антиклинальная структура в районе источника нефти, впоследствии получившая название Центральной.

В 1937 г. Б. Ф. Дьяков по р. Северной описал зеленокаменные измененные вулканогенно-кремнистые образования и сопоставил их с позднемеловыми отложениями Центральной и Западной Камчатки.

Б. И. Пийп, периодически посещавший район в 1933 (кратко изучены Узонские горячие источники и фумаролы), 1937, 1946 гг., составил сводку по термальным источникам и описал вулкан Кизимен.

14 апреля 1941 г. Татьяной Ивановной Устиновой, геологом Кроноцкого заповедника, была открыта Долина гейзеров. Первые наблюдения и описания режимов работы гейзеров выполнены Т. И. Устиновой в июле 1941 г.

В 1941 г. В. Г. Макаров в верховье р. Богачевки провел геологическую съемку масштаба 1 : 25 000. Его построения согласуются с данными Л. А. Гречишкина. Богачевскую свиту он расчленил на три горизонта: нижний — глинистые и песчано-глинистые сланцы (800–1000 м), средний — песчаники и глинистые сланцы (500 м), верхний — туфогенные песчаники (500 м). Выход нефти В. Г. Макаров связывал с нарушением северо-западного направления. Из сборов В. Г. Макарова Ф. Г. Лаутеншлегер определил палеогеновую фауну.

Структурно-картировочное бурение на Богачевской площади начато в 1941 г. по проекту, составленному М. Ф. Двали. Буровые работы были направлены на изучение Центральной антиклинальной структуры, расположенной в районе выхода нефти. За период с 1941 г. по 1957 г. на Богачевской площади пробурено 88 структурных скважин общим объемом 36313 м. В результате проведенных работ (структурно-картировочное и глубокое разведочное бурение, детальная геологическая съемка) была составлена структурная карта Богачевской антиклинали. Сопоставление разрезов производилось в основном по электрокаротажным диаграммам, ввиду отсутствия литологических реперов. Бурением скважин установлены многочисленные

нефтегазопроявления и притоки вод. В 1957–58 гг. был пробурен профиль скважин для увязки стратиграфических разрезов Богачевской и Двухлагерной площадей. Длина профиля 13 км, количество скважин 24, общий объем 11500 м. В результате бурения установлено изменение разреза третичных отложений в южном направлении от Богачевской площади. Нижние горизонты нижнебогачевской свиты по разрывному нарушению контактируют с отложениями тюшевской свиты. В 1958 г. на площади Двухлагерной структуры пробурено 10 скважин глубиной по 450–500 м. В ряде скважин установлены примазки нефти в керне и нефтяные пленки на поверхности глинистого раствора, а также притоки минерализованных вод. Маркирующих горизонтов бурением не вскрыто. Корреляция разрезов скважин по электрокаротажным диаграммам не дала надежных результатов. Надежных структурных представлений о Двухлагерной площади не получено.

Поисково-разведочное глубокое бурение на Богачевской площади начато в 1948 г. по проекту В. Г. Макарова, составленному на основании результатов структурно-картировочного бурения. С 1948 г. по 1956 г. было пробурено пять глубоких роторных скважин общим объемом 9144 м. При бурении скважин неоднократно отмечались на разных глубинах нефте- и газопроявления. Однако при испытаниях скважин промышленного притока нефти и газа не получено.

В 1951 г. в районе выхода нефти на площади 22 км<sup>2</sup> Л. П. Грязновым была проведена геологическая съемка масштаба 1 : 10 000. Антиклинальная структура Центральная, по мнению Л. П. Грязнова, является складкой высшего порядка на западном крыле Богачевской (Восточной) антиклинали. Богачевская свита Л. П. Грязновым расчленена на 5 горизонтов: песчано-сланцевый (350–400 м), песчаный (160–200 м), алевролитовый (450–500 м), зелено-сланцевый (350–400 м), песчано-гравелитовый (750–800 м).

В 1951 г. на участке, расположенном между средними течениями рек Тюшевки и Ольги, производилась геологическая съемка масштаба 1 : 50 000, в результате которой были уточнены размеры и форма Конусной антиклинальной структуры (Севастьянов, 1953ф), выявленной В. И. Зайцевым. В 1951–52 гг. юго-западная часть листа N-57-XII, XVIII, N-58-VII была охвачена комплексом опытных геофизических работ (Кондрашов, 1953ф). В 1952 г. Л. П. Грязнов (Грязнов, 1953ф) изучает стратиграфию отложений богачевской и тюшевской свит в бассейне рек Татьяна, Ольги и Крутой.

В 1953 г. на основании комплексных гидрогеологических съемок Н. Е. Калинниковой (Калинникова, 1954ф) и Б. Н. Карасевым (Карасев, 1954ф) были составлены геологическая и гидрогеологическая карты района в масштабе 1 : 500 000. В вопросе о стратиграфическом положении кроноцкой свиты и свиты Горячих Ключей авторы придерживаются взглядов М. Ф. Двали, но в вопросе о взаимоотношении тюшевской и богачевской свит стоят на позиции первых исследователей.

В 1953 г. геологической съемкой М 1 : 50 000 было детализировано строение Ольгинской антиклинали, расположенной в верховьях р. Ольги (Краснова, 1954ф).

В 1954 г. Л. П. Грязновым выполнена геологическая съемка масштаба 1 : 200 000. В результате было осуществлено более детальное стратиграфическое расчленение богачевской и тюшевской свит. Кроноцкая свита рассматривается как аналог богачевской свиты и свиты Горячих Ключей (Грязнов, 1956ф).

В 1954–61 гг. бассейн р. Богачевки исследовали геологи ВНИГРИ И. Б. Плешаков, А. С. Архипченко и Д. С. Несвит. На основании этих работ И. Б. Плешаковым (Плешаков, 1957ф) была разработана детальная стратиграфическая схема для неогеновых отложений. Считая богачевскую свиту более древней, чем тюшевская, он, в отличие от предыдущих исследователей, из состава этих свит выделяет, как равноценную им по объему, ивановскую свиту. Вулканогенные образования кроноцкой свиты рассматриваются как фациальный аналог тюшевской свиты.

В 1957 г., 1959 г. на площади проведена аэромагнитная съемка масштаба 1 : 200 000. Карта магнитного поля, составленная по результатам съемки, хорошо отражает основные структуры района.

В 1959 г. геологической съемкой масштаба 1 : 200 000 была охвачена северная часть территории. В результате работ были детально расчленены богачевская и тюшевская свиты, сделаны некоторые изменения в понимании их объемов, характера взаимоотношения и площади распространения (Ковалев, 1960ф).

В 1959–60 гг. выполнена гравиметрическая съемка масштаба 1 : 200 000 (Супруненко, 1961ф). Работами выяснено совпадение некоторых гравитационных аномалий с известными структурами (Ольгинская антиклиналь, зона сочленения Кроноцкого антиклинория с Тюшевским синклиномием).

В 1960 г. геологическим картированием масштаба 1 : 25 000 была уточнена геологическая структура площади, расположенной между устьем р. Ольги и средним течением р. Тюшевки (Садреев, 1961ф).

В 1961 г. было завершено геологическое картирование в масштабе 1 : 200 000 юго-восточной части территории листа N-57-XII, XVIII, N-58-VII и в 1962 г. проводились контрольно-уязвочные маршруты на остальной территории, ранее охваченной геологической съемкой масштаба 1 : 200 000 Л. П. Грязновым (Грязнов, 1956ф) и Б. В. Ковалевым (1960ф), (Садреев, 1962ф, 1963а, ф).

В пределах листа N-57-XII, XVIII, N-58-VII проводились стратиграфические исследования: в 1961–62 гг. в западной части района (Супруненко, 1963ф); в 1963–65 гг. в центральной и северной частях (Садреев, 1963б, ф; 1966ф; Арсанов, 1965ф). В результате были получены новые данные по стратиграфии неогеновых отложений, в частности о стратиграфическом положении свиты Горячих Ключей.

В 1961 г. вышла книга «Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности Камчатки» под редакцией В. Г. Васильева. В этой книге геологами, проводившими исследования в верховье р. Богачевки, обобщены материалы, полученные при маршрутных, геолого-съемочных, тематических, геофизических и буровых работах, дана оценка перспектив нефтегазоносности Богачевской площади. На схематической тектонической карте Кроноцкого района, приложенной в книге, показаны Богачевская и Ольгинская нефтеперспективные зоны, граница между которыми проведена несколько южнее р. Двухлагерной.

В 1965 г. в центральной части Кроноцкого полуострова А. С. Арсановым (Арсанов, 1966ф) проводятся тематические биостратиграфические исследования неогеновых отложений.

В 1963–64 гг. в пределах Конусной антиклинали были осуществлены буровые структурно-поисковые работы (Супруненко, 1965ф).

В 1965–66 гг. в районе проведена гравиметрическая съемка масштаба 1 : 1 000 000, а в 1982–84 гг. масштаба 1 : 200 000.

В 1968–70 гг. площадь листа N-57-XI была покрыта геологической съемкой масштаба 1 : 200 000 под руководством А. Г. Цикунова. Им выделена позднемеловая валагинская серия, расчлененная на толщи. Палеогеновые и неогеновые отложения расчленены на свиты. Подробно охарактеризованы четвертичные вулканиты. Выделены позднемеловые интрузии ультраосновного, основного и субщелочного состава. Выявлены проявления хрома, золота, ртути.

С 1977 г. по 1985 г. в Валагинском хребте М. Е. Бояриновой проведены стратиграфические работы. В результате этих работ получены данные

по обоснованию позднемелового возраста осадочных и вулканогенно-осадочных образований.

В 2000–2001 гг. Камчатская поисково-съемочная партия ПО «Камчат-геология» проводила полевые работы по мелкомасштабному геохимическому картированию Восточной Камчатки, в том числе и Кроноцкого заповедника.

Следует отметить, что районами длительных научных исследований лаборатории вулканологии АН СССР (50-е гг.), а начиная с 60-х гг., Института вулканологии являются: кальдера Крашенинникова, Узонско-Гейзерная депрессия, вулканы Семячикского района. С начала 70-х гг. прошлого столетия сотрудниками Института вулканологии ведутся исследования в Долине гейзеров по теме «Изучение режима гейзеров».

В связи со сходом оползня 3 июня 2007 г., изменившего облик Долины гейзеров, в течение 2007 г. в рамках реализации «Плана организационно-технических мероприятий по контролю над состоянием природных комплексов и объектов в ДГ» сотрудниками Института вулканологии и сейсмологии выполнялись отдельные работы по проекту «Проведение полномасштабного картирования термальных источников и оценка их современного состояния. Подготовка долгосрочного прогноза развития геотермальных и оползневых процессов в ДГ».

В 2008 г. Камчатским филиалом Геофизической службы РАН были организованы работы по мониторингу сейсмической обстановки в Узон-Гейзерном районе.

Сейчас под пристальным вниманием Геофизической службы РАН находится вулкан Кизимен, в районе которого с апреля 2009 г. регистрируется мощный рой землетрясений, связанный с активизацией вулкана. Извержение вулкана началось осенью 2010 г. и продолжается до настоящего времени.

При подготовке к изданию геологической карты листа N-57-XII, XVIII; N-58-VII использованы материалы геологических съемок масштаба 1 : 200 000 (Грязнов, 1956ф; Ковалев, 1960ф; Садреев, 1962ф), масштаба 1 : 50 000 (Севостянов, 1953ф; Краснова, 1954ф), М 1 : 25 000 (Садреев, 1961ф), редакционно-уязвочных работ (Садреев, 1963а, ф), стратиграфических исследований (Плешаков, 1957ф; Супруненко, 1963ф; Садреев, 1963б, ф; 1966ф; Арсанов, 1965ф, 1966ф) и результаты дешифрирования аэрофотоснимков масштаба 1 : 60 000. Геологическая карта листа N-57-XII, XVIII, N-58-VII издана в 1974 г.

В 1985 г. начаты работы по подготовке к изданию геологической карты листа N-57-XI масштаба 1 : 200 000. При составлении геологической карты, совмещенной с картой полезных ископаемых, и объяснительной записки в основу положены материалы геологосъемочных работ масштаба 1 : 200 000, 1 : 50 000 и 1 : 10 000, тематические исследования. Используются материалы геофизических работ, космо-, аэрофотоснимки и аэрофотосхемы масштаба 1 : 1 000 000, 1 : 60 000 и 1 : 20 000. На аэрофотоснимках хорошо дешифрируются разрывные нарушения, четвертичные рыхлые отложения, четвертичные и плиоценовые вулканиты. Геологическая карта листа N-57-XI масштаба 1 : 200 000 издана в 1986 г.

Геологическая карта листа N-57-XVI, XVII масштаба 1 : 200 000 подготовлена к изданию в 1985 г.

### Геологическая изученность территории заповедника

Перечень работ приводится в соответствии с номером контура на картосхеме геологической изученности (рис. 1). Все перечисленные ниже работы в виде отчетов хранятся в территориальном фонде геологической информации Камчатки, расположенном в г. Петропавловске-Камчатском (п. Сероглазка). В тексте, в ссылках на работы год сопровождается буквой ф (например, 1958ф), что указывает на хранение данных отчетов в территориальном фонде.

1 — Штемпель Б. М. Отчет о работе Камчатской горно-геологической экспедиции в 1927 г. Топооснова 1 : 50 000. Пройдено 71,7 п.м скважин, изучалось Богачевское месторождение нефти.

2а — Двали М. Ф. Описание геологических маршрутов, произведенных в 1937–38 гг. в районе Кроноцкого заповедника на восточном побережье Камчатки. Описано 551 обнажение и множество ключей, среди которых есть и теплые — Мутновские, Тюшевские, Малые Чажминские.

2б — Двали М. Ф. Геологическое строение и нефтеносность восточного побережья Камчатки (район рек Богачевки — Мал. Чажмы) 1937–38 гг. Карта некондиционная. Маршруты по речкам и их притокам.

3а — Макаров В. Г. Предварительный отчет Богачевской полевой партии за 1941 год. Масштаб 1 : 10 000. Карта некондиционная. В качестве топоосновы использовались копии карт по работам Штемпеля 1929 г. масштаба 1 : 10 000 и 1 : 84 000. Обе карты имеют значительные погрешности и неточности.

3б — Макаров В. Г. Предварительный отчет Богачевской полевой партии за 1941 год. Масштаб 1 : 10 000. Карта некондиционная. В качестве

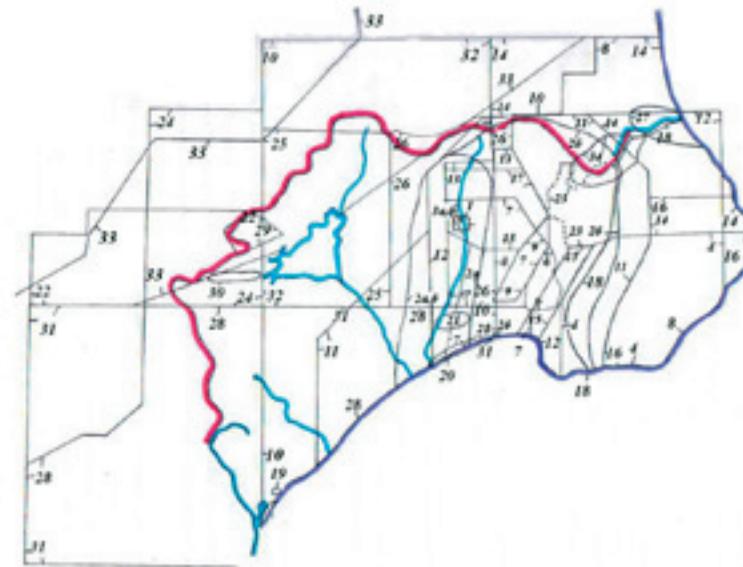


Рис. 1. Схема геологической изученности территории Кроноцкого заповедника

топоосновы использовались копии карт по работам Штемпеля 1929 г. масштаба 1 : 10 000 и 1 : 84 000. Обе карты имеют значительные погрешности и неточности.

3б — Макаров В. Г. Геологический отчет по Богачевской нефтеразведке за 1946 г. Пробурено всего 5 разведочных профилей из 16 скважин. В 1946 г. на Богачевском месторождении пробурено 5 скважин общим метражом 1441,2 м. Карта некондиционная.

4 — Толстов М. С. Отчет о работах Козлово-Тюшевской геологосъемочной партии на Кроноцком полуострове в 1950 г.

5 — Грязнов Л. П. Геологическое строение и нефтеносность района верховьев р. Богачевки на восточном побережье Камчатки (отчет по работам Богачевской п/с партии за 1951 г.). Карта кондиционная в масштабе 1 : 10 000. По совокупности всех признаков нефтегазоносности Богачевская площадь признана перспективной.

6 — Севостьянов К. М. Отчет по работам Татьяно-Тюшевской геологосъемочной партии за 1951 г. Карта четвертичных отложений и геоморфологическая карта в масштабе 1 : 25 000.

7 — Грязнов Л. П. Геологическое строение и нефтеносность центральной части Кроноцкого района на восточном побережье Камчатки. 1952 г. Работа тематическая, обобщены сведения по стратиграфии.

8 — Карасев Б. Н. и др. Отчет по комплексной геологической и гидрогеологической съемке масштаба 1 : 500 000, произведенной в 1953 г. на территории Восточной Камчатки в районе Кроноцкого полуострова и бассейнов рек: Татьяна, Ольга, М. Чажма, Четвертая. Карты масштаба 1 : 500 000 четвертичных отложений, геоморфологическая.

9 — Краснова В. Н. Отчет по работам Ольгинской геологосъемочной партии за 1953 г. (детальная геологическая съемка масштаба 1 : 25 000).

10 — Калининкова Н. Е. и др. Отчет по комплексной геологической и гидрогеологической съемке масштаба 1 : 500 000, произведенной в 1953 г. на территории Восточной Камчатки в р-не Кроноцкого озера и бассейнов р. Богачевка, Сторож и Лев. Щапина. Карты масштаба 1 : 500 000 четвертичных отложений, геоморфологическая.

11 — Грязнов Л. П. и др. Отчет по работам Кроноцкой геологосъемочной партии № 52 за 1954 г. (геологическая съемка масштаба 1 : 200 000 и составление сводной геологической карты по Кроноцкому району восточного побережья Камчатки). Составлен сводный эталонный литолого-стратиграфический разрез, что позволило выяснить тектоническое строение Кроноцкого района.

12 — Плешаков И. Б. и др. Отчет по теме 264: «Стратиграфия третичных отложений Кроноцкого района (восточное побережье Камчатки)». Промежуточный отчет. 1955 г. Карты масштаба 1 : 200 000. Впервые произведено описание эталонного разреза третичных отложений, проведено тектоническое районирование с выделением геосинклинального прогиба.

13 — Архипченко А. С. Геологическое строение и нефтеносность района верховьев рр. Богачевки, Крутой, Тюшевки и Ольховой на восточном побережье Камчатки, 1956 г.

14 — Ковалев Б. В. и др. Отчет о геологической съемке масштаба 1 : 200 000, проведенной в бассейнах рек Дроздовского, Б. и М. Чажмы летом 1959 г. Карты масштаба 1 : 200 000 полезных ископаемых, геоморфологическая. В геологическом строении р-на принимают участие осадочные, осадочно-туфогенные и эффузивные породы третичного и Q-возрастов. Дробность стратиграфического расчленения пород доведена до свит, охарактеризованных фаунистически.

15 — Садреев А. М. и др. Отчет о поисково-съемочных работах масштаба 1 : 25 000, проведенных Волчинской партией летом 1960 г.

в юго-западной части Кроноцкого перешейка. Карты масштаба 1 : 25 000 полезных ископаемых, литологическая, геоморфологическая. В составе Q-образований выделены средне-верхнечетвертичные и верхнечетвертичные отложения.

16 — Садреев А. М. Отчет Тюшевской геологосъемочной партии масштаба 1 : 200 000 за 1961 год. Карты масштаба 1:200000 полезных ископаемых, геоморфологическая. На площади развиты отложения верхнемелового, палеогенового, неогенового и Q-возрастов. Стратиграфическое расчленение доведено до свит по литологическим признакам. Район изобилует интрузивными и субинтрузивными образованиями.

17 — Супруненко О. И. и др. Отчет по результатам работ Кроноцкой тематической партии за 1961 г. Карты масштаба 1 : 100 000.

18 — Садреев А. М. и др. Отчет Верхне-Тюшевской партии о результатах редакционно-увязочных работ в пределах листов N-57-XII, XVIII, N-58-VII, 1962 г. Выработана единая схема стратиграфии для третичных отложений. Возраст всех стратиграфических подразделений подкреплен фауной и спорово-пыльцевым комплексом.

19 — Зименко С. И. Разведка пемзы, 1962–63 гг.

20 — Куркин А. В. Поиски титано-магнетитовых россыпей, 1963 г.

21 — Павов К. Н. Нефтепоисковые работы, 1964–66 гг.

22 — Грецкий В. А., Цикунов А. Г. и др. Промежуточный отчет о результатах работ, проведенных Долиновской партией масштаба 1 : 200 000 в бассейне рек Правая Щапина, Унана, Чишец, Бёме (северное окончание Валагинского хребта) летом 1965 г.

23 — Арсанов А. С., Шапиро М. Н. Детализация стратиграфии неогеновых отложений Восточной Камчатки (отчет о результатах работ по теме: «Стратиграфия третичных отложений Восточной Камчатки, проведенная в 1965–67 гг.»). Работа тематическая. В Кроноцком районе выделены три основные структурно-фациальные зоны: кроноцкая, ольгинская и богачевская. В геологическом строении трех зон принимают участие отложения палеогена, миоцена, плиоцена и четвертичные, которые подразделяются на свиты.

24 — Бабак Б. Д., Коваль С. С. Отчет о результатах геолого-разведочных работ Щапинского ГРО, проведенных в 1966–67 гг. и подсчет запасов россыпного золота в долине руч. Темного по состоянию на 1/XII-1967 г.

25 — Цикунов А. Г. Промежуточный отчет Кроноцкой партии о геологосъемочных работах масштаба 1 : 200 000, проведенных летом 1968 г. в юго-западной части листа N-57-XI. Из состава вулканогенно-кремнистых

образований верхнемелового возраста выделены у/о вулканиды. Терригенные отложения на ЮВ склоне Валагинского хребта относятся к палеоцену (сопоставимы с дроздовской свитой). Впервые закартированы вулканогенные отложения щапинской свиты (средний плиоцен). Отложения четвертичного возраста дробно расчленены на ряд толщ и пачек. Территория перспективна на Cr, Cu, Au, Hg, гипс.

26 — Цикунов А. Г. Промежуточный отчет Кроноцкой партии о геологической съемке и поисках масштаба 1 : 200 000, проведенных в юго-восточной части листа N-57-XI (бассейн р. Богачевка) летом 1969 г. Карты масштаба 1 : 200 000. Район сложен миоценовыми, плиоценовыми и четвертичными образованиями различного состава и генезиса. В бассейне р. Богачевки выделены чажминская, тундровая свиты богачевской серии нижнемиоценового возраста, таловская свита тюшевской серии нижне-среднемиоценового возраста; впервые выделена алнейская серия, представленная вулканогенной и осадочной фациями, а также игнимбритами голыгинской свиты верхнеплиоценового возраста.

27 — Селиверстов В. А. Отчет о результатах работ по теме: «Стратиграфия и нефтегазоносность Богачевской структурно-формационной зоны», проведенных летом 1971 г. Для изучения разреза чажминской свиты (нижний миоцен) и поисков ее стратиграфических контактов проведены площадные исследования по долине р. М. Чажма. В результате построен нормальный стратиграфический разрез свиты. Получены новые данные о тектонике участка, характеризующейся развитием запрокинутых на ЮВ складок и надвигов со значительной амплитудой.

28 — Цикунов А. Г. и др. Отчет по геологосъемочным работам масштаба 1 : 200 000 на территории листов N57-XVI, XVII (Узонская партия, работы 1972–1975 гг.). Карты масштаба 1 : 200 000 геологическая, геоморфологическая.

29 — Бояринова М. Е. и др. Отчет по теме: «Стратиграфия меловых отложений Валагинского хребта», 1982 г. Топооснова карты 1 : 100 000. Работы велись с целью обоснования биостратиграфическими методами стратиграфической схемы мощных немых вулканогенно-осадочных толщ валагинской серии и вахвинской свиты, возраст которой трактуется от юры до мела. Отбирались образцы на микро-макрофауну и пыльцу, применен палеомагнитный анализ.

30 — Бояринова М. Е., Спирина Л. В. и др. Отчет о стратиграфических работах, проведенных в Валагинском хребте на территории листов N-57-X, XVI, XV, 1984 г.

31 — Шеймович В. С. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Серия Восточно-Камчатская. Листы N-57-XVI, XVII, 1985 г.

32 — Сляднев Б. И. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000 Серия Восточно-Камчатская. Лист N-57-XI, 1984–86 гг.

33 — Сляднев Б. И., Заякин В. В. и др. Отчет о стратиграфических работах по корреляции меловых отложений Восточной Камчатки. 1986–88 гг. Геологическая карта меловых отложений Восточного хребта Камчатки масштаба 1 : 500 000. Получены новые данные по обоснованию возраста толщ, составлены уточненная легенда и корреляционная схема меловых отложений хребтов Кумроч, Тумрок, Валагинского и п-ва Озернова.

34 — Морозов О. А., Бахтеев М. К. и др. Структурно-вещественные комплексы, тектоника и история развития В. Камчатки, 1989–95 гг. Масштаб 1 : 50 000. Составлены геологические и геодинамические карты опорных участков. Выделены литодинамические комплексы океанических рифтов, внутриплитной океанической обстановки, глубоководных желобов, вулканических островных дуг, задуговых прогибов и активных неостроводужных окраин.

Вся территория:

Власов Г. М. Геологический очерк Камчатского рудного района. 1950 г. Схематическая геологическая карта и карта рудопроявлений масштаба 1 : 1 000 000. Карта некондиционная. Составлена с использованием геологической карты масштаба 1 : 2 000 000 издания АН СССР под ред. Заварицкого А. Н. с небольшими дополнениями.

Двали М. Ф. Геологическое строение и нефтеносность Восточной Камчатки. 1950 г. Геологическая карта Камчатки масштаба 1 : 1 300 000. Геоморфологическая карта масштаба 1 : 5 000 000. Карта устарела, некондиционная. В основных чертах разработана схема стратиграфии всего разреза геологических образований Камчатки, выявлены основные черты ее тектоники, вулканизма, полезных ископаемых.

Мокроусов В. П. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1 : 1 000 000. Лист N-57 (Петропавловск-Камчатский). Объяснительная записка. Госгеол-техиздат, 1960 г. Карта составлена на основании данных геологических и гидрогеологических съемок масштаба 1 : 500 000 с использованием всех ранее проведенных исследований (тематических, геофизических, работ по изучению вулканов).

Шилин Н. Л. и др. Выявление глобальных закономерностей размещения крупных эндогенных месторождений Au, Sn и др. металлов в пределах рудоконтролирующих структур. 1976 г. Карты масштаба 1 : 5 000 000: морфоструктурная схема Востока СССР; морфоструктурная схема Камчатки; тектонические районы Камчатки и др. Отчет по результатам обобщения литературных и отчетных источников, а также по материалам исследований группы Шилина Н. Л.

Геологическая карта Камчатской области. Авторы карты: Марченко А. Ф., Сидорчук И. Л. и др. 1976 г. масштаба 1 : 1 500 000. Карта составлена по материалам Камчатского геологического управления, ВСЕГЕИ, НПО СЕВМОРГЕО, Всесоюзного производственного объединения Аэрогеология. Редактор Г. М. Власов.

Павлова Л. Е., Ефремова Л. А. и др. Типы гидрогеологических структур вулканических районов Камчатской области. 1985–88 гг. Карты масштаба 1 : 1 000 000, геоморфологическая карта вулканических районов Камчатской обл.

Бояринова М. Е., Вешняков Н. А. и др. Структурно-вещественные комплексы, история развития и тектоника Восточной Камчатки. 1989–1995 гг. Получены новые данные о строении и возрасте отложений. Установлены геодинамические обстановки и время их формирования.

#### ИСТОРИЯ ГЛЯЦИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ КРОНОЦКОГО ЗАПОВЕДНИКА

*«...одно почти там увеселение  
смотреть на превысокие и нетающим  
снегом покрытые горы».*

Степан Петрович Крашенинников

*Н. В. Голуб*

*ФГБУ «Кроноцкий государственный заповедник»,  
e-mail: golubnatash@yandex.ru*

**Ключевые слова:** Кроноцкий заповедник, ледник, Кроноцкий массив, баланс массы ледника.

Благоприятное сочетание орографических и климатических условий Кроноцкого заповедника обусловило широкое развитие снежников,

а также ледников на отдельных вулканах и особенно в горах Кроноцкого полуострова. Обилие твердых осадков, выпадающих в течение длительного зимнего периода, и низкие температуры в горах способствуют современному оледенению. Ещё ученый-натуралист, участник Второй Камчатской экспедиции Витуса Беринга, Г.-В. Стеллер в своем труде «Описание земли Камчатки» (Стеллер, 2011) утверждал: «Я сомневаюсь, чтобы где-нибудь выпадало больше глубокого снега, чем на Камчатке, между 51 ° и 54 ° широты». На заснеженность Кроноцких гор обратил внимание и геолог К. Дитмар, проходивший на гребном вельботе вдоль восточного побережья Камчатки в 1852 г. В своем отчете он писал: «К северу от мыса оказалась бухта, которая глубоко врезывалась в северо-западном направлении в сушу и была окружена высокими снежными горами... 26 июля... Снег лежал еще до самого моря в виде больших пятен, среди которых выступала роскошная зелень травы... Мы действительно обогнули мыс Кроноцкий с его высокими горами, именно вследствие своей высоты представляющими такой резко зимний характер» (Дитмар, 2009).

В 1908–1909 гг. к западу от Кроноцкого полуострова прошли зоологический, ботанический и геологический отряды экспедиции Русского географического общества, руководимые соответственно П. Ф. Шмидтом, В. Л. Комаровым, С. А. Конради. Горы полуострова ими не посещались, но в материалах экспедиции имеется указание на значительную заснеженность гор средней части Кроноцкого полуострова. Так, например, В. Л. Комаров сообщал: «Хорошо видны мыс Козлова и снеговая цепь гор массивного Кроноцкого мыса». И далее: «11 сентября 1909 г... От устья р. Тихой с наружного берегового вала видно мыс Козлова на О 71 °, от него влево снеговую низкую цепь гор» (Комаров, 1950).

До 1940 г. территория Кроноцкого заповедника, организованного в 1934 г., оставалась практически Terra incognita. Но, начиная с 1936 г., заповедник существует уже как научно-исследовательское учреждение (Аверин, 1948), благодаря чему с 1940 г. началось изучение природы и территории заповедного района его сотрудниками: зоологом Ю. В. Авериним, геологом Т. И. Устиновой, охотоведом В. Т. Гавриловым.

В частности, посетив некоторые ледники, Ю. В. Аверин и Т. И. Устинова пришли к заключению, что в Кроноцких горах, где ледники — характерный элемент горного ландшафта, «...имеется около 10 крупных (в несколько километров длиной) и около 20 мелких ледников» (Главацкий, Логунов, 1946). Развитие здесь крупных ледников Ю. В. Аверин объяснил

наличием больших и глубоких понижений в центральной, возвышенной части полуострова и обилием осадков в виде снега, скапливающегося в этих впадинах (Аверин, 1948). Он подчеркивал, что на полуострове летом чаще дожди, зимой заметно больше снега, чем в других районах заповедника.

В августе 1946 г. Т. И. Устинова и Ю. В. Аверин с целью изучения посетили вулканы Гамчен и Комарова. Специальные гляциологические исследования в этом районе Устиновой не проводились. Но в статье о вулкане Гамчен Татьяна Ивановна приводит первое довольно подробное описание Гамченского ледника. Так в этой работе сообщается, что кальдера Ледникового конуса, примыкающая с северо-запада к собственно конусу Гамчен с отметкой 2576 м, выполнена небольшим подвижным ледником, состоящим из обширного, почти округлого фирнового бассейна около 1 км в поперечнике и короткого крутого языка длиной 200 м. Кроме того, Татьяна Ивановна отметила, что ледник сокращался. Высокие гряды конечной морены лежали значительно ниже окончания языка. Ниже конца языка тянулся слой старого неподвижного мертвого льда, прикрытый слоем морены мощностью около 5 м (Устинова, 1954).

Комментируя эти наблюдения, следует сказать о том, что по данным метеостанции Семячик годы с 1936 г. по 1953 г. отличались малоснежностью, средняя сумма осадков за холодный период составила 513 мм, что на 35 % меньше нормы всего периода наблюдений на станции. Так, например, баланс массы ледника Кропоткина (влк. Б. Семячик) в этот период был только отрицательным и ледник отступал.

В 1946 г. А. Н. Заварицким была организована аэровулканологическая экспедиция. По материалам этой экспедиции составлены монография А. Н. Заварицкого Вулканы Камчатки и атлас вулканов СССР А. Е. Святловского, где содержится очень краткая информация о некоторых ледниках, в том числе и о ледниках заповедника (Голуб, 2002).

В 1946–1947 гг. вулканолог В. И. Влодавец, изучавший вулканы и вулканические образования в районе вулкана Б. Семячик, дал описание ледникового цирка северо-северо-западной экспозиции выше названного вулкана (Влодавец, 1958), оценив площадь карового ледника (впоследствии это ледник Кропоткина) в 0,5 км<sup>2</sup>.

Затем в 1958 г. П. А. Иваньков составил краткую сводку об оледенении Камчатки. При ее составлении автор использовал главным образом аэрофотосъемочные и картографические материалы. В работе содержится

общая характеристика оледенения, приводятся данные о размерах и типах ледников, дается описание оледенения отдельных хребтов и горных групп, имеются некоторые сведения об условиях развития ледников. Общая площадь оледенения Камчатки, по его вычислениям, составляла в 1950 г. 866 км<sup>2</sup>. Для Кроноцкого полуострова он приводит величину площади оледенения 86,5 км<sup>2</sup> (Преображенский и др., 1965).

Следует упомянуть геологосъемочные и геологоразведочные работы, начавшиеся с конца 20-х гг. двадцатого века в связи с поисками нефти в районе Богачевки. Можно предположить, что в многочисленных отчетах, составленных по результатам геологических, гидрогеологических съемок, геофизических и тематических работ могут содержаться также сведения о ледниках Кроноцкого полуострова и ледниках, расположенных на вулканах.

На этом предыстория изучения ледников заканчивается.

Первые гляциологические исследования на Камчатке были проведены Институтом географии АН СССР с 14 сентября по 23 октября 1960 г. на ряде ледников Кроноцкого массива. Главной задачей исследований было изучение Кроноцкого узла как ледникового района океанического типа, выявление связей оледенения с орографическими и климатическими условиями, а также изучение отдельных ледников, их режима и динамики, проведение геодезических и фототеодолитных съемок. Исследования включали метеорологические наблюдения на ледниках, изучение особенностей их питания, выяснения характера строения верхней части снежно-фирновой толщи (Преображенский и др., 1965). В этой работе сообщается, что в состав Кроноцкого ледникового узла входят 28 ледников и более 100 крупных снежников и значительных фирновых полей. Дано подробное описание нескольких ледников Кроноцкого полуострова, таких как Корыто, Маркова, Бунина, Бровко, Широкий. А также были изучены условия оледенения. Средняя многолетняя годовая сумма твердых осадков в фирновой зоне по оценке исследователей составила не менее 1800–2400 мм (Преображенский и др., 1965).

В 1968 г. был издан Каталог ледников Камчатки (Виноградов, 1968), составленный В. Н. Виноградовым по материалам аэрофотосъемки 1949–1950 гг., данным гляциологических исследований Института географии АН СССР в 1960 г., Института вулканологии АН СССР в 1963–1965 гг. и из литературных источников. Часть Каталога, охватывающая ледники Кроноцкого полуострова (№ 203–234), составлена по аэрофотосъемочным материалам 1957 г. с использованием данных карт крупного масштаба.

Согласно Каталогу ледников Камчатки всего по Кроноцкому п-ву 32 ледника, площадью 91,9 км<sup>2</sup>; 1 ледник Гамченский, площадью 0,7 км<sup>2</sup>; 2 ледника на Кроноцком вулкане, площадью 4,8 км<sup>2</sup>; 3 ледника на вулкане Крашенинникова, площадью 0,5 км<sup>2</sup> и + 1 ледник в атрии вулкана без значения площади; 2 ледника на вулкане Большой Семячик, площадью 0,9 км<sup>2</sup>. Итого на территории Кроноцкого заповедника 40 ледников (плюс 1 ледник в атрии влк. Крашенинников), общей площадью 98,8 км<sup>2</sup>.

В июне 1971 г. на Кроноцком полуострове гляциологический отряд Института географии АН СССР обследовал ледник Корято. Был собран материал по приходной части баланса, а также вырыт шурф в области питания ледника. Выяснено, что средняя многолетняя сумма твердых осадков в верхней зоне Кроноцкого массива 3180 мм. Эта величина наибольшая для всего континента Евразии (Виноградов и др., 1976).

В 1976 г. на заповедной территории проведены лесоустроительные работы, включая аэрофотосъемку. По результатам этих работ: в заповеднике 46 ледников, общей площадью вместе со снежниками 13,7 тыс. га или 1,4 % от общей площади заповедника.

В августе 1985 г. ледник Кропоткина, расположенный в северо-северо-западном цирке вулкана Б. Семячик, посетил гляциолог Я. Д. Муравьев с целью оценки баланса массы ледника.

В 1996–1997 гг. совместная экспедиция Камчатского отдела РГО и Института низких температур (Хоккайдский университет, Япония) в рамках 3-летнего проекта «Криосферно-гидрологический цикл на Камчатке в прошлом и настоящем» выполняла гляциометеорологические и гидрологические исследования на леднике Корято (Кроноцкий полуостров), направленных на расчет коррелятивных связей между режимом кроноцких ледников и региональным климатом.

В результате исследований были получены следующие важные результаты:

1) Полные материалы метеорологических наблюдений автоматической метеорологической станции в центре Кроноцкого горного массива за период с 20 июля 1996 г. по 7 сентября 1997 г.

2) Удельный баланс массы ледника Корято в 1996–1997 гг. был резко положительным и составил 2350 мм водного эквивалента, что было связано в первую очередь с повторением аномальной по снежности зимы. В середине сентября сезонная снеговая граница находилась в предгорьях Кроноцкого массива очень низко, на высоте 525 м н. у. м, что на 70–80 м ниже ее среднемноголетнего значения.

3) Выполнены геоморфологические исследования долины ледников Корято и Августы.

4) Для оценки возраста морен использованы методы тефрохронологического и лихенометрического абсолютного датирования.

Результаты исследований изложены в 2-хтомном сборнике статей «Криосферные исследования на Камчатке» (Hokkaido University, 1997, 1999). В 1999 г. в районе ледника Корято в рамках этого же проекта проводились исследования для изучения особенностей развития растительности в условиях экстремальной снежности.

Начиная с 1997 г. автор ежегодно проводит работы на ледниках влк. Б. Семячик: на леднике Кропоткина (рис. 1) и леднике № 242 (рис. 2). В 2004 г., 2006 г., 2010 г., 2011 г. выполнялись работы на леднике влк. Тауншиц (рис. 3). В 2009 г. удалось сфотографировать труднодоступный Гамченский ледник (рис. 4).

Сравнение современного положения ледниковых языков с аэрофотоснимками 1976 г. позволило оценить деградацию ледников за последние 25 лет второго тысячелетия, затем за последующие 10 лет с 2001 г. по 2010 г.

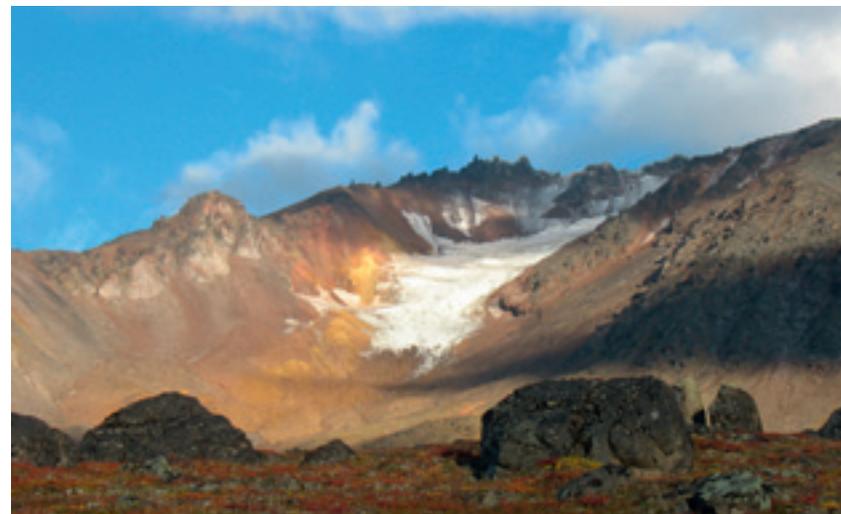
Ледник Кропоткина. Были проведены работы по датированию конечно-моренных образований ледника Кропоткина, что позволило определить границы ледника в начале и конце малого ледникового периода. Возраст моренных образований оценивался с помощью лихенометрического метода, традиционно используемого для датирования современных ледниковых форм рельефа (Solomina et al., 1999). Датировка морен подтверждалась наличием маркирующего горизонта грубой тефры (шлаки и вулканический песок). В результате были рассмотрены колебания ледника Кропоткина на протяжении последних четырех столетий (Голуб, 2002). Максимальных размеров он достигал в малом ледниковом периоде (в большинстве районов Камчатки это XVII–XIX вв.), минимальных — в конце 1940-х и 1990-х гг. Сокращение площади ледника Кропоткина, происходившее в первой половине XX столетия, было приостановлено подвижкой ледника во второй половине 1960-х — начале 1970-х гг., обусловленной положительным балансом его массы. За прошедшие после этого 25 лет (1976–2000 гг.) фронт ледника отступил на 90–100 м (Голуб, 2005). В конце 1990-х гг. началось формирование современной морены отступления. С 2001 г. по 2010 г. ледниковый язык вновь сократился. Был сделан вывод о том, что к 2010 г. относительно границы ледника конца 70-х гг. прошлого столетия ледник Кропоткина



**Рис. 1.** Ледник Кропоткина 15 сентября 2009 г.



**Рис. 2.** Ледник № 242 16 августа 2010 г.



**Рис. 3.** Ледник влк. Таунищ 5 сентября 2010 г.



**Рис. 4.** Ледник Гамченский 17 августа 2009 г.

отступил в точке бифуркации на 250 м; левый язык — на 170 м; правый язык — на 230 м (Летопись природы, 2010). Средняя многолетняя граница питания проходит на высоте 1140 м.

Ледник Тауншиц. Сопоставление имеющихся данных об истории развития вулкана и ледника на нем позволило сделать следующие предположения. В первой половине голоцена, после образования кратера в результате катастрофического взрыва 8500 лет тому назад, ледник, впоследствии заполнивший его, занимал площадь 8,9 км<sup>2</sup> и снижался до отметок 1100–1150 м при ширине фронтальной части около 3 км. Затем, из-за потепления климата и за счет сокращения области питания ледника по причине активизации вулкана 2400 лет тому назад, ледник деградировал. За последние 25 лет второго тысячелетия ледник отступил на 150 м. В настоящее время его площадь оставляет 0,30 км<sup>2</sup>, диапазон высот — 2270–1700 м, граница питания проходит на высоте 2050 м (Голуб, 2006).

### Литература

- Аверин Ю. В. Наземные позвоночные Восточной Камчатки. Труды Кроноцкого государственного заповедника. — М., 1948. — Выпуск 1. — 222 с.
- Виноградов В. Н. Каталог ледников СССР. — Л.: Гидрометеиздат, 1968. — Т. 20, Камчатка, части 2-4. — 76 с.
- Виноградов В. Н., Ходаков В. Г. Баланс льда ледника Кориго в Кроноцком массиве. — М.: Наука, 1976. — Гляциологические исследования № 25. — С. 18–26.
- Влодавец В. И. Вулканы и вулканические образования Семьячинского района. Труды лаборатории вулканологии. — М.: из-во АН СССР, 1958. — Выпуск 15. — С. 28.
- Главацкий С. Н., Лагунов И. И. Работа Камчатского отдела Географического общества в 1941–1945 гг. — Известия ВГО, 1946. — Т. 78. — Выпуск 1. — С. 124–126.
- Голуб Н. В. Моренный комплекс ледника Кропоткина как отражение его динамики в XVII–XX столетиях. // МГИ. — 2002. — Выпуск 93. — С. 95–97.
- Голуб Н. В., Муравьев Я. Д. Баланс массы и колебания ледника Кропоткина (вулкан Большой Семьячик, Восточная Камчатка) и их связь с климатом. // МГИ. — 2005. — Выпуск 99. — С. 26–31.
- Голуб Н. В. Об истории развития ледника в кратере вулкана Тауншиц. // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. — 2006. — № 2. — Выпуск № 8. — С. 158–162.
- Дитмар К. Поездки и пребывание в Камчатке в 1851–1855 г. — П.-К.: Новая книга, 2009. — С. 227–228.
- Комаров В. Л. Путешествие по Камчатке в 1908–1909 гг. — М., Л.: из-во АН СССР, 1950. — Т. VI. — С. 340.
- Преображенский В. С., Модель Ю. М. Кроноцкий ледниковый узел. // В сборнике

«Тепловой и водный режим снежно-ледниковых толщ». — М.: Наука, 1965. — С. 5–30.

- Стеллер Г.-В. Описание Земли Камчатки. — П.-К.: Новая книга, 2011. — С. 70.
- Устинова Т. И. Вулкан Гамчен. // Бюллетень вулканологической станции. — 1954. — № 21. — С. 47–55.
- Cryospheric studies in Kamchatka. I. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, 1997. — 149 p.
- Cryospheric studies in Kamchatka. II. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, 1999. — 170 p.
- Solomina O., Muravyev Y., Shiraiwa T. Lichenometric studies of moraines in Kronotsky Peninsula, Kamchatka, Russia. — Cryospheric studies in Kamchatka. II. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, 1999. — P. 76–78.

### ИСТОРИЯ И ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ БРИОФЛОРЫ КРОНОЦКОГО ЗАПОВЕДНИКА

В. Э. Федосов<sup>1</sup>, Е. Ю. Кузьмина<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Биологический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова,  
e-mail: fedosov\_v@mail.ru

<sup>2</sup>Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН,  
e-mail: ekuzmina@yandex.ru

**Ключевые слова:** Кроноцкий заповедник, бриофлора, редкие виды, флористические исследования, Камчатка, мхи.

История изучения бриофлоры Кроноцкого заповедника достаточно богата фактами и начинается с первых экспедиций, направленных на исследование этой территории. В то же время до последнего времени на территории заповедника не работали профессиональные бриологии, и данные по его бриофлоре преимущественно основывались на сборах геоботаников, проводимых при описании растительности. Первые сборы мхов с будущей территории заповедника были проведены членами экспедиции Ф. П. Рябушинского В. П. Савичем и В. Л. Комаровым в 1908–1909 гг. В то же время первые данные о мхах заповедника в литературе появляются только в 30-х гг. XX в., когда бриолог из Ботанического института АН СССР Л. И. Савич обработала эти материалы. Опубликованные данные очень отрывочны, для территории заповедника приводятся 13 видов сфагновых и 9 видов бриевых мхов (Савич, 1932, 1934).

В 1960 г. на территории Кроноцкого заповедника работала экспедиция Эстонской академии наук. Сборы мхов в Долине гейзеров проводились лихенологом и геоботаником Х. Х. Трасом и были определены А. Калда; для района им приводится 9 видов (Трасс, 1963). Дальнейшее накопление данных по флоре мхов Кроноцкого заповедника связано с обработкой материалов экспедиций Ленинградского университета 1974–1978 гг. под руководством Ю. Н. Нешатаева, направленных на изучение растительности заповедника; бриологические сборы обрабатывались В. Я. Черданцевой, Е. Н. Андреевой, Л. А. Добрецовой, И. В. Чернядьевой. По результатам этой работы в 1994 г. вышла монография «Растительность Кроноцкого государственного заповедника (Восточная Камчатка)», в которой для территории заповедника приводится уже 49 видов мхов. Параллельно сбор образцов мхов на территории заповедника проводился В. В. Якубовым, А. Г. Микулиным и другими сотрудниками БПИ ДНЦ АН СССР, ТИГ ДНЦ АН СССР, а также сотрудниками самого заповедника. Подавляющая часть их коллекций была обработана В. Я. Черданцевой, которая приводит для территории заповедника 103 вида (Черданцева, 1993, 2003), два из которых (*Bartramiopsis lescurii* и *Pogonatum japonicum*) рассматривает как редкие для Камчатской области (Черданцева, 1993). В 2005 г. вышла работа И. В. Чернядьевой, в которой суммированы накопленные к этому моменту данные по бриофлоре Камчатки. Данные приводятся по отдельным территориям, в частности, для Кроноцкого заповедника на основании литературных данных и ранее не опубликованных данных автора приводится 119 видов мхов (Czernyadjeva, 2005). В 2009, 2010 и 2011 гг. на территории Кроноцкого заповедника работает группа геоботаников БИН РАН под руководством В. Ю. Нешатаевой, в 2010 г. в их исследованиях участвует бриолог Е. Ю. Кузьмина. Результаты их работы в кальдере вулкана Узон, ельниках Лазовского участка заповедника и в роще пихты грациозной отражены в работах: Кузьмина (2010) — 78 видов, Кузьмина (2011) — 37 видов, Кузьмина, Нешатаева (2011) — 21 вид соответственно. Дальнейшее определение Е. Ю. Кузьминой коллекций из Лазовского участка заповедника и Долины гейзеров, а также сборов М. В. Прозоровой с геоботанических площадок в Долине гейзеров позволило выявить несколько видов, ранее не приводившихся для территории заповедника. В сентябре 2011 г. в окрестностях Кроноцкого озера, кальдере влк. Крашенинникова, Долине Смерти и Долине гейзеров работал В. Э. Федосов. Его исследования, сконцентрированные на выявлении парциальных флор мхов отдельных ландшафтных урочищ, а также

выявлении флоры мхов окрестностей Кроноцкого озера и Долины гейзеров, позволили по предварительным данным выявить около 90 новых для заповедника видов мхов. Также им была обработана коллекция мхов, собранная экспедицией БИН под руководством В. Ю. Нешатаевой в 2011 г., что пополнило бриофлору заповедника ещё на 4 вида мхов.

Таким образом, несмотря на то, что данные по бриофлоре Кроноцкого заповедника достаточно обширны, до настоящего момента они оставались разрозненными, так как почти не публиковалось работ, суммирующих их. Исключение представляет собой работа Czernyadjeva, 2005, однако данные, представленные в этой работе по территории заповедника, к настоящему моменту существенно устарели (с тех пор число видов мхов, обнаруженных в заповеднике, возросло более чем вдвое). Для оптимизации исследования бриофлоры Кроноцкого заповедника необходимо создание обобщающей сводки по флоре мхов территории, что и является основной целью данной работы.

### Результаты и обсуждение

Номенклатура мхов в списке, представленном ниже, приводится в соответствии с Ignatov, Afonina, Ignatova et al., 2006. В списке источников, на основании которых вид приводится для территории заповедника, ранее не опубликованные данные В. Э. Федосова по окрестностям оз. Кроноцкого приводятся как «Федосов, неопубл.», данные В. Э. Федосова и Е. Ю. Кузьминой по Долине гейзеров и Долине Смерти — как «Fedosov, Kuzmina, unpublished». Ссылки на эти неопубликованные данные приводятся только в случае, если нет опубликованных данных о произрастании этого вида в заповеднике.

*Abietinella abietina* (Hedw.) M. Fleisch. (Растительность ..., 1994; Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005);

*Amblystegium serpens* (Hedw.) Bruch et al. (Федосов, неопубл.);

*Amphidium lapponicum* (Hedw.) Schimp. (Федосов, неопубл.);

*Andreaea nivalis* Hook. (Fedosov, Kuzmina, unpubl.);

*A. rupestris* Hedw. (Федосов, неопубл.);

*Anomobryum julaceum* (Schrad. ex P.Gaertn., B.Mey. & Schreb.) Schimp. (Федосов, неопубл.);

*Arctoa fulvella* (Dicks.) Bruch et al. (Федосов, неопубл.);

*Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwaegr. (Савич, 1934; Трасс, 1963; Растительность ..., 1994; Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2010; Кузьмина, 2011);

*A. turgidum* (Wahlenb.) Schwaegr. (Савич, 1934; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2010);  
*Barbula convoluta* Hedw (Федосов, неопубл.);  
*Bartramia ithyphylla* Brid. (Федосов, неопубл.);  
*Bartramiopsis lescurii* (James) Kindb. (Черданцева, 1993; Czernyadjeva, 2005);  
*Blindia acuta* (Hedw.) Bruch et al. (Федосов, неопубл.);  
*Brachytheciastrum trachypodium* (Brid.) Ignatov & Huttunen (Федосов, неопубл.);  
*Brachythecium cirrosum* (Schwägr.) Schimp. (Федосов, неопубл.);  
*B. erythrorrhizon* Bruch et al. (Кузьмина, 2010; Кузьмина, Нешатаева, 2011);  
*B. mildeanum* (Schimp.) Schimp. ex Milde (Czernyadjeva, 2005);  
*B. rivulare* Bruch et al. (Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005);  
*B. salebrosum* (F. Weber et D. Mohr) Schimp. (Растительность ..., 1994; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2010; Кузьмина, 2011);  
*Bryhnia hultenii* E.B.Bartram (Fedosov, Kuzmina, unpubl.);  
*Bryoerythrophyllum ferruginascens* (Stirt.) Giacom (Федосов, неопубл.);  
*B. recurvirostrum* (Hedw.) P.C. Chen (Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005);  
*Bryoxiphium norvegicum* (Brid.) Mitt. (Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005);  
*Bryum argenteum* Hedw. (Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005);  
*B. elegans* Nees (Федосов, неопубл.);  
*B. schleicheri* Schwaegr. (Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005);  
*B. pseudotriquetrum* (Hedw.) P.Gaertn., V.Mey. & Schreb. (Кузьмина, 2010);  
*B. weigellii* Spreng. in Bischler (Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005);  
*Bucklandiella microcarpa* (Hedw.) Bednarek-Ochyra & Ochyra (Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005);  
*B. sudetica* (Funck) Bednarek-Ochyra & Ochyra (Федосов, неопубл.);  
*Callicladium haldanianum* (Grev.) H.A. Crum (Кузьмина, 2010);  
*Calliergon cordifolium* (Hedw.) Kindb. (Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2010);  
*C. giganteum* (Schimp.) Kindb. (Кузьмина, 2010);  
*C. richardsonii* (Mitt.) Kindb. (Кузьмина, 2010);  
*Calliergonella cuspidata* (Hedw.) Loeske (Czernyadjeva, 2005);  
*C. lindbergii* (Mitt.) Hedenäs (Федосов, неопубл.);  
*Campylidium sommerfeltii* (Myr.) Ochyra (Растительность ..., 1994; Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005);

*Campylium protensum* (Brid.) Kindb. (Федосов, неопубл.);  
*C. stellatum* (Hedw.) С.Е.О.Jensen (Федосов, неопубл.);  
*Campylopus subulatus* Schimp ex Milde (Fedosov, Kuzmina, unpubl.);  
*Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid. (Трасс, 1963; Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2010; Кузьмина, 2011);  
*Cinclidium stygium* Sw. (Федосов, неопубл.);  
*C. subrotundum* Lindb. (Czernyadjeva, 2005);  
*Climacium dendroides* (Hedw.) F. Weber et D. Mohr. (Растительность ..., 1994; Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, Нешатаева, 2011);  
*C. japonicum* Lindb. (Fedosov, Kuzmina, unpubl.);  
*Codiophorus brevisetus* (Lindb.) Bednarek-Ochyra et Ochyra (Fedosov, Kuzmina, unpubl.);  
*C. corrugatus* Bednarek-Ochyra et Ochyra (Bednarek-Ochyra, 2004; Czernyadjeva, 2005);  
*C. fascicularis* (Hedw.) Bednarek-Ochyra & Ochyra (Кузьмина, 2010);  
*Conostomum tetragonum* (Hedw.) Lindb. (Федосов, неопубл.);  
*Coscinodon cribrosus* (Hedw.) Spruce (Fedosov, Kuzmina, unpubl.);  
*Cratoneuron filicinum* (Hedw.) Spruce (Растительность ..., 1994; Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005);  
*Cynodontium strumiferum* (Hedw.) Lindb. (Федосов, неопубл.);  
*C. tenellum* (Schimp.) Limpr. (Федосов, неопубл.);  
*Dichodontium palustre* (Dicks.) M. Stech (Федосов, неопубл.);  
*D. pellucidum* (Hedw.) Schimp (Федосов, неопубл.);  
*Dicranella cerviculata* (Hedw.) Schimp. (Трасс, 1963; Кузьмина, 2010);  
*D. crispa* (Hedw.) Schimp. (Федосов, неопубл.);  
*D. subulata* (Hedw.) Schimp (Федосов, неопубл.);  
*Dicranum acutifolium* (Lindb. et H.Arnell) С.Е.О. Jensen ex J.G. Weinm. (Растительность ..., 1994; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2011);  
*D. angustum* Lindb. (Федосов, неопубл.);  
*D. bonjeanii* De Not. (Растительность ..., 1994; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2010);  
*D. brevifolium* (Lindb.) Lindb. (Растительность ..., 1994; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2010);  
*D. elongatum* Schleich. ex Schwaegr. (Растительность ..., 1994; Czernyadjeva, 2005);  
*Dicranum flexicaule* Brid. (Кузьмина, 2010);  
*D. fragillifolium* Lindb. (Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2011);

*D. fuscescens* Turner (Растительность ..., 1994; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2010; Кузьмина, 2011; Кузьмина, Нешатаева, 2011);  
*D. leioneuron* Kindb. (Fedosov, Kuzmina, unpubl.);  
*D. majus* Sm. (Растительность ..., 1994; Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2010; Кузьмина, 2011; Кузьмина, Нешатаева, 2011);  
*D. montanum* Hedw. (Кузьмина, 2010; Кузьмина, 2011);  
*D. polysetum* Sw. (Растительность ..., 1994; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2011);  
*D. scorarium* Hedw. (Растительность ..., 1994; Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2010; Кузьмина, 2011);  
*D. spadiceum* J.E. Zetterst. (Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2010);  
*D. undulatum* Schrad. ex Brid. (Растительность ..., 1994; Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2010);  
*Didymodon hedysariformis* Отнукова (Федосов, неопубл.);  
*Distichium capillaceum* (Hedw.) Bruch et al. (Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005);  
*D. inclinatum* (Hedw.) Bruch et al. (Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005);  
*Ditrichum flexicaule* (Schwägr.) Hampe (Федосов, неопубл.);  
*D. heteromallum* (Hedw.) E.Britton (Федосов, неопубл.);  
*D. lineare* (Sw.) Lindb. (Федосов, неопубл.);  
*Drepanocladus aduncus* (Hedw.) Wartnts. (Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2010);  
*D. polygamus* (Bruch et al.) Hedenaes (Czernyadjeva, 2005);  
*Echinophyllum sachalinensis* (Lindb.) O'Brian (Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2011);  
*Encalypta raptocarpa* Schwägr. (Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005);  
*E. procera* Bruch (Федосов, неопубл.);  
*Eurhynchiastrum pulchellum* (Hedw.) Ignatov et Huttunen (Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005);  
*Fissidens adianthoides* Hedw. (Федосов, неопубл.);  
*F. bryoides* Hedw. (Федосов, неопубл.);  
*F. osmundoides* Hedw. (Федосов, неопубл.);  
*Fontinalis hypnoides* C.C. Hartm. (Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005);  
*Funaria hygrometrica* Hedw. (Савич, 1934; Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005);  
*Grimmia alpestris* (F.Weber & D. Mohr) Schleich. (Федосов, неопубл.);  
*G. donniana* Sm. (Федосов, неопубл.);

*G. longirostris* Hook. (Федосов, неопубл.);  
*G. mollis* Bruch et al. (Федосов, неопубл.);  
*G. reflexidens* Müll.Hal. (Федосов, неопубл.);  
*G. triformis* Carestia & De Not. (Федосов, неопубл.);  
*Hamatocaulis vernicosus* (Mitt.) Hedenäs (Федосов, неопубл.);  
*Helodium blandowii* (F. Weber et D. Mohr) Warnst. (Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2010);  
*Herzogiella turfacea* (Lindb.) Z.Iwats. (Кузьмина, 2011);  
*Heterocladium dimorphum* (Brid.) Bruch et al. (Czernyadjeva, 2005);  
*Hygrohypnella bestii* (Renauld & Bryhn) Ignatov & Ignatova (Федосов, неопубл.);  
*H. ochracea* (Turner ex Wilson) Ignatov & Ignatova (Федосов, неопубл.);  
*H. polare* (Lindb.) Ignatov & Ignatova (Федосов, неопубл.);  
*Hylocomiastrum pyrenaicum* (Spruce) M. Fleisch. (Czernyadjeva, 2005);  
*Hylocomium splendens* (Hedw.) Bruch et al. (Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2011);  
*Hymenoloma crispulum* (Hedw.) Ochyra (Кузьмина, 2010);  
*Hypnum cupressiforme* Hedw. (Растительность ..., 1994; Czernyadjeva, 2005);  
*Isopterygiopsis alpicola* (Lindb. & Arnell) Hedenäs (Федосов, неопубл.);  
*I. muelleriana* (Schimp.) Z.Iwats. (Федосов, неопубл.);  
*I. pulchella* (Hedw.) Z. Iwats. (Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005);  
*Kiaeria glacialis* (Berggr.) I.Hagen (Кузьмина, 2010);  
*K. starkei* (F.Weber & D.Mohr) I.Hagen (Федосов, неопубл.);  
*Leptobryum pyriforme* (Hedw.) Wilson (Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2011);  
*Leptodictyum riparium* (Hedw.) Warnst. (Кузьмина, 2010);  
*Lescurea incurvata* (Hedw.) E.Lawton (Fedosov, Kuzmina, unpubl.);  
*L. radicata* (Mitt.) Mönk. (Кузьмина, 2010);  
*L. saxicola* (Bruch et al.) Molendo (Федосов, неопубл.);  
*Loeskyrium badium* (Hartm.) H.K.G.Paul (Федосов, неопубл.);  
*Meesia triquetra* (Richter) Aongstr. (Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2010);  
*M. uliginosa* Hedw. (Кузьмина, 2010);  
*Mielichhoferia mielichhoferiana* (Funck) Loeske (Федосов, неопубл.);  
*Mnium lycopodioides* Schwägr. (Федосов, неопубл.);  
*M. spinosum* (Voit) Schwägr. (Федосов, неопубл.);  
*M. spinulosum* Bruch et al. (Кузьмина, 2011);  
*M. thomsonii* Schimp. (Кузьмина, 2011);

*Myurella julacea* (Schwaegr.) Bruch et al. (Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005);  
*M. tenerrima* (Brid.) Lindb. (Федосов, неопубл.);  
*Niphotrichum canescens* (Hedw.) Bednarek-Ochyra et Ochyra (Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2010);  
*N. ericoides* (Brid.) Bednarek-Ochyra & Ochyra (Кузьмина, 2010);  
*N. panschii* (Müll.Hal.) Bednarek-Ochyra & Ochyra (Федосов, неопубл.);  
*Ochyraea duriuscula* (De Not.) Ignatov & Ignatova (Федосов, неопубл.);  
*Oligotrichum aligerum* Mitt. (Федосов, неопубл.);  
*O. hercynicum* (Hedw.) Lam. & DC (Кузьмина, 2010);  
*O. parallelum* (Mitt.) Kindb. (Федосов, неопубл.);  
*Oncophorus crispifolius* (Mitt.) Lindb. (Кузьмина, 2011);  
*O. wahlenbergii* Brid. (Czernyadjeva, 2005);  
*O. virens* (Hedw.) Brid. (Растительность ..., 1994; Czernyadjeva, 2005);  
*Orthothecium strictum* Lorentz (Федосов, неопубл.);  
*Orthotrichum obtusifolium* Brid. (Федосов, неопубл.);  
*O. sordidum* Sull. & Lesq. (Кузьмина, 2011);  
*Paludella squarrosa* (Hedw.) Brid. (Растительность ..., 1994; Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2010);  
*Paraleucobryum longifolium* (Hedw.) Loeske (Федосов, неопубл.);  
*Philonotis fontana* (Hedw.) Brid. (Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2010);  
*P. tomentella* Molendo (Czernyadjeva, 2005);  
*Plagiomnium cuspidatum* (Hedw.) T.J. Кор. (Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005);  
*P. ellipticum* (Brid.) T.J. Кор. (Федосов, неопубл.);  
*P. medium* (Bruch et al.) T.J. Кор. (Кузьмина, 2010);  
*P. rostratum* (Schr.) T.J. Кор. (Федосов, неопубл.);  
*Plagiothecium denticulatum* (Hedw.) Bruch et al. (Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2010; Кузьмина, 2011; Кузьмина, Нешатаева, 2011);  
*P. laetum* Schimp. (Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2010; Кузьмина, 2011; Кузьмина, Нешатаева, 2011);  
*Platydictya jungermannoides* (Brid.) H.A.Crum (Федосов, неопубл.);  
*Platygyrium repens* (Brid.) Bruch et al. (Федосов, неопубл.);  
*Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt. (Растительность ..., 1994; Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2010; Кузьмина, 2011; Кузьмина, Нешатаева, 2011);

*Pogonatum dentatum* (Brid.) Brid. (Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005);  
*P. japonicum* Sull. et Lesq. (Черданцева, 1993; 2003; Растительность ..., 1994; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, Нешатаева, 2011);  
*P. urnigerum* (Hedw.) P.Beauv. (Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005);  
*Pohlia andrewsii* A.J. Shaw (Федосов, неопубл.);  
*P. beringiensis* A.J.Shaw (Федосов, неопубл.);  
*P. cruda* (Hedw.) Lindb. (Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2011);  
*P. crudoides* (Sull. & Lesq.) Broth. (Кузьмина, 2010);  
*P. drummondii* (Müll.Hal.) A.L.Andrews. (Федосов, неопубл.);  
*P. filum* (Schimp.) Mårtensson (Федосов, неопубл.);  
*P. lescuriana* (Sull.) Ochi (Федосов, неопубл.);  
*P. longicollis* (Hedw.) Lindb (Федосов, неопубл.);  
*P. nutans* (Hedw.) Lindb. (Растительность ..., 1994; Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2010; Кузьмина, 2011);  
*P. obtusifolia* (Vill. ex Brid.) L.F.Koch (Федосов, неопубл.);  
*P. prolifera* (Kindb.) Lindb. ex Broth. (Федосов, неопубл.);  
*P. tundrae* A.J.Shaw (Федосов, неопубл.);  
*P. wahlenbergii* (F. Weber et D. Mohr) A.L. Andrews (Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005);  
*Polytrichastrum alpinum* (Hedw.) G.L. Sm. (Савич, 1934; Растительность ..., 1994; Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2010; Кузьмина, 2011; Кузьмина, Нешатаева, 2011);  
*P. longisetum* (Sw. ex Brid.) G.L. Sm. (Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2010);  
*P. sexangulare* (Floerke ex Brid.) G.L.Sm. (Савич, 1934; Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005);  
*P. sphaerothecium* (Besch.) J.-P.Frahm (Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005);  
*Polytrichum commune* Hedw. (Черданцева, 2003; Растительность ..., 1994; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2010; Кузьмина, 2011; Кузьмина, Нешатаева, 2011);  
*P. hyperboreum* R.Br. (Растительность ..., 1994; Czernyadjeva, 2005);  
*P. jensenii* I.Hagen (Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2010);  
*P. juniperinum* Hedw. (Савич, 1934; Растительность ..., 1994; Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2010; Кузьмина, 2011);

*P. piliferum* Hedw. (Савич, 1934; Растительность ..., 1994; Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2010);  
*P. strictum* Brid. (Савич, 1934; Растительность ..., 1994; Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005);  
*P. swartzii* Hartm. (Кузьмина, 2010);  
*Pseudobryum cinclidioides* (Huebener) T.J. Кор. (Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2010);  
*Pseudoleskeella papillosa* (Lindb.) Kindb. (Федосов, неопубл.);  
*P. rupestris* (Berggr.) Hedenäs & Söderstr. (Федосов, неопубл.);  
*Psilopilum cavifolium* (Wilson) I.Hagen (Федосов, неопубл.);  
*Pterigynandrum filiforme* Hedw. (Федосов, неопубл.);  
*Ptilium crista-castrensis* (Hedw.) De Not. (Кузьмина, 2011);  
*Pylaisia polyantha* (Hedw.) Bruch et al. (Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2011);  
*Pylaisiadelpha tenuirostris* (Bruch & Schimp. ex Sull.) W.R. Buck (Федосов, неопубл.);  
*Rhabdoweisia crispata* (Dicks. ex With.) Lindb (Федосов, неопубл.);  
*Racomitrium lanuginosum* (Hedw.) Brid. (Трасс, 1963; Растительность ..., 1994; Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2010);  
*Rhizomnium gracile* T.J. Кор. (Кузьмина, 2011);  
*R. magnifolium* (Horik.) T.J. Кор. (Кузьмина, 2010);  
*R. nudum* (E. Britton et R.S. Williams) T.J. Кор. (Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, Нешатаева, 2011);  
*R. pseudopunctatum* (Bruch et Schimp.) T.J. Кор. (Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2010; Кузьмина, Нешатаева, 2011);  
*R. punctatum* (Hedw.) T.J. Кор. (Кузьмина, 2010);  
*Rhodobryum roseum* (Hedw.) Limpr. (Трасс, 1963; Растительность ..., 1994; Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2010);  
*Rhytidiadelphus squarrosus* (Hedw.) Warnst. (Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, Нешатаева, 2011);  
*R. subpinnatus* (Lindb.) T.J. Кор. (Fedosov, Kuzmina, unpubl.);  
*Rhytidium rugosum* (Hedw.) Kindb. (Савич, 1934; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2010);  
*Sanionia uncinata* (Hedw.) Loeske (Растительность ..., 1994; Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2010; Кузьмина, 2011; Кузьмина, Нешатаева, 2011);  
*Saelania glaucescens* (Hedw.) Broth. (Федосов, неопубл.);  
*Schistidium papillosum* Culm. (Федосов, неопубл.);

*S. platyphyllum* (Mitt.) Perss. (Федосов, неопубл.);  
*Schistostega pennata* (Hedw.) F.Weber et D.Mohr (Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2011; Кузьмина, Нешатаева, 2011);  
*Sciuro-hypnum curtum* (Lindb.) Ignatov (Кузьмина, 2010; Кузьмина, 2011);  
*S. latifolium* (Kindb.) Ignatov et Huttunen (Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005);  
*S. populeum* (Hedw.) Ignatov et Huttunen (Растительность ..., 1994; Czernyadjeva, 2005);  
*S. reflexum* (Starke) Ignatov et Huttunen (Растительность ..., 1994; Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2010; Кузьмина, 2011; Кузьмина, Нешатаева, 2011);  
*S. starkei* (Brid.) Ignatov & Huttunen (Кузьмина, 2010; Кузьмина, 2011; Кузьмина, Нешатаева, 2011);  
*Scorpidium cossonii* (Schimp.) Hedenäs (Федосов, неопубл.);  
*S. revolvens* (Sw. ex anon) Rubers (Czernyadjeva, 2005);  
*S. scorpioides* (Hedw.) Limpr. (Растительность ..., 1994; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2010);  
*Sphagnum angustifolium* (Russow) C.E.O. Jensen (Савич, 1932; Растительность ..., 1994; Czernyadjeva, 2005);  
*S. balticum* (Russow) C.E.O. Jensen (Кузьмина, 2010);  
*S. capillifolium* (Ehrh.) Hedw. (Савич, 1932; Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005);  
*S. compactum* DC. (Савич, 1932; Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2010);  
*S. fallax* (H. Klinggr.) H. Klinggr. (Кузьмина, 2010);  
*S. fimbriatum* Wilson in Wilson et Hook. (Савич, 1932; Растительность ..., 1994; Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2010);  
*S. flexuosum* Dozy & Molk. (Кузьмина, 2010);  
*S. fuscum* (Schimp.) H. Klinggr. (Савич, 1932; Растительность ..., 1994; Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005);  
*S. girgensohnii* Russow (Савич, 1932; Растительность ..., 1994; Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2010; Кузьмина, 2011; Кузьмина, Нешатаева, 2011);  
*S. jensenii* H. Lindb. (Савич, 1932; Czernyadjeva, 2005);  
*S. lindbergii* Schimp. ex Lindb. (Савич, 1932; Растительность ..., 1994; Czernyadjeva, 2005);  
*S. magellanicum* Brid. (Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005);

*S. majus* (Russow) S. Jens. (Савич, 1932; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2010);  
*S. papillosum* Lindb. (Растительность ..., 1994; Czernyadjeva, 2005);  
*S. riparium* Aongstr. (Савич, 1932; Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2010);  
*S. rubellum* Wilson (Растительность ..., 1994; Czernyadjeva, 2005);  
*S. russowii* Warnst. (Савич, 1932; Растительность ..., 1994; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2010);  
*S. squarrosum* Crome (Савич, 1932; Растительность ..., 1994; Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2010);  
*S. subsecundum* Nees (Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005);  
*S. teres* (Schimp.) Aongstr. ex C. C. Hartm. (Растительность ..., 1994; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2010);  
*S. warnstorffii* Russow (Савич, 1932; Растительность ..., 1994; Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2010);  
*Stereodon plicatulus* Lindb. (Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2011; Кузьмина, Нешатаева, 2011);  
*S. revolutus* Mitt. (Федосов, неопубл.);  
*Straminergon stramineum* (Dicks. ex Brid.) Hedenaes (Растительность ..., 1994; Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2010);  
*Syntrichia norvegica* F.Weber (Федосов, неопубл.);  
*S. ruralis* (Hedw.) F.Weber & D.Mohr (Федосов, неопубл.);  
*Tayloria lingulata* (Dicks.) Lindb. (Федосов, неопубл.);  
*Tetraphis pellucida* Hedw. (Кузьмина, 2011; Кузьмина, Нешатаева, 2011);  
*Tetraplodon angustatus* (Hedw.) Bruch et al. (Кузьмина, 2010; Кузьмина, 2011);  
*T. mnioides* (Hedw.) Bruch et al. (Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005);  
*T. urceolatus* (Hedw.) Bruch et al. (Czernyadjeva, 2005);  
*Tetrodontium brownianum* (Dicks.) Schwägr. (Федосов, неопубл.);  
*Timmia austriaca* Hedw. (Федосов, неопубл.);  
*T. comata* Lindb. et Arnell (Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005);  
*Tomentypnum nitens* (Hedw.) Loeske (Растительность ..., 1994; Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005);  
*Tortella fragilis* (Hook. et Wils.) Limpr. (Федосов, неопубл.);  
*T. tortuosa* (Hedw.) Limpr. (Федосов, неопубл.);  
*Tortula hoppeana* (Schultz) Ochura (Федосов, неопубл.);  
*T. mucronifolia* Schwägr. (Федосов, неопубл.);  
*T. edentula* Ignatova & Ignatov (Федосов, неопубл.);  
*Thuidium philibertii* Limpr. (Fedosov, Kuzmina, unpubl.);

*Warnstorfia exannulata* (Bruch et al.) Loeske (Растительность ..., 1994; Черданцева, 2003; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2010);  
*W. fluitans* (Hedw.) Loeske (Кузьмина, 2010);  
*W. pseudostraminea* (Müll.Hal.) Tuom. & T.J. Кор. (Кузьмина, 2010);  
*W. sarmentosa* (Wahlenb.) Hedenaes (Растительность ..., 1994; Czernyadjeva, 2005; Кузьмина, 2010);  
*W. trichophylla* (Warnst.) Tuom. & T.J. Кор. (Кузьмина, 2010);  
*W. tundrae* (Arnell) Loeske (Czernyadjeva, 2005).

#### Исключённые виды

*Sciuro-hypnum oedipodium* (Mitt.) Ignatov et Huttunen (Растительность ..., 1994; Czernyadjeva, 2005). Все образцы с Камчатки, ранее относимые к этому виду в результате ревизии переопределены, преимущественно как *S. curtum* (Ignatov, Milyutina, 2007).

#### Сомнительные указания:

*Brachytheciastrum velutinum* (Hedw.) Ignatov & Huttunen указывается Трассом (1963) для окрестностей горячих ключей и гейзеров долины реки Гейзерной. Согласно современным представлениям о распространении видов этого рода на территории России, на Камчатке распространён близкий вид — *B. trachypodium*.

*Paraleucobryum longifolium* (Hedw.) Loeske указывается Трассом (1963) для окрестностей горячих ключей и гейзеров долины реки Гейзерной. Этот вид действительно произрастает в заповеднике (Федосов, неопубл.), скорее всего, однако, указания в Долине Гейзеров скорее всего относятся к *Campylopus subulatus* — массовому виду термальных местобитаний этого района.

*Pogonatum aloides* (Hedw.) P.Beauv. указывается Трассом (1963) для окрестностей горячих ключей и гейзеров долины реки Гейзерной. Согласно современным представлениям этот вид характеризуется европейским распространением, и его нахождение на Камчатке очень маловероятно. Материал вероятно относится к *P. dentatum*.

На территории заповедника выявлены местонахождения 10 видов мхов, включенных в Красную книгу Камчатской области (2007) — *Bartramiopsis lescurii*, *Oligotrichum aligerum*, *Pogonatum japonicum*, *Bryoxiphium norvegicum*, *Pohlia tundrae*, *Rhizomnium gracile*, *Pterigynandrum filiforme*, *Echinophyllum sachalinense*, *Hygrohypnella bestii*, *Isopterygiopsis muelleriana*, что составляет немногим менее половины всех видов мхов, занесённых в неё. При этом для всей Восточной Камчатки, природные комплексы которой сохраняет заповедник, известно только

14 видов мхов, занесённых в Красную книгу, так что, даже на современном уровне выявленности бриофлоры заповедника, репрезентативность его в плане охраны редких видов весьма высока. Также большой интерес представляют находки таких редких видов как *Campylopus subulatus*, *Climacium japonicum*, *Coscinodon cribrosus*, *Grimmia mollis*, *Pohlia beringiensis*, *Polytrichastrum sphaerothecium*, *Rhabdoweissia crispata*, *Schistostegia pennata*, *Tortula edentula*.

### Заключение

Таким образом, в настоящее время для территории заповедника выявлено 259 видов мхов. Очевидно, что представленный список является предварительным: практически не исследованы участки Валагинского и Железнодорожного хребтов в пределах заповедника, нет данных по территории Кроноцкого п-ова, недостаточно исследована приморская часть территории, обработка имеющихся в нашем распоряжении коллекций не закончена. Данные о геологическом строении территории заповедника позволяют ожидать существенного пополнения бриофлоры за счёт этих районов. В то же время сопоставление представленных данных с таковыми по детально исследованному геоботаническими экспедициями БИН Ключевскому природному парку (274 вида, Чернядьева, Игнатова, 2007) позволяет заключить, что представленный список претендует на определённую полноту.

### Благодарности

Авторы искренне признательны Т. И. Шпиленку, В. И. Мосолову, В. Ю. Нешатаевой, Г. Н. Маркевичу, И. Н. Поспелову за организацию полевых работ, Е. А. Игнатовой за помощь при определении ряда образцов из таксономически сложных групп, И. В. Чернядьевой и В. Ю. Нешатаевой за ценные замечания, учтённые при подготовке работы. Работа В. Э. Федосова частично поддержана Федеральной целевой программой «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг., госконтракт № 16.740.11.0680; работа Кузьминой частично поддержана грантами РФФИ 11-04-00027-а и № 11-04-10006-к.

### Литература

Кузьмина Е. Ю. К флоре мхов кальдеры Узон (Кроноцкий биосферный государственный заповедник, Восточная Камчатка) / Е. Ю. Кузьмина // Бриология: традиции и современность. — СПб., 2010. — С. 84–89.

Кузьмина Е. Ю. Ценофлора мхов ельников из *Picea ajanensis* (Lindl. ex Gord.) Fisch. ex Carr. (Камчатка, Кроноцкий заповедник, Лазовское лесничество) / Е. Ю. Кузьмина // Всероссийская научная конференция с международным участием «Отечественная геоботаника: основные вехи и перспективы», 1 том. — СПб, 2011. — С. 129–132.

Кузьмина Е. Ю., Нешатаева В. Ю. К бриофлоре пихтарников из *Abies gracilis* (Кроноцкий заповедник, Камчатка) / Е. Ю. Кузьмина, В. Ю. Нешатаева // Новости систематики низших растений — 2011. Т. 45. С. 318–328.

Растительность Кроноцкого государственного заповедника (Восточная Камчатка) 1994. П/ред. Ю. Н. Нешатаева, В. Ю. Нешатаевой, А. Т. Науменко // Труды ботанического института им. В. Л. Комарова. — СПб. — 230 с.

Савич Л. И. 1932. Флора торфяных мхов Камчатки. Известия ботанического сада, Ленинград АН СССР. — С. 415–480.

Савич Л. И. 1934. К флоре мхов Камчатки (сем. Funariaceae, Aulacomniaceae, Climaciaceae, Rhytidiaceae, Polytrichaceae). Споровые растения. Тр. БИН АН СССР. — Сер. III, вып. 2. — С. 257–296.

Трасс Х. Х. О растительности окрестностей горячих ключей и гейзеров долины реки Гейзерной полуострова Камчатка / Х. Х. Трасс // Исследование природы Дальнего Востока СССР. — Таллин, 1963. — С. 112–146.

Черданцева В. Я. 1993. Листостебельные мхи // Редкие виды растений Камчатской области и их охрана. — Петропавловск-Камчатский. — С. 136–151.

Черданцева В. Я. Материалы к бриофлоре Кроноцкого биосферного заповедника (Дальний Восток, Камчатка) // Растения в муссонном климате. Материалы III межд. конф. — Владивосток, 2003. — С. 169–173.

Чернядьева И. В., Игнатова Е. А. Мхи природного парка «Ключевской» (Камчатка, Дальний Восток). / И. В. Чернядьева, Е. А. Игнатова // Бот. Журн. — 2007 — Т. 92. № 11. — С. 1663–1680.

Czernyadjeva I. V. A checklist of mosses of Kamchatka Peninsula / I. V. Czernyadjeva // Arctoa — 2005 — Vol. 14. P. 13–34.

Ignatov M. S., Afonina O. M., Ignatova E. A. et al. Check-list of mosses of East Europe and North Asia. / M. S. Ignatov, O. M. Afonina, E. A. Ignatova et al. // Arctoa — 2006 — Vol. 15. P. 1–130.

Ignatov M. S., Milyutina, I. A. On *Sciuro-hypnum oedipodium* and *S. curtum* (Brachytheciaceae, Bryophyta). / M. S. Ignatov, I. A. Milyutina // Arctoa — 2007 — Vol. 16. P. 47–61.

## ИТОГИ МНОГОЛЕТНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ КРОНОЦКОГО ЗАПОВЕДНИКА

ДИКИЙ СЕВЕРНЫЙ ОЛЕНЬ НА ВОСТОЧНОЙ КАМЧАТКЕ:  
ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ И ИЗМЕНЕНИЯ  
В ТЕРРИТОРИАЛЬНОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ  
КРОНОЦКО-ЖУПАНОВСКОЙ ГРУППИРОВКИ ЗА 50 ЛЕТ

В. И. Мосолов

ФГБУ «Кроноцкий государственный заповедник»,  
e-mail: vlad\_1658@mail.ru

**Ключевые слова:** Кроноцкий заповедник, станции обитания, территориальные группировки, пространственная структура, половозрастной состав, зимние пастбища.

Существующая на сегодняшний день сеть заповедников России, по оценке специалистов (Сыроечковский, 1986; Филонов, 1989; Баскин и др., 2011), мало способствует сохранению дикого северного оленя, поскольку животные лишь временно обитают на охраняемых территориях, выходя при сезонных миграциях в приграничные и сопредельные участки, где подвергаются сильнейшему антропогенному прессу. Подобная ситуация характерна и для Камчатки.

Для сохранения дикого северного оленя на полуострове необходимо создание новых охраняемых территорий или охранных зон. Но для этого необходимо знать бывшие территории обитания оленей, пути сезонных миграций, места их традиционных зимовок и отельные станции.

Благодаря книге Ю. В. Аверина «Наземные позвоночные Восточной Камчатки» (1948), мы имеем возможность проследить изменения в жизни кроноцких оленей за промежуток времени почти в 70 лет. Подобный исторический экскурс может оказать помощь в разработке правильной стратегии сохранения вида на полуострове в современных условиях.

Для сравнительного анализа характера распределения, сезонных путей миграций, динамики численности и других параметров Кроноцко-Жупановской группировки диких северных оленей мы использовали архивные материалы Кроноцкого заповедника, результаты собственных исследований (Мосолов, 1985; 1990; 1993; 2000; 2005) и публикации

камчатских специалистов (Вершинин, 1972; Вершинин и др., 1975; Вяткин, Останин, 1993; Филь, Вяткин, 1972; Филь, 1973; 1976; 1979).

### Основные станции обитания и пространственная структура популяции

В середине прошлого века дикий северный олень населял практически весь полуостров, за исключением севера Камчатки, где в связи с хорошо развитым оленеводством коряк диких оленей было мало уже в начале 18 века. С высокой плотностью олени населяли горные районы Срединного и Восточного хребтов, чему способствовали экологические условия тех мест и образ жизни ительменов, существовавших за счет рыболовства, морского зверобойного промысла и охоты (Дитмар, 1855; 1901).

Естественные «ограничения» в территориальное распределение животных вносили такие лимитирующие факторы среды обитания, как глубина снежного покрова и доступность зимних кормов в горно-вулканических районах. Дикие олени с выпадением снега покидали приморскую зону и концентрировались на малоснежных участках высокогорных зимовок, а весной откочевывали в приморскую зону и низинные тундры. Так сформировалась пространственная структура распределения животных в пределах полуострова с территориально обособленными местами зимовок и широким распределением копытных в бесснежный период.

В начале прошлого века на Камчатке под влиянием развивающегося оленеводства, освоения новых пастбищ и отстрела «дикарей» стало возрастать негативное влияние человеческого фактора. Численность копытных сокращалась (Вершинин, 1972). Сокращались территориальные участки обитания копытных, что привело к обособлению отдельных группировок и формированию территориальных «очагов».

В 50-е гг. прошлого века диких оленей Камчатки еще можно было рассматривать как единую популяцию, но основные места зимовок животных на высокогорных долах Срединного и Восточного хребтов уже начали осваиваться для нужд домашнего оленеводства. Это не замедлило сказаться на сокращении численности и площади зимних станций диких оленей.

Через 10 лет, к 60-м гг. прошлого века, специалисты-охотоведы констатируют обособление единой популяции дикого северного оленя на территориальные «очаги» или группировки (Вершинин, 1972; Вершинин и др., 1975). На Восточной Камчатке, в пределах современных границ

Кроноцкого заповедника и в приграничных районах Жупановских долов к началу 60-х гг. формируется Кроноцко-Жупановский «очаг» обитания диких северных оленей (рис. 1). Его численность в те годы превышала 3 тыс. особей, и животные еще совершали сезонные миграции вдоль Восточного хребта, спускаясь на обширные участки низинных тундр. В 40-е гг. прошлого века, когда к исследованиям современной территории Кронок приступил Ю. В. Аверин, на Восточной Камчатке олени были многочисленны и практически не испытывали на себе влияния человека. Встречаясь в различных биотопах летом, с выпадением снега олени придерживались относительно ограниченных участков горно-вулканических районов, которые были очень важны для переживания наиболее сурового периода в годовом жизненном цикле копытных.

При этом территориально довольно четко выделялись две зимовки оленей — центральная и юго-западная (рис. 2). Олени в те годы зимой не встречались на обширном Кроноцком полуострове, непригодными для зимовок копытных оставались разреженные березняки и стланики на значительных площадях среднегорья Восточной Камчатки. В конце зимы свои коррективы вносила снежная обстановка, вынуждая оленей откочевывать из приморской зоны за пределы заповедной территории.

В заповеднике основная зимовка северных оленей располагалась на горных тундрах Гамченского дола, на северо-восточных склонах сопки Кроноцкой, у подножия вулкана Шмидта и в северо-западной части плато Железнодорожного хребта. Эта зимовка Ю. В. Авериним была названа как «центральная». К этой зимовке примыкал обширный район за пределами заповедной территории, включающий тундровые участки в верховьях рек Левая Щапина и Сторож. Именно сюда олени в массе откочевывали к концу зимы, когда приморские тундры в центре заповедника из-за глубокого снега становились недоступными для кормежки. Общая площадь «центральной» зимовки в те годы составляла более 257 тыс. га, при этом на долю заповедных пастбищ приходилось 69,8 % площади этой зимовки.

Вторая зимовка оленей в заповеднике, названная Ю. В. Авериним «юго-западной», располагалась на горных тундрах вулканических долов вблизи вулканов Унана, Тауншиц и Узон. В снежный период олени выпасались по обеим сторонам границы заповедника, широко перемещаясь по равнинным участкам Жупановских долов. В те годы лишь незначительная часть этой зимовки размещалась на заповедной территории; олени кратковременно заходили к подножию в. Узон, а при



Рис. 1. Зона обитания диких северных оленей Кроноцко-Жупановского «очага» в 60-е гг. прошлого века (Вершинин, 1972)



Рис. 2. Расположение основных «зимовок» дикого северного оленя Кроноцко-Жупановского «очага» (Аверин, 1948)

малоснежной зиме — спускались в пойму рр. Унана и Узон и к южному берегу Кроноцкого озера. Общая площадь «юго-западной» зимовки превышала 135 тыс. га, при этом на долю заповедных пастбищ приходилось 15,9 %.

Животные из этих основных зимовок в те годы практически не смешивались, формируя отдельные зимовочные стада.

Общая площадь обитания оленей Кроноцко-Жупановской группировки в те годы оценивается в 26,4 тыс. км<sup>2</sup>, при общей численности группировки в 4,5–5,0 тыс. голов.

Известно, что на Жупановских долах располагалась одна из самых крупных на Камчатке зимовок диких северных оленей, где местные охотники из ближайших поселков (Жупаново, Семячик, Мильково, Кирганик) в начале зимы промышляли животных. Это место, как зимовка диких оленей, исторически известно давно — в 50-е гг. XIX в. К. Дитмар (1901) указывал Жупановские доли как традиционное место зимнего выпаса стад диких северных оленей, где на животных охотились в начале зимы, соблюдая определенные правила и нормы. Отмечено, что в 50-е гг. прошлого века именно в этот район к началу зимы откочевывала большая часть оленей из «юго-западной зимовки» заповедника, формируя крупные зимовочные стада на Жупановских долах.

#### Изменения в пространственной структуре популяции за 50 лет

Весьма интересные результаты мы получили, анализируя изменения в пространственной структуре популяции и характере сезонных миграций животных (рис. 3) за относительно длительный период наблюдений (при разных уровнях антропогенного воздействия и влияния природных факторов).

Начиная с 40-х гг. прошлого века и на протяжении многих десятилетий, олени с горных зимовок Гамченского дола традиционно откочевывали вниз по долине р. Богачевка на Столбовую тундру. Подобный путь выбирали олени и для выхода в приморскую зону с тундр Железнодорожного хребта, также спускаясь на Столбовую тундру. Часть животных с Железнодорожного хребта по долине р. Ольга выходила на Волчьи тундры и в приморскую зону Кроноцкого залива. Копытные за многие годы сезонных миграций в «узких» местах сформировали хорошо набитые тропы. Такие тропы ранее были известны в устье р. Трухинки и в долине р. Оленушки — в местах традиционного спуска животных с вулканического плато Гамченского дола в долину р. Богачевки.



Рис. 3. Направления основных сезонных миграций диких северных оленей Кроноцко-Жупановского «очага» в 50–70-е гг. прошлого века (Аверин, 1948; Архив Кроноцкого заповедника, 1961–1975)

Сезонные миграции оленей по таким тропам наблюдались на протяжении 20 лет, вплоть до 60-х гг. прошлого века.

Несмотря на колоссальный пресс браконьерства и фактор беспокойства в 50–60-е гг. (п. Богачевка) олени продолжали сохранять прежние пути сезонных миграций, пересекая п. Богачевку и выходя весной на Столбовую тундру. При этом с каждым годом существенно сокращались численность и размеры зимовочных группировок — оленей отстреливали в пойме р. Трухинки, на Столбовой тундре, вблизи п. Богачевка и в окрестностях Богачевского аэродрома.

Только через 20 лет, к 80-м гг. прошлого века, поток мигрантов через п. Богачевку на Столбовую тундру полностью прекратился. Основное поголовье диких северных оленей, выпасающихся на тундрах Гамченского дола, было практически уничтожено. Выжили лишь те животные, которые с мест зимнего выпаса уходили за пределы заповедника (в верховья рр. Сторож и Щапина) или при сезонных откочевках использовали другие пути проходов в приморскую зону, избегая преследований со стороны человека.

В 80-е гг. отмечены существенные изменения путей осенних откочевок животных из приморской зоны в места зимнего выпаса. Основная часть оленей, с выпадением снега покидая приморские тундры Кроноцко-Богачевского района, для своих перемещений к местам зимнего выпаса на Гамченском долу стала использовать другой миграционный путь — долину р. Станичной и восточные склоны в. Шмидта. Осенние откочевки по малоснежным участкам левобережья р. Богачевки прекратились. Откочевки оленей из районов зимнего выпаса на берег Кроноцкого залива уже не пролегли по пойме р. Трухинки и вдоль р. Богачевки. Изменились и места осенних концентраций животных, сместились районы гона и места формирования брачных группировок. Более 20 лет не регистрируются олени в осенний период на тундрах левобережья р. Богачевки (Столбовая тундра), где ранее существовал основной район осенних концентраций животных из «центральной зимовки». Теперь «остатки» оленей из «центральной зимовки» перед откочевкой на зимние пастбища собираются в небольшие группы уже на кроноцких тундрах (левобережье р. Кроноцкой), где проходит гон и формируется зимовочное стадо. Существенно изменился характер территориального распределения животных в центральной части заповедника (рис. 4). Более 40 лет назад прекратилась деятельность Богачевской экспедиции и в районе «центральной зимовки» введен природоохранный



Рис. 4. Сезонное распределение диких северных оленей на территории Кроноцкого заповедника (2006–2008 гг.)

режим. При этом за столь длительный срок популяция не восстановила традиционные пути миграций и сезонных концентраций — олени с учетом «исторического опыта» по-прежнему избегают использовать долину р. Богачевки для сезонных откочевов из приморской зоны на зимние пастбища. По-видимому, должно пройти не одно десятилетие для восстановления пространственной структуры популяции, при которой животные смогут использовать оптимальные пути проходов от зимних пастбищ в приморскую зону и обратно.

Другой пример необдуманного вмешательства человека, коренным образом изменивший пространственную структуру популяции диких северных оленей — прямое вытеснение животных с участков традиционных зимних пастбищ табунами домашних оленей! На Восточной Камчатке, несмотря на существование обширной заповедной территории, негативное влияние домашнего оленеводства на пространственную структуру Кроноцко-Жупановской группировки стало сказываться уже через 5-7 лет после начала «освоения» новых пастбищ Жупановских долов для нужд домашнего оленеводства.

На Восточной Камчатке история домашнего оленеводства насчитывает не более 50 лет, и эта деятельность не является здесь традиционным видом природопользования. Основная масса диких северных оленей из «юго-западной зимовки» весной откочевывала за пределы заповедника по долине р. Жупановой, доходя до приморской зоны и низинных тундр этого обширного речного бассейна (Аверин, 1948). Для популяции эти участки были очень важны как ключевые станции обитания. И благополучие группировки во многом обеспечивалось состоянием пастбищ в этом приграничном районе заповедника. До 70-х гг. прошлого века эти участки горных тундр практически не осваивались человеком; имело место промысловое изъятие части животных в результате ограниченного промысла оленей в начале зимы охотниками из близлежащих поселков (Жупаново, Семячик, Мильково), позднее лицензионный промысел на Жупановских долах стал проводиться штатными охотниками Елизовского госпромхоза.

Освоение для нужд домашнего оленеводства этих районов началось в 60-х гг. прошлого века — оленеводы впервые появились в истоках р. Камчатки, выпасая домашних оленей на склонах Валагинского хребта. В 1968 г. стадо домашних оленей численностью более 1000 голов уже выпасалось на тундрах Толбачинских долов (Вершинин, 1972). Вблизи границ Кроноцкого заповедника первый табун домашних оленей появился

в 1976 г., когда после извержения вулкана Толбачик все горно-тундровые пастбища в том районе были засыпаны пеплом или уничтожены. К началу 80-х гг. до 2,5 тыс. голов домашних оленей стали выпасаться уже непосредственно вдоль юго-западной границы заповедника. Через 5 лет поголовье домашних оленей, выпасающихся на тундрах Жупановских долов, было увеличено до 4,0 тыс. голов. Сезонные маршруты и перегоны домашних оленей протянулись вдоль Валагинского хребта до истоков р. Сторож, существенно нарушив пути миграций и территориальное распределение диких оленей юго-западной зимовки. Несмотря на столь жесткие территориальные ограничения, в течение 10 лет продолжались сезонные откочевки диких оленей на тундры Жупановских долов и в пойму р. Жупановой. При этом всякий раз «дикари», временно покидая территорию заповедника, подвергались со стороны оленеводов преследованию и неконтролируемому отстрелу. Ежегодно до 450-500 диких оленей осенью «покидали» территорию заповедника, откочевывая на тундры Жупановских долов и пойменные биотопы бассейна р. Жупановой. Но доля этих мигрантов за пределы охраняемой территории с каждым годом сокращалась. Постепенно стала меняться пространственная структура группировки в районе юго-западной зимовки. В середине 80-х гг. мы стали регистрировать регулярные переходы животных по льду Кроноцкого озера на горные тундры Гамченского дола. Через 5–7 лет сезонные откочевки оленей из юго-западной зимовки на тундры Кроноцко-Богачевского района приобрели регулярный характер. Дикие олени в снежный период стали отмечаться на тундре Ровной, вблизи западного берега Кроноцкого озера и в предгорьях Валагинского хребта. Численность животных на этих участках возрастала, что указывало на смещение районов зимнего выпаса животных с Жупановских долов вглубь заповедной территории. Отстрел, преследование и колоссальный фактор беспокойств в местах традиционного зимнего выпаса привели к прекращению сезонных миграций и смещению районов зимнего выпаса оленей. Животные из «юго-западной зимовки» стали активно использовать для зимнего выпаса центральные районы заповедника, что не отмечалось нами в 90-е гг. прошлого века.

К 2000 г. выпас домашних оленей на тундрах Жупановских долов был прекращен. Но за 20 лет была существенно нарушена пространственная структура популяции диких оленей, подорвана продуктивность пастбищ на сопредельных участках. Негативные последствия на популяцию оленей продолжали сказываться и позднее: животные практически не

появлялись на традиционных местах зимовок, не совершали сезонных откочевок в долину р. Жупановой. Места зимнего выпаса оленей размещались на малопродуктивных участках горно-вулканических районов и в поймах речных долин.

Пространственная структура популяции диких северных оленей при столь значительном сокращении численности и длительном антропогенном прессе на участки зимнего выпаса не восстановилась до настоящего времени. Потребуется не один десяток лет, чтобы пути сезонных миграций животных в места традиционных зимовок восстановились.

### **Динамика численности и влияние антропогенного фактора на состояние популяции диких северных оленей**

До проникновения домашнего оленеводства на полуостров, при отсутствии огнестрельного оружия численность популяции дикого оленя определялась исключительно естественными факторами. С учетом доступности зимних пастбищ и лимитирующих факторов в условиях Камчатки поголовье диких оленей не могло превышать 20 тысяч особей. Максимальная же численность «дикарей» оценивалась на уровне 15 тысяч голов, что для обширного полуострова было относительно мало.

Анализ динамики численности отдельной территориальной группировки диких северных оленей при обработке многолетнего материала может наглядно показать роль тех или иных факторов, влияющих на численность популяции. Используя архивные, ведомственные и литературные источники, мы постарались показать характер изменения численности отдельной территориальной группировки диких северных оленей в зависимости от различных факторов, влияющих на распределение и сезонные миграции животных в пределах Восточной Камчатки (таблица 1).

**Таблица 1.** Характер долговременного (1960–2010 гг.) изменения численности дикого северного оленя в пределах отдельной территориальной группировки и в целом на Камчатке.

Год наблюдений	Численность (особей)			Источник информации
	на территории Кроноцкого заповедника	в Кроноцко-Жупановском очаге	на полуострове	
1960	260	3 500	15 000	Летопись природы, 1961; Мосолов, 1990
1961	150		14 000	Летопись природы, 1961

Таблица 1 (продолжение)

Год наблюдений	Численность (особей)			Источник информации
	на территории Кроноцкого заповедника	в Кроноцко-Жупановском очаге	на полуострове	
1967	800–850	3 000	13 500	
1968	1000			Летопись природы,1968
1969	250–300	2 300	12 000	Летопись природы,1961; Вершинин,1972
1970	Не более 150	2 500	12 000	Лазарев, Герасимов,1979
1971	340	2 300	11 000	Филь, Вяткин,1972
1972	450	2 200	9 000	Вершинин,1972
1973	200	2 200	7 000	Фертиков, Сицко,1983
1974	До 200	2 200		
1975	250	2 000	7 000	Вершинин и др.,1975; Фертиков, Сицко,1983
1976	250	1 800		
1977	470	1 700	5 500	Фертиков, Сицко,1983
1978	480			
1979	550		5 000	Лазарев, Герасимов,1979
1980	610–650	1 600		Научный отчет ВНИИ-ОЗ,1983
1981	600	1 500	4 000	Фертиков, Сицко,1983
1982	610	1 350		
1983	650	1 200	3 500	Фертиков, Сицко,1983
1984	700	1 100	3 300	Мосолов, 1993
1985	720–750	1 020	3 200	
1986	1050	1 250	2 600	
1987	980–1000	1 400		
1988	1460–1480	1 700		
1989	1500	1 800	2 800	
1990	1600	1 850–1 900		
1991	1900	2 400–2 500	3 500	Фертиков, Сицко,1983
1992	2000–2100	2 500–2 600		
1993	2450–2500	2 900–3 000		
1994	2600			
1995	2600			

Год наблюдений	Численность (особей)			Источник информации
	на территории Кроноцкого заповедника	в Кроноцко-Жупановском очаге	на полуострове	
1996	2650–2700	3 000–3 200	3 500	Фертиков, Сицко,1983
1997	2700	3 200–3 300		
1998	3000	3 200		
1999	3100	3 400		
2000	3200	3 500		
2001	2800–2900	3 200	3 500	Мосолов, 2005
2002	2400–2500	2 600–2 700	2 900	Всероссийский учет, 2002
2003	2300–2400	2 600–2 700	2 800	
2004	2200–2300	2 500		
2005	1800–2000	2 200		
2006	1800	2 200	2 350	
2007	1900	2 100		
2008	1450–1500	1 600	1 750	
2009	1350–1400	1 500		
2010	980	1 150		
2011	850	1 000	1 100	

При анализе динамики за длительный цикл наблюдений (1960–2010) нами отмечен ряд общих закономерностей в движении численности Кроноцко-Жупановской группировки (рис. 5). Максимальной численности популяция достигала дважды — в 60-е гг. прошлого века и в начале 2000-х гг. Ее численность оценивалась в 3,5 тыс. особей, что указывало на определенную емкость угодий в пределах зоны обитания группировки. Как известно, в 60-е гг. прошлого века зимние пастбища за Восточным хребтом еще не использовались для нужд домашнего оленеводства; а в 2000 г. — они уже были свободны от нагрузки домашних оленей. Резкое падение численности группировки до минимального уровня в 1000 особей отмечено в 1985 г. — в те годы численность домашних оленей в местах зимовок «дикарей» была доведена до 3 тыс. голов, и сопредельные с заповедником пастбища максимально полно использовались для выпаса домашних оленей. Следующий минимум численности группировки зафиксирован уже в наше время — в 2010 г. численность оленей на территории заповедника снизилась до 950–980 голов.

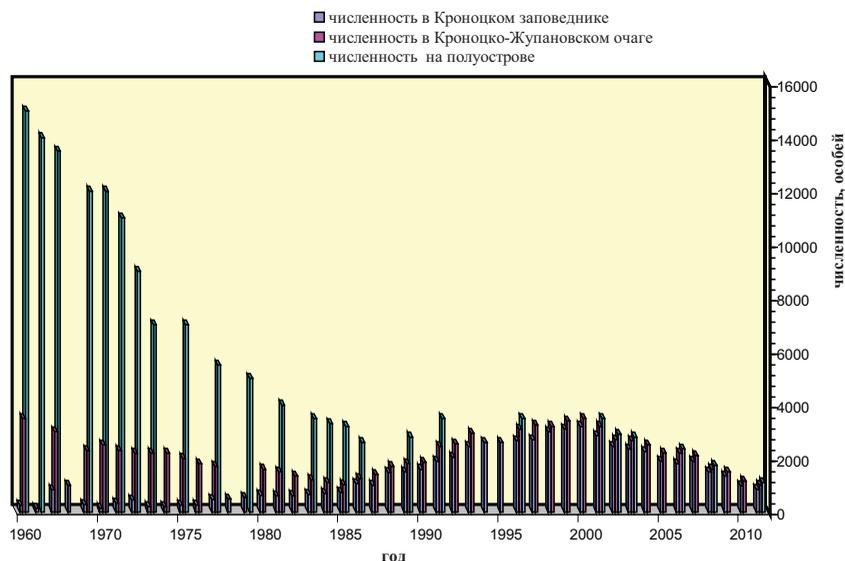


Рис. 5. Динамика численности дикого северного оленя на полуострове Камчатка и роль Кроноцкого заповедника в сохранении вида, 1960–2010 гг.

Вполне объяснимы, исходя из анализа лимитирующих факторов и антропогенного пресса, колебания численности диких оленей на территории заповедника за 50-летний период:

- в 1961 г. численность оленей на территории заповедника не превышала 150 голов — за время деятельности Богачевской нефтеразведки и при отсутствии заповедного режима (1951–1959 гг.) центральные районы подверглись опустошительному браконьерскому прессу.

- через 15 лет, к 1976 г., численность оленей в заповеднике опять снизилась до минимальных значений в 250 голов, что происходило на фоне общего снижения численности Кроноцко-Жупановской группировки и усиления антропогенного воздействия на животных в районе «центральной зимовки» (деятельность экспедиции «Ленгидропроект» в долине р. Кроноцкой).

- в последующие годы (1980–2000) мы наблюдаем стабильный рост численности оленей на территории заповедника, при этом в 2000 г. численность кроноцких оленей достигла своего максимума за всю историю наблюдений — в 3200 голов.

Подобный рост поголовья охраняемой группировки происходил на фоне катастрофического падения численности оленей как в Кроноцко-Жупановской группировке, так и в целом на Камчатке (рис. 5). Шло смещение зимних участков обитания и вытеснение диких оленей с зимних пастбищ сопредельной территории домашними оленями. В последующем подобный процесс продолжился.

С 2007 г. наблюдается устойчивое сокращение численности оленей на территории заповедника. Животные за пределами охраняемой территории практически не регистрируются. Прекратились сезонные миграции из горно-вулканических районов на тундры Жупановских долов. При жестких лимитирующих факторах (пеплопад, мокрые снегопады и гололед на зимних пастбищах) небольшие группки оленей в снежный период вынуждены искать доступные участки выпаса в приморской зоне, на склонах речных долин и у подножий вулканов. Это привело к бескормице и повышенной смертности копытных. При подобных условиях в местах зимовок прогнозируется дальнейшее сокращение численности животных к концу зимы 2011 г.

#### Изменения в половозрастном составе Кроноцкой популяции

В ряду характеристик, отражающих состояние той или иной популяции дикого северного оленя, наибольшее значение имеют половой и возрастной состав стад копытных, по которым возможно спрогнозировать направление изменения ее численности и оценить благополучие группировки. Осенью, при формировании смешанных стад можно получить наиболее репрезентативные сведения по половозрастному составу группировки копытных. Для анализа половозрастного состава популяции нами выделялись 4 категории животных: взрослые самцы, важенки, телята-сеголетки и телята прошлого года рождения. При наземных маршрутах и со стационарных точек в смешанных стадах в этот период среди взрослых особей хорошо различаются самки и самцы. Легко выделяются сеголетки (без разделения их по полу). Несколько труднее в общей массе копытных отличить от взрослых важенок телят прошлого года рождения, но и эта категория животных отличается по размерам тела и форме рогов. Исключительную ценность в плане анализа состояния отдельных популяций копытных дают материалы по половозрастной структуре группировки, полученные на протяжении ряда лет. Ниже мы приводим данные по половозрастному составу Кроноцко-Жупановской группировки, собранные нами за период с 1986 по 2010 г. (таблица 2).

**Таблица 2.** Изменения в половозрастном составе Кроноцко-Жупановской группировки диких северных оленей за 20 лет (по результатам наземных наблюдений в 1986–2010 гг.).

Период наблюдений (годы)	Половозрастные группы								Соотношение полов (♂/♀)	Сеголетков на 100 самок
	Взрослые самцы		Важенки		Телята-прошлогодки		Телята-сеголетки			
	п	%	п	%	п	%	п	%		
1986–1990	493	31,2	735	46,6	114	7,2	236	15,0	1:1,50	32,1
1992–1996	315	30,9	434	42,6	86	8,4	184	18,1	1:1,38	42,4
1999–2002	283	30,9	402	43,8	91	9,9	141	15,4	1:1,42	35,1
2003–2007	322	28,7	587	52,4	104	9,3	108	9,6	1:1,82	18,4
2010	57	20,1	116	41	37	13,1	73	25,8	1:2,04	62,9

В первый период наблюдений (1986–1990 гг.) Кроноцко-Жупановская группировка находилась на активном подъеме численности: ежегодно поголовье копытных на заповедной территории прирастало на 200–250 голов при общем росте численности группировки. Этот процесс шел, несмотря на высокую смертность животных и относительно низкую долю молодняка (22,2 %; 32 теленка на 100 взрослых самок) — шло смещение районов зимовок вглубь заповедной территории и изменение в территориальном распределении

В период с 1992 по 1996 г. группировка достигла своей максимальной численности в 3,0–3,2 тыс. особей. При этом доля молодняка в популяции сохранялась на низком уровне (26,5 %) при увеличении репродуктивных показателей (42,4 теленка на 100 взрослых самок).

В 2000 г. численность группировки достигла максимума в 3,5 тыс. голов; при этом существенно изменилось территориальное распределение животных — олени практически не покидали заповедную территорию и даже в снежный период были вынуждены выпасаться на вулканических долах в центральной части заповедника.

С 2003 г. численность группировки стала сокращаться; это происходило на фоне снижения репродуктивных показателей и смещения территориальных участков обитания. Снижение численности продолжается до настоящего времени, что объясняется как усилением фактора беспокойства в местах зимнего выпаса животных, так и жесткими лимитирующими факторами среды (многоснежные зимы, пеплопад, влияние хищников).

## Заключение

Общая площадь обитания оленей Кроноцко-Жупановской группировки в 50-е гг. прошлого века оценивается в 26417 км<sup>2</sup>, при общей численности поголовья в 4,5–5,0 тыс. особей.

За 50 лет наблюдений (1960–2010) максимальной численности Кроноцко-Жупановская популяция достигала дважды — в 60-е гг. прошлого века и в начале 2000-х гг.; ее численность одинаково оценивалась в 3,5 тыс. особей, что указывало на определенную емкость угодий в пределах зоны обитания группировки.

Резкое падение численности группировки до минимального уровня в 1000 особей произошло в 1985 г. — в этот период численность домашних оленей в местах зимовок «дикарей» была доведена до 3 тыс. голов, и сопредельные с заповедником пастбища максимально полно использовались для выпаса домашних оленей и промыслового отстрела диких оленей.

Следующий минимум численности группировки зафиксирован в 2010 г.: численность оленей на территории заповедника (и в целом в Кроноцко-Жупановской группировке) снизилась до 950 голов.

С 2007 г. наблюдается устойчивое сокращение численности оленей на территории заповедника: животные за пределами охраняемой территории практически не регистрируются; прекратились сезонные миграции из горно-вулканических районов на тундры Жупановских долов.

Жесткие лимитирующие факторы (пеплопад, мокрые снегопады и гололед на зимних пастбищах) привели к бескормице и повышенной смертности копытных. При подобных условиях в местах зимовок прогнозируется дальнейшее сокращение численности животных к концу зимы 2011 г.

## Литература

Аверин Ю. В. Наземные позвоночные Восточной Камчатки//Тр. Кроноцк. гос. заповедн. Вып. 1. — М.: Главн. Управл. по заповедн., 1948. — 223 С.

Баскин Л. М., Данилов П. И., Ларин В. В., Мосолов В. И., Новиков В. П., Охлопков П. И., Сафронов В. М. Расширение сети заповедников для сохранения популяций северного оленя. Материалы 4-й Международной научно-практической конференции «Сохранение разнообразия животных и охотничье хозяйство России». Москва, 17–18 февраля 2011 г. — М, 2011. — С. 123–135.

Вершинин А. А. Распространение и численность диких копытных в Камчатской области. Труды ЦНИЛ Главохоты РСФСР//Охотоведение, Вып. 1, Лесная промышленность, 1972. — С. 109–127.

Вершинин А. А., Клейменов А. Д., Вяткин П. С., Филь В. И. Дикий северный олень на Камчатке. Материалы I Междуведомственного совещания по охране и рациональному использованию ресурсов дикого северного оленя // Советская Россия — М., 1975. — С. 215–223.

Вяткин П. С., Останин М. А. Современное состояние диких копытных Камчатской области // Фауна и экология промысловых зверей Северо-Востока Сибири. – Владивосток : Дальнаука, 1993. — С. 15–22.

Дитмар К. О коряках и весьма близких к ним чукчам. Вестник РГО, ч. 15. Кн. 6. — СПб, 1855. — С. 51–63.

Дитмар К. Поездки и пребывание в Камчатке в 1851–1855 гг. Исторический отчет по путевым дневникам. – СПб, 1901. — С. 632–677.

Лазарев А. А., Герасимов Н. Н. Редкие млекопитающие и птицы Камчатки // Материалы Научно-практической конференции по охране природы и рациональному использованию природных ресурсов Камчатки, г. Петропавловск-Камчатский, 17–18 февраля 1979 г. — Петропавловск-Камчатский, 1979. — С. 142–144.

Мосолов В. И. Численность и распределение дикого северного оленя на Восточной Камчатке // Экология, охрана и хозяйственное использование дикого северного оленя. — ВАСХНИЛ, Сибирское отделение, Новосибирск, 1985. — С. 17–22.

Мосолов В. И. Численность, сезонное распределение и проблема охраны дикого северного оленя // Вопросы географии Камчатки. Выпуск 10, 1990. — С. 67–72.

Мосолов В. И. Состояние популяции диких северных оленей Кроноцкого заповедника (Восточная Камчатка) // Экология и физиология северного оленя. — Владивосток : ДВО РАН, 1993. — С. 46–53.

Мосолов В. И. Дикий северный олень Камчатки: современное состояние численности и проблема сохранения вида на полуострове. // Материалы научно-практической конференции «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей», Петропавловск-Камчатский, 11–12 апреля 2000 г. — Петропавловск-Камчатский, 2000. — С. 6–8.

Мосолов В. И. Дикий северный олень Камчатки: оценка современного состояния популяций и перспективы сохранения вида на полуострове. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. 31 мая — 2 июня 2005 г. «Биологические ресурсы: состояние, использование и охрана». — Киров, 2005. — С. 182–186.

Сыроечковский Е. Е. Северный олень. — М. : Агропромиздат, 1986. — 255 с.

Фертиков В. И., Сицко В. А. Состояние и использование ресурсов дикого северного оленя // Дикий северный олень (экология, вопросы охраны и рационального использования). // Сборник научных трудов: ЦНИЛ Главохоты РСФСР. — М., 1983. — С. 5–16.

Филонов К. П. Копытные животные и крупные хищники на заповедных территориях. — М. : Наука, 1989. — 250 с.

Филь В. И., Вяткин П. С. Некоторые вопросы изучения копытных на Камчатке. Зоологические проблемы Сибири // Материалы IV Совещания зоологов Сибири. — Новосибирск, 1972. — С. 488–489.

Филь В. И. К экологии дикого северного оленя на юге Камчатки // Краеведческие записки. Выпуск IV. Дальневосточное книжное издательство. Петропавловск-Камчатский, 1973. — С. 179–185.

Филь В. И. Некоторые особенности экологии и хозяйственного использования диких северных оленей на юге полуострова Камчатка // Дикий северный олень. Бюллетень Научно-технической информации. — Норильск, 1976. — С. 99–103.

Филь В. И. Ресурсы копытных животных Камчатской области. Тез. докл. Научно-практической конференции по охране природы и рациональному использованию природных ресурсов Камчатки, 17–18 апреля 1979. — Петропавловск-Камчатский, 1979. — С. 160–162.

#### СТАФИЛИНИДЫ (COLEOPTERA, STAPHYLINIDAE) КРОНОЦКОГО ЗАПОВЕДНИКА И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ КАМЧАТКИ

Л. Е. Лобкова<sup>1</sup>, В. Б. Семенов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБУ «Кроноцкий государственный заповедник», e-mail: lel47mail.ru

<sup>2</sup>Институт медицинской паразитологии и тропической медицины им. Е. И. Марциновского

**Ключевые слова:** фауна, стафилиниды, аннотированный список, Кроноцкий заповедник.

Кроноцкий заповедник расположен на восточном побережье полуострова Камчатка, ограничиваясь координатами: 54°05'–55°10' северной широты и 159°35'–162°10' восточной долготы, с запада граница проходит по Валагинскому хребту. Площадь заповедника составляет 1 147 619,37 га, в том числе лесная площадь — 660 380,37 га. (Положение, 2009). Территория заповедника характеризуется исключительными природными условиями: геологической молодостью с высокой степенью проявлений современного вулканизма, сильной расчлененностью рельефа с горными массивами и долинами, изобилием горных рек, ручьев, озер; влияние океана является определяющим для погодноклиматических условий территории. Все это в наибольшей степени

определяет видовой состав флоры и фауны, накладывает свой отпечаток на формирование и функционирование биогеоценозов.

В целом растительный покров носит горный характер, с отчетливо выраженной высотной поясностью, представленной лесным, субальпийским и горно-тундровым поясами. В лесном поясе (до 600–900 м над уровнем моря) преобладают каменноберезовые леса, участки лиственничных лесов встречаются в бассейне Кроноцкого озера и в долине р. Лево́й Шапи́на, леса из ели аянской занимают выположенные склоны гор по долине р. Лево́й Шапи́на. По берегам рек распространены леса из ольхи волосистой, чозении, тополя душистого, древесных и кустарниковых ив. В субальпийском поясе господствуют ольховый, реже кедровый стланик. Горно-тундровый пояс (альпийский) занят кустарничковыми тундрами, перемежающимися нивальными лугами, а также шлаковыми и лавовыми полями, каменистыми склонами и осыпями. Во всех высотных поясах широко распространены луга и довольно обычны болота (Якубов, 2010). Особый интерес представляют термальные поля в районах с поствулканической деятельностью (Узон-Гейзерный и др.).

Фауна стафилинид Камчатки изучена недостаточно. Рене Малез, участник Шведской экспедиции 1920–22 гг., собирал жуков в окрестностях г. Петропавловска-Камчатского, бухт Тарья, Русская (Achomten Bay), поселка Ключи. По его сборам определено 49 видов стафилинид (Bernhauer, 1925). В 1996 и 1997 гг. была предпринята биологическая экспедиция русских и японских ученых на Камчатку (вдоль трасс Петропавловск-Камчатский — Ключи; Елизово — Усть-Большерецк, район Усть-Камчатска) и Курильские острова. По ее результатам опубликована статья (Naomi et al., 2000), где приводится 105 надвидовых таксонов стафилинид, из них 76 видов встречено на Камчатке, в том числе 20 определено до вида: в подсемействе Tachyporinae — 2 вида, Aleocharinae — 2, Oxyporinae — 1, Steninae — 12, Staphylininae — 3 вида. В каталоге стафилинид Северо-Восточной Азии для Камчатки и Командорских островов приводится 58 видов из 10 подсемейств, исключая подсемейство Aleocharinae (Ryabukhin, 1999).

### Материал и методика

В Кроноцком заповеднике мы собирали стафилинид с 1972 г. с помощью доступных методов: сбор эксгаустером на цветках, в грибах, под навозом, на падали, мертвой рыбе, в отмершей древесине, на снежниках

и других субстратах. В ловчие стаканы (ловушки Барбера) стафилиниды собирались: в 1986 и 2011 гг. — в кальдере вулкана Узон (далее Узон) на термальных площадках и вдоль термальных водоемов, в 1986–87 гг. — на оз. Кроноцком и на бывшем стационаре заповедника «Макарка», в 35 км от границы заповедника, в 2 км от пос. Лазо, в 2011 г. — в центральной части Долины гейзеров.

В определении видовой принадлежности стафилинид по большей части собранного материала (свыше 290 экземпляров) принимали участие А. Л. Тихомирова, А. Б. Рывкин, Е. М. Веселова (Москва) и М. Ю. Гильденков (Смоленск), за что авторы приносят им свои глубокие благодарности.

В предлагаемом аннотированном списке приводятся как наши находки, так и находки других исследователей не только из заповедника, но и с сопредельной территории. Ниже даны координаты пунктов сбора стафилинид (таблица 1).

Сведения по общему географическому распространению видов приводятся преимущественно из «Catalogue of Palaearctic Coleoptera» (Löbl, Smetana, 2004).

**Таблица 1.** Географические характеристики пунктов сбора стафилинид на Камчатке.

Пункты сборов	Координаты	Высота над уровнем моря
Нижне-Семячкские ключи	160°2'22,579" в.д., 54°12'33,403" с.ш.	240
вулкан Бурлящий	159°57'49,614" в.д., 54°19'30,933" с.ш.	1100
Долина гейзеров	160°8'3" в.д., 54°26'11" с.ш.	450
кальдера вулкана Узон	160°0'41" в.д., 54°30'3" с.ш.; 160°1'3" в.д., 54°30'0" с.ш.	650
Устье р. Шумной	160°17'14,8" в.д., 54°17'30,5" с.ш.	на уровне моря
Кордон «Скала»	160°25'49" в.д., 55°4'5" с.ш.	430
Полевой стационар «Река Баранья»	160°26'45,629" в.д., 55°0'25,136" с.ш.	420
Кордон «Исток»	160°21'33" в.д., 54°43'2" с.ш.	400
п. Снежный (в 4 км ниже истока р. Кроноцкой)	160°24'51,8" в.д., 54°41'56,6" с.ш.	370

Таблица 1 (окончание)

Пункты сборов	Координаты	Высота над уровнем моря
Кордон «Аэродром»	160°34'50" в.д., 54°32'60" с.ш.	350
Кордон «Кроноки»	164°9'39" в.д., 54°35'24" с.ш.	на уровне моря
Кордон «Мыс Козлова»	161°40'12,265" в.д., 54°30'39,081" с.ш.	на уровне моря
Кордон «Чажма»	161°52'30" в.д., 55°3'51" с.ш.	на уровне моря
Пойма р. Николка	159°40'43,6" в.д., 55°28'30,53" с.ш.	60
пос. Козыревск	159°51'57,9" в.д., 56°2'28,8" с.ш.	65
пос. Атласово	159°38'26,206" в.д., 5°36'19,519" с.ш.	60
пос. Лазо	159°44'48,725" в.д., 55°32'3,059" с.ш.	60
Полевой стационар «Макарка»	159°45'36,747" в.д., 55°32'39,966" с.ш.	60
р. Коль (Западная Камчатка)	156°2'43" в.д., 53°49'31" с.ш.	на уровне моря
г. Елизово	158°23'10,41" в.д., 53°11'5,833" с.ш.	на уровне моря
пос. Термальский	158°13'13,7" в.д., 52°56'0,1" с.ш.	на уровне моря
пос. Паратунка	158°14'55,2" в.д., 52°57'37,8" с.ш.	на уровне моря
вулкан Вилучинский, 6 км на север	158°15'4" в.д., 54°44'43,8" с.ш.	700–800 м

## АННОТИРОВАННЫЙ СПИСОК

Семейство **Staphylinidae** Latreille, 1802

Подсемейство **Proteininae** Erichson, 1839

**Megarthus** Curtis, 1829

\***M. nitidulus** Kraatz, 1857 (определили: А. Б. Рывкин, В. Б. Семенов).

**Материал:** пос. Макарка, в 35 км от границы заповедника, ловчая банка у навоза, 20.VI.1986 — 2 экз.; р. Коль, 20.VI.2005 — 1 экз.

**Распространение:** Европа, Сибирь, Д. Восток, Монголия.

**M. depressus** (Paykull, 1789) (*sinuatocollis* auct., nec Lacordaire, 1835) (определил А. Б. Рывкин).

**Литературные данные:** Ryabukhin, 1999 (Эссо).

**Материал:** пос. Макарка, в 35 км от границы заповедника, ловчая банка у навоза, 20.VI.1986 — 2 экз.

**Распространение:** Палеарктика.

Подсемейство **Omalinae** MacLeay, 1825

**Eusphalerum** Kraatz, 1857

**E. sp.** (определил А.Б. Рывкин).

**Материал:** Семьячикская коса, на цветках рябины, 14.VII.1973 — 8 экз.; р. Баранья, на цветках спиреи Стивена, 6.VII.1986 — 10 экз.

**Omalium** Gravenhorst, 1802

\***O. caesum** Gravenhorst, 1806 (определил В.Б. Семенов).

**Материал:** пос. Макарка, в 35 км от границы заповедника, ловчая банка у навоза, 20.VI.1986 — 3 экз.

**Распространение:** Европа, Сибирь.

**Olophrum** Erichson, 1839

**O. boreale** (Paykull, 1792) (определил А.Б. Рывкин).

**Литературные данные:** Ryabukhin, 1999 (Эссо, Козыревск).

**Материал:** Узон, оз. Дальнее, 2. VIII.1986 — 1 экз.; пос. Лазо, в древесных грибах, 18.VI.1986 — 1 экз.; там же, в доме, 19.VI.1986 — 2 экз.

**Распространение:** С. Европа, Сибирь; С. Америка.

**O. consimile** (Gyllenhal, 1810). (определил А.Б. Рывкин).

**Литературные данные:** Bernhauer, 1925 (без указания места сбора); Ryabukhin, 1999 (Эссо, Командорские о-ва).

**Материал:** Семьячикский лиман, каменнобережник, 19.VII.1973 — 1 экз.

**Распространение:** С. и Ц. Европа, Сибирь; С. Америка.

**Eucnecosum** Reitter, 1909

\***E. brachypterum** (Gravenhorst, 1802) (определил В.Б. Семенов).

**Материал:** оз. Кроноцкое, кордон Исток, 20-22.IX.2009 — 2-5 экз./сутки; верховья р. Лиственничной, кордон «Скала», 29.VII.1986 — 1 экз.

**Распространение:** С. и Ц. Европа, Сибирь, Монголия; С. Америка.

\***E. brunnescens** (J.Sahlberg, 1871) (определил В.Б. Семенов).

**Материал:** Узон, ловчая банка, 20.VII.1986 — 1 экз.

**Распространение:** С. Европа, Сибирь; С. Америка.

**Acidota** Stephens, 1829

**A. crenata** (Fabricius, 1792) (определил В.Б. Семенов).

**Литературные данные:** Bernhauer, 1925 (о-в Топорков).

**Материал:** вулкан Бурлящий, на снежнике, 3.VIII.1986 — 3 экз.

**Распространение:** Европа, Сибирь, Монголия, Корея, Япония; С. Америка.

Подсемейство **Oxytelinae** Fleming, 1821

**Carpelimus** Leach, 1819

**C. lindrothi** (Palm, 1943) (определили М.Ю. Гильденков, В.Б. Семенов).

**Литературные данные:** Гильденков, 2001 (Долина гейзеров, описан как *C. lindrothi camtchaticus* Gildenkov, 2001).

**Материал:** Узон, ловчие банки, 5-6.VII.1986 — 1 экз.; там же, термоплощадка, 20.VII.2006 — 1 экз.; Долина гейзеров, под корой валежа березы, 6.VI.2006 — 2 экз.; там же, ручей Горячий, берег, по краю снежника, 8.III.2006 — 6 экз.

**Распространение:** Европа, Сибирь, Приморье.

**Замечание:** с Камчатки из Долины гейзеров был описан подвид *C. lindrothi camtchaticus*. Однако часть приводимых нами экземпляров не отличаются от номинативной формы ни по признакам, данным в описании подвида, ни по каким-либо другим признакам. Это устно подтверждено и М.Ю. Гильденковым. Тем не менее, изученные особи, заметно варьируют по длине надкрылий и их окраске. Для окончательного выяснения статуса формы *camtchaticus* необходим дополнительный материал.

Подсемейство **Tachyporinae** MacLeay, 1825

**Lordithon** Thomson, 1859 (*Bolitobius* auct., nec Leach, 1819)

**L. thoracicus** (Fabricius, 1777) (определила Е.М. Веселова).

**Литературные данные:** Bernhauer, 1925 (без указания места сбора).

**Материал:** Долина гейзеров, каменноберезник, ловчая банка, 3-30.VIII.2011 — 2 экз.; р. Шумная, приморский луг, 11.VIII.1977 — 1 экз.; р. Коль, на мертвой рыбе, 8.VIII.2010 — 5 экз.

**Распространение:** Палеарктика.

**Sepedophilus** Gistel, 1856 (*Conosoma* auct., nec Kraatz, 1857)

**S. sp.** (определила Е.М. Веселова).

**Материал:** пос. Макарка, в 35 км от границы заповедника, ловчая банка у навоза, 22.VI.1986 — 2 экз., пастбище, в лёт, 20.VI.1986 — 2 экз.

Подсемейство **Tachyporus** Gravenhorst, 1802

\***T. pulchellus** Mannerheim, 1843 (определил В.Б. Семенов).

**Материал:** Узон, вейник, ловчая банка, 2.VIII.1986 — 1 экз.; оз. Кроноцкое, кордон Исток, ловчая банка, 24.VIII.1986 — 8 экз.; пос. Атласово, кошение по злакам, 27.V.1987 — 1 экз.; Елизово, в подстилке, 19.IV.1987 — 1 экз.

**Распространение:** Европа, Сибирь, Д. Восток.

\***T. atriceps** Stephens, 1832 (определил В.Б. Семенов).

**Материал:** р. Коль, 20.VI.2005 — 1 экз.

**Распространение:** Палеарктика.

Подсемейство **Tachinus** Gravenhorst, 1802

**T. jacuticus** Porpius, 1904 (определили Е.М. Веселова, В.Б. Семенов).

**Литературные данные:** Ullrich, 1975 («Schivelütsch-gebirge», Озерная).

**Материал:** р. Козлова, 12.IX.1987 — 1 экз.; пос. Снежный, 4 км ниже истока р. Кроноцкой, 10.VII.1988 — 1 экз.; пос. Лазо, смешанный лес, в банку, 19.VI.1986 — 2 экз.

**Распространение:** 3. и В. Сибирь, Монголия, Китай; С. Америка.

**T. elongatus** Gyllenhal, 1810 (определила Е.М. Веселова).

**Литературные данные:** Bernhauer, 1925 (Петропавловск-Камчатский); Ryabukhin, 1999 (30 км от пос. Ключи).

**Материал:** вулкан Бурлящий, снежник, 8.VII.1977 — 2 экз.; Центральный Семячик, 1600 м н.у.м., 7.IX.1985 — 1 экз.; Долина гейзеров, р. Гейзерная у моста, на камнях, 7.VI.2006 — 2 экз.; пос. Снежный, в 4 км ниже от истока р. Кроноцкой, 10.VII.1988 — 1 экз.; г. Елизово, каменноберезовый лес, в грибах, 5.VIII.1985 — 1 экз.

**Распространение:** Голарктика.

Подсемейство **Aleocharinae** Fleming, 1821

(определение В.Б. Семенова)

**Atheta** Thomson, 1858

\***A. pinegensis** Muona, 1983.

**Материал:** Эссо, 480 м, 13.VIII.1990, А. Морозов — 2 ♂♂.

**Распространение:** СЗ России (Архангельская обл.), Финляндия. Впервые указывается для фауны Восточной Палеарктики.

\***A. britteni** (Joy, 1913).

**Материал:** р. Коль, 20.VI.2005 — 2 ♀♀.

**Распространение:** С. Европа, Сибирь.

\**A. ripicola* (Hanssen, 1932).

**Материал:** Семячикский лиман, у оз. Круглое, 29.IX.1986 — 1 ♂, 1 ♀.

**Распространение:** Европа, Сибирь, Монголия.

\**A. fungi* (Gravenhorst, 1806).

**Материал:** Долина гейзеров, каменноберезник, 30.VIII.2011 — 1 экз., там же, термоплощадка, под мхом, в фотоэлектрон, 13. XII.2007 — 2 экз.; р. Баранья под корой трухлявой лиственницы в колонии муравьев *Camponotus herculeanus*, 19.IX.2001 — 5 экз.; оз. Кроноцкое, кордон Исток, 14.IX.1986 — 3 экз.; Узон, термоплощадка, 20.VII.2006 — 1 экз.; Атласово, кошение по злакам, 27.V.1987 — 1 экз.; г. Елизово, кошение по злакам, 13.X.1986 — 2 экз.; там же, в подстилке, 19.IV.1987 — 1 экз.; там же, в грибах, 8.IX.1986 — 3 экз.; там же, прав. берег р. Авача, 6-11.X.1986 — 4 экз.; окрестности г. Елизово, 22.VII.1990 — 3 экз.; там же, в подстилке, 14.VIII.1990 — 1 экз.; Елизовский р-н, р. Малая Паратунка, 30.VII.1990 — 1 экз.; 6 км севернее влк. Вилючинский, 700-800 м, 28.VII.1990 — 1 экз.; окрестности Петропавловска-Камчатского, 25-26.VII.1990 — 3 экз.

**Распространение:** Голарктика.

\**A. sylvicola* (Kraatz, 1856).

**Материал:** Долина гейзеров, в лишайнике на камне, 27.VIII.2003 — 1 экз.; там же, 12.VI.2007 — 1 экз.; р. Коль, 20.VI.2005 — 11 экз.; Елизово, вост. склон сопки, в гнезде пеночки-таловки (прошлогоднем), 4.V.2006 — 3 экз.

**Распространение:** Европа, Сибирь, Д. Восток.

\**A. aeneipennis* (Thomson, 1856).

**Материал:** окрестности г. Елизово, 14.VIII.1990, С. Салук — 2 экз.

**Распространение:** Европа, Сибирь, Монголия, С. Корея.

\**A. lapponica* J.Sahlberg, 1876.

**Материал:** окрестности г. Елизово, 22.VII.1990, С. Салук — 1 ♀.

**Распространение:** С. Европа, Сибирь, Монголия.

*A. graminicola* (Gravenhorst, 1806).

**Литературные данные:** Bernhauer, 1925 (без указания места сбора).

**Материал:** оз. Кроноцкое, кордон Исток, 20.IX.1986 — 2 экз.; там же, 10.IX.1986 — 8 экз.; р. Коль, 20.VI.2005 — 1 экз.; Узон, термоплощадка, 20.VII.2006 — 1 экз.; г. Елизово, кошение по траве, 10-13.X.1986 — 3 экз.

**Распространение:** Европа, Сибирь, Монголия, С. Корея.

\**A. lata* (Eppelsheim, 1893).

**Материал:** кальдера Узона, термоплощадка, у воды, 20.IX.1986 — 1 экз.; оз. Кроноцкое, кордон Исток, 20.VIII.1986 — 4 экз.

**Распространение:** Ц. Сибирь.

\**A. thulea* Poppius, 1909.

**Материал:** 6 км севернее влк. Вилючинский, 700-800 м, 28.VII.1990, С. Салук — 1 ♂.

**Распространение:** С. Европа, С. Корея.

\**A. freyi* Bernhauer, 1928

**Материал:** Эссо, кедровый стланик, 22.VII.1990, Т. Павленко — 1 ♀; там же, тундроподобный участок в кедровом стланике, 23.VIII.1990, Т. Павленко — 1 ♂, 3 ♀♀.

**Распространение:** Ц. Сибирь.

*Lypoglossa* Fenyés, 1918

\**L. lateralis* (Mannerheim, 1830).

**Материал:** оз. Кроноцкое, кордон Исток, 20.IX.1986 — 2 экз.

**Распространение:** Европа, Сибирь, С. Корея.

*Drusilla* Leach, 1819

*D. canaliculata* (Fabricius, 1787).

**Литературные данные:** Bernhauer, 1925 (без указания места сбора, приведен как *Astilbus canaliculatus* F.); Naomi et al., 2000 (реки Поперечная и Быстрая; р. Тихая в 30 км от Петропавловска-Камчатского, приведен как *D. canaliculata puncticollis* (Motschulsky)).

**Материал:** Долина гейзеров, каменноберезник, ловчая банка, 3-30. VIII.2011 — 6 экз.; там же, р. Гейзерная у моста, на камнях, 7.VI.2006 — 1 экз.; там же, открытый склон, герань, в подстилке, 31.VIII.1987 — 1 экз.; Узон, термоплощадка, в ловчую банку, 6-8.VII.1986 — 12 экз.; окрестности г. Елизово, 22.VII.1990 — 3 экз.

**Распространение:** Европа, Кавказ, Сибирь, Д. Восток, Монголия, Китай.

*Oxypoda* Mannerheim, 1830

\**O. nigricornis* Motschulsky, 1860.

**Материал:** окрестности г. Елизово, 22.VII.1990, С. Салук — 1 ♀; 6 км N влк. Вилючинский, 700-800 м, 28.VII.1990, С. Салук — 1 ♂.

**Распространение:** Европа, Сибирь.

\**O. operta* Sjoberg, 1950.

**Материал:** Петропавловск-Камчатский, 25-26.VII.1990, С. Салук — 1 ♀.

**Распространение:** С. Европа (Финляндия, Швеция, Карелия). Впервые указывается для фауны Восточной Палеарктики.

*Devia* Blackwelder, 1952

\**D. prospera* (Erichson, 1839).

**Материал:** пос. Козыревск, пойма р. Камчатка, 21.VI.1975, Б. Коротяев — 1 экз.; окрестности Петропавловска-Камчатского, 25-26.VII.1990 — 2 экз.; 6 км N влк. Вилючинский, 700-800 м, 28.VII.1990, С. Салук — 9 экз.

**Распространение:** Голарктика.

*Mniusa* Mulsant & Rey, 1875

\**M. grandiceps* (J.Sahlberg, 1876).

**Материал:** Эссо, кедровый стланик, 16.VI.1990, Т. Павленко — 2 ♂♂.

**Распространение:** С. Европа, Сибирь.

*Aleochara* Gravenhorst, 1802

\**A. sekanai* Klimaszewski, 1985 (= *unicolor* Klimaszewski, 1984, nec Dalla Torre, 1879)

**Материал:** Елизовский р-н, р. Малая Паратунка, 30.VII.1990, С. Салук — 2 ♂♂, 1 ♀.

**Распространение:** С. Америка. Впервые указывается для фауны Палеарктики.

\**A. moerens* Gyllenhal, 1827.

**Материал:** п. Жупаново, в белых грибах, 26.VIII.2008 — 8 экз.; г. Елизово, в грибах, 8.IX.1986 — 3 экз., там же, в сыроежках, 20.VIII.2009 — 12 экз.

**Распространение:** Европа, Сибирь, Монголия.

\**A. brundini* Bernhauer, 1936 (*suffusa* auct. nec Casey, 1906).

**Материал:** оз. Кроноцкое, кордон Исток, ловчие банки, 24.VIII.1986 — 5 экз.

**Распространение:** С. и Ц. Европа. Впервые указывается для фауны Восточной Палеарктики.

*Emplenota* Casey, 1884

\**E. puetzi* (Assing, 1995).

**Материал:** оз. Кроноцкое, кордон Исток, ловчая банка, 25.VIII.1986 — 1 экз.; кальдера Узона, кошение по злакам, 25.VIII.1986 — 1 экз.

**Распространение:** Д. Восток, С. Корея.

Подсемейство *Oxyporinae* Fleming, 1821

*Oxyporus* Fabricius, 1775

\**O. maxillosus* Fabricius, 1792 (определил А.Б. Рывкин).

**Материал:** Полевой стационар «Нижне-Семячикские ключи», в грибах, 13.VII.1985 — 3 экз.; р. Баранья, ловчая банка, 12.IX.2001 — личинка.

**Распространение:** Европа, Турция, Сибирь, Д. Восток, Монголия, Китай, Япония.

Подсемейство *Steninae* MaLeay, 1825

(Определение А.Б. Рывкина)

*Stenus* Latreille, 1797

*S. comma* Leconte, 1863.

**Литературные данные:** Ryabukhin, 1999 (Петропавловск-Камчатский, Эссо, Елизово); Naomi et al., 2000 (реки Поперечная и Быстрая).

**Материал:** Долина гейзеров, 3.VIII.2011 — 1 экз.; р. Николка, пойма, у воды, 14.VI.1986 — 2 экз.; р. Камчатка, старица у пос. Лазо, ловчая банка в урете воды, 19.VI.1986 — 2 экз.

**Распространение:** Голарктика.

*S. fasciculatus* J. Sahlberg, 1870.

**Литературные данные:** Naomi et al., 2000 (оз. Азабачье).

**Материал:** Узон, термоплощадка, ловчая банка, 4.VII.1986 — 1 экз.; р. Камчатка, старица у пос. Лазо, в ловчей банке у воды, 22.VI.1986 — 3 экз.

**Распространение:** С. Европа, Сибирь, Камчатка; Канада.

\**S. clavicornis* Scopoli, 1863.

**Материал:** р. Николка, у воды, 20.VI.1986 — 1 экз.; Елизово, вост. склон сопки, в гнезде пеночки-таловки (прошлогоднем), 4.V.2006 — 1 экз.

**Распространение:** Голарктика.

***S. kamtschaticus*** Motschulsky, 1845.

**Литературные данные:** Ryabukhin, 1999 (Эссо).

**Материал:** пос. Макарка, в 35 км от границы заповедника, ловчая банка у навоза, 20.VI.1986 — 1 экз.

**Распространение:** В. Сибирь, Камчатка, Монголия, Китай; Аляска, Канада.

***S. pubescens fraternus*** Casey, 1884 (= *sandersonianus* Puthz, 1972).

**Литературные данные:** Bernhauer, 1925 (без указания места сбора, указан как *S. pubescens* Steph.); Ryabukhin, 1999 (11 км западнее Петропавловска-Камчатского).

**Материал:** Узон, термopлощадка, ловчая банка, 3.X.1977 — 1 экз.; Семячикский лиман, приморский луг, 3.X.1977 — 2 экз.

**Распространение:** В. Сибирь, Д. Восток, Монголия; С. Америка.

***S. auriger*** Eppelsheim, 1893.

**Литературные данные:** Bernhauer, 1925 (Петропавловск-Камчатский).

**Материал:** Долина гейзеров, каменноберезник, ловчая банка, 3-30.VIII.2011 — 2 экз.; Семячикский лиман, 9. IX.1985 — 1 экз.; р. Николка, на земле, 20.VI.1986 — 1 экз.; пос. Лазо, кошение в тополельнике, 18.VI.1986 — 1 экз.

**Распространение:** С. и СВ. Сибирь, Сахалин, Монголия, Китай, С. Корея.

Подсемейство **Euaesthetinae** Thomson, 1859

**Euaesthetus** Gravenhorst, 1806

**\**E. laeviusculus*** Mannerheim, 1844 (определение В.Б. Семенова).

**Материал:** Долина гейзеров, под корой каменной березы, 6.VI.2006 — 2 экз.; там же, р. Гейзерная у моста, на камнях, 7.VI.2006 — 1 ♀; Узон, термopлощадка, 20.VII.2006 — 1 ♀.

**Распространение:** Европа, Сибирь; С. Америка.

***E. ruficollis*** Motschulsky, 1860 (определил В.Б. Семенов).

**Литературные данные:** Ryabukhin, 1999 (Эссо).

**Материал:** Долина гейзеров, под корой каменной березы, 6.VI.2006 — 1 ♂; там же, ручей Горячий, берег, по краю снега, 8.III.2006 — 1 ♂, 2 ♀♀.

**Распространение:** СВ. Европейской части России, Полярный Урал, Сибирь.

Подсемейство **Paederinae** Fleming, 1821

**Lathrobium** Gravenhorst, 1802

**L. sp.** (определил А.Б. Рывкин).

**Материал:** пос. Макарка, в 35 км от границы заповедника, ловчая банка у воды, 22.VI.1986 — 1 экз.

Подсемейство **Staphylininae** Latreille, 1802

**Philonthus** Stephens, 1829

**\**Ph. succicola*** Thomson, 1860 (определил В.Б. Семенов).

**Материал:** Долина гейзеров, каменноберезник, ловчая банка, 3-30.VIII.2011 — 1 экз.; Кроноки, на лету, 16.VI.1974 — 1 экз.; р. Щапина, смешанный лес, 14.VI.1986 — 1 экз.; пос. Лазо, ловчая банка у навоза, 14-20.VI.1986 — 2 экз.; р. Коль, на мертвой рыбе, 25.VIII.2009 — 2 экз.

**Распространение:** Космополит.

***Ph. rotundicollis*** (Ménétriés, 1832) (определили А.Б. Рывкин, В.Б. Семенов).

**Литературные данные:** Bernhauer, 1925 (Петропавловск-Камчатский); Ryabukhin, 1999 (Елизово, Эссо).

**Материал:** Семячикская коса, 19.VII.1973 — 1 экз.; Жупаново, под корой пня, 25.V.1972 — 1 экз.; ручей Горячий Ключ (кордон Нижне-Семячикские ключи), 13. VII.1985 — 1 экз.; Узон, вейник, 3.X.1977 — 1 экз., там же, разнотравье, 20.VII.1977 — 1 экз.; оз. Кроноцкое, кордон Исток, в ловчую банку, 1.IX.1986 — 1 экз.; р. Николка, в урете воды, 20.VI.1986 — 2 экз.; Макарка, в 35 км от границы заповедника, ловчая банка у навоза, 20.VI.1986 — 2 экз.; там же, белоберезовый лес, ловчая канавка на пастбище, 19.VI.1986 — 5 особей за 1 сутки; Елизово, капустное поле, на капустной мухе, 22.VIII.1979 — 2 экз.; там же, на муравейнике, 12.X.2011 — 2 экз.; Усть-Большерецкий р-н, с. Кавалеровское, в муравейнике, 25.VIII.2009 — 2 экз.

**Распространение:** Палеарктика.

**\**Ph. strandi*** Smetana, 1959 (определил А.Б. Рывкин).

**Материал:** пос. Макарка, в 35 км от границы заповедника, ловчая банка у навоза, 20.VI.1986 — 2 экз.

**Распространение:** В. Сибирь, Монголия.

\**Ph. lederi* Eppelsheim, 1893 (определили А.Б. Рывкин, В.Б. Семенов).

**Материал:** Долина гейзеров, каменноберезник, ловчая банка, 3-30.VIII.2011 — 1 экз.; ручей Горячий Ключ (кордон Нижне-Семячикские ключи) 13.VII.1985 — 1 экз.; р. Николка, у реки, 20.VI.1986 — 2 экз.; верховья р. Лиственничной, кордон «Скала», 29.VII.1986 — 1 экз.; пос. Лазо, смешанный лес, в ловчую банку, 19.VI.1986 — 1 экз.

**Распространение:** Скандинавия, Сибирь, С. Монголия, Китай.

\**Ph. alpinus* Eppelsheim, 1875 (определил А.Б. Рывкин).

**Материал:** Макарка, в 35 км от границы заповедника, ловчая банка у хлева, у навоза, 20.VI.1986 — 2 экз.

**Распространение:** Европа. Впервые указывается для фауны Восточной Палеарктики.

\**Ph. ebeninus* (Gravenhorst, 1802) (определила А.Л. Тихомирова).

**Материал:** вулкан Бурлящий, снежник, 8.VII.1977 — 1 экз.; Центральный Семячик, 1500 м н.у.м., 7.IX.1985 — 2 экз.; Козыревск, смешанный лес, 20.VI.1975 — 1 экз.; Елизово, капустное поле, 8.X.1979 — 1 экз.

**Распространение:** Палеарктика.

\**Ph. concinnus* (Gravenhorst, 1802) (определила А.Л. Тихомирова).

**Материал:** Семячикская коса, 19.VII.1973 — 1 экз.; Жупаново, под колой пня, 25.V.1972 — 1 экз.; ручей Горячий Ключ (Нижне-Семячикские ключи) 13.VII.1985 — 1 экз.; Узон, вейник, 3.X.1977 — 1 экз., там же, разнотравье, 20.VII.1977 — 1 экз.; Елизово, капустное поле, на капустной мухе, 22.VIII.- 15.X.1979 — 4 экз.

**Распространение:** Голарктика.

*Ph. sp.* (коллекция А.Б. Рывкина).

**Материал:** Узон, вейник, 3.X.1977 — 1 экз.

#### *Creophilus* Leach, 1819

*C. maxillosus* (Linnaeus, 1758) (определил В.Б. Семенов).

**Литературные данные:** Bernhauer, 1925: (Петропавловск-Камчатский; Авачинская бухта; Ключи).

**Материал:** Долина гейзеров, на падали, 26.VI.2009 — 1 экз.; Семячикский лиман, ручей Бармотина, 2.X.1973 — 1 экз.; Кроноки, на рыбе, 16.VI.1974 — 3 экз.; р. Кроноцкая, кордон Аэродром, в лёд,

24.VIII.1984 — 3 экз.; Узон, ручей Комариный, колосняк, 31.VII.1974 — 1 экз.; там же, 27.VII.1977 — 1 экз.; кордон Чажма, 20.VIII.1984 — 3 экз.; Макарка близ пос. Лазо, ловчая банка у навоза, 20.VI.1986 — 1 экз.; о. Беринга, бухта Старая Гавань, приморская полоса, 6-9.IX.2005, личинки и жуки, много в толще гниющих водорослей.

**Распространение:** Космополит.

#### *Quedius* Stephens, 1829

*Q. kamchaticus* Smetana, 1976 (определил В.Б. Семенов).

**Литературные данные:** Smetana, 1976 (Озерная, типовое местонахождение).

**Материал:** Узон, 1-й термальный участок, 1.VII.1986 — 2 экз.; вулкан Бурлящий, 27.VII.1986 — 1 экз.; там же, снежник, 3.VIII.1986 — 2 экз.; оз. Кроноцкое, кордон Исток, 20.IX.1986 — 3 экз.

**Распространение:** Камчатка, Япония (Хоккайдо).

*Q. sublimbatus* Mäklin, 1853 (определили А.Б. Рывкин, В.Б. Семенов).

**Литературные данные:** Smetana, 1976 (Озерная).

**Материал:** Долина гейзеров, подстилка в каменноберезовом лесу, ловчая банка, 3-30.VIII.2011 — 7 экз.; Кроноцкий аэродром, ловчая канавка в пойме, 29.IX.1986 — 2 экз.; оз. Кроноцкое, кордон Исток, ловчая банка на пляже, 20-24.IX.1986 — 3 экз.; Макарка, в 35 км от границы заповедника, ловчая банка у навоза, 20.VI.1986 — 2 экз., г. Елизово, пос. Термальный, в трухлявом пне ивы удской, 17.X.2011 — 2 экз.

**Распространение:** Скандинавия, Сибирь, Камчатка, Монголия; С. Америка.

#### Результаты и обсуждение

Всего на Камчатке нами зарегистрировано 58 видов Staphylinidae из 10 подсемейств 27 родов.

В подсемействах количество видов оказалось следующим:

Proteininae — 2 вида, Omaliinae — 7, Oxytelinae — 1, Tachyporinae — 6, Aleocharinae — 21, Oxyporinae — 1, Steninae — 6, Euaesthetinae — 2, Paederinae — 1, Staphylininae — 11 видов.

Впервые для Камчатки приводятся 34 вида (отмечены \*). Кроме того, такие виды, как *Atheta pinegensis*, *Oxypoda operta*, *Aleochara brundini* и *Philonthus alpinus* — отмечены впервые для востока Палеарктики. *Aleochara sekanai* — впервые для Палеарктики.

Из общего числа приведенных видов голарктическое распространение имеют 14, восточно-голарктическое — 4, палеарктическое — 26, восточно-палеарктическое — 8, космополитическое — 2.

На территории Кроноцкого заповедника нами выявлено 46 стафилинид, из них 4 вида определены только до рода, 24 вида впервые указываются для полуострова Камчатки, *Aleochara brundini* — впервые для востока Палеарктики.

Большая часть видов заповедника регистрировались нами или другими исследователями и в сопредельных районах Камчатки, обнаружены только в заповеднике 11 видов стафилинид: *Eusphalerum* sp., *Eucnecosum brachypterum*, *E. brunnescens*, *Atheta ripicola*, *A. lata*, *Lypoglossa lateralis*, *Aleochara brundini*, *Emplenota puetzi*, *Oxyporus maxillosus*, *Euaesthetus laeviusculus*, *Philonthus* sp.

По зональному распределению максимальное видовое разнообразие стафилинид отмечено в лесной зоне заповедника — не менее 42 видов. На горных тундрах заповедника встречено лишь 4 вида: *Acidota crenata*, *Tachinus elongatus*, *Philonthus ebeninus*, *Quedius kamchaticus*.

Наиболее насыщена видами литораль рек, ручьев и озер заповедника — 29 видов, причем здесь массовыми, по данным учетов ловушками Барбера, были *Eucnecosum brachypterum*, *Tachyporus pulchellus*, *Atheta graminicola*, *Creophilus maxillosus*, последний из них изобилен и на океанском побережье на ламинариевых выбросах.

Из гигрофильных видов на термальных площадках кальдеры вулкана Узон, Долины гейзеров, ручья Горячий ключ зарегистрировано 9 видов стафилинид. Наиболее многочисленные из них жуки *Drusilla canaliculata*, которые попадались в ловушки Барбера до 6 особей за сутки.

В лесной подстилке встречено не менее 28 видов. Из них в биотопах с экскрементами позвоночных встречено 7 видов, причем все они ловились в ловушки Барбера, установленные у навозного гурта близ хлева у бывшего стационара заповедника — «Макарка», в 35 км от границы заповедника. На территории заповедника подобных биотопов нет, наиболее часто встречаются экскременты медведя, которые в открытых биотопах быстро высыхают, не успевая заселиться гифами грибов и яйцами двукрылых. Под пологом леса в экскрементах медведя встречались *Philonthus succicola*, *Ph. rotundicollis*, *Creophilus maxillosus*. В грибах найдено 5 видов: в агариковых грибах наиболее обычными были *Atheta fungi* и *Aleochara moerens*, реже встречались *Oxyporus maxillosus* и *Tachinus elongatus*; на древесных грибах был собран 1 вид — *Olophrum boreale*.

На падали позвоночных, главным образом, землероек и мышевидных грызунов, обнаружено 7 видов, среди них наиболее обычны *Lordithon thoracicus* и *Philonthus rotundicollis*. На мертвой и снулой рыбе лососевых пород встречены *Philonthus succicola*, *Ph. rotundicollis*, *Creophilus maxillosus*, *Lordithon thoracicus*.

В куполах лесных муравьев обнаружены жуки *Philonthus rotundicollis*, в колониях сахалинского муравья-древоточца *Camponotus herculeanus sachalinensis* Forel под корой валежа лиственницы — *Atheta fungi*. Под корой валежа и в трухлявых пнях лиственных пород встречены: *Carpelimus lindrothi*, *Euaesthetus laeviusculus*, *E. ruficollis*, *Philonthus rotundicollis*, *Ph. concinnus*, *Quedius sublimbatus*.

На земле в гнездах воробьиных обнаружены *Atheta sylvicola* и *Stenus clavicornis*. В цветках розоцветных (рябина, шиповник, спирея) кормятся многочисленные жуки *Eusphalerum* sp. На лугах и полянах, обычно на злаках с тлями, встречались *Tachyporus pulchellus*, *Emplenota puetzi*, *Philonthus concinnus* и *Ph. sp.*

Эврибионтами, встреченными во многих биотопах заповедника, оказались 10 видов: *Tachyporus pulchellus*, *Tachinus jacuticus*, *T. elongatus*, *Philonthus succicola*, *Ph. rotundicollis*, *Ph. lederi*, *Ph. ebeninus*, *Ph. concinnus*, *Creophilus maxillosus*, *Quedius sublimbatus*.

### Выводы

В результате наших сборов значительно увеличился общий список стафилинид Камчатки: из 58 видов, обнаруженных нами, 34 вида впервые указываются для территории Камчатки, кроме того *Atheta pinegensis*, *Oxypoda operta*, *Aleochara brundini* и *Philonthus alpinus* — впервые зарегистрированы для востока Палеарктики. *Aleochara sekanai* — впервые для Палеарктики. В результате сборов 1972–2011 гг. на территории Кроноцкого заповедника выявлено 46 видов из 22 родов 10 подсемейств, из которых 24 вида впервые указываются для территории Камчатки, *Philonthus alpinus* *Aleochara brundini* — впервые для востока Палеарктики, 11 видов зарегистрированы только на территории заповедника.

### Литература

Гильденков М. Ю. 2001. Фауна *Carpelimus* Палеарктики (Coleoptera: Staphylinidae). Проблемы вида и видообразования. Часть 1. — Смоленск: Изд-во СГПУ. — 304 с.

Положение о федеральном государственном учреждении «Кроноцкий государственный природный биосферный заповедник» (с изменениями, утвержденными приказами Минприроды России № 48 от 27.02.2009, № 71 от 26.03.2009). С. 2.

Якубов В. В. 2010. Иллюстрированная флора Кроноцкого заповедника (Камчатка): Сосудистые растения. — Владивосток : БПИ ДВО РАН. — С. 7–14.

Bernhauer M. 1925. Entomologische Ergebnisse der schwedischen Kamtschatka-Expedition 1920–1922. 8. Staphylinidae // Arkiv för Zoologi. Stockholm, Bd. 18 B, N. 4, P. 1–2.

Löbl I. & A. Smetana 2004. Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Vol. 2. Hydrophiloidea — Histeroidea — Staphylinoidea. Stenstrup: Apollo Books. — 942 p.

Naomi Sh., Kuranishi R., Saito A., Maruyama M. 2000. A List of the Family Staphylinidae (Insecta: Coleoptera) collected during the Biological Expedition to the North Kamchatka Peninsula and Nord Kuril Islands in 1996 and 1997 // Nat. Hist. Res., Special Issue. No. 7. P. 101–111.

Ryabukhin A. S. 1999. A catalogue of rove beetles (Coleoptera: Staphylinidae exclusive of Aleocharinae) of the northeast of Asia. Sofia — Moscow : Pensoft. — 137 p.

Smetana A. 1976. New species and remarks on Siberian *Quedius* (Coleoptera: Staphylinidae) // Notulae Entomol. 56. P. 21–28.

Ullrich W.G. 1975. Monographie der Gattung *Tachinus* Gravenhorst (Coleoptera: Staphylinidae), mit Bemerkungen zur Phylogenie und Verbreitung der Arten. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. Kiel. 365 pp, 61 pls.

## СОВРЕМЕННЫЕ СВЕДЕНИЯ ОБ УНИКАЛЬНЫХ ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСАХ КРОНОЦКОГО ЗАПОВЕДНИКА

### ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ТЕРМАЛЬНЫХ ПОЛЕЙ ПО СТРУКТУРЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА (НА ПРИМЕРЕ ДОЛИНЫ Р. ГЕЙЗЕРНОЙ)

А. В. Завадская<sup>1</sup>, В. М. Яблоков<sup>2</sup>, М. В. Прозорова<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>ФГБУ «Кроноцкий государственный заповедник»  
<sup>2</sup>МГУ имени М. В. Ломоносова

**Ключевые слова:** Кроноцкий заповедник, долина р. Гейзерной, термальные поля, термофильные растительные сообщества, картографирование, математико-картографическое моделирование, ГИС.

Открытая 70 лет назад Долина гейзеров является одним из пяти районов мира (наряду с Йеллоустонским парком в США, термальными полями Чили, Исландии и Новой Зеландии), в которых можно наблюдать такое редкое явление природы как гейзеры — периодически фонтанирующие горячие источники. Ценность и значимость данного природного комплекса признаны на национальном (статус «Чудо России», 2008 г.) и международном (знаменитая долина расположена в Кроноцком государственном природном биосферном заповеднике, включенном с 1996 г. в Список объектов Всемирного природного наследия ЮНЕСКО) уровнях.

Уникален весь природный комплекс Долины гейзеров, который формируется в условиях наличия многочисленных и разнообразных термопроявлений и содержит интразональные термальные экосистемы, существенно отличающиеся от зональных природно-территориальных комплексов (ПТК).

Одним из ведущих азональных факторов, определяющих формирование растительного покрова, своеобразие микрофлоры и фауны уникальных и редких ПТК гидротермальных систем является температура почв. Крупномасштабное картографирование данной характеристики необходимо для информационного обеспечения большинства эколого-географических и биологических исследований

в геотермальных районах, а также для планирования охраны уникальных и редких термальных экосистем в условиях их ограниченного рекреационного использования.

Трудоемкость получения площадных данных о термальном режиме почв определяет необходимость разработки методов ландшафтной индикации, позволяющих вместо экспериментальных данных использовать информацию о характеристиках ПТК, однозначно определяющих интересующие параметры. По наблюдениям ряда авторов, в геотермальных районах таким индикатором может выступать структура растительного покрова, которая отражает распределение температур почв корнеобитаемого слоя.

В настоящей работе на примере Долины гейзеров продемонстрирована возможность реализации геоинформационного моделирования и картографирования температуры почв на основе методов ландшафтной индикации.

#### **Описание района работ**

Территория, на которой проводились исследования, отличается большим ландшафтным разнообразием. Долина р. Гейзерной, как более точно и правильно назвала рассматриваемый район первооткрывательница камчатских гейзеров Т. И. Устинова (1955), представляет собой ландшафт, в котором выделяются две местности (Иванов и др., 1995):

1) тектоническая макродолина р. Гейзерной, обусловленная соответствующей депрессией северо-восточного простираения (Устинова, 1955; Леонов, 1989);

2) эрозионная долина, обладающая сложной и дробной ландшафтной структурой и вмещающая редкие и уникальные термальные ПТК (термальными принято считать экосистемы, отделяемые от зональных по изотерме +20 °С на глубине 1 м (Нешатаева, 2009)).

Если для первой местности ландшафтная структура определяется эффектом высотной поясности, то для второй основным дифференцирующим фактором является действие напорных термальных вод и пространственная неоднородность температурного поля (Сугробов, Сугробова, 1990).

Отличительными особенностями термальных ПТК, обуславливающими их уникальность и высокую природоохранную, эстетическую и научно-познавательную ценность, являются: высокая мозаичность растительного покрова, вмещающего ценопопуляции эндемичных

видов; многообразие форм микрорельефа (бессточные воронки, грязевые котлы и вулканчики, гейзеритовые постройки и др.); неоднородность микроклиматических условий; специфичный химический состав и температурный режим почв; существование в местах разгрузки термальных вод уникальных альго-бактериальных сообществ и колоний сине-зеленых водорослей; особая роль термальных экосистем в территориальном и сезонном перераспределении животных.

Разработка методов картографирования температуры почво-грунтов как ведущего фактора пространственной дифференциации ПТК гидро-термальных районов и апробирование данных методов осуществлены на примере центрального участка Гейзерного термального поля (общая площадь участка работ около 0,15 км<sup>2</sup>), вмещающего наиболее ценные термальные ПТК, традиционно используемого для осуществления эколого-познавательных маршрутов.

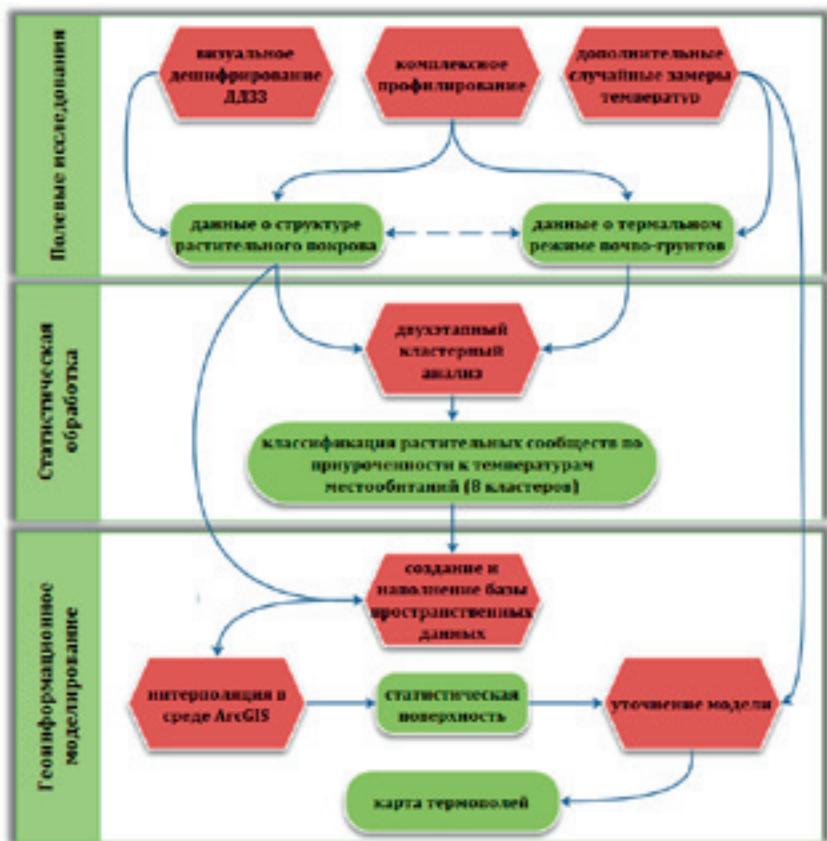
#### **Материалы и методы**

Работы по картографированию термальных полей долины р. Гейзерной выполнялись в три этапа: 1) полевой этап (получение данных о структуре растительного покрова и приуроченных к растительным выделам температурных характеристиках); 2) камеральная обработка полученных материалов, поиск статистических закономерностей между характеристиками термального режима почв и параметрами растительного покрова и 3) геоинформационное моделирование и составление карты термальных полей (рис. 1).

Информационной основой работ явились материалы детальных полевых исследований в рассматриваемом районе, выполненных авторами в 2010–2011 гг. Исследования осуществлялись методом комплексного профилирования и включали наблюдения на трех эколого-географических трансектах (общая протяженность 863 м, ширина каждой трансекты — 5 м), наилучшим образом отражающих разнообразие ландшафтной структуры исследуемого участка и, в частности, фациальную структуру термальных ПТК эрозионной долины, представляющих наибольший интерес в связи с решаемой в работе задачей (рис. 2).

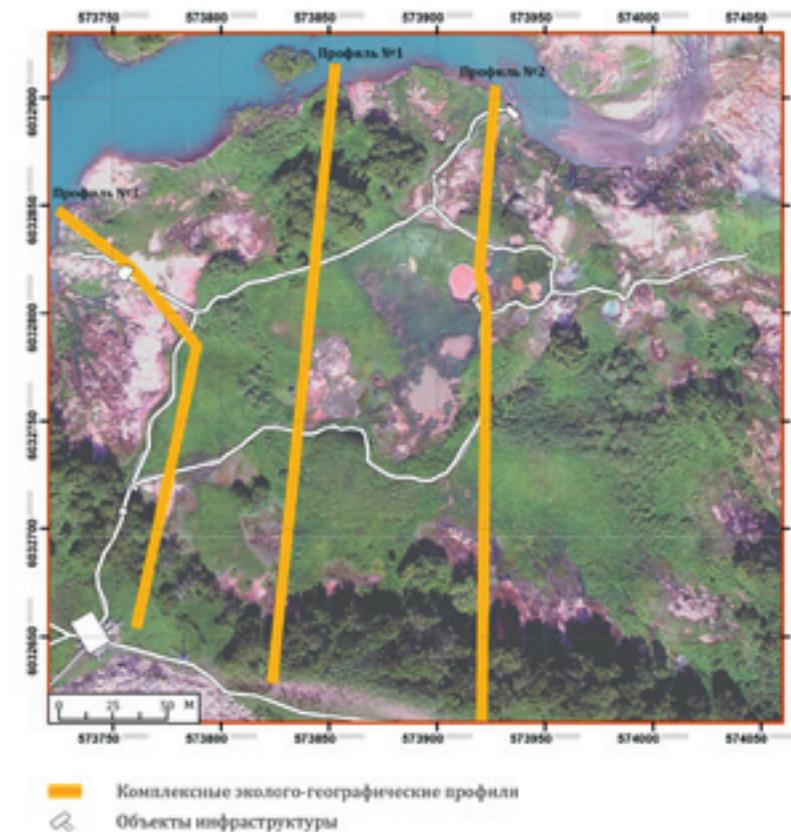
В состав наблюдений на комплексных профилях входили следующие работы:

- выделение растительных сообществ, измерение их протяженности;



**Рис. 1.** Этапы картографирования термальных полей по структуре растительного покрова

- геоботаническое описание сообществ с выявлением флористического состава травяно-кустарничкового яруса, определением общего проективного покрытия травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов, а также проективных покрытий каждого вида сосудистых растений;
- измерение температуры почв (почвенным термометром с термопарой, Hanna Instruments, Inc.) вдоль линии профиля на глубине 15 см



**Рис. 2.** Пространственная структура полевых наблюдений (картографическая основа — аэрофотоснимок, И. Ю. Свирид, 2007 г.)

и 50 см через каждые 2 м в зональных ПТК и 0,5 м в термальных местообитаниях.

Сообщества определялись на основе учета их физиономического облика и описывались в естественных границах. Виды сосудистых растений определены авторами (Определитель..., 1981; Якубов, 2010). Номенклатура видов растений приведена по «Каталогу флоры Камчатки (сосудистые растения)» (Якубов, Черныгина, 2004).

Помимо наблюдений на трансектах, для обеспечения достоверной интерполяции характеристик температурного поля в условиях высокой мозаичности ландшафтной структуры были произведены случайные замеры температур по всей площади исследуемого участка.

Одновременно с наблюдениями на комплексных профилях осуществлялось крупномасштабное (1 : 2 000) картографирование растительного покрова исследуемого участка. В полосе трансект шириной 5 м такие работы выполнялись методом сплошной пикетажной съемки, на остальной территории в целях минимизации антропогенного воздействия на уязвимые термальные ПТК картографирование растительного покрова осуществлялось путем полевого дешифрирования аэрофотоснимка, выполненного И. Ю. Свиридом (ИВиС ДВО РАН) в 2007 г. и спутникового снимка, сделанного космическим аппаратом GeoEye-1 06.09.2009 г. (разрешение 0,41 м), с составлением кратких геоботанических бланков по каждому выделу.

В результате выполнения полевых работ были получены данные о пространственной структуре (полевая схема) и единицах растительного покрова (97 полных геоботанических описаний и более 200 кратких геоботанических бланков) и приуроченных к ним температурах почв (358 измерений на трансектах и 52 вне трансект).

Последующая статистическая обработка материалов полевых исследований в пакетах MS Excel и SPSS Statistics и осуществленное на базе ГИС-пакета ArcGIS 10 геоинформационное моделирование на основе схемы растительного покрова позволили составить карту термальных полей исследуемого участка. Оформление итоговой карты осуществлено в графическом редакторе Adobe Illustrator.

### Результаты

Основой для геоинформационного моделирования термальных полей явилась составленная по материалам полевых исследований карта-схема растительного покрова долины р. Гейзерной (1 : 2 000). При разработке легенды карты применялась классификационная схема высших синтаксонов растительности полуострова Камчатка, разработанная В.Ю. Нешатаевой (2009), а также работа Т.Ю. Самковой (2009). Полученная схема исследуемого участка содержит 354 единицы растительного покрова (площадью от 1 до нескольких тысяч м<sup>2</sup>), классифицированных в 42 сообщества (12 зонально-поясных сообществ или схожих с таковыми по составу и структуре; 30 термальных сообществ) (рис. 3).

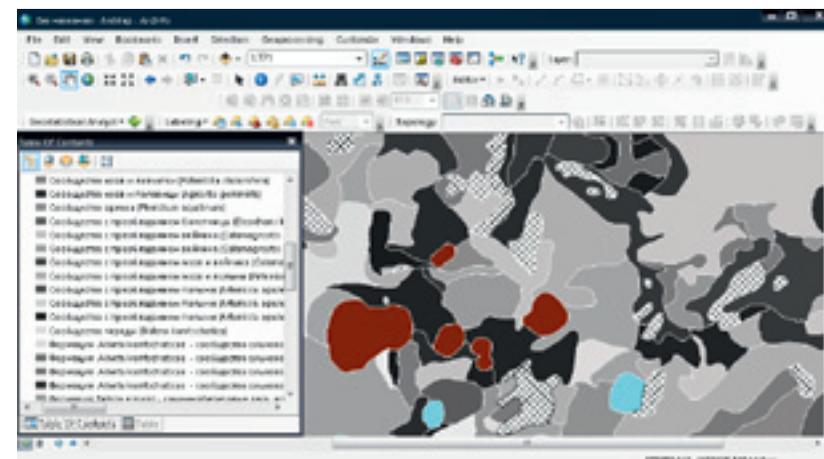


Рис. 3. Фрагмент схемы растительного покрова долины р. Гейзерной в среде ArcGIS

Статистическая обработка полученных описаний единиц растительного покрова и характеристик температурного режима почв позволила получить следующие закономерности, которые стали основой проведения работ по моделированию термальных полей:

(1) между температурами почв на глубине 15 см и 50 см существует сильная корреляция (коэффициент корреляции Пирсона равен 0,967) и почти линейная зависимость (рис. 4);

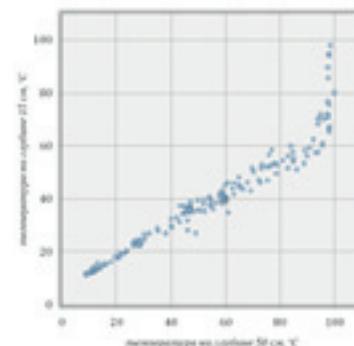


Рис. 4. Зависимость между значениями температуры почв на глубине 15 и 50 см

(2) в результате классификации растительных сообществ (величин нормализованных проективных покрытий всех видов в сообществе) методом двухэтапного кластерного анализа выделяется 8 классов растительных сообществ с четкой приуроченностью к определенным диапазонам температур (таблица 1);

(3) в результате сопряженного статистического анализа геоботанических описаний (величин проективных покрытий) для 67 видов сосудистых растений (более 680 описаний) и соответствующих их местообитаниям температур почв выделяются индикаторные для конкретных температурных диапазонов виды сосудистых растений.

На основе полученных закономерностей (1 и 2) выделам на схеме растительного покрова долины р. Гейзерной были присвоены температурные характеристики.

Последующее пространственное моделирование в ГИС-среде (метод интерполяции — natural neighborhood) и уточнение полученной модели (рис. 1) позволило составить схемы распределения температур почв на глубине 15 см и 50 см (рис. 5) и итоговую карту термальных полей долины р. Гейзерной, отражающую распределение температурного поля на глубине 50 см (рис. 6).

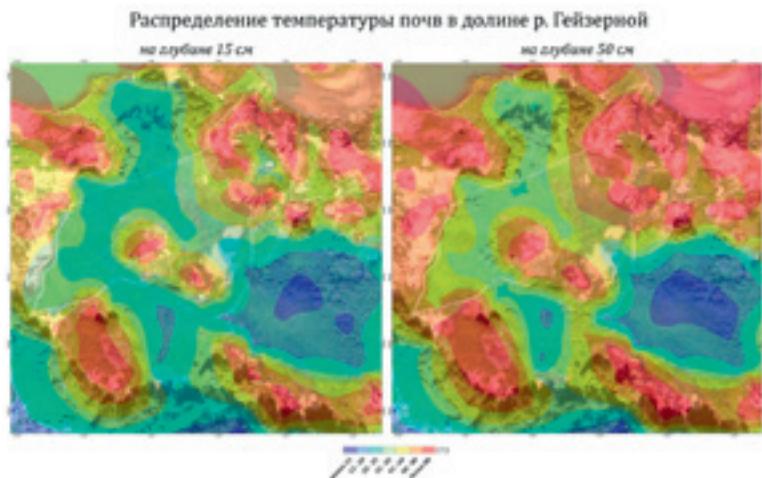


Рис. 5. Визуализация составления карты термальных полей по структуре растительного покрова в ГИС-среде (картографическая основа — аэрофотоснимок, И. Ю. Свирид, 2007 г.)

Таблица 1. Характеристики выделенных центроидов классов температур и приуроченных к ним растительных сообществ.

Класс	Центroidы классов, °С		Сообщество*	N (классификация)	всего выделов
	15 см	50 см			
1	12,38** (1,20)	11,52 (1,78)	Формация <i>Betula erganii</i> — каменноберезовые леса, ассоциация каменноберезняк вейниковый, субассоциация: типичная, вейниково-папоротниковая Формация <i>Betula erganii</i> — каменноберезовые леса, ассоциация каменноберезняк кустарниково-разнотравный Формация <i>Alneta kamtschatica</i> — сообщества ольхового стланика, ассоциация ольховник щитовниковый, субассоциация: типичная, буквниковая Формация <i>Alneta kamtschatica</i> — сообщества ольхового стланика, сообщества с доминированием страусопера ( <i>Matteuccia struthiopteris</i> ) Формация <i>Filipenduleta samtschatica</i> — шеломайниковая, ассоциация вейниково-шеломайниковая Формация <i>Filipenduleta samtschatica</i> — шеломайниковая, ассоциация разнотравно-крупнотравная, сообщества с доминированием лабазника ( <i>Filipendula samtschatica</i> ) и крестовника ( <i>Senecio sannabifolius</i> ) <b>Сообщества с преобладанием вейника (<i>Calamagrostis langsdorffii</i>) и ореоптериса (<i>Oreopteris quelpaertensis</i>)</b> Формация <i>Filipenduleta samtschatica</i> — шеломайниковая, ассоциация шеломайниковая Формация <i>Filipenduleta samtschatica</i> — шеломайниковая, ассоциация разнотравно-крупнотравная, сообщества с доминированием: вейника ( <i>Thalictrum minus</i> ); лабазника ( <i>Filipendula samtschatica</i> ) и вейника ( <i>Calamagrostis langsdorffii</i> ); лабазника и волжанки ( <i>Artemisia dioica</i> ); лабазника и орляка ( <i>Pteridium aquilinum</i> )	3	10
2	15,39 (1,93)	15,88 (3,21)		1	1
3	20,92 (3,20)	25,08 (4,81)		4	9
4	27,38 (3,46)	35,37 (5,98)		1	1
				2	2
				12	32

Таблица 1 (окончание)

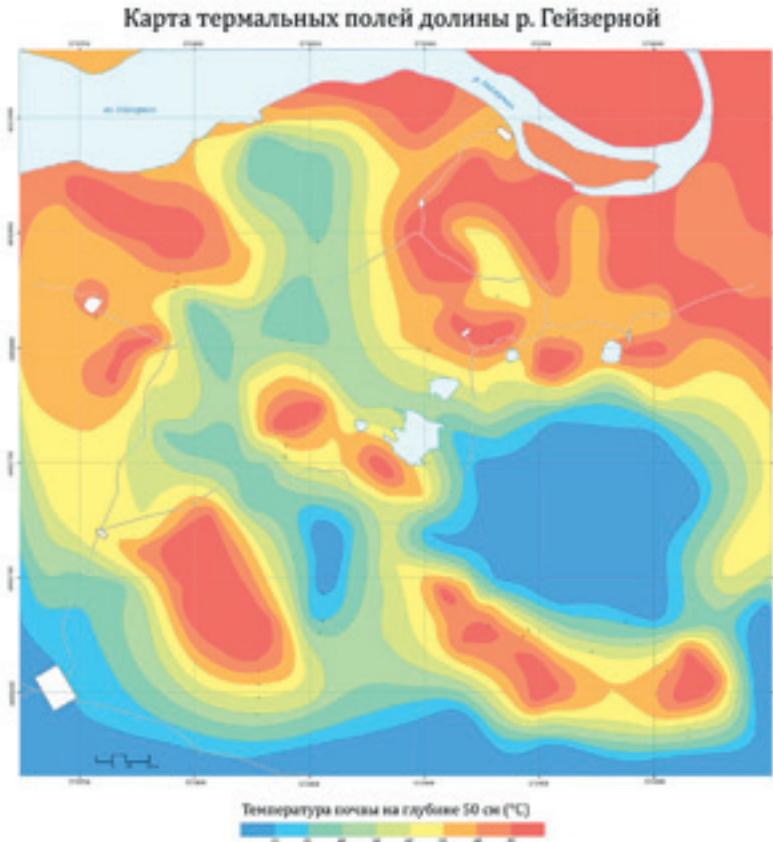
Класс	Центroidы классов, °С		Сообщество*	N (классификация)	всего выделов
	15 см	50 см			
5			Формация <i>Saussurieto pseudo-tilesii</i> - <i>Geranietea erianthis</i> — сосняково-гераниевая, ассоциация сосняково-гераниево-вазиллистниковая, субассоциация: типичная и кипрейная	5	8
	43,22 (8,18)	63,33 (13,12)	Формация <i>Filipenduleta samtschatsicae</i> — шеломайниковая, ассоциация разнотравно-крупнотравная, сообщества с доминированием: волжанки ( <i>Ajupis dioicus</i> ) и бодяка ( <i>Cirsium kamtschaticum</i> ); волжанки и орляка ( <i>Pteridium aquilinum</i> )	2	5
			<b>Сообщества с преобладанием вейника (<i>Calamagrostis langsdorffii</i>) и орляка (<i>Pteridium aquilinum</i>)</b>	1	5
			<b>Сообщества орляка (<i>Pteridium aquilinum</i>)</b>	2	6
			Формация <i>Filipenduleta samtschatsicae</i> — шеломайниковая, ассоциация разнотравно-крупнотравная, сообщества с доминированием бодяка ( <i>Cirsium kamtschaticum</i> ) и орляка ( <i>Pteridium aquilinum</i> )	1	1
6			Формация <i>Salamagrostideta langsdorffii</i> — вейника <i>Лангдорфа</i> , ассоциация бодяково-вейниковая	1	5
	50,69 (9,46)	69,23 (15,94)	<b>Монодоминантные сообщества и группировки вейника (<i>Calamagrostis langsdorffii</i>)</b>	2	18
			<b>Сообщества и группировки орляка (<i>Pteridium aquilinum</i>) и таволги (<i>Spigaea beauverdiana</i>)</b>	2	2
			<b>Сообщества с преобладанием болотницы (<i>Eleocharis kamtschatica</i>)</b>	1	2
			<b>Сообщества и группировки вейника (<i>Calamagrostis langsdorffii</i>) изюльника (<i>Lycopus uniflorus</i>); вейника и таволги (<i>Spigaea beauverdiana</i>)</b>	3	3
			<b>Сообщества с преобладанием полыни (<i>Artemisia orulenta</i>) и зюзника (<i>Lycopus uniflorus</i>); полыни и лапчатки (<i>Potentilla stolonifera</i>)</b>	7	7

			<b>Сообщества с преобладанием полыни (<i>Artemisia orulenta</i>)</b>	2	3
			<b>Сообщества с преобладанием мхов и вейника (<i>Calamagrostis langsdorffii</i>)</b>	3	5
			<b>Сообщества с преобладанием мхов и полыни (<i>Artemisia orulenta</i>)</b>	6	37
			<b>Сообщества мхов и лапчатки (<i>Potentilla stolonifera</i>)</b>	1	1
6	50,69 (9,46)	69,23 (15,94)	<b>Разреженный покров с участием полыни (<i>Artemisia orulenta</i>) и кро-вохлебки (<i>Sanguisorba officinalis</i>); полыни и вейника (<i>Calamagrostis langsdorffii</i>)</b>	2	19
			<b>Разреженные группировки горчача (<i>Picris kamtschatica</i>) и мхов</b>	1	1
			<b>Разреженный покров с преобладанием кровохлебки (<i>Sanguisorba officinalis</i>)</b>	1	1
			<b>Разреженный покров с преобладанием подорожника (<i>Plantago asiatica</i>)</b>	2	2
7	70,10 (15,30)	90,87 (17,39)	<b>Формация <i>Fimbristyleta ochotensis</i> — фимбристелиса охотского (фрагментами)</b>	9	34
			<b>Сообщества мхов и полыни (<i>Agrostis geminata</i>)</b>	3	24
8	85,87 (16,95)	95,87 (22,13)	<b>Моховые сообщества</b>	7	36
			Участки, лишенные растительного покрова	5	44
Итого:				97	256

\*Статистический анализ проведен только в отношении сообществ, детально описанных вдоль трех трансект. Приуроченность температур для остальных растительных выделов определена либо путем дополнительных замеров, либо в процессе интерполяции методами геоинформационного моделирования.

\*\* В скобках приведены величины средних квадратических отклонений.

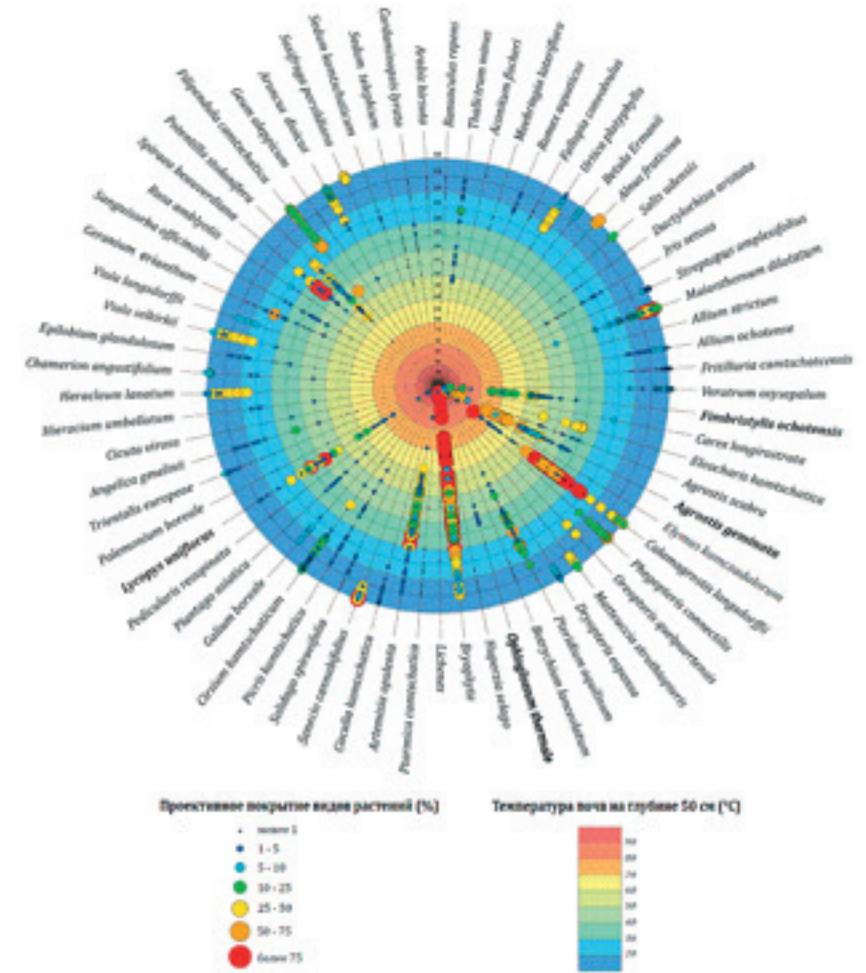
Обычным начертанием шрифта обозначены зональные единицы растительного покрова; курсивом — сообщества термальных местообитаний, по составу и структуре близкие к соответствующим зонально-поясным; **жирным** — термофильные сообщества.



**Рис. 6.** Карта термальных полей долины р. Гейзерной (составил В. М. Яблоков) (уменьшена до масштаба 1 : 5 000)

Карта выполнена в масштабе 1 : 2 000, изотермы проведены через каждые 10 °С. Проекция карты — Universal Transverse Mercator, UTM; система координат — WGS-84.

Распределение 67 видов сосудистых растений, а также мхов и лишайников в зависимости от температуры их местообитаний (3) представлено на рис. 7.



**Рис. 7.** Полярная диаграмма распределения обилия растений долины р. Гейзерной в зависимости от температуры местообитаний (составил В. М. Яблоков) (жирным шрифтом выделены виды сосудистых растений, внесенные в Красные книги Камчатки и МСОП)

Полярная диаграмма выполнена на базе ГИС-пакета ArcGIS, оформлена в графическом редакторе Adobe Illustrator. Для построения схемы использована полярная стереографическая проекция. При этом меридианами являются изотермы на глубине 50 см, параллелями — виды сосудистых растений (семейства сосудистых растений расположены по системе Энглера, роды и виды — по алфавиту), а также мхи и лишайники (без определения видовой принадлежности).

### **Обсуждение результатов**

Своеобразие растительных сообществ ПТК гидротермальных систем Камчатки посвящено довольно большое количество работ (Липшиц, 1936; Комаров, 1940; Трасс, 1963; Рассохина, Чернягина, 1982; Растительность..., 1994; Нешатаева и др., 1997, 2005, 2009; Чернягина, 2000; Рассохина, 2002; Чернягина, Кириченко, 2007; Самкова, 2009 и др.). Многими авторами отмечается связь термальной растительности с температурными характеристиками местообитаний. Так, установлено, что распределение отдельных видов растений и растительных сообществ в окрестностях горячих ключей происходит по определенным зонам и носит микропоясный характер (Липшиц, 1936; Трасс, 1963; Нешатаева и др., 1997, 2005, 2009; Самкова, 2009); предприняты попытки классификации термальных местообитаний по температуре субстрата (Рассохина, Овчаренко, 2004) и группировки растительных сообществ и отдельных видов растений по их принадлежности к тем или иным термальным местообитаниям (Липшиц, 1936; Трасс, 1963). Однако до настоящего момента никем не предпринималась попытка осуществления моделирования температурного поля по данным о растительном покрове термальных местообитаний.

В процессе выполнения работ нами была выявлена методами статистического анализа индикаторная роль структуры растительного покрова в диагностике температурных характеристик термальных полей и подтверждены основные закономерности, описанные авторами, занимавшимися в разные годы изучением термальной флоры Камчатки.

В результате впервые стало возможным: а) составление карты термальных полей по структуре растительного покрова ПТК гидротермальных систем и б) графическая визуализация большого массива данных о распределении отдельных видов сосудистых растений в зависимости от температурного фактора.

Сравнение полученной карты с имеющимися картографическими материалами, составленными на основе использования других методов,

в частности с термометрической картой Гейзерного термального поля (Современные гидротермальные системы..., 1998), доказывает возможность применения описанного метода для картографирования температуры почв уникальных ландшафтов гидротермальных систем.

Оригинальная методика, использованная при построении полярной диаграммы (рис. 7), также может быть использована для наглядной демонстрации и последующего анализа распределения большого массива данных в зависимости от одного ведущего фактора.

### **Заключение**

Таким образом, в представленной работе для ПТК гидротермальных систем предложены и апробированы методы картографирования термальных полей по структуре растительного покрова как наиболее физиономичного компонента ландшафта. Полученные картографические и иллюстративные материалы для участка долины р. Гейзерной, а также выявленные статистические закономерности могут использоваться в комплексных и узко специализированных географических и биологических исследованиях, при оптимизации территориальной структуры рекреационного природопользования и охраны уникальных, не имеющих аналогов в нашей стране природных комплексов, а также в целях экологического просвещения и образования.

Дальнейшие направления исследований связаны с поиском подобных закономерностей для ПТК других гидротермальных районов, обладающих в каждом отдельном случае высокой специфичностью и малой общностью видового состава растительного покрова (Липшиц, 1936; Трасс, 1963; Чернягина, 2000; Нешатаева, 2009).

Сравнительно малая трудоемкость метода делает целесообразным и перспективным его применение для регулярного мониторинга растительного покрова и термальных полей динамичных и особо ценных экосистем путем периодически осуществляемого дешифрирования обновленных космических снимков сверхвысокого разрешения. Представленные результаты в данном случае будут являться информационной основой последующих мониторинговых исследований.

### **Благодарности**

Авторы выражают благодарность Л. И. Рассохиной за ценные советы и консультации по составу и пространственной структуре полевых работ, к.б.н. В. В. Якубову за помощь в определении отдельных видов

сосудистых растений, а также компании СканЭкс за предоставление привязанного космического снимка GeoEye-1.

Исследование выполнено при поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований (проекты № 12-04-00272, 12-05-90812, 12-05-31112).

### Литература

Иванов А. И. Проблемы рационального использования ООТ (на примере Долины Гейзеров) / А. И. Иванов, В. А. Валебная, В. П. Чижова // Вестник Московского университета. Серия 5. География. — 1995. Вып. 6. — С. 68–74.

Комаров В. Л. Ботанический очерк Камчатки / В. Л. Комаров // Камч. сб. Т. 1. — М.; Л.: АН СССР, 1940. — С. 5–52.

Леонов В. Л. Структурные условия локализации высокотемпературных гидротерм / В. Л. Леонов. — М.: Наука, 1989. — 104 с.

Липшиц С. Ю. К познанию флоры и растительности горячих источников Камчатки / С. Ю. Липшиц // Бюлл. МОИП. 1936, Отд. биол. Т. 45. № 2. — С. 143–158.

Лурье И. К. Геоинформационное картографирование / И. К. Лурье. — М.: КДУ, 2010. — 424 с.

Нешатаева В. Ю. Редкие растительные сообщества термальных местообитаний района Мутновского вулкана (Южная Камчатка) / В. Ю. Нешатаева, О. А. Чернягина, И. В. Чернядьева // Бот. журн. 2005, Т. 90. № 5. — С. 731–748.

Нешатаева В. Ю. Растительный покров территории Нижне-Кошелевских термальных источников (Южная Камчатка) / В. Ю. Нешатаева, И. В. Чернядьева, В. Ю. Нешатаев // Бот. журн. 1997, Т. 82. № 11. — С. 65–79.

Нешатаева В. Ю. Растительность полуострова Камчатка / В. Ю. Нешатаева. — М.: т-во науч. изданий КМК, 2009. — 537 с.

Нешатаева В. Ю. Растительный покров термальных местообитаний кальдеры Узон (Восточная Камчатка) / В. Ю. Нешатаева, А. П. Кораблев, Е. Ю. Кузьмина, Д. Е. Гимельбрант, П. И. Алексеев, И. С. Степанчикова // Развитие Дальнего Востока и Камчатки: Региональные проблемы: Материалы научно-практической конференции, посвященной памяти Р. С. Моисеева. — Петропавловск-Камчатский: «Камчатпресс», 2009. — С. 44–48.

Определитель сосудистых растений Камчатской области / Отв. ред. С. С. Харкевич, С. К. Черепанов. — М.: изд-во «Наука», 1981. — 412 с.

Рассохина Л. И. Выделение специализированной термальной флоры окрестностей геотермального проявления в Долине гейзеров (Камчатка) / Л. И. Рассохина, Л. В. Овчаренко // Тр. КФ ТИГ ДВО РАН. — Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор, 2004. — Вып. 5. — С. 394–403.

Рассохина Л. И. Фитоценозы термалей Долины гейзеров / Л. И. Рассохина, О. А. Чернягина // Структура и динамика растительности и почв в заповедниках РСФСР. — М.: ЦНИЛ Главохоты РСФСР, 1982. — С. 51–62.

Рассохина Л. И. Флора и растительность / Л. И. Рассохина // Растительный и животный мир Долины Гейзеров. — Петропавловск-Камчатский: «Камчатский печатный двор», 2002. — С. 32–71.

Растительность Кроноцкого государственного заповедника (Восточная Камчатка) / Под ред. Ю. Н. Нешатаева, В. Ю. Нешатаевой, А. Т. Науменко. — Тр. БИН РАН. Вып. 16, 1994. — 230 с.

Самкова Т. Ю. Влияние гидротермального процесса на растительность: автореф. дисс. ... канд. биол. наук / Т. Ю. Самкова. — Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2009. — 24 с.

Современные гидротермальные системы и эпитеральные золото-серебряные месторождения Камчатки: Путеводитель экскурсий... — Петропавловск-Камчатский: Институт вулканологии ДВО РАН, 1998. — 88 с.

Сугробов В. М. Особенности разгрузки высокотемпературных подземных вод в Долине гейзеров / В. М. Сугробов, Н. Г. Сугрובה // Вопросы географии Камчатки, 1990. — С. 81–89.

Тикунов В. С. Моделирование в картографии / В. С. Тикунов. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1997. — 405 с.

Трасс Х. Х. О растительности окрестностей горячих ключей и гейзеров долины реки Гейзерной полуострова Камчатки / Х. Х. Трасс // Исследование природы Дальнего Востока. — Таллин: АН Эстонской ССР, 1963. — С. 112–146.

Устинова Т. И. Камчатские гейзеры / Т. И. Устинова. — М.: Гос. изд-во географ. Литературы, 1955. — 120 с.

Чернягина О. А. Термальные ключи Камчатки как места обитания видов растений занесенных в «Красные Книги» России и региона / О. А. Чернягина, В. Е. Кириченко // Материалы ежегодной конференции, посвященной дню вулканолога. — Петропавловск-Камчатский: Издательство ИВиС ДВО РАН, 2007. — С. 247–255.

Чернягина О. А. Флора термальных местообитаний Камчатки / О. А. Чернягина // Труды Камчатского института экологии и природопользования ДВО РАН. Вып. 1. — Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор, 2000. — С. 198–228.

Якубов В. В. Иллюстрированная флора Кроноцкого заповедника (Камчатка): сосудистые растения / В. В. Якубов. — Владивосток: БПИ ДВО РАН, 2010. — 296 с.

Якубов В. В. Каталог флоры Камчатки (сосудистые растения) / В. В. Якубов, О. А. Чернягина. — Петропавловск-Камчатский, 2004. — 165 с.

## О ПРИЧИНЕ ОПОЛЗНЯ В ДОЛИНЕ ГЕЙЗЕРОВ 4.06.2007 Г.

В. А. Дрознин

Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, e-mail: dva@kscnet.ru

**Ключевые слова:** оползень, эквиплен, Долина гейзеров.

Шла подготовка к голосованию по проекту определения «Семи чудес России», когда 4 июня 2007 г. в Долине гейзеров на Камчатке произошла катастрофа: сошёл крупный обвало-оползень, перекрывший ручей Водопадный и реку Гейзерную в нижнем течении. Каменным материалом и водой образовавшегося подпрудного озера были погребены и затоплены многочисленные, в том числе крупные, широко известные, термальные источники и гейзеры.

Это событие инициировало проведение специальных исследований и появление публикаций по изучению и прогнозу опасности склоновых процессов в Долине гейзеров. В частности сотрудниками Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН представлены отчёты по договорам ФГУ «Кроноцкий заповедник» и опубликованы статьи (Пинегина и др., 2008; Двигало и др. 2009). Было показано, что в долине реки Гейзерная были, есть и будут оползневые процессы и нельзя указать безопасное место, только за пределами долины, и приходится ограничиваться только ранжированием опасности. В оползневом процессе оказывается трудно отличить причину от механизма триггерного процесса (спускового крючка).

Долина гейзеров по праву является уникальным местом. Хотелось бы, чтобы акцентировалась и необычность, уникальность её объектов. Новый экскурсионный объект — оползень имеет особенность — он гигантский. Цель данной статьи показать другую, не тривиальную особенность этого гигантского оползня.

### Механизм оползня

На рис. 1 приводится пример обычного, традиционного оползня, произошедшего на левом берегу реки Гейзерной после понижения уровня воды в подпрудном озере. Выделяется стенка отрыва и тело оползня. С уверенностью можно утверждать, что причиной этого оползня является разжижение термально изменённых пород при высоком уровне воды в подпрудном озере. Когда уровень воды понизился, то склон, ранее



Рис. 1. Оползни на левом берегу подпрудного озера

находившийся на пределе устойчивости, обрушился. Масштаб обрушения незначительный. Если бы мы хотели избежать сползания склона, то, в принципе, могли бы соорудить подпорную конструкцию.

Формально картина гигантского оползня (рис. 2) совпадает с картиной мелких оползней (рис. 1). Здесь тоже выделяется стенка отрыва и тело оползня. Но, если посмотреть на перспективный снимок (рис. 3), то видно, что на пути обрушения пород склона Горного Плато находилось естественное препятствие в виде отрога высоты 791.

Причиной разрушения отрога не могло быть разрушение склонов Горного Плато, так как их оторвавшаяся масса существенно меньше массы отрога. Причиной разрушения отрога явились процессы эрозии по притокам ручья Водопадного, обтекающие этот отрог. Происходящий при этом процесс создаёт поверхность, называемую эквиплен. В геологическом словаре эквиплен определяется как «денудационная поверхность, возникшая в результате каровой денудации». Он образуется при развитии каров на обоих склонах возвышенности, стенки которых в дальнейшем регрессивно отступая, смыкаются, образуя острый гребневидный водораздел, а затем и совсем разрушаются, и днища



Рис. 2. Амфитеатр стенок отрыва и тело гигантского оползня 4 июня 2007 г.

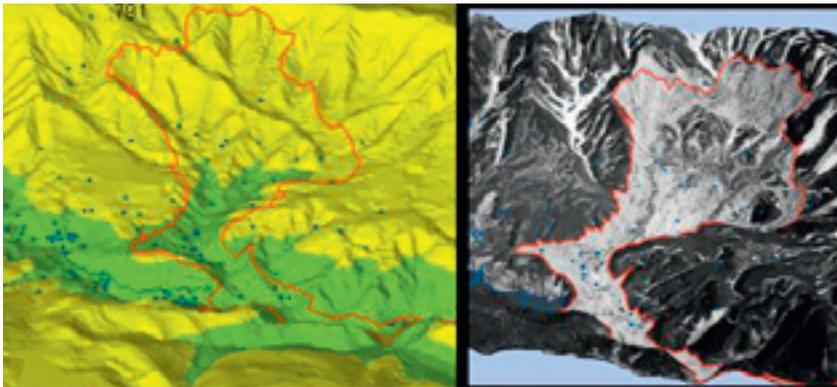


Рис. 3. Контуры отложений гигантского оползня; до — слева и после — справа. Пунктиром показан гребень отрога высоты 791

каров соединяются. Примечательно, что все, кто ходил в Долине гейзеров по верхней тропе от кордона до Большого Водопада, легко вспомнит острый гребень между Водопадным и Гейзерной. По-видимому, это

место уже давно могло бы аналогичным образом разрушиться, если бы не было армировано интрузиями.

Не случайно и время оползня — начало июня, время интенсивного снеготаяния. Именно в это время по притокам наблюдаются явления, называемые В. Злотниковым — сходы или небольшие снежные лавинки с эрозионным материалом. Они были особенно видны при заполнении подпружного озера, так как существенно загрязняли воду. Отметим также, что только в начале сезона эрозионным материалом заполнялась ванна перед плотиной, сооруженной для работы мини ГЭС на ручье Водопадный.

Для того, чтобы определить место начала разрушения отрога высоты 791, было рассмотрено изменение угла ската на обоих склонах по карте масштаба 1 : 10 000. Наиболее крутые склоны оказались на левом притоке. По-видимому, первые порции разрушаемого отрога отложились в русле левого притока, охватывая не разрушенную часть отрога (черное пятно внутри контура отложений на правом снимке рис. 3). Часть этих порций впоследствии не была перекрыта другими отложениями.

Процесс разрушения (дезинтеграция) отрога затем распространился на весь отрог; дезинтегрированный материал образовал гигантскую глыбо-обломочную лавину. Затем на свободное место сполз материал склонов Горного Плато, лишившихся поддержки. Как отмечалось многими, граница отложений материала Плато легко читается на фоне отложений материала отрога.

Заметим, что образовавшиеся стенки отрыва Горного Плато является и плоскостями скольжения оползня; стенка отрыва на отроге, не является плоскостью скольжения. Её расположение соответствует вулканотектоническому разлому, зафиксированному в виде трещины по материалам аэросъёмки 1973 г. Стенка стала границей процесса дезинтеграции отрога. Условие устойчивости на стенке не были достигнуты и она продолжала помалу разрушаться, обваливаться ещё долгое время.

### Механика обломочной лавины

Разрушение отрога привело к образованию каменной глыбо-обломочной лавины. Слова очевидца «...сопка началась двигаться...» указывают на то, что дезинтеграция пород происходила во время движения, а не на месте.

Лавина, двигаясь по прямой, по руслу ручья Водопадный, ударила на повороте в склон и раздвоилась (рис. 4). Вниз по течению долина



**Рис. 4.** Схема раздвоений лавины (красные стрелки) и направление отката (зелёная стрелка)

ручья сужалась, образовался временный затор выше Большого Водопада. Началось повышение уровня каменного материала. В это время, как следствие, произошло продвижение материала в сторону кордона. Возможно, в приостановке продвижения лавины существенную роль могла стать необходимость накопления требуемой мощности подстилающего, скользящего слоя. Когда сама лавина набрала необходимую мощность, она свалилась в долину реки Гейзерной и здесь ещё раз раздвоилась, но уже без заплеска на ударяемый склон. После прохода материала лавины по руслу Водопадного произошёл обратный откат материала, временно отложившегося на правом склоне, в том числе и от кордона.

#### Реперы

При сходе оползня пострадали хозяйственные постройки кордона, в частности была завалена баня. Для изучения эродирующего эффекта при прохождении каменно-обломочной лавины важно, что в бане имелась чугунная ванна, которая может явиться репером при локации мощности отложений лавины.

Реперами могут быть и электрогенераторы. 10-тикиловатный генератор, предназначенный для мини-ГЭС Заповедника был расположен

выше малого водопада; 4-хкиловатный был расположен ниже водопада и ниже источника Факел и использовался для мини-ГЭС ИВиС ДВО РАН.

На кадрах немецких видеооператоров запечатлен паровой султан в районе стенки отрыва отрога и продвижение парящего материала в потоке лавины. В отложениях лавины по фотографиям пилотов АК «Камчатские авиалинии» парящий грунт отложился над Большим водопадом. Термальная аномалия в основании отрога ранее фиксировалась на фотографии В. М. Сугробова и в материалах инфракрасной съёмки.

#### Выводы

Причиной образования 3 июня 2007 г. гигантского оползня в Долине гейзеров стало развитие эквиплена между притоками ручья Водопадный.

#### Литература

Пинегина Т. К., Делемень И. Ф., Дроздин В. А. и др. Камчатская Долина гейзеров после катастрофы 3 июня 2007 г. // Вестник ДВО РАН. 2008. № 1. С. 33–44.

Двигало В. Н., Мелекесцев И. В. Геолого-геоморфологические последствия катастрофических обвальных и обвально-оползневых процессов в Камчатской Долине гейзеров (по данным аэрофотограмметрии) // Вулканология и сейсмология. 2009. № 5, С. 24–37.

#### СЕЙСМОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

##### РАЙОНА ДОЛИНЫ ГЕЙЗЕРОВ

##### В СВЯЗИ С КАТАСТРОФИЧЕСКИМ ОПОЛЗНЕМ 03.06.2007 Г.

Ю. А. Кугаенко, В. А. Салтыков

Камчатский филиал Геофизической службы РАН, e-mail: ku@emsd.ru

**Ключевые слова:** сейсмичность, землетрясение, магматический очаг, оползень, микросейсм, Долина гейзеров.

Долина гейзеров является одним из уникальных природных комплексов Кроноцкого государственного биосферного заповедника. Долина реки Гейзерной характеризуется интенсивным развитием процессов склоновой неустойчивости, что и проявилось 03.06.2007 г., когда обвально-оползневый масса с объемом около  $20 \times 10^6 \text{ м}^3$  изменила ландшафт этого объекта туристической индустрии Камчатки.

При рассмотрении оползнеобразующих факторов необходимо учитывать весь комплекс процессов, способствующих развитию неустойчивости склона: его геологическое строение, рельеф, современные тектонические движения, сейсмическую и вулканическую активность района, климат и метеоданные, гидрогеологические и геокриологические условия, растительность и почвы, хозяйственную деятельность. Удельный вес комплекса геодинамических факторов при оценке риска возникновения оползней и обвалов значительно возрастает в таких районах высокой сейсмической и геодинамической активности, как Камчатка.

В статье обобщены результаты сейсмологических исследований, проведенных в районе Долины гейзеров в 2008–2010 гг. Эти работы носили мультизадачный характер и были направлены, в частности, на изучение возможных эндогенных причин оползня. Основные направления исследований: получение данных о локальной сейсмичности и развитие модели внутреннего строения среды.

### **Сейсмичность и оползнеобразование**

Подготовка оползня начинается с формирования границы, отделяющей некоторый объем горной массы от массива. Формирование этой границы связано с локализацией сдвиговой деформации, вдоль нее повышается пористость и проницаемость. В случае насыщения этой зоны водой сопротивление сдвигу резко снижается, что и вызовет оползень. Хотя каждое отдельное событие может быть вызвано землетрясением или изменением водного режима, их нельзя считать причиной возникновения оползней. Причиной оползня является деформационный процесс, развивающийся в массиве вблизи склона под действием силы тяжести. Сейсмические воздействия можно рассматривать как два независимых различных фактора, влияющих на процессы формирования и развития оползнеобразования:

1. Каждое отдельно взятое землетрясение. Время воздействия, способствующего механическому разрушению склона — от нескольких секунд до нескольких десятков минут. Кроме прямого воздействия сейсмических ускорений на величину сил, вызывающих разрушение, колебания грунта могут способствовать понижению его прочности вдоль поверхности, где проявляется сопротивление скольжению. Динамическая прочность некоторых материалов на сдвиг значительно меньше, чем статическая. При наличии водонасыщенного слоя, отделяющего тело оползня от основного массива, при циклическом деформационном воздействии

возможен локальный эффект разжижения грунта. Может наблюдаться триггерный эффект: землетрясение непосредственно инициирует сходжения оползня на склонах, состояние которых близко к неустойчивости.

2. Региональный сейсмический процесс. Влияет на развитие склоновой неустойчивости в течение всего времени формирования оползня: от нескольких лет до нескольких десятилетий. Оказывает деструктивное действие на склон: активизирует появление и рост трещин, меняет конфигурацию трещинно-порового пространства, что способствует постепенному прониканию холодных и геотермальных вод в массив горных пород. В зонах современных активных разломов при достаточно сильных землетрясениях возможны интенсивные деформации земной коры. Таким образом, сейсмические воздействия выступают начальным элементом «эффекта домино», обуславливая дальнейшую цепочку деструктивных событий.

### **Макросейсмическая интенсивность в районе Долины гейзеров при сильнейших землетрясениях Камчатки за последние 100 лет**

Имеющиеся результаты инструментальных наблюдений являются информационной основой для проведения идентификации опасности сейсмического фактора в развитии процесса разрушения склона в Долине гейзеров. Начало мировой инструментальной сейсмологии относится к концу XIX в., а на Камчатке регулярные детальные сейсмологические наблюдения были организованы только в 1961–1962 гг.

Развитие склоновой неустойчивости в Долине Гейзеров длилось достаточно долго, в течение нескольких десятков или даже сотен лет. Поэтому представляется актуальным рассмотреть сильнейшие сейсмические события Камчатки (Гусев, 2006), оказавшие за годы инструментальных сейсмологических наблюдений наибольшее деструктивное влияние на область формировавшегося отрыва склона.

• Землетрясение 23.02.1923 в Кроноцком заливе с магнитудой  $M_w = 8.5-8.7$ . Расстояние от очага до Долины гейзеров около 180 км. По (Викулин, 1986) в Петропавловске и Усть-Камчатске первые самые сильные колебания продолжались 30-33 мин.; в Островной, Калыгири, Жупаново и Семячике они продолжались почти три дня; в бухте Ольга землетрясение продолжалось беспрерывно около двух недель. По карте изосейст интенсивность колебаний в Долине гейзеров могла достигать 8 баллов.

• Землетрясение 28.12.1927 в Кроноцком заливе с  $M_w = 7.5$  на расстоянии около 100 км. Расчетная оценка балльности в Долине гейзеров — 7.

- Разрушительное Большое Камчатское землетрясение 04.11.1952 с  $M_w = 9.0$ , очаг которого протянулся более чем на 600 км к югу от м. Шипунского и был удален от Долины гейзеров на 200 км. По карте изосейст — 6 баллов в Долине гейзеров.

- Землетрясение 04.05.1959 в Кроноцком заливе  $M_w = 8.0$ . Расстояние до очага оценивается в 110 км, балльность в Долине гейзеров — 8.

- Землетрясение 24.11.1971 в районе Шипунского мыса,  $M_w = 7.5$ . По (Гусев, Шумилина, 1975) колебания в Долине гейзеров, в 190 км от очага, могли иметь интенсивность до 6 баллов. Имеются свидетельства о балльности в ближайших пунктах: Кроноцкое озеро — 6, Жупаново — 7, Кроноки — 7-8.

- Кроноцкое землетрясение 05.12.1997, магнитуда  $M_w = 7.8$ , произошло у побережья Кроноцкого п-ва. По (Гусев и др., 1998) в ходе опросов отмечена аномально низкая балльность в эпицентральной зоне: Кроноки — 6-7, Жупаново — 6 баллов. Соответственно, для Долины гейзеров оценка балльности составляет 6.

- В базе данных КФ ГС РАН имеется сообщение из Долины гейзеров о землетрясении 16.06.2003,  $M_w = 6.9$ , которое произошло в районе хребта Тумрок на глубине около 190 км и ощущалось очевидцем с интенсивностью 5 баллов.

Таким образом, в последние годы перед оползнем устойчивость склона, обрушившегося 03.06.2007, была достаточна, чтобы выдержать сотрясения с интенсивностью 5-6 баллов (1997, 2003 гг.). Однако само обрушение 03.06.2007 произошло при отсутствии заметной сейсмической и тектонической активности как в районе Долины гейзеров, так и в окрестностях. Вероятно, что условия на склоне все же изменились.

### Что известно о локальной сейсмичности района Долины гейзеров

По данным Камчатской региональной сейсмологической сети, району Узон-Гейзерной вулканно-тектонической депрессии, в восточной части которой находится Долина гейзеров, присуща локальная мелкофокусная сейсмическая активность низкого энергетического уровня. В силу ограниченных технических возможностей Камчатской сеть регистрируются только единичные наиболее сильные землетрясения. Вопрос об организации в районе Долины гейзеров полевых сейсмологических исследований начал рассматриваться в 2007 г., после катастрофического оползня. Имеются сведения, что в последние дни перед катастрофой

в Долине гейзеров ощущались слабые сейсмические толчки (Пинегина, 2008), данные о которых отсутствуют в региональном каталоге.

Полевые сейсмологические наблюдения (рис. 1), проведенные в Долине гейзеров в 2008–2010 гг., были спланированы с учетом сложного рельефа местности и были ориентированы на захват участка, где произошло обрушение склона, а также зону поднятия в восточной части Узон-Гейзерной депрессии (Lundren, 2006), выявленную по спутниковым данным.

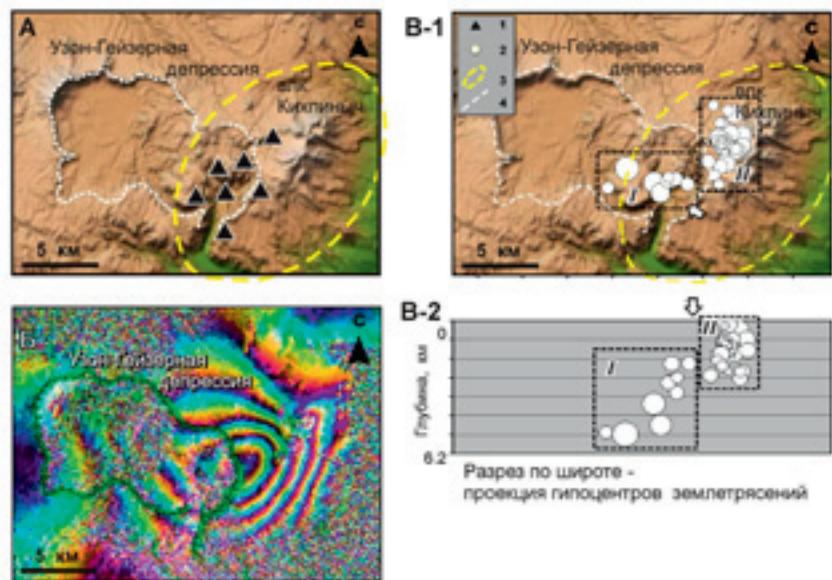
Проведенные работы позволили получить новые данные о сейсмичности Долины гейзеров и прилегающей территории. Было обнаружено большое число слабых сейсмических событий, не регистрируемых региональной сетью. Наиболее глубокие (до 5 км) из зарегистрированных событий располагаются под зоной экстрезий в восточной части Узон-Гейзерной депрессии. Наибольшее число сейсмических событий связано с областью гидротермальных проявлений западной части вулканического массива Кихпинич. В период наших наблюдений действующий вулкан Молодой Кихпинич, относящийся к Кихпиничскому вулканическому комплексу, сейсмической активности не проявил. Выделено два «облака» землетрясений (рис. 1).

События группы I немногочисленны. Они попадают в диапазон глубин 1-5 км, погружаясь от Долины гейзеров на запад, под зону экстрезивных куполов в восточной части депрессии, где был выделен последний центр извержения кислых лав (возраст прорыва — 15–20 тыс. лет). Наклонная плоскость, очерченная гипоцентрами группы I, выходит на дневную поверхность в районе бортового уступа кальдеры, в зоне формирования катастрофического оползня 03.06.2007.

Группа II пространственно связана с западной частью вулканического комплекса Кихпинич и захватывает диапазон глубин до 2 км. Землетрясения этой группы происходят в области современных гидротермальных проявлений, сейсмичность неравномерно распределена во времени и носит роевой характер.

### Результаты микросейсмической съемки

Для исследования внутреннего строения района Долины гейзеров был применен метод низкочастотного микросейсмического зондирования, разрабатываемый в Институте физики Земли РАН (Горбатилов, 2008). Это новая технология реконструкции геологических объектов на основе регистрации естественного фонового сейсмического излучения. Метод прост в реализации и экологичен, воздействие на окружающую



**Рис. 1.** Локальная сейсмичность по данным полевых наблюдений 2008–2009 гг.

А — Схема сейсмологического полигона в районе Долины гейзеров.

Б — Интерферограмма на район Узон-Гейзерной депрессии по (Lundgren, 2006), рассчитанная по паре снимков RADARSAT-1 за 19.09.2000 и 11.08.2003. Границы Узон-Гейзерной депрессии показаны линией с бергштрихами. Концентрические фигуры, приуроченные к восточной части депрессии — район поднятия. Цикл окраски соответствует смещению поверхности на 2,8 см в зоне прямой видимости спутника.

В-1, В-2 — карта эпицентров и широтный вертикальный разрез. 1 — временные сейсмические станции; 2 — эпицентры локальных землетрясений ( $K=4\div 7$ ); 3 — граница Кихпиничского долгоживущего вулканического центра; 4 — эрозионный уступ, ограничивающий Узон-Гейзерную депрессию. Стрелкой отмечен район формирования катастрофического оползня 03.06.2007

среду минимально, что позволило использовать его на территории Кроноцкого заповедника. Микросейсмическая съемка была проведена в 2009–2010 гг. на взаимно перпендикулярных профилях, общая длина которых около 28 км (рис. 2-А). Измерения выполнены в 60 точках. По данным микросейсмического зондирования уточнена глубинная

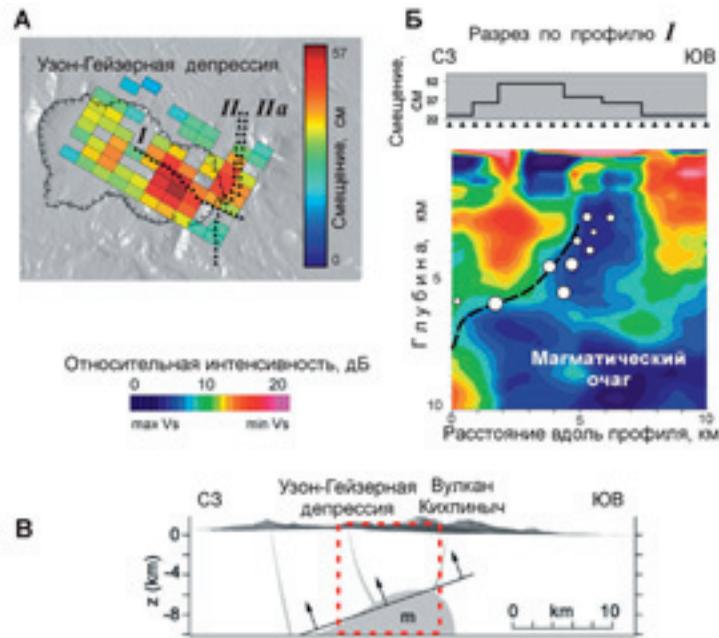
модель среды под районом Узон-Гейзерной вулcano-тектонической депрессии до глубины 30 км (Кугаенко, 2010а). Выявленные структурные неоднородности проинтерпретированы с учетом известных ранее результатов геологических исследований. Идентифицирована и пространственно локализована область закристаллизовавшегося магматического очага под кальдерой на глубинах 6–10 км (рис. 2-Б). Выявлены области возможной концентрации базальтовых расплавов. Наши результаты подтверждают предположение о том, что обширный древний очаг под депрессией к настоящему времени в значительной степени закристаллизовался и представляет собой интрузив сложной формы.

### Спутниковая интерферометрия и результаты сейсмологических работ

В период 2001–2003 гг. в районе восточного борта Узон-Гейзерной депрессии по данным спутниковой интерферометрии было отмечено поднятие поверхности примерно на 15 см (Lundgren, 2006). При этом в 1999 и 2004 гг. смещений выявлено не было, что позволяет рассматривать зафиксированное явление как эпизод эндогенной активизации. Поднятие не сопровождалось активизацией сейсмичности. Это не совсем обычно, хотя в практике вулканологических исследований имеются примеры асейсмичного развития аналогичных процессов (Lu, 2000). Поднятие восточного склона депрессии необходимо отнести к одному из определяющих факторов, ускоривших процесс развития оползня в последнее десятилетие.

По результатам моделирования внедряющегося магматического тела возможным источником деформации является наклонный силла неправильной формы в диапазоне глубин 4–8 км под восточной частью Узон-Гейзерной депрессии, линейные размеры которого ориентировочно составляют 9 × 15 км (Lundgren, 2006). Геометрия этой модели представлена на рис. 2-А, 2-В. Плоскость модельного силла соответствует верхней кромке магматического очага по (Белоусов, 1983).

Из рис. 2-А следует, что максимальные смоделированные глубинные подвижки сконцентрированы в двух областях: (1) под центральной частью поля экзтрузий в восточной части депрессии, областью последнего центра извержения кислых лав, и (2) под западным склоном вулканического массива Кихпинич. Эти области соответствуют двум зонам группирования локальной сейсмичности, обнаруженным нами в ходе сейсмологических работ в Долине гейзеров (рис. 1). Как видно из рис. 2-А, микросейсмический профиль I проходит над первой из указанных



**Рис. 2.** Сопоставление результатов наземных сейсмологических исследований восточной части Узон-Гейзерной депрессии с данными спутниковой интерферометрии.

А — Модель глубинного источника поверхностной деформации по (Lundgren, 2006) — неоднородный набор взаимосвязанных источников трещинного типа с различным раскрытием под действием избыточного давления. На схему нанесены три профиля микросейсмической съемки (I, II, IIa).

Б — Фрагмент разреза вдоль профиля I до глубины 10 км по результатам микросейсмической съемки (Кугаенко, 2010а). На разрез нанесены проекции гипоцентров локальных землетрясений с  $M=1.2\div 2.5$  по (Кугаенко, 2010б) — кружки. В верхней части рис. 2-Б представлен график, показывающий величины модельных смещений под профилем I в соответствии с моделью глубинного источника поверхностной деформации (рис. 2-А). Пунктиром отмечено предполагаемое положение магматического силла, внедряющегося по границе магматических интрузий (синий цвет) и вулканогенно-осадочной толщи (красный цвет).

В — Вид сбоку на модель источника деформации, приведенную на рис. 2-А по (Lundgren, 2006), и магматический очаг (m) по (Белюсов, 1983). Квадратом выделена область, соответствующая фрагменту разреза I, который представлен на рис. 2-Б

областей. На рис. 2-Б показаны величины модельных смещений модели под профилем I. Учитывая глубину и геометрию модели, мы видим, что участок максимальных смещений пространственно соответствует нижней части относительно низкоскоростной (красной) зоны (профиль I). В настоящее время нет каких-либо экспериментальных данных, указывающих на существование в этой зоне обширной близповерхностной области, насыщенной магматическим расплавом. Поэтому мы склонны считать, что имеет место внедрение магматического тела по зоне контакта интрузива и вмещающей вулканогенно-осадочной толщи, по наклонной границе (пунктирная линия на рис. 2-Б). Зона контакта является наиболее предпочтительным путем распространения магматического расплава в неоднородной среде.

Областью магматического питания развивающегося силла может быть низкоскоростная зона под магматическим очагом или другие более глубокие источники, магма из которых поднимается по периферии закристаллизовавшегося интрузива.

Отметим, что область предполагаемого внедрения силла вдоль профиля I «маркируется» локальной сейсмичностью (что показано на рис. 2-Б) и выходит на поверхность в зоне формирования оползня 03.06.2007.

### Заключение

Одним из основных факторов риска продолжающегося развития процессов склоновой неустойчивости в Долине гейзеров является сейсмичность. За последнее столетие Долина гейзеров 3 раза испытывала сотрясения с интенсивностью 7-8 баллов (1923, 1927, 1959 гг.) и 3 раза — 6 баллов (1952, 1971, 1997 гг.) по шкале макросейсмической интенсивности MSK-64. Эти сотрясения были связаны с сильнейшими за годы инструментальных наблюдений землетрясениями, которые произошли вдоль восточного побережья Камчатки. И региональные, и локальные землетрясения потенциально являются факторами развития и активизации склоновой неустойчивости. Связь сейсмичности с основной причиной обрушения в Долине гейзеров может рассматриваться в контексте многоступенчатого «эффекта домино» через цепочку последовательных изменений в массиве горных пород на склоне под действием сейсмических колебаний.

Впервые в труднодоступных условиях района Долины гейзеров проведены инструментальные сейсмологические наблюдения на базе широкополосной цифровой регистрации.

Выявлена и исследована локальная сейсмичность. Поднятие восточного борта Узон-Гейзерной депрессии в 2000–2003 гг. (Lundgren, 2006) и зафиксированные в ходе наших полевых работ локальные мелкофокусные землетрясения свидетельствуют о скрытой эндогенной активности района, возможно, усилившейся в последнее десятилетие в связи с внедрением магматического силла, что и привело к ускорившемуся развитию склоновой неустойчивости в Долине гейзеров.

Методом низкочастотного микросейсмического зондирования построены глубинные разрезы до 30 км. Это позволило уточнить и развить модель строения среды под восточной частью Узон-Гейзерной депрессии. Локализована область магматического очага на глубинах 6–10 км. Подтверждено, что очаг к настоящему времени в значительной степени закристаллизовался и представляет собой интрузив сложной формы.

Получено согласие геометрии обнаруженных глубинных структур с локальной микросейсмичностью и моделью предполагаемого внедрения магмы в верхние горизонты коры по данным спутниковой интерферометрии.

Специализированные, специально спланированные исследования сейсмичности и строения земной коры выполнены в районе Долины гейзеров, являются заметным научным событием и источником информации для формирования новых представлений о современной геодинамической обстановке этой территории.

Авторы выражают благодарность администрации Кроноцкого заповедника за сотрудничество в ходе организации и проведения наблюдений.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (гранты РФФИ 08-05-10043, 09-05-10067, 10-05-059, 10-05-00139).

## Литература

Белоусов В. И., Гриб Е. Н., Леонов В. Л. Геологические позиции гидротермальных систем Долины гейзеров и кальдеры Узон // Вулканология и сейсмология. — 1983. — № 1. — С. 65–79.

Викулин А. В. Вариант долгосрочного сейсмического прогноза для Камчатского залива и Кроноцкого полуострова // Вулканология и сейсмология. 1986. — № 3. — С. 72–83.

Горбатилов А. В., Степанова М. Ю., Кораблев Г. Е. Закономерности формирования микросейсмического поля под влиянием локальных геологических неоднородностей и зондирование среды с помощью микросейсм // Физика Земли. — 2008. — № 7. — С. 66–84.

Гусев А. А. Сильнейшие землетрясения Камчатки: расположение очагов в инструментальный период // Вулканология и сейсмология. — 2006. — № 3. — С. 39–42.

Гусев А. А., Левина В. И., Салтыков В. А., Гордеев Е. И. Сильное Кроноцкое землетрясение 5.12.1997 года: основные данные, сейсмичность очаговой зоны, механизм очага, макросейсмический эффект // Кроноцкое землетрясение на Камчатке 5 декабря 1997: предвестники, особенности, последствия. — Петропавловск-Камчатский: Изд-во КГАРФ. — 1998. — С. 32–54.

Гусев А. А., Шумилина Л. С. Макросейсмический эффект землетрясения 24 (25) ноября 1971 г. на территории Камчатской области // Сильные землетрясения Камчатки 1971 г. — Владивосток: ДВ НЦ АН СССР. — 1975. — С. 81–84.

Кроноцкое землетрясение на Камчатке 5 декабря 1997. — Петропавловск-Камчатский: Изд-во КГАРФ. — 1978. — 294 с.

Кугаенко Ю. А., Салтыков В. А., Горбатилов А. В., Степанова М. Ю. Глубинная структура района Узон-Гейзерной депрессии по данным микросейсмического зондирования // Доклады РАН. — 2010а. — Т. 435. — № 1. — С. 96–101.

Кугаенко Ю. А., Салтыков В. А., Коновалова А. А. Локальная сейсмичность района Долины гейзеров по данным полевых наблюдений // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. — 2010б. — № 1. — Выпуск № 15. — С. 90–99.

Пинегина Т. К., Делемень И. Ф., Дроздин В. А. и др. Камчатская Долина гейзеров после катастрофы 3 июня 2007 г. // Вестник ДВО РАН. — 2008. — № 1. — С. 33–44.

Lu Z., C. Wicks, D. Dzurisin, W. Thatcher, J. Freymueller, S. McNutt and D. Mann, 2000, Aseismic Inflation of Westdahl Volcano, Alaska, Revealed by Satellite Radar Interferometry, *J. Geophys. Res.*, 27, 1567–1570.

Lundgren P., Lu Zh. (2006) Inflation model of Uzon caldera, Kamchatka, constrained by satellite radar interferometry observations. *Geophys. Res. Lett.* 2006. VOL. 33, L06301, doi:10.1029/2005GL025181.

## О МЕХАНИЗМЕ ИЗВЕРЖЕНИЯ ГЕЙЗЕРА

А. М. Нечаев

Географический факультет МГУ, Лаборатория возобновляемых источников энергии. e-mail: logata@yandex.ru

**Ключевые слова:** гейзер, камерная модель, неустойчивость, критерий извержения

Если взглянуть на карту распространения гейзеров на земном шаре ([www.johnstonsarchive.net/geysers](http://www.johnstonsarchive.net/geysers)), нетрудно заметить, что они

встречаются практически на всех материках, на многих островах, но везде в весьма ограниченных количествах. И только два местонахождения гейзеров «идут» с большим отрывом от остальных. Это Йеллоустонский Парк в США и Долина гейзеров на Камчатке. В Йеллоустоне гейзеров больше 500, в Долине около 200. В Йеллоустоне они занимают целую «страну» площадью более тысячи кв.км. В Долине гейзеры теснятся на клочке суши в 3-4 км<sup>2</sup>. В Йеллоустоне десятки гейзеров бьют на 30 метров и выше. В Долине только два. Но концентрация гейзеров в Долине и их разнообразие уникальны. К сожалению, после катастрофы 3 июня 2007 г. добрый десяток гейзеров Долины утрачен безвозвратно.

Гейзер, как природное явление, привлекал к себе внимание исследователей достаточно давно (Устинова, 1955; Allen, Day, 1935). Было предложено немало моделей его структуры (Lloyd, 1972; Дроздин, 1985; Штейнберг и др., 1984), которые в целом удовлетворительно описывали основные физические свойства гейзеров, но ни одна из моделей не получила до сих пор общего одобрения, и ни один механизм не смог объяснить всё известное разнообразие гейзеров и особенностей их поведения. Причиной этого является, в том числе и практически полное отсутствие экспериментальных данных о реальной структуре гейзера. В настоящей работе предложен принципиально новый физический механизм извержения гейзера, базирующийся на камерной модели и развитии неустойчивости в системе «пар—вода». Получены необходимые и достаточные условия возникновения извержений. Для группы камчатских гейзеров показано хорошее согласование теоретической модели с результатами наблюдений.

#### Теоретическая модель и критерий существования гейзера

Рассмотрим так называемую «камерную» модель (рис. 1). Гейзер имеет канал, выходящий на поверхность земли, и соединенную с каналом боковую камеру, в которой происходит кипение и парообразование. Назовем ее «бойлером» для того, чтобы отличать данную модель от предложенных ранее. Глубина канала —  $H$ , сечение —  $S$ , объем бойлера —  $V_б$ . В нижней части структуры температура окружающих пород превышает температуру кипения при соответствующем давлении. Существенным условием является то, что свод бойлера непроницаем для пара. Пар может выходить из структуры только через канал гейзера.

Рассмотрим 4 фазы работы традиционного гейзера — покоя, излива, извержения и парения. Исходное состояние покоя — структура пуста.

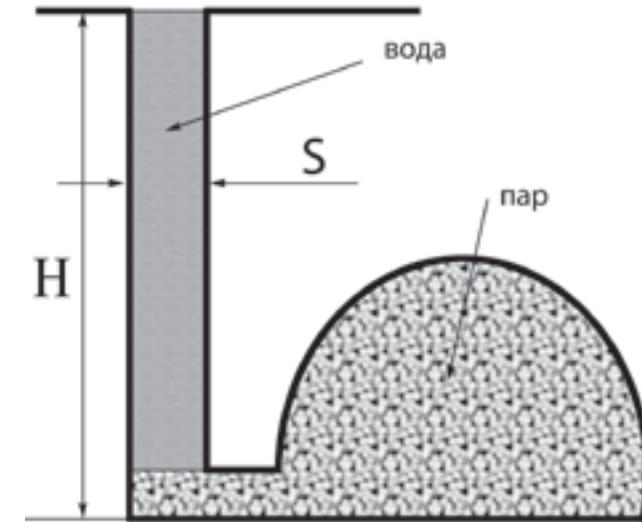


Рис. 1. Камерная модель гейзера.  $H$  — глубина канала,  $S$  — сечение. Бойлер объемом  $V_б$  наполнен паром, который начинает поступать в канал

Канал и бойлер заполняются водой, причем происхождение этой воды и её температура для механизма неважны. Это могут быть подземные источники, горячие или холодные, вода от предыдущего извержения, река или озеро, как это было с гейзером Большой после катастрофы 3 июня 2007 г. По мере заполнения структуры вода в её нижних ярусах нагревается до температуры кипения. Начинается парообразование: пузырьки пара в канале поднимаются вверх и уходят в воздух, пузырьки в бойлере скапливаются под его сводом. С течением времени, по мере прогрева и кипения воды, паровой пузырь под сводом бойлера расширяется, выдавливая воду из структуры через канал. Это можно рассматривать как фазу излива, хотя к изливу (т. е. спокойному истечению воды из канала) может приводить и обычный избыточный расход питающего гейзер источника. Наконец, бойлер опустошается почти весь, давление пара в нем возрастает до  $\rho gH$  — давления столба воды в канале. И пар из бойлера начинает поступать в канал. Рассмотрим этот момент более подробно.

Предположим, что объем пара в бойлере увеличился на малую величину  $\Delta V$  и стал равен  $V_6 + \Delta V$ . Очевидно, это произошло за счет вытеснения из канала воды того же объема  $\Delta V = S\Delta h$ , где  $\Delta h$  — соответствующее уменьшение высоты столба воды. Соответственно, давление воды в канале на границе с паром уменьшилось на величину  $\Delta p_k = \rho g \Delta V / S$ . Давление в паровом пузыре (и естественно в бойлере) тоже уменьшилось, но по закону адиабаты  $pV_6^\gamma = A = const$ , где  $\gamma$  — показатель адиабаты (для водяного пара  $\gamma = 1,4$ ), и это уменьшение зависит в сильной степени от величины  $V$ . При достаточно большом объеме бойлера, падение давления в пузыре может быть гораздо меньше, чем падение давления водяного столба на паровой пузырь. Возникает перепад давлений, и пар начинает выталкивать воду из канала, как поршень.

Переведем это на математический язык. При проникновении пара из бойлера в канал давление пара уменьшается на величину  $\Delta p_6$ , равную:

$$\Delta p_6 = \frac{dp_6}{dV_6} \Delta V = \frac{A\gamma}{V_6^{\gamma+1}} \Delta V \quad (1)$$

Критерием неустойчивости служит условие  $\Delta p_6 < \Delta p_k$  или

$$\rho g / S > A\gamma / V_6^{\gamma+1} \quad (2)$$

Константу  $A$  можно найти из условия равенства давления воды на дне канала и давления пара в бойлере  $\rho g H = A / V_6^\gamma$ , откуда следует:  $A = V_6^\gamma \rho g H$ . Подставляя это значение в (2), получаем условие извержения (критерий неустойчивости) или условие существования гейзера:

$$V_6 > \gamma H S \quad (3)$$

Условие (3) означает, что неустойчивость системы «пар—вода» и соответствующее выталкивание воды паром может наступить, только если объем бойлера превышает объем канала гейзера как минимум в 1,4 раза. Очевидно, если  $V_6 < \gamma H S$ , давление пара в бойлере по мере поступления пара в канал будет оставаться практически равным  $\rho g H$ , в то время как давление столба воды будет уменьшаться. Таким образом, выталкивание воды паром пойдет по нарастающей. Это и есть начало извержения.

Извержение заканчивается, когда вся вода вытолкнута из канала и пар свободно выходит наружу. Бойлер освобождается от пара, давление и температура в нем падают, идет фаза парения, и гейзер возвращается в исходное состояние. Извержение может быть прервано и за счет потери энергии пара, совершающего работу по выталкиванию столба

воды из канала. Эта потеря может привести к снижению температуры пара, к его конденсации и «схлопыванию» пузыря.

Следует отметить, что в роли бойлера может выступать система полостей или соединенных между собой трещин, имеющих некий объем  $V$  и контакт с каналом на глубине  $H$ .

Если объем области скопления пара незначительно превышает объем канала, то начавшееся извержение может прерваться, если давление пара, расширившегося в область канала, сравняется с гидростатическим давлением оставшейся в канале воды. Если высоту столба этой воды обозначить за  $h$ , то условие прерывания извержения (условие равенства давлений) будет иметь вид:

$$h = \frac{V_6^\gamma H}{[V_6 + (H - h)S]^\gamma} \quad (4)$$

В этом случае фаза парения будет отсутствовать.

#### Применение модели к реальным условиям и обсуждение результатов

Предположения о наличии в структуре гейзера особой камеры делались давно и во многих работах. В работе (Lloyd, 1975) приводятся сведения, полученные в 1907 г., об устройстве неработающего гейзера Та Вэра с каналом глубиной 4 м, в который можно было протиснуться человеку (т. е. диаметр был около 0,5 м). Внизу канал соединялся с камерой размером 3,6 x 2,7 м.

Экспериментальные данные, не противоречащие нашей «бойлерной» модели, были получены А. Белоусовым (устное сообщение) при исследовании с помощью видеокамеры каналов гейзеров Великан и Большой в Долине гейзеров. Так, в гейзере Большой на глубине 3 м обнаружилось сужение канала и переход его в узкую боковую трещину, из которой время от времени бил перегретый пар.

Чем больше объем бойлера  $V_6 < \gamma H S$ , тем продолжительнее излив (объем излившейся воды, очевидно, не превышает объем бойлера) и тем резче наступает извержение. Если объем бойлера соизмерим с объемом канала ( $V > \gamma H S$ ) и воды, поступающей в структуру гейзера, хватает только на заполнение бойлера, то возможно извержение без излива (гейзеры Непостоянный, Двойной, Бастион). Поскольку развитие неустойчивости в этом случае слабее, извержение может быть неполным, вода будет выплескиваться на малую высоту и парения может практически не быть.

Если  $V_6 < \gamma HS$ , неустойчивости нет, пар стабильно выталкивает воду и выходит через канал наружу — возникает кипящий источник, который может работать и в периодическом режиме (в связи с опустошением и заполнением бойлера водой). Если вода попадает в бойлер через узкий канал гейзера и бойлер постоянно заполнен паром, условия для неустойчивости могут выполняться сразу: гейзер будет либо «выплескивать» воду с периодом в несколько секунд (таким был гейзер Факел), либо обеспечивать почти постоянно бьющий фонтан (гейзеры Аверьев, Новый Фонтан).

Отметим также, что гейзер не будет извергаться, если не обеспечивается свободный слив воды из грифона. Выброс воды из канала напиранием снизу паром и соответствующий сброс верхнего давления — необходимое условие неустойчивости. Если канал гейзера открывается на дне ванны (как у гейзеров Ванна и Грот), то гейзеру трудно достичь критического состояния. Действительно (рис. 2), если пар объемом  $\Delta V$  выталкивается в канал, то падение давления воды в стандартном гейзере будет  $\Delta p = \rho g \Delta V / S$ , а в гейзере-ванне соответственно  $\Delta p = \rho g \Delta V / S_1$ , т. е.  $S_1/S$  в раз меньше. При  $S_1/S$  неустойчивость может не развиваться.

Гейзер Ванна в Долине гейзеров имеет грифон-ванну размером примерно  $3 \times 2$  м и глубиной 0,5–0,7 м. Канал гейзера выходит на дне ванны сбоку и имеет визуально диаметр не более 0,5 м. Каждые 5–7 минут из канала вырывается бурн вспененной воды и выплескивается на высоту 0,3–0,5 м. Перед этим выплеском вода в ванне прибывает, как будто что-то толкает её в глубине. В этом гейзере  $S_1/S \approx 25$ . То есть механизм неустойчивости, по-видимому, срабатывает, но его хватает только на определенную порцию пара, которая и выходит наверх.

С гейзером Грот ситуация аналогичная, но более драматичная (Нечев, 2007). Канал гейзера, диаметром около метра, по-видимому, имеет выход в пещеру, которая заполнена небольшим озером-ванной (размером приблизительно  $10 \times 3$  м), ванна имеет гейзеритовые борта высотой около 20 см. Каждые 15–20 минут из глубин канала наверх поднимается бурн, одновременно происходит повышение уровня воды в ванне и слив избытка воды вниз по склону Большого Витража. Извержение, как правило, не происходит, потому что соотношение  $S_1/S$  тоже не менее 25. В 1991 г. Виталий Николаенко, сотрудник Кроноцкого заповедника, поставил эксперимент, разобрав стенку ванны — вода из ванны ушла, канал гейзера освободился, и Грот начал извергаться. Очевидно, отсутствие ванны и слоя воды над каналом создало для гейзера стандартную

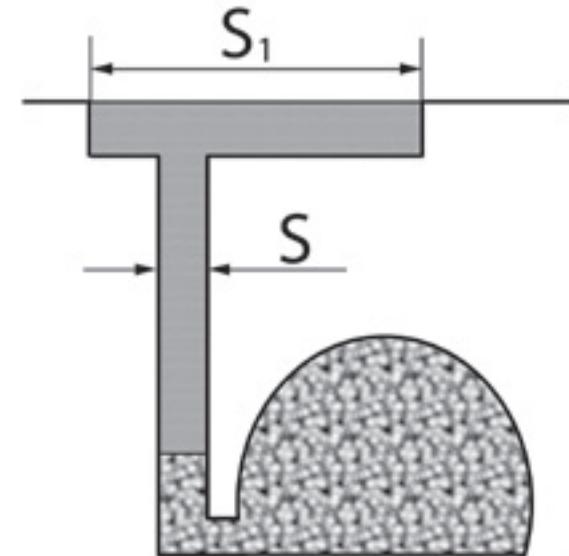


Рис. 2. Структура гейзера-ванны, у которого сечение ванны значительно превышает сечение канала. Извержения не происходит, либо оно ослаблено

ситуацию  $S_1/S$ . Извержения были настолько сильными, что, во избежание разрушений на Большом Витраже, было решено заложить дыру в стенке ванны Грота. И гейзер перестал извергаться.

Выбросы воды, не заканчивающиеся извержением, или, как их ещё называют, «фальстарты», характерны для гейзеров с относительно большим диаметром канала: Великана, Большого, Первенца. Когда перегретый пар из бойлера поступает в канал и выталкивает за пределы канала часть воды, начинается резкое расширение пузыря, т. к. давление воды вокруг него (и сверху, и по бокам) оказывается меньше, чем давление пара внутри. Пузырь толкает воду перед собой, и она подбрасывается на некоторую высоту над грифоном. Однако если температура воды недостаточно высока, пузырь может «схлопнуться» и извержение прервется. Часть воды из канала вновь заливается в бойлер, и всё начинается сначала. Таков один из механизмов «фальстарта» — начавшегося, но не развившегося извержения. Другим механизмом может быть упомянутое снижение температуры пара за счет совершения им работы.

«Фальстарты» эффективно перемешивают воду в широком канале гейзера, разогревают ее по высоте и приближают общее извержение. Оно вполне может происходить за счет вскипания перегретой воды, которую пар, как поршень, толкает перед собой в область низкого давления.

В заключение рассмотрим грандиозный, хотя и жестокий эксперимент, который поставила над гейзерами сама природа (Нечаев, 2007). 3 июня 2007 г. в Долине гейзеров сошла мощная грязекаменная лавина. Многометровая толща породы перегородила реку Гейзерную и образовала озеро глубиной до 20 м. В результате гейзеры Малый и Большой оказались под водой. Малый — на глубине 15 м, Большой — на глубине 2 м. Естественно, гейзеры не извергались, потому что над ними был слой воды ( $S = \infty$ ), и условия неустойчивости не могли выполняться. Над гейзером Большой держалось пятно более гладкой воды, свидетельствовавшее о том, что гейзер функционирует: разогревает и, может быть, выталкивает из себя горячую воду. Река медленно протачивала плотину, уровень озера медленно падал, и через три месяца он упал примерно на 2 м. В результате края грифона Большого показались над водой. И в этот момент гейзер начал извергаться! Характер извержений был прежним, только период стал почти в три раза короче: с 1,5 ч уменьшился до 30–40 минут. После того как гейзер извергнулся, озеро интенсивно заливало в него воду через понижения в краях грифона. Гейзер заполнялся вновь до краев менее чем за минуту — очевидно, поэтому и уменьшился период. Далее шел стандартный процесс с вскипаниями и выплескиваниями воды вплоть до извержения. Ясно, что те несколько тонн воды с температурой 26 °С, которые заливало озеро в гейзер, разогреть до температуры кипения за полчаса невозможно. Таким образом, этот природный эксперимент опроверг все механизмы извержения, связанные с перегревом и объемным вскипанием воды в канале. Что касается предложенного в данной работе «бойлерного» механизма, то он и должен работать, поскольку структура гейзера осталась целой (включая бойлер и температуру подземной толщи), а все условия для извержения оказались выполнены, как только грифон гейзера оказался над водой.

### Выводы

Показано, что в структуре гейзера с боковой камерой возможно развитие механизма неустойчивости, приводящего к извержению. Определено соотношение между параметрами гейзерной структуры,

необходимое для срабатывания данного механизма, и продемонстрирована возможность его реального существования на примере гейзеров Камчатки.

### Литература

- Устинова Т. И. Камчатские гейзеры. — М.: География, 1955.  
Allen E. T., Day A. L. Hot springs of Yellowstone National Park. Carnegie Inst. — 1935.  
Lloyd E. F. Geology of Whakarewarewa Hot Springs. N. Z. Geological Survey, Rotorua, 1975. — P. 24–34.  
Дроздин В. А. К теории действия гейзеров. Вулканология и сейсмология. 1982. — № 5. — С. 49–60.  
Штейнберг Г. С., Штейнберг А. С., Мержанов А. Г. Гейзеры. Природа, 1984. № 4.  
Нечаев А. М. Долина гейзеров. — М.: ЛОГАТА, 2007. — 168 с.

### ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛООБРАЗОВАНИЯ В МИКРОБНЫХ СООБЩЕСТВАХ, РАЗВИВАЮЩИХСЯ ПО ИЗЛИВУ ИСТОЧНИКА ТЕРМОФИЛЬНЫЙ (КАЛЬДЕРА УЗОН, КАМЧАТКА)

Е. В. Лазарева<sup>1</sup>, Н. С. Анисимова<sup>2</sup>, А. В. Брянская<sup>2</sup>,  
О. Л. Огородникова<sup>3</sup>, С. М. Жмодик<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Институт геологии и минералогии им. В. С. Соболева СО РАН, пр. Акад.

Коптюга, 3, 630090, Новосибирск, Россия, lazareva@uiggm.nsc.ru

<sup>2</sup> Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск, Россия

<sup>3</sup> Институт катализа им. Г. К. Борескова СО РАН, Новосибирск, Россия

**Ключевые слова:** микробные сообщества, цианобактерии, минералообразование, карбонаты.

Микробные сообщества сегодня изучаются специалистами разных областей. В том числе выявляется роль микроорганизмов на процесс отложения минералов. Информацию о морфологических и геохимических признаках минералов, образовавшихся при непосредственном участии микроорганизмов, возможно получить, исследуя современные сообщества, в том числе развивающиеся в местах разгрузки гидротермальных источников [Крылов, 1988; Заварзин, 1989; Намсараев, 2006]. Объектом данного исследования были сообщества источника «Термофильный» кальдеры Узон (Курило-Камчатский вулканический пояс).

### Материалы и методы исследований

В ходе экспедиционных работ были отобраны пробы вод на выходе источника Термофильный и по изливу ручья, а так же образцы микробных сообществ. Пробы упаковывались в герметичные ёмкости. Неустойчивые параметры (рН, Eh, T) и содержание  $O_2$  и  $HS^-$  определялись на месте при помощи мобильной лаборатории «Обь» на основе анализатора АНИОН 7051 и многоканального комбинированного анализатора АНИОН 4151;  $O_2$  и  $HS^-$  — при помощи мобильных тестов фирмы MERCK, Германия. Помимо определения рН, Eh и содержания кислорода по изливу ручья, данные параметры были определены в ходе полевого эксперимента, при котором раствор источника охлаждали естественным путём без соприкосновения раствора с микробным сообществом.

Пробы воды фильтровались на месте через мембранные фильтры 0.45 мкм при помощи мобильной фильтровальной установки с вакуумным насосом и упаковывались в пластиковые пробирки ёмкостью 100, 50 и 15 мл. Одна из проб подкислялась перегнанной концентрированной азотной кислотой ( $HNO_3$ ) из расчёта 2 мл на 0.5 л пробы.

Состав вод определялся методами атомно-эмиссионной спектроскопии (АЭС) с индуктивно-связанной плазмой (Optima 4300DV), капиллярного электрофореза, ICP-MS, атомной абсорбции. Содержание неорганического и органического углерода в растворах измерялось с помощью Total Organic Carbon Analyzer, TOC-VCSH (Shumadzu, Япония).

Для определения состава бактерий, цианобактерий и водорослей пробы матов фиксировали 4 % формалином, нефиксированные пробы до посева хранили при 4 °С.

В лабораторных условиях образцы циано-бактериальных сообществ были высушены на обеззоленных фильтрах и описаны визуально. Микроморфология и состав отдельных минеральных фаз, формирующихся в микробных сообществах, был исследован при помощи сканирующего электронного микроскопа LEO 1430VD.

### Результаты и обсуждение

Источник Термофильный расположен на восточном термальном поле кальдеры Узон. Это небольшой выход с температурой 69 °С, по ручью которого развивается одно из самых больших на данный момент поле микробных матов (рис. 1).

Согласно классификации [Перельман, 1982] воды источника горячие, хлоридно-гидрокарбонатно-натриевые, слабокислые (рН 4-6.5),

с относительно повышенной минерализацией (0.5-1.0 г/л). Воды сероводородсодержащие со значительным содержанием кремнезёма в растворе (табл. 1). По составу раствора, минерализации и другим параметрам вода в источнике в 2010 г. незначительно отличается от таковой в 1967 г.

**Таблица 1.** Содержание основных ионов (мг/л) в водах источника Термофильный.

Номер пробы	Единицы	73*	У-5-1/2010
Дата		19.07.1967	09.2010
Температура	°С	65	69
рН		6.1	6.2
Eh	mV	н.д.	-40
Минерализация	г/л	0.53	0.75
Ca <sup>2+</sup>	мг/л	36	34.6
Mg <sup>2+</sup>	мг/л	16.8	10.5
Na <sup>+</sup>	мг/л	97.3	127
K <sup>+</sup>	мг/л		16.3
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	мг/л	293	272
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	мг/л	н.д.	57
HS <sup>-</sup>	мг/л	н.д.	23
Cl <sup>-</sup>	мг/л	85	120
Si	мг/л	н.д.	104
B	мг/л	н.д.	7
Fe	мкг/л	н.д.	95
Ba	мкг/л	н.д.	150
Mn	мкг/л	н.д.	870
As	мкг/л	н.д.	140

Примечание: \*Вулканизм, гидротермальный процесс... 1974, н.д. — нет данных.

На выходе горячей воды источника Термофильный (в температурном интервале 68–60 °С) наблюдаются белые обрастания нитчатых бактерий. По данным предыдущих исследователей доминируют в данной точке *Thermotrix* и некоторые другие бесцветные серобактерии [Заварзин, 1989]. Далее по основному ручью по мере понижения температуры (до 58 °С) развивается довольно плотная черная пленка, на поверхности которой наблюдается развитие длинных (до нескольких сантиметров)

прозрачных нитей, среди которых встречаются и белые нити из более высокотемпературной зоны. Далее по мере понижения температуры до 55 °С (т. У-5-3) сообщество приобретает большее разнообразие форм. Здесь встречаются и нити серных бактерий, черные и оранжевые пленки, буро-зеленая циано-бактериальная масса, тонкие ярко-зеленые обрастания по краю сообщества в зоне контакта с высшей растительностью. В данной точке наблюдается зональность по мере удаления от основного русла ручья и соответственно по мере понижения температуры. Основное направление смены сообществ — нитчатые бактерии → цианобактерии.

До температуры 66 ° сообщество источника состоит практически из *Thermotrix*; ниже этой температуры его рост прекращается и появляется *Chloroflexus aurantiacus* и нитчатые цианобактерии *Phormidium* sp., формирующие «оливковый» или «оранжевый» маты. При более низких температурах (55 °–30 °) по руслу источника развивается «зеленый» мат, он имеет максимальную толщину, связан с минеральной основой и занимает площадь около 5 м<sup>2</sup>. В данном мате отмечено наибольшее разнообразие микроорганизмов [Заварзин, 1989].

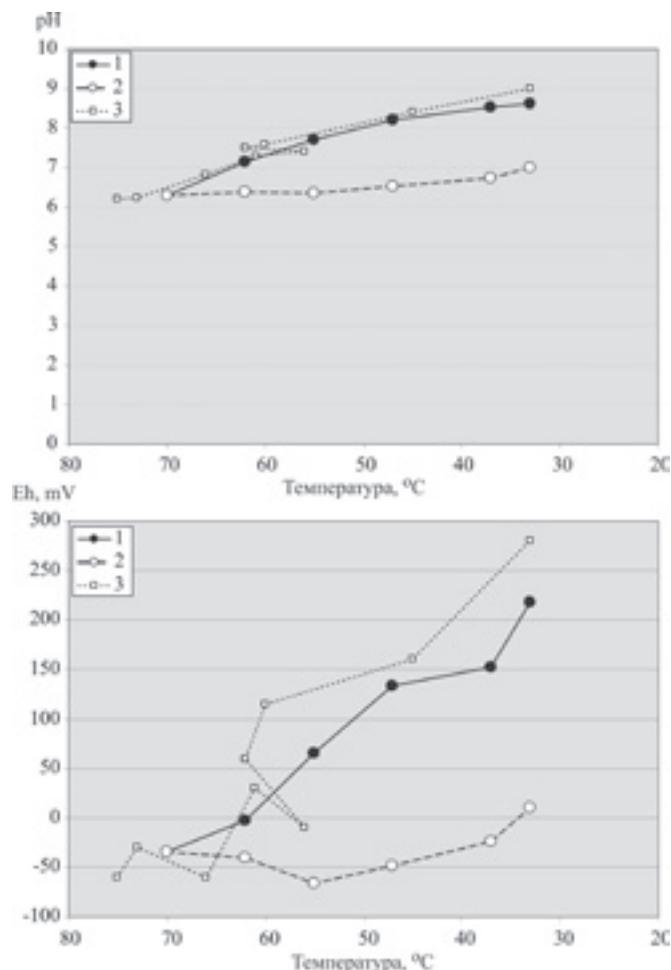
**Таблица 2.** Состав сообществ, развивающихся по изливу ручья Термофильный.

Тип сообщества	Условия развития	Доминирующие формы
«Белый» мат	78 °–66 °	<i>Thermotrix thiopara</i>
«Оранжевый» мат		<i>Rhodopseudomonas gelatinosa</i>
«Оливковый» мат	66 °–55 °	<i>Chloroflexus aurantiacus</i> , <i>Phormidium</i> spp., <i>Synechococcus lividus</i>
«Зелёный» мат	55 °–30 °	<i>Mastigocladus laminosus</i> , <i>Phormidium</i> spp., <i>Synechococcus lividus</i> , <i>Rhodopseudomonas palustris</i> , <i>Chromactum vinosum</i>

Развивающееся по ручью микробное сообщество значительно влияет на изменение рН-Eh параметров растворов. По изливу рН раствора меняется от слабокислого (6.2), к нейтральному (7) и слабощелочному (8.7). Eh раствора окисляется с -40 до 230. (рис. 2). Данная закономерность уже была установлена ранее [Заварзин Г.А., 1989]. В продолжение данных исследований в 2011 г. был проведён полевой эксперимент. Исследовалось изменение рН и Eh раствора при его естественном остывании без участия микробного сообщества. На данной диаграмме (рис. 2)



**Рис. 1.** Места отбора проб растворов и микробных сообществ источника Термофильный



**Рис. 2.** Изменение pH и Eh раствора источника Термофильный при взаимодействии с микробным сообществом (1), при естественном остывании раствора (2), при взаимодействии с микробным сообществом (3) по данным Г. А. Заварзина (1989)

представлено изменение параметров pH и Eh в одинаковом температурном интервале при взаимодействии с микробным сообществом

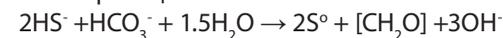
и при естественном остывании раствора. При остывании раствор окисляется с -40 mV всего до 10 mV и pH возрастает с 6.2 до 7.

Наибольшее разнообразие минералов, отлагающихся в кальдере Узон, наблюдается в осевой части термоаномалии, характеризующейся выходами преимущественно хлоридно-натриевых вод. Здесь образуется горизонт ртутно-сурьмяно-мышьяковистых сульфидных руд. Среди которых устанавливаются: реальгар (AsS), скородит ( $\text{Fe}^{3+}\text{AsO}_4 \cdot 2(\text{H}_2\text{O})$ ) аурипигмент ( $\text{As}_2\text{S}_3$ ), антимонит ( $\text{Sb}_2\text{O}_3$ ), метастибнит ( $\text{Sb}_2\text{S}_3$ ), киноварь (HgS) и метациннабарит (HgS), галенит (PbS), сфалерит (ZnS), гематит ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Пирит ( $\text{FeS}_2$ ) и марказит ( $\text{FeS}_2$ ) — наиболее распространенные рудные минералы встречаются в виде кубиков и их сростаний. Современные минералы на Узоне обычно находятся в виде мелких разрозненных зерен. Типичны сростания пирита с марказитом, реальгара с аурипигментом, реальгара с антимонитом и пирита с пирротинном и реальгаром. Среди нерудных минералов наиболее распространены опал, алуниит ( $\text{KAl}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$ ); каолинит ( $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ ), монтмориллонит ( $(\text{Na},\text{Ca})_{0,3}(\text{Al},\text{Mg})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot n(\text{H}_2\text{O})$ ) [Вулканизм, гидротермальный процесс... 1974].

Источник Термофильный располагаются чуть в стороне от основной термоаномалии, где хлоридно-натриевые растворы сильно разбавлены гидрокарбонатно-кальциевыми поверхностными водами. Однако, благодаря всё же значительным содержаниям рудных элементов в растворе, в месте выхода отлагаются сульфиды железа, покрывая блестящей плёнкой с металлическим блеском обломки пород в грифоне источника.

При исследовании образцов высушенных микробных матов методами сканирующей микроскопии были обнаружены следующие особенности: в «белом» мате где преобладает *Thermotrix*, резко доминируют мелкие ромбовидные кристаллы самородной серы размером в среднем 20–60 мкм (рис. 3). Примесей других элементов в кристаллах не установлено.

Отложение серы благодаря сероокисляющим бактериям происходит согласно реакции:



где  $[\text{CH}_2\text{O}]$  условно обозначенный первичный продукт хемосинтеза [Vasconcelos et al. 2006].

В микробном сообществе с доминированием *Rhodospseudomonas gelatinosa* можно часто наблюдать кремнистые створки диатомовых водорослей, тонкодисперсные смеси пирита и арсенипирита, иногда кубический и гроздевидный пирит. Но наиболее характерны шарообразные выделения сульфида железа, в котором отмечаются значительные

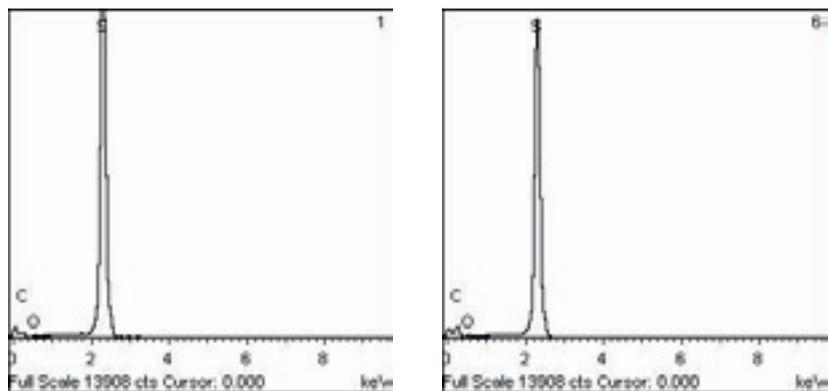
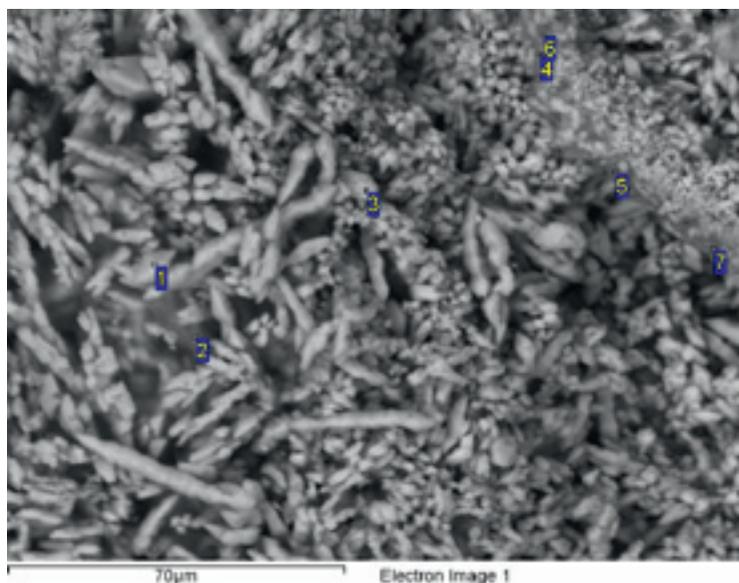


Рис. 3. «Белый» мат: Кристаллы  $S^0$

содержания марганца — от десятых процента до первых массовых процентов (рис. 4).

В микробном сообществе, доминантами которого являются *Mastigocladus laminosus*, *Phormidium* spp., *Synechococcus lividus*, *Rhodospseudomonas*

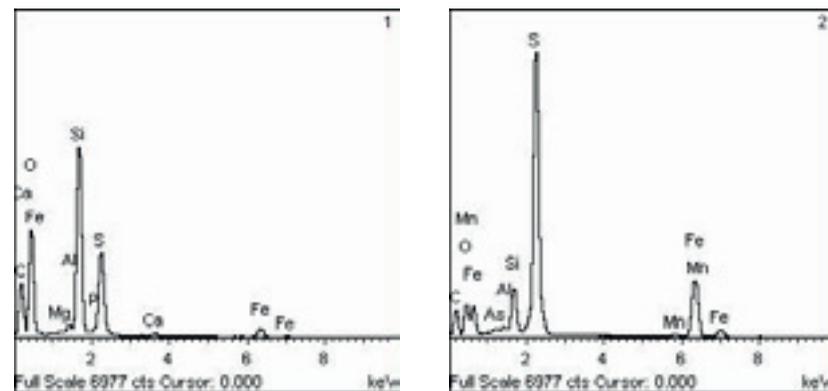
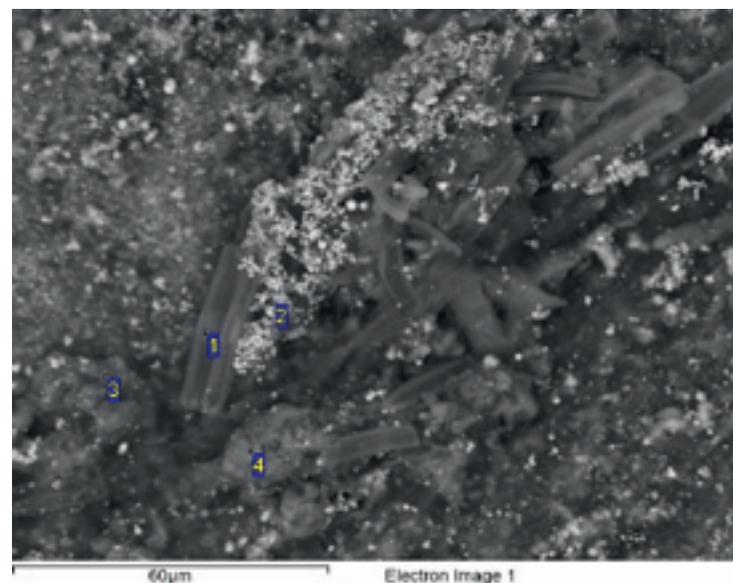
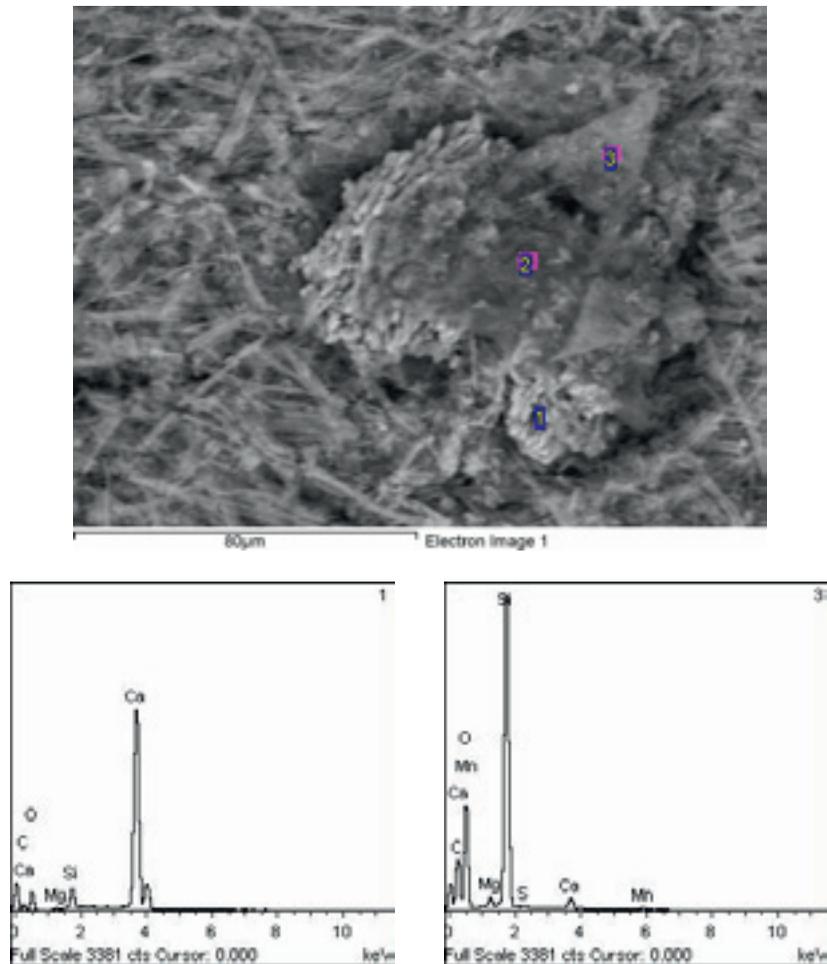


Рис. 4. «Оранжевый» мат: шарообразные выделения сульфида Fe с примесью Mn

*palustris*, *Chromactum vinosum* («Зелёный» мат) наиболее распространены псевдоморфозы облекания по нитям цианобактерий (в микробиологической терминологии — чехлы) (рис. 5). Однако максимальное количество псевдоморфоз облекания как правило приурочено к участкам,

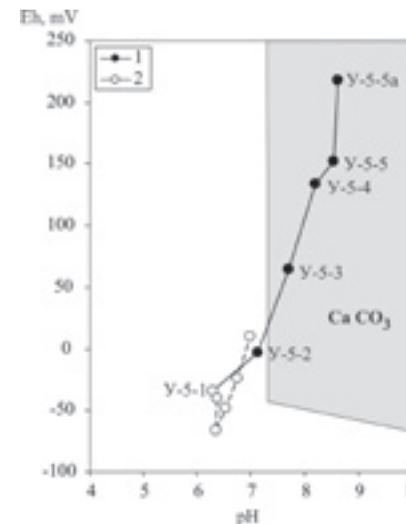


**Рис. 5.** «Зелёный» мат: псевдоморфозы облекания аморфного кремнезёма по нитям цианобактерий (чехлы), расщеплённые индивиды карбоната Ca

где кремнезём отлагается в результате испарения термального раствора и консервирует структуру сообщества, поскольку слизистые чехлы цианобактерий хорошо удерживают коагулирующий из раствора гель кремниевой кислоты. В микробном сообществе источника Термофильный

кремнистые псевдоморфозы облекания слагают своего рода войлок (рис. 5).

В данном микробном сообществе также установлено в значительном количестве отложение карбоната кальция. Согласно проведённым термодинамическим расчётам, образование карбоната кальция из воды источника не может происходить при данных концентрациях кальция и гидрокарбонат-иона (рис. 6). Воды источника слишком кислые, только благодаря взаимодействию с микробным сообществом, раствор подщелачивается и окисляется достаточно для формирования карбоната кальция (рис. 6).



**Рис. 6.** На диаграмме указано поле устойчивости кальцита, рассчитанное для содержания элементов в растворе источника Термофильный при помощи программного пакета HCS.4, и точки, соответствующие параметрам раствора, взаимодействующего с микробным сообществом (1) и остывающего в процессе полевого эксперимента (2)

Кроме других минералов в микробных сообществах источника Термофильный можно наблюдать арсенипитрит и пирит. В одном из участков циано-бактериального мата установлено массовое отложение изометричных выделений барита ( $BaSO_4$ ) и барит (рис. 7).

Первые же исследования микробных матов указали на характерные отличительные признаки образования минералов в присутствии микроорганизмов. Проводимые в дальнейшем исследования позволяют выявить дополнительные особенности морфологии и состава минеральных фаз, присутствие которых в породах кальдеры Узон, возможно позволит реконструировать историю развития микробных сообществ.

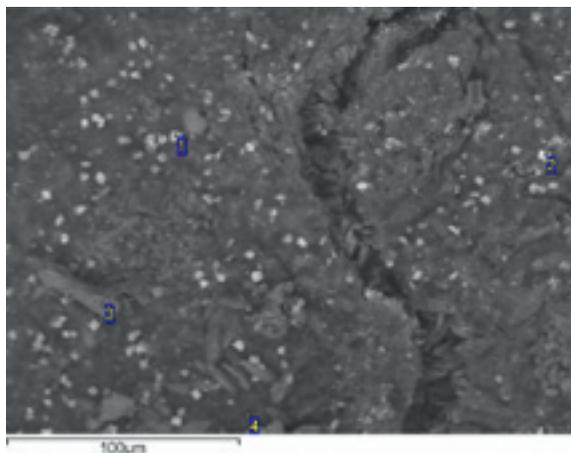


Рис. 7. Изометричные выделения барита в циано-бактериальном мате

Авторы благодарят сотрудников Кроноцкого заповедника за содействие в организации работ в кальдере Узон. Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 11-05-00717; Интеграционного проекта СО РАН – № 10.

### Литература

Вулканизм, гидротермальный процесс и рудообразование./ С. И. Набоко [и др.]. — М. : Недра, 1974 г.

Геохимия природных вод./ А. И. Перельман. — М. : Наука, 1982 г.

Заварзин Г. А., Карпов Г. А. Деятельность микроорганизмов в кальдерах.// Кальдерные микроорганизмы (отв ред. Г. А. Заварзин). — М. : «Наука», 1989. — С. 3–28.

Крылов И. Н., Орлеанский В. К. Лабораторная модель образования карбонатных корок в водорослево-бактериальных плёнках (искусственные строматолиты и онколиты) // Известковые водоросли и строматолиты. — Новосибирск : «Наука», Сибирское отделение, 1988. — С. 4–12.

Намсараев З. Б., Горленко В. М., Намсараев Б. Б., Бархутова Д. Д. Микробные сообщества щелочных гидротерм. — Новосибирск : СО РАН. 2006. — 110 с.

Vasconcelos C., Warthmann R., McKenzie J. A., Visscher P. T., Bittermann A. G., Van Lith. Lithifying microbial mats in Lagoa Vermelha, Brazil: Modern Precambrian relics? // Sedimentary Geology 185 (2006) 175–183.

## КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И БИОРАЗНООБРАЗИЕ ЭКОСИСТЕМ

### РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ ЛАВОВЫХ ПОТОКОВ КАЛЬДЕРЫ ВУЛКАНА КРАШЕНИННИКОВА

А. О. Пестеров<sup>1</sup>, В. Ю. Нешатаева<sup>1</sup>, Д. Е. Гимельбрант<sup>2</sup>, А. П. Кораблев<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский государственный университет

**Ключевые слова:** вулкан Крашенинникова, лавовые потоки, растительный покров.

Вулкан Крашенинникова расположен в Восточном вулканическом поясе Камчатки. Его постройка, сформированная в голоцене, расположена внутри верхнеплейстоценовой кальдеры (Волынец и др., 1989). Кальдера наложена на вулканический узел, образованный постройками разного возраста и состава. Пемзы кальдерообразующих извержений перекрыты вулканическим чехлом мощностью до 50 м. Диаметр кальдеры около 9 км, уступ ее борта хорошо выражен в северной и западной части, достигая высоты 400 м. Восточный и юго-восточный борта кальдеры перекрыты молодыми вулканитами (Пономарева, 1987). Внутри кальдеры располагаются вулканические образования — два стратовулкана (Северный и Южный конусы), лавовые потоки возрастом от 400 до 9200 лет, шлаковые конусы и шлаковые поля (вулканогенно-пролювиальные, обвальнo-осыпные и эоловые отложения). Излияние двух лавовых потоков и образование лавового конуса Паук в кратере Северного конуса — результат активной деятельности влк. Крашенинникова после окончания эксплозивной деятельности (Пономарева, 1987). Слагающие их породы — двупироксеновые андезиты — дациты.

### Материалы и методы исследований

В августе 2011 г. Камчатским геоботаническим отрядом Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН проведены полевые исследования в кальдере вулкана Крашенинникова. Было заложено 16 пробных

площадей на разновозрастных лавовых потоках и 8 пробных площадей в сформированных фоновых горно-тундровых сообществах на западном борту кальдеры.

Нами изучены растительные сообщества и группировки на лавовых потоках четырех различных возрастов: дацитовый поток Молодой (400 лет), дацитовый поток Южный (600 лет), андезитовый-дацитовый поток Озерный (1300 лет), андезитовый-дацитовый поток северного конуса вулкана Крашенинникова (2600 лет). Также детально изучены фоновые горно-тундровые сообщества на бортах кальдеры вулкана Крашенинникова, которые были кратко охарактеризованы нами ранее (Растительность..., 1994).

Геоботанические описания на лавовых потоках и в фоновых горно-тундровых сообществах проводились по стандартной методике (Ипатов, 2000) путем закладки временных пробных площадей. Размер пробных площадей для растительных группировок лавовых потоков составил 5 × 5 м, для горно-тундровых сообществ — 10 × 10 м. На каждой пробной площади выполняли детальное геоботаническое описание с указанием флористического состава и проективного покрытия каждого вида. Кроме того, указывали основные характеристики местообитания — микрорельеф, наличие и мощность почвенно-пирокластического чехла, тип почвы, характер увлажнения, высоту над уровнем моря, экспозицию и крутизну склона, а также другие факторы, влияющие на растительный покров. Производили географическую и высотную привязку пробной площади с помощью портативного навигатора GPS.

В камеральный период были составлены фитоценотические таблицы в формате EXEL и проведена сравнительная характеристика выделенных растительных сообществ и группировок с использованием табличного метода (Нешатаев, 1987).

### **Характеристика изученных лавовых потоков**

Лавовый поток Молодой излился из южного склона южного конуса вулкана Крашенинникова на высоте 1500 м около 400 лет назад (Пономарева, 1987). Поток излился из цепочки воронок на крутом склоне южного конуса. Лавы черные, по составу соответствуют дацитам (Пономарева, Цюрупа, 1985). Поток не выходит за пределы кальдеры. Его длина составляет 2 км, средняя ширина — 350–500 м, максимальная — 1 км. Высота борта потока составляет 9–11 м. Мезорельеф на потоке представлен разломами и трещинами глубиной до 4 м, крупными валунами

(диаметром до 3 м), грядками и западинами с превышением 3–5 м. Лавовый поток не был перекрыт аэральными пеплопадами. Мелкозем практически отсутствует, представлен лишь в засыпанных мелким шлаком и пеплом расселинах площадью не более 1 м<sup>2</sup>, имеет эоловое происхождение.

Лавовый поток Южный образовался около 600 лет назад (Пономарева, 1987). Поток вытекает из цепочки воронок, расположенных на трещине, секущей южный борт кальдеры (Пономарева, Цюрупа, 1985). Он намного обширней потока Молодой и простирается в южном направлении на 13 км, прорывая борт кальдеры и выходя далеко за её пределы, имеет ширину 1,5–2 км. Площадь потока 8 км<sup>2</sup> (Пономарева, Цюрупа, 1985). Высота борта потока достигает 10 м. По своей структуре поток Южный сходен с потоком Молодой, однако площадь засыпанных шлаком расселин несколько большая (до 3–5 м<sup>2</sup>), лавовые глыбы разрушены сильнее, чем на лавовом потоке Молодой, располагаются друг к другу плотнее. Лавы покрыты пористой коркой мощностью до нескольких сантиметров, она легко отшелушивается, обнажая монолитную породу, и образует шлакоподобный чехол, который можно принять за тефру (Пономарева, Цюрупа, 1985).

Лавовый поток Озерный образовался около 1300 лет назад, когда в вершинной кальдере Северного конуса началось формирование Северного среднего конуса вулкана, произошло образование конуса Озерный в северо-западной части кальдеры и излияние его андезитового потока (Пономарева, 1987). Лавовый поток излился изначально в СЗ направлении, затем в ЮЗ направлении от конуса Озерный, он имеет длину с ЮЗ на СВ около 4,7 км и ширину 1,3–1,5 км, с сужением в середине до 350 м. Высота борта потока достигает 9 м. Поток Озерный значительно отличается по структуре от потоков Молодой и Южный. Он неоднократно был пересыпан тефрой, которая сформировала на потоке сплошной чехол. Выходы крупных глыб лавового потока представлены в виде обнаженных останцов — кекуров высотой до 4 м. Мезорельеф представлен грядками и провалами с перепадами высот 3–5 м.

Кроме того, нами были заложены три пробные площади на, излившемся из Северного конуса андезитовом-дацитовом лавовом потоке возрастом 2600 лет, с условным названием «Кекурный». Высота фронтального уступа потока достигает 10 м. Он перекрыт тефрой того же извержения, представляющей собой темно-серые стратифицированные андезитовые шлаки. Породы этого извержения — двупироксеновые андезиты

и дациты темно-серого цвета (Пономарева, 1987). Лавовый поток Кекурный представляет собой гряду, залегающую внутри кальдеры. Его длина около 2 км, ширина — 550 м, высот борта потока около 10 м. Поток полностью засыпан шлаком и покрыт растительностью. Мезорельеф не выражен, останцы практически отсутствуют. В отличие от более молодых потоков, здесь выражен регулярно-бугорковатый микрорельеф.

### Результаты исследований

Растительный покров лавового потока Молодой образован моховыми и лишайниковыми группировками. На глыбах лавы доминируют лишайники: *Stereocaulon vesuvianum*, *Cladonia arbuscula*, *C. amaurocraea*, *C. borealis*, *C. pyxidata*, *Thamnolia vermicularis*, *Flavocetraria nivalis*, *Alectoria nigricans*, *Cetraria islandica*, *C. muricata*, *Pertusaria* spp. Большинство этих видов были встречены на всех изучаемых лавовых потоках, поэтому они не являются специфичными для молодых лавовых потоков. Общее проективное покрытие лишайников не превышает 10 %. Из мхов были встречены следующие виды: *Dicranum* spp., *Polytrichum piliferum*, *P. juniperinum*, *Racomitrium lanuginosum*, *Pohlia* sp., *Hepaticae* sp., *Niphotrichum canescens*. Последние два вида были встречены только на этом лавовом потоке, остальные виды были отмечены также для потока Южный, но не были встречены на более старых лавовых потоках. Общее проективное покрытие мхов достигает 20 %. Сосудистые растения представлены единичными особями. Их общее проективное покрытие не превышает 1 %. Они встречаются в засыпанных шлаком провалах и западинах. Нами были отмечены *Empetrum nigrum*, *Saxifraga merckii*, *Loiseleuria procumbens*, *Luzula arcuata*.

Растительный покров лавового потока Южный, несмотря на небольшую разницу в возрасте (200 лет), имеет ряд отличий от потока Молодой. Заметно увеличивается проективное покрытие лишайников и уменьшается покрытие мхов. В лишайниковых сообществах и группировках, помимо видов, общих с потоком Молодой, появляются следующие: *Cladonia gracilis*, *C. uncialis*, *Cetrariella delisei*, *Umbilicaria hyperborea*, *Rhizocarpon* spp. По-видимому, это связано с большей степенью выветривания корки лавового потока. В моховом ярусе, кроме видов, указанных для потока Молодой, существенных отличий не отмечено, так как моховые группировки на обоих лавовых потоках встречаются в сходных местообитаниях на близких по составу субстратах. Существенные отличия наблюдаются в составе пионерных травяно-кустарничковых

группировок. На отложениях шлака и на дне ложбин, а также в крупных провалах лавового потока отмечены следующие виды: *Cassiope lycopodioides*, *Campanula lasiocarpa*, *Carex koraginensis*, они также присутствуют и на более старых потоках. Наиболее характерными для лавового потока Южный являются *Saxifraga merckii*, *Spiraea beauverdiana*, *Salix arctica*, *Luzula arcuata* — виды, имеющие высокую константность только на этом потоке.

Значительно отличается от двух рассмотренных выше потоков растительный покров лавового потока Озерный. Отличаясь от более молодых потоков наличием достаточно мощного пеплово-пирокластического чехла, необходимого для формирования сомкнутого растительного покрова, поток Озерный характеризуется значительно более высоким общим покрытием травяно-кустарничкового яруса — до 35 %. Помимо видов, общих с лавовым потоком Южный, преобладают следующие: *Poa malacantha*, *Oxytropis kamtschatica*, *Trisetum spicatum*, *Antennaria dioica*, *Festuca altaica*, *Minuartia macrocarpa*, *Phyllodoce caerulea*, *Leymus interior*, *Salix tschuktschorum*. В центральной части потока на лавовых грядах выражены хорошо сформированные сообщества кустарничково-лишайниковых горных тундр, по краям потока представлены куртины кедрового стланика высотой до 1,5 м и площадью до 5 м<sup>2</sup>. В провалах постоянно идет водная эрозия, наблюдается вымывание шлака, в связи с чем сплошной растительный покров там не формируется, а преобладают первичные пионерные группировки, образованные видами, не характерными для лавовых гряд: *Saxifraga merckii*, *Agrostis kudoj*, *Luzula arcuata*, *Spiraea beauverdiana*. Видовой состав мохово-лишайниковых группировок в провалах в целом сходен с таковым на грядах. Среди мхов преобладают: *Polytrichum piliferum*, *Racomitrium lanuginosum*; среди лишайников отмечены виды, общие с молодыми лавовыми потоками, произрастающие на обнаженных лавовых останцах: *Stereocaulon vesuvianum*, *Flavocetraria nivalis*, *Cladonia arbuscula*, *C. amaurocraea*, *C. gracilis*, *C. uncialis*, *C. borealis*, *C. pyxidata*, *Thamnolia vermicularis*. Кроме того, на грядах были отмечены виды, не встречающиеся на более молодых лавовых потоках: *Stereocaulon alpinum*, *Cladonia phyllophora*, *C. squamosa*, *Ochrolechia frigida*, *Peltigera malacea*, *Stereocaulon paschale*, *Trapeliopsis granulosa*.

Наиболее хорошо сформирован и сходен с фоновой растительностью растительный покров лавового потока «Кекурный» (возраст 2600 лет). Здесь преобладают горно-тундровые сообщества, в которых значительно возрастает доля участия и проективное покрытие



Таблица 1 (Продолжение)

№ табличный	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>Saxifraga мерский</i>	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.
<i>Agrostis kudoi</i>	.	.	.	<1	.	.	.	.	+	+	+	<1	<1	.	+
<i>Hierochloë alpina</i>	.	.	.	<1	+	.	.	.	.	.	+	+	+	+	<1
<i>Loiseleuria procumbens</i>	.	.	+	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	+	3
<i>Luzula arcuata</i>	.	.	+	.	.	+	<1	+	+	+	.	.	.	.	.
<i>Salix arctica</i>	.	.	.	+	+	+	.	<1	.	.	.	2	.	.	3
<i>Spiraea beauverdiana</i>	.	.	.	<1	+	+	.	+	.	+	.	.	.	+	.
<i>Trisetum spicatum</i>	.	.	.	.	+	.	.	+	.	+	+	1	+	.	.
<i>Antennaria dioica</i>	.	.	.	<1	.	.	.	.	.	.	+	+	+	<1	.
<i>Festuca altaica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	2	+	<1	1
<i>Minuartia macrocarpa</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	.	+	+	.
<i>Phyllocoe caerulea</i>	.	.	.	.	+	+	.	+	.	.	+	.	.	.	<1
<i>Vaccinium minus</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	1	3	+	5	.
<i>V. uliginosum</i>	.	.	.	2	+	1	.	1	.	.	+	1	5	2	10
<i>Carex flavocuspis</i>	.	.	.	+	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	<1
<i>Leymus interior</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	<1	1	<1
<i>Salix tschuktschorum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	7	10	10	.
<i>Saussurea pseudo-tilesii</i>	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	<1
<i>Oxyria digyna</i>	.	.	.	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Oxytropis revoluta</i>	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	3
<i>Salix reticulata</i>	.	.	.	.	.	+	.	<1	.	.	.	<1	.	.	.
<i>Taraxacum</i> sp.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	+	.

Мхи, покрытие, %	20	15	20	20	20	3	1	3	2	10	25	<1	1	0	<1	1
<i>Dicranum</i> spp.	<1	+	5	+	<1	+	+	<1	<1	2	.	.	+	.	+	1
<i>Polytrichum piliferum</i>	<1	2	<1	.	<1	<1	<1	+	+	<1	<1	+	<1	.	.	.
<i>P. juniperinum</i>	<1	+	.	<1	<1	<1	.	.	+	.	.	+	+	.	+	+
<i>Racomitrium lanuginosum</i>	3	5	7	25	<1	<1	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.
<i>Hepaticae</i> spp.	10	.	.	+	<1	<1	3	1	3	.	.	.	.	.	+	.
<i>Brachythecium</i> sp.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	.
<i>Bryum</i> sp.	.	.	.	.	<1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hepaticae</i> sp. 2	.	3	5	.	.	.	.	.	.	.	5	.	.	.	.	.
<i>Hepaticae</i> sp. 3	.	4	.	.	.	.	.	.	.	4	20	.	.	.	.	.
<i>Niphotrichum canescens</i>	5	+	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sanionia uncinata</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	<1	<1
Лишайники, покрытие, %	10	8	10	45	5	10	15	8	25	15	25	25	25	55	25	25
<i>Cladonia arbuscula</i>	<1	1	3	20	3	3	4	2	+	5	.	<1	10	25	5	.
<i>Thamnolia vermicularis</i>	3	1	1	3	1	1	.	1	4	<1	3	3	2	4	.	.
<i>Cladonia borealis</i>	+	+	+	+	.	+	+	.	+	+	+	<1	<1	<1	+	+
<i>C. pyxidata</i>	+	+	+	+	+	+	<1	+	.	.	+	<1	<1	<1	+	+
<i>Flavocetraria nivalis</i>	+	2	2	<1	<1	2	.	1	+	.	+	2	+	4	.	.
<i>Cladonia amaurocraea</i>	+	+	+	20	.	+	4	+	.	+	+	<1	<1	<1	.	.
<i>C. gracilis</i>	.	.	+	+	+	1	1	.	+	+	+	+	+	<1	1	.
<i>Stereocaulon vesuvianum</i>	5	3	3	1	+	1	6	3	10	+	.	.	+	+	.	.
<i>Cladonia uncialis</i>	.	.	.	1	1	+	.	+	+	.	+	<1	+	<1	+	+
<i>Cetraria nigricans</i>	+	.	+	+	+	<1	.	+	.	.	+	+	+	+	.	.

Таблица 1 (окончание)

№ табличной	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>Cladonia cervicornis</i>	.	.	+	+	.	.	.	+	+	+	+	+	+	.	.
<i>Ochrolechia androgyna</i>	+	.	.	+	+	+	.	.	+	+	+	.	+	.	.
<i>Alectoria nigricans</i>	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.
<i>Cetraria islandica</i>	+	+	.	.	.	.	.	1	2	.	.	+	.	+	3
<i>C. muricata</i>	.	+	+	+	.	<1	.	.	.	.	.	+	+	+	.
<i>Cetrariella delisei</i>	.	.	+	+	.	+	1	+	9	+	+	.	.	.	.
<i>Stereocaulon alpinum</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	6	8	10	9	15
<i>Cladonia phyllophora</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	+	+	<1	+
<i>C. squamosa</i>	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	+	+	+	<1	.
<i>C. coccifera</i>	+	.	.	.	.	+	.	+	.	.	+	.	.	.	+
<i>C. rangiferina</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	<1	<1	+
<i>Diploschistes muscorum</i>	+	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Ochrolechia frigida</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	+	.	+	+	.
<i>Peltigera malacea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+
<i>Pseudophebe pubescens</i>	.	.	.	+	.	+	.	+	.	+	.	.	.	+	.
<i>Rhizocarpon</i> spp.	.	.	.	+	.	+	+	+	10	.	.	.	.	+	.
<i>Umbilicaria hyperborea</i>	+	.	.	+	.	+	+	+	1	.	.	.	.	.	.
<i>Cetraria ericetorum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	.
<i>Cladonia</i> spp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	3	3	.	1
<i>Dibaeis baeomyces</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	+	.	.	1	.
<i>Flavocetraria cucullata</i>	.	.	.	<1	.	+	.	.	.	.	.	+	+	.	.
<i>Lesanora polytropa</i>	.	.	.	+	.	+	.	.	+	.	.	.	.	+	.

<i>Pertusaria</i> spp.	.	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Protoparmelia badia</i>	.	+	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Pseudophebe minuscula</i>	.	.	.	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Arthrohaphis citrinella</i>	+	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Cetraria kamczatica</i>	.	.	.	.	+	<1	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Cladonia cornuta</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	+	.
<i>C. crispata</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	<1	.	.
<i>C. pleurota</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	<1	.	.	.	.
<i>C. stygia</i>	.	.	.	+	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Peltigera didactyla</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	+
<i>Solorina crocea</i>	.	+	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Stereocaulon paschale</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6	8	.	9	.	.
<i>Trapeliopsis granulosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	.	.

Примечание к таблице 1: на пробных площадях также встречены: *Arctous alpina* — 30(<1); *Artemisia arctica* — 45(<1); *Bistorta vivipara* — 45(+); *Botrychium lanceolatum* — 43(+); *Calamagrostis* sp. — 31(+); *Castilleja pallida* — 41(+); *Chamerion angustifolium* — 32(+), 43(+); *Cystopteris fragilis* — 31(+); *Deschampsia borealis* — 45(+); *Diapensia obovata* — 41(+); *Dryas punctata* — 45(1); *Festuca* sp. — 31(+); *Gentiana glauca* — 31(<1); *Gymnocarpium dryopteris* — 32(+); *Juncus beringensis* — 35(+); *Kobresia myosuroides* — 43(+); *Oxytropis erecta* — 45(<1); *Poa platyantha* — 43(+); *Poa* sp. — 32(+); *Pyrola incarnata* — 43(+); *Pyrola minor* — 32(+); *Rubus arcticus* — 31(+); *Salix chamissonis* — 45(1); *Salix erythrocarpa* — 31(+); *Salix pulchra* — 35(+); *Andraea rupestris* — 38(+); *Arctoa fulvella* — 33(+); *Polytrichum commune* — 39(+); *Racomitrium ericoides* — 38(1); *Racomitrium* sp. — 36(+); *Acarospora anomala* — 35(+); *Aspicilia* spp. — 30(+); *Bacidia pulchra* — 35(+); *Baeomyces carneus* — 44(+); *Bryonora castanea* — 41(+); *Caloplaca* spp. — 30(+); *Cetraria hepaticum* — 31(+); *Cetraria laevigata* — 30(+); *Cladonia bellidiflora* — 37(+); *Cladonia cervicornis* — 30(+); *Cladonia macrocetes* — 41(+); *Cladonia stellaris* — 45(+); *Cladonia subulata* — 32(+); *Diploschistes scruposus* — 33(+); *Flavocetraria minuscula* — 42(+); *Diploschistes scruposus* — 33(+); *Pertusaria panyrga* — 43(+); *Stereocaulon condensatum* — 35(+); *Umbilicaria cylindrica* — 36(+); *Cladonia deformis* — 32(+).

## Литература

Волынец О. Н., Пономарева В. В., Цюрупа А. А. Петрологические и тефрохронологические исследования вулкана Крашенинникова на Камчатке // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1989. № 7. — С. 15–31.

Ипатов В. С. Методы описания фитоценоза. — СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского гос. ун-та, 2000. — 55 с.

Нешатаев Ю. Н. Методы анализа геоботанических материалов. — Л.: Изд-во Ленинградского гос. ун-та, 1987. — 192 с.

Пономарева В. В. Вулкан Крашенинникова: история формирования и динамика активности // Вулканология и сейсмология. 1987. № 5. — С. 28–44.

Пономарева В. В., Цюрупа А. А. О протяженных потоках жидкой кислой лавы на вулкане Крашенинникова // Вулканология и сейсмология. 1985. № 3. — С. 85–92.

Растительность Кроноцкого государственного заповедника (Восточная Камчатка) / под ред. Ю. Н. Нешатаева, В. Ю. Нешатаевой, А. Т. Науменко. — СПб, 1994. (Тр. БИН РАН. Вып. 16). — 230 с.

Якубов В. В., Чернягина О. А. Каталог флоры Камчатки (сосудистые растения). — Петропавловск-Камчатский: Изд-во «Камчатпресс», 2004. — 165 с.

## ИЗМЕНЧИВОСТЬ И ГИБРИДИЗАЦИЯ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ В КРОНОЦКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ

В. В. Якубов

Биолого-почвенный институт ДВО РАН, Владивосток,  
e-mail: Yakubov@biosoil.ru

**Ключевые слова:** изменчивость, гибридизация, сосудистые растения.

Одной из существенных характеристик любой региональной флоры является степень полиморфизма составляющих её видов и наблюдаемые явления гибридизации. Следует отметить, что в большинстве обзорных флористических работ этим явлениям уделяется крайне мало внимания, что приводит к неточностям и ошибкам в трактовке объёма и номенклатуры некоторого количества таксонов. Данная статья основана на некоторых наблюдениях, сделанных во время экспедиционных исследований на территории Кроноцкого заповедника (Якубов, 2010), а также при последующей обработке собранных материалов. Помимо этого я счёл нужным дополнить её рядом уточнений в отношении названий, объёма и распространения некоторых видов растений, известных

из Кроноцкого заповедника (часть этих дополнений основана на более поздних материалах, собранных в других районах Камчатки). Безусловно, эти краткие заметки не охватывают всех вариантов формообразования и гибридизации, происходящих на территории заповедника и Камчатки в целом, но всё же дают о них некоторое представление.

*Athyrium filix-femina* (L.) Roth — Кочедыжник женский. Н. Н. Цвелёв (1991) указывает для Камчатки (в том числе и для Кроноцкого заповедника) также *A. monomachii* (Kom.) Kom. и *A. sinense* Rupr., однако И. И. Гуреева (2000, 2001) вполне убедительно показала, что эти названия следует принимать всего лишь в качестве синонимов кочедыжника женского. Вместе с тем, помимо растений с бурыми чешуями у основания черешка в заповеднике встречаются растения с чёрными чешуями (*var. longipes* Hara).

*Diphasiastrum sitchense* (Rupr.) Holub — Дифазиаструм ситхинский. Ю. А. Иваненко (2006) указывает для Камчатки (в том числе и для Кроноцкого заповедника) также гибридогенный вид *D. × takedae* Ivanenko, первоначально описанный им как гибрид *D. alpinum* (L.) Holub × *D. sitchense* (Rupr.) Holub (Иваненко, 1992). Эти растения являются промежуточными по признакам между двумя вышеупомянутыми видами. Я полагаю, что статус гибрида им соответствует в наибольшей степени.

*Agrostis flaccida* Hack. — Полевица гибкая. Растения из заповедника были определены Н. С. Пробатовой, с пометкой на этикетках: «Уклоняется к *Agrostis kudoii* Honda». Следует отметить, что Н. Н. Цвелёв (1976) рассматривал эти виды, как подвиды широко распространённой в Евразии *A. vinealis* Schreb.

*Agrostis × kamtschatica* Probat. — Полевица камчатская. Собрана на разнотравных лугах у берега моря на Кроноцком полуострове. По мнению Н. С. Пробатовой (1985, 2006), представляет собою частично фертильный гибрид *A. scabra* Willd. и *A. kudoii* Honda.

*Agrostis pauzhetica* Probat. — Полевица паужетская. Считается эндемом Камчатки (Пробатова, 1985). В заповеднике известна с термальных площадок из Долины гейзеров. Как уже отмечалось (Якубов, Чернягина, 2004), полевица паужетская обычно встречается в качестве примеси в зарослях *A. geminata* Trin., от которой довольно слабо отличается (обычны растения с промежуточными признаками). Можно предполагать, что это либо гибрид, либо внутривидовая форма последней.

*Poa × kronokensis* Probat. — Мятлик кроноцкий. Описан из верховьев р. Унаны (Пробатова, 2006), где встречается у ручьёв в субальпике. Возможно, является гибридом *P. leptocoma* Trin. с *P. shumushuensis* Ohwi.

Следует отметить, что при сборах *P. leptocoma* в субальпике на севере Восточного Камчатского хребта (бассейн озера Ажабачье), в части его дерновинок обнаруживались растения, аналогичные *P. × kronokensis*. Нельзя исключить и такого варианта, что образование длинных и тонких нитевидных подземных побегов является просто одной из менее распространённых жизненных форм *P. leptocoma*.

*Poa × uzonica* Probat. — Мятлик узонский. Описан из кальдеры вулкана Узон, с лужаек у геотермальных полей, по сборам Н. С. Пробатовой (2006). По её мнению, представляет собою межсекционный гибрид между *P. arctica* R. Br. (предположительно) и одного из видов секции *Stenopoa*. Однако из описания вида следует, что скорее всего это какой-то гибрид *P. malacantha* Kom.

*Carex appendiculata* (Trautv. et C.A. Mey.) Kük. — Осока придатконосная. Широко распространённый, а в связи с этим и довольно полиморфный вид. В заповеднике наибольший полиморфизм наблюдался по морским берегам Кроноцкого полуострова: у некоторых растений встречались прикорневые колоски на очень длинной тонкой ножке, окраска нижней части стебля варьировала от буровато-красной до смолисто-чёрной.

*Carex aquatilis* Wahlenb. subsp. *stans* (Drej.) Hult. — Осока прямостоящая. В. Л. Комаров (1914) описал из кальдеры Узона *C. uzoni* Kom., отличающуюся от осоки прямостоящей только острошероховатыми стеблями. Возможно, этот признак является результатом гибридизации с другими видами осок. Подобные растения встречаются спорадически в разных частях ареала *C. aquatilis* subsp. *stans*. Т. В. Егорова (1999) считает необходимым рассматривать *C. uzoni* в качестве синонима *C. aquatilis* subsp. *stans*. Надо отметить, что из кальдеры Узона имеются относительно недавние сборы В. Ю. Нешатаевой и с гладким стеблем.

*Carex kamtschatica* Gorodk. — Осока камчатская. Одно из обычных растений в горных тундрах заповедника и Камчатки в целом. Т. В. Егорова (1999) не вполне уверенно относит осоку камчатскую к *C. soczavaeana* Gorodk., в качестве синонима. Нет сомнения, что это близко родственные формы, но при этом осока Сочавы является плотнодерновинным растением, в то время, как осока камчатская — рыхлодерновинная. Возможно, эти различия являются следствием более обильного снежного покрова и более мягкого климата Камчатки по сравнению с северными континентальными районами северо-востока Азии. Следует заметить, что на севере Дальнего Востока имеется целая группа близкородственных форм, описанных в качестве самостоятельных видов, уровень

различий между которыми немногим отличается от данного варианта. Вся эта группа явно требует тщательной таксономической ревизии.

*Carex livida* (Wahlenb.) Willd. — Осока свинцово-зеленая. На осоково-сфагновом болоте у р. Валентина (бассейн р. Большая Чажма) собраны растения, уклоняющиеся к *C. rariflora* (Wahlenb.) Smith, возможно — гибридного происхождения.

*Carex lyngbyei* Hornem. subsp. *cryptocarpa* (C.A. Mey.) Hult. — Осока скрытоплодная. У Нижнечажминских горячих ключей собран гибрид с *C. middendorffii* Fr. Schmidt, уклоняющийся к последней по форме мешочков. В заболоченной пойме близ устья р. Каменистой собраны растения с немногочисленными шипиками на мешочках. А. Е. Кожевников (1988), как и Т. В. Егорова (1999) относят такие растения к самостоятельному виду *C. prionocarpa* Franch., описанному из Японии. Однако мне представляется, что камчатские растения правильнее рассматривать как гибрид *C. lyngbyei* Hornem. subsp. *cryptocarpa* (C.A. Mey.) Hult. и *C. koraginsensis* Meinsh. (японские растения являются результатом гибридизации других видов).

*Carex oxyandra* (Franch. et Savat.) Kudo var. *pauzhetica* (A.E. Kozhev.) A.E. Kozhev. — Осока паужетская. Растения из заповедника (как и из других районов Камчатки) представляют собою переходную форму от распространённой на Южных Курилах, Сахалине и в Японии *C. oxyandra* к очень обычной на всём севере Дальнего Востока (в том числе и в заповеднике) *C. vanheurckii* Muell. Arg. Можно предположить, что это результат гибридизации между данными видами, происходившей в периоды падения уровня океана и образования мостов суши между Камчаткой и Курилами.

*Carex rariflora* (Wahlenb.) Smith — Осока редкоцветковая. На осоковом болоте в кальдере вулкана Узон собран гибрид данного вида с *C. middendorffii* Fr. Schmidt.

*Veratrum oxyspalum* Turcz. — Чемерица остроподольная. В популяциях чемерицы остроподольной на Камчатке (в том числе и в Кроноцком заповеднике) довольно обычны как растения с зеленоватыми, так и с белыми цветками. Последние В. Ю. Баркаловым (1987) приняты в качестве самостоятельного вида *V. albiflorum* Tolm. Однако различия в окраске цветков слабо связаны с другими признаками и таксономического значения, по всей видимости, не имеют.

*Populus suaveolens* Fisch. — Тополь душистый. Крупное дерево, произрастающее в пойменных и долинных лесах возле крупных рек. Для данного вида характерна довольно значительная изменчивость по форме

и опушению листьев, что послужило причиной описания целой серии видов. Для Камчатки, например, указывались помимо тополя душистого также *P. komarovii* Ja. Vassil. ex Worosch. (Воробьёв, 1981) и *P. maximowiczii* A. Henry (Недолужко, 1995). Интересно, что на различных ветвях одного и того же дерева нередко можно увидеть листья, по определительным ключам характерные для разных «видов». Окончательно с этим вопросом разобрались А. К. Скворцов и Н. Б. Белянина (2006), которые в течение ряда лет различными методами проводили изучение тополей азиатской части России. По их мнению на российском Дальнем Востоке произрастает только один вид бальзамических тополей, а все прочие названия должны рассматриваться, как синонимы *P. suaveolens*.

В 1980 г. на шлаковых полях у южного подножия вулкана Кроноцкая сопка мною была обнаружена стелющаяся и укореняющаяся форма тополя душистого — довольно интересный вариант изменчивости этого вида, ранее не отмеченный в ботанической литературе. Надо, впрочем, отметить, что стелющиеся формы наблюдались мною на вулканических отложениях по склонам гор в разных районах Камчатки и у древесных ив, — *Salix udensis* Trautv. et Mey., *S. caprea* L.

*Salix arctica* Pall. — Ива арктическая. Наиболее полиморфный вид среди камчатских ив: по формам роста — от кустов до 1,5 м высотой в лесном поясе до мелких распластанных кустиков на горных тундрах и каменистых склонах, по форме, размерам и степени опушения листьев и т.д.

*Salix glauca* L. — Ива сизая. Довольно полиморфный вид, — по высоте кустов, степени опушения листьев снизу, размеру и опушению серёжек. По моим наблюдениям, в наибольшей степени этот полиморфизм был выражен на конечных моренах разного возраста у ледника Корыто (Кроноцкий полуостров). Возможно, причиной этого была гибридизация с другими видами, в частности — с довольно обычными на моренах *S. alaxensis* Cov. и *S. pulchra* Cham.

*Stellaria laeta* Richards. — Звездчатка яркая. Н. С. Павлова (1996) описала с юга российского Дальнего Востока *S. altimontana* N.S. Pavlova. Между тем, ряд сборов с Камчатки, в том числе и из заповедника, были отнесены ею именно к последнему виду, вполне соответствуя его морфологическому описанию (цветоносы около 3 см длины и более). По этой причине *S. altimontana* приведена нами для Камчатки в нескольких работах (Якубов, Чернягина, 2004; Якубов, 2010 и др.). Однако собранные позднее материалы и тщательный анализ старых гербарных сборов заставил признать: более-менее чётких морфологических отличий между *S. laeta*

и *S. altimontana* на Камчатке нет, имеются лишь постепенные переходы, а потому следует считать последнюю синонимом первой.

*Ranunculus eschscholtzii* Schlecht. — Лютик Эшшольца. В заповеднике (как и на Камчатке в целом) помимо типовой формы довольно обычна также *var. asiatica* Kom. (*R. pauperculus* Ovcz.), — переходная форма к *Ranunculus pygmaeus* Wahlenb., сформировавшаяся, по-видимому, в результате гибридизации с последним.

*Draba juvenilis* Kom. — Крупка юношеская. При сборе данного вида на водоразделе Восточного Камчатского хребта близ вулкана Кизимен в 1987 г. обнаружено, что окраска цветков варьирует в широких пределах от чисто белых до жёлтых, даже у близко произрастающих растений. У всех прочих видов *Draba*, распространённых на Камчатке, такого полиморфизма в окраске цветков не наблюдается.

*Saxifraga calycina* Sternb. — Камнеломка чашечная. Для этого вида характерна значительная изменчивость по форме листовой пластинки. Даже у одного растения нередко встречаются листья от продолговатоморфических до лопатчатых или почти округлых. Растения, у которых все листья в розетке являются лопатчатыми, были описаны как *subsp. unalaskensis* (Sternb.) Hult. (*S. unalaskensis* Sternb.). Возможно, их следовало бы рассматривать в ранге разновидности.

*Saxifraga nelsoniana* D. Don sens lat — Камнеломка Нельсона. Полиморфный видовой комплекс, представленный в заповеднике тремя подвидами. Сильно варьирует по размерам стебля и листьев, их опушению, форме тычиночных нитей, окраске лепестков. Отмечен случай явной гибридизации между *S. nelsoniana* D. Don s. str. и *S. purpurascens* Kom. (облик и опушение совершенно типичны для первой, но с тёмно-розовыми цветками, типичными для второй). Иногда встречаются растения, промежуточные по признакам между *S. nelsoniana* D. Don s. str. и *S. nelsoniana* D. Don *subsp. porsildiana* (Calder et Savile) Hult. Первоначально они были описаны из Северной Америки, как *S. nelsoniana subsp. pacifica* (Hult.) Hult., но в новейшей обработке североамериканских камнеломковых (Vells, Elvander, 2009) это название считается синонимом *subsp. porsildiana*.

*Geum macrophyllum* Willd. *subsp. perincisum* (Rydb.) Hult. — Гравилат глубоконадрезанный. Довольно обычен на торфяных выбросах и песчаных берегах Кроноцкого озера. По всей видимости, является результатом гибридизации *G. macrophyllum subsp. fauriei* (Lévl.) Worosch. и *G. alepicum* Jacq.

*Potentilla nivea* L. — Лапчатка снежная. Наиболее типична форма с тройчатыми листьями, но на скалах у ручья Крученого (Кроноцкий полуостров) собраны растения, у которых часть листьев в розетке пятерные, — var. *pentaphylla* Lehm. По левому борту долины р. Лиственничной (в её верхнем течении) собраны растения явно гибридного происхождения, уклоняющиеся по форме листьев — к *P. arenosa* (Turcz.) Juz., а по опушению — к *P. vulcanicola* Juz.

*Oxytropis erecta* Kom. — Остролодочник прямой. Рассматривается Н. С. Павловой (1989), как самостоятельный вид, эндемичный для Камчатки, но, по всей видимости, является подвидом *O. ochotensis* Bunge. Ранее мною приводился для территории заповедника также *O. litoralis* Kom. (Якубов, 1997), собранный на приморских тундрах между устьями р. Мутной и р. Кроноцкой. Однако изучение обширных материалов, собранных в 2010 г. из «locus classicus» данного вида в окр. Усть-Камчатка, привело меня к выводу, что между *O. litoralis* и *O. erecta* отсутствуют какие-либо принципиальные отличия. Таким образом, *O. litoralis* следует считать синонимом *O. erecta*.

*Phyllodoce aleutica* (Spreng.) Heller — Филлодоце алеутская. В местах совместного произрастания с *P. caerulea* (L.) Vab. довольно часто встречаются их гибриды, отличающиеся белой или бледно-розовой окраской шаровидных венчиков. Нередко гибридные растения образуют сплошные монодоминантные заросли, особенно обычные в горах Кроноцкого полуострова.

*Primula kawasimae* Naga — Первоцвет Кавасимы. На Камчатке известна только с Кроноцкого полуострова, где была собрана на скальных бортах у ручья Крученого близ его устья. Первоначально была определена как *P. serrata* Georgi и под этим названием внесена в Красную книгу Камчатки (Якубов, Чернягина, 2007). Н. К. Ковтонюк, просмотревшая гербарные образцы с Камчатки, предположила, что их следует относить к ранее считавшейся сахалинским эндемом *P. kawasimae* Naga. В результате изучения мною соответствующих материалов в гербарии Хоккайдского университета эта точка зрения была подтверждена.

*Gentiana glauca* Pall. — Горечавка сизая. В заповеднике, помимо типичной формы с синими цветками, встречаются в небольшой примеси растения с желтоватыми венчиками. Последние являются, по-видимому, альбиносами и встречаются почти по всему ареалу данного вида. Следует отметить, что альбиносы встречаются практически у всех видов с синими, голубыми, фиолетовыми, малиновыми и розовыми цветками. Причина их появления — полная (белые цветки) или частичная

(бледно-голубые и розовые цветки) блокировка синтеза в растении красящих пигментов антоцианов.

*Castilleja pallida* (L.) Spreng. s.l. — Кастиллея бледная. Очень полиморфный вид (варьирует окраска и форма соцветия, форма и ширина листьев, ветвление стебля и т. д.). На ветробойных участках конечной морены у ледника Корыто на Кроноцком полуострове собрана форма с ветвящимся в верхней половине стеблем. А. П. Хохряков (1981) описал такие растения под названием *C. olgae* Khokhr., в качестве самостоятельного вида, эндемичного для Камчатки. Я полагаю, что данный таксон заслуживает не более чем ранга разновидности *C. pallida*, в связи с отсутствием других отличительных признаков помимо ветвления стебля.

*Lonicera caerulea* L. — Жимолость голубая. Следует отметить значительный полиморфизм жимолости голубой (по форме и размерам плодов, их вкусу) в Кроноцком заповеднике, особенно на шикшевниках и разнотравным лугам у моря.

*Erigeron kamtschaticus* DC. — Мелколепестник камчатский. На боковой морене у ледника в верховьях р. Левая Тюшевка в 1981 г. был собран мелколепестник, который первоначально был определён, как *E. kamtschaticus* DC., а затем переопределён В. Ю. Баркаловым, как гибрид этого вида с *E. caespitans* Kom. От типичного мелколепестника камчатского эти растения отличались довольно обильным опушением из жёстких прямых оттопыренных волосков, а также повышенной изменчивостью: от высокорослых растений с ветвистым многокорзиночным соцветием, до небольших растений с одной или 2-5 корзинками. Изучение многочисленных гербарных сборов мелколепестника с Камчатки подтвердило, что растения с таким типом опушения встречаются в разных районах Камчатки (обычно на открытых участках, подверженных сильным ветрам). Они идентичны описанному с верховьев Камчатки В. Ю. Комаровым (1930) *E. caespitans* Kom., однако же представляют собою не самостоятельный вид, а ещё одну разновидность *E. kamtschaticus* DC.

Таким образом, можно сказать, что у сосудистых растений в Кроноцком заповеднике наиболее широко представлены следующие варианты изменчивости:

1. нетипичные или редко встречающиеся жизненные формы;
2. гибриды (часть из них была описана в качестве гибридогенных или же вполне обособленных видов);
3. растения, несколько отличающиеся от типичных окраской цветков (альбиносы), опушением и ветвлением стебля или соцветия, формой

листьев (прикорневых, стеблевых или прицветных), общими размерами или длиной цветоносов, формой и вкусом плодов.

Следует отметить, что спектр гибридов и морфологических отклонений растений Восточной Камчатки (в пределах заповедника) довольно существенно отличается от Южной, Центральной и Северной Камчатки. Ещё в большей степени эти отличия выражены на прилегающих к Камчатке территориях (на Командорских и Курильских островах, в Северной Корьякии).

### Литература

- Баркалов В. Ю. *Colchicaceae*. // Сосудистые растения советского Дальнего Востока, 2. — Л.: Наука, 1987. — С. 346–359.
- Воробьев Д. П. *Salicaceae* // Определитель сосудистых растений Камчатской области. — М.: Наука, 1981. — С. 154–162.
- Гуреева И. И. О видах родства *Athyrium filix-femina* (L.) Roth в Южной Сибири // Сист. зам. Герб. Том. ун-та. 2000. № 92. С. 4–10.
- Гуреева И. И. Равноспоровые папоротники Южной Сибири. Систематика, происхождение, биоморфология, популяционная биология. — Томск: Изд-во Том. ун-та. 2001. — 158 с.
- Егорова Т. В. Осоки (*Carex* L.) России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). — СПб.: Наука, 1999. — 772 с.
- Иваненко Ю. А. Новый межвидовой гибрид рода *Diphasiastrum* (*Lycopodiaceae*) с Дальнего Востока // Бот. журн., 1992. Т. 77. № 8. С. 123–126.
- Иваненко Ю. А. *Lycopodiaceae* // Флора российского Дальнего Востока: Дополнения и изменения к изданию «Сосудистые растения советского Дальнего Востока». Т. 1–8 (1985–1996). — Владивосток: Дальнаука, 2006. — С. 16–22.
- Кожевников А. Е. *Superaceae* // Сосудистые растения советского Дальнего Востока, 3. — Л.: Наука, 1988. — С. 175–403.
- Комаров В. Л. Флора полуострова Камчатка. Т. 3. — Л.: Изд-во АН СССР, 1930. — 210 с.
- Недолужко В. А. *Salicaceae* // Сосудистые растения советского Дальнего Востока, 7. — СПб.: Наука, 1995. — С. 145–212.
- Определитель сосудистых растений Камчатской области. — М.: Наука, 1981. — 409 с.
- Павлова Н. С. *Fabaceae* // Сосудистые растения советского Дальнего Востока. Т. 4. — Л.: Наука, 1989. — С. 191–339.
- Павлова Н. С. Род *Stellaria* L. // Сосудистые растения советского Дальнего Востока. Т. 8. — СПб.: Наука, 1996. — С. 65–85.
- Пробатова Н. С. *Roasaeae* // Сосудистые растения советского Дальнего Востока, 1. — Л.: Наука, 1985. — С. 89–382.
- Пробатова Н. С. *Roasaeae* // Флора российского Дальнего Востока: Дополнения и изменения к изданию «Сосудистые растения советского Дальнего

Востока». Т. 1–8 (1985–1996) / Отв. ред. А. Е. Кожевников и Н. С. Пробатова. — Владивосток: Дальнаука, 2006. — С. 327–391.

Скворцов А. К., Белянина Н. Б. О бальзамических тополях (*Populus section Tasamahasa, Salicaceae*) на востоке Азиатской России // Бот. журн., 2006. Т. 91. № 8. — С. 1254–1262.

Сосудистые растения советского Дальнего Востока. Т. 1–8. — Л.: Наука, 1985–1996.

Хохряков А. П. Новые виды цветковых растений из южной части Магаданской области и с Камчатки // Биология растений и флора Севера Дальнего Востока. — Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1981. — С. 12–20.

Цвелёв Н. Н. Злаки СССР. — Л.: Наука, 1976. — 788 с.

Цвелёв Н. Н. *Polypodiophyta*. // Сосудистые растения советского Дальнего Востока, 5. — Л.: Наука, 1991. — С. 25–122.

Якубов В. В. Сосудистые растения Кроноцкого биосферного заповедника (Камчатка). — Владивосток, 1997. — 100 с.

Якубов В. В. Иллюстрированная флора Кроноцкого заповедника (Камчатка): Сосудистые растения. — Владивосток: БПИ ДВО РАН, 2010. — 296 с.

Якубов В. В., Черныгина О. А. Сосудистые растения // Красная книга Камчатки. Том. 2. Растения, грибы, термофильные микроорганизмы / Отв. ред. О. А. Черныгина. — Петропавловск-Камчатский: Камч. печ. двор. Книжное издательство, 2007. — С. 14–166.

Komarov V. L. Ex herbario Horti botanici Petropolitani. // Reprtorium specierum novarum regni vegetabilis herausgeg. v. Fr. Fedde. Decas secunda, XIII, 1914. P. 84–87.

Vells Elizabeth F., Elvander Patrick P. Saxifragaceae // Flora of North America. Vol. 8. New York — Oxford: Oxford University Press. 2009. 43–146 p.

### ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ КОКАНИ В БАССЕЙНЕ ОЗ. КРОНОЦКОЕ

Г. Н. Маркевич<sup>1,2</sup>, Е. А. Салтыкова<sup>1</sup>  
g-markevich@yandex.ru

<sup>1</sup>Кафедра ихтиологии Биологического факультета МГУ  
им. М. В. Ломоносова

<sup>2</sup>ФГБУ «Кроноцкий государственный заповедник»

**Ключевые слова:** Кроноцкий заповедник, кокани, оз. Кроноцкое.

Анализ пространственного распределения кокани в бассейне оз. Кроноцкое показал, что в разных частях водоема на нерестилищах разного

типа нерестятся рыбы различные по своим биологическим характеристикам. В одно и то же время в небольших ручьях северо-восточной части озера происходит нерест крупных рыб, по количеству тычинок относящихся к группе бентофагов, в реках, стекающих в озеро с юга — мелких, существенно более гетерогенных по количеству тычинок, в целом принадлежащих к группе планктофагов. Для озерных нерестилищ отмечена смена группировок бентофагов и планктофагов в небольшом временном интервале. В реликтовом оз. Унана обнаружены бентофаги кокани по своим размерным характеристикам и срокам нереста отличающиеся от таковых из основной части бассейна оз. Кроноцкое. На основании полученного распределения предложена теория о возникновении морфологического разнообразия кокани в бассейне оз. Кроноцкое.

Озеро Кроноцкое — крупный водоем подпрудного типа, возникший примерно 12-14 тыс. лет назад в результате извержения вулкана Крашенинникова. Все водотоки, стекающие в озеро, можно разделить на 2 типа: крупные реки с выраженными горными и равнинными участками, небольшие ручьи. В поймах крупных рек существует ряд небольших реликтовых озер, оставшихся после понижения уровня озера, произошедшего в результате срабатывания лавовой плотины. Из озера вытекает река Кроноцкая, сформированная в горном участке системой порогов, непроходимых для анадромных рыб. Ихтиофауна озера представлена озерными гольцами (р. *Salvelinus*) и жилой формой нерки (*Oncorhynchus nerka* Walb.). Кокани — озерная (жилая) форма нерки в оз. Кроноцкое представлена двумя трофическими формами — планктофагами и бентофагами (Куренков, 1979). По данным С. И. Куренкова, планктофаги, по сравнению с бентофагами, характеризуются меньшими размерами тела и количеством жаберных тычинок более 40. Озерная нерка освоила весь возможный спектр потенциальных нерестилищ как в самом озере, так и в водотоках бассейна. Было показано, что, по крайней мере на озерных нерестилищах, время размножения данных форм разделено, бентофаги нерестятся раньше, и только к моменту окончания их нереста в тех же участках водоема появляются первые созревающие планктофаги. В работе С. И. Куренкова не рассматривается полное многообразие нерестилищ кокани в бассейне оз. Кроноцкое, в частности крайне скудно описан нерест и морфологические особенности рыб из крупных рек, стекающих в озеро. Цель нашего исследования — выявление локальных нерестовых группировок кокани в различных участках бассейна и водотоках разного типа.

Материал был собран в бассейне оз. Кроноцкое в 2003, 2004, 2010 и 2011 гг. Кокани облавливали в районе истока р. Кроноцкая, в устье руч. Тундровый, на нерестилищах руч. Аланд и Малаховый, в среднем течении р. Узон и в реликтовом оз. Унана (рис. 1). Обловы проводили сетями с шагом ячеи 30 и 40 мм. С каждой из пойманных рыб были сняты следующие показатели: полная длина тела (L) в мм, масса тела (W) в г, оценивалась стадия зрелости (ст. зр.) в баллах от 1 до 6, подсчитывалось количество жаберных тычинок (sp. br.). Материал был обработан с помощью программ Statistica 8.0 и Microsoft Excel 2003.

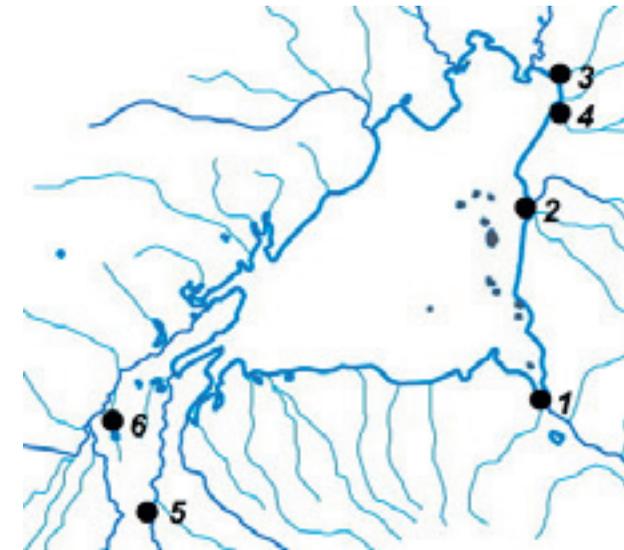


Рис. 1. Расположение станций обловов. 1 — исток р. Кроноцкая; 2 — устье руч. Тундровый; 3 — кл. Аланд; 4 — кл. Малаховый; 5 — р. Узон; 6 — оз. Унана

В результате нашего исследования показано, что по своим морфологическим показателям кокани в разных частях бассейна озера значительно отличается (табл. 1). В 2011 г. в одно и то же время (8–10 августа 2011 г.) на речных нерестилищах р. Узон и на ручьевых нерестилищах ключей Аланд и Малаховый были пойманы нерестящиеся рыбы, достоверно отличающиеся по своим размерно-массовым характеристикам. Производители из р. Узон были существенно мельче ( $L_{cp} = 228$  мм)

таковых из ручьевых нерестилищ ( $L_{cp} = 260$  мм). Подсчет жаберных тычинок показал, что у кокани с ручьевых нерестилищ их количество варьировало в диапазоне от 22 до 37, а с речных — от 29 до 48. При этом кокани из р. Узон характеризуется и значительно более высокими показателями дисперсии этого признака по сравнению с таковыми из ручьев Аланд и Малаховый, 17.91 и 7.37, соответственно. В выборке из реликтового оз. Унана (18 августа 2011 г.) присутствовали рыбы, как на ранних, так и на поздних стадиях зрелости. Средняя длина преднерестовых рыб составила 248 мм, количество жаберных тычинок колебалось в пределах от 29 до 36 с дисперсией 5.21. В выборке с озерного нерестилища, находящегося в истоке р. Кроноцкая (15 сентября 2003 г. и 4 сентября 2004 г.) рыбы характеризовались следующими показателями: в 2003 г. — 222 мм, в 2004 г. — 235, количество жаберных тычинок от 32 до 42 с дисперсией 8.52. На озерных нерестилищах (устье руч. Тундрового) с интервалом в две недели (конец июля — начало августа 2010 г.) были пойманы кокани, различавшиеся по своим показателям. В июле они характеризовались большими размерами тела (280 мм) и меньшим количеством тычинок (36); в начале августа, соответственно, 237 мм и 40.

Анализ зависимости длина — масса показал, что рыб можно разделить на несколько совокупностей (рис. 2). Так близкими оказались выборки из р. Узон и истока р. Кроноцкая. Отдельную совокупность точек представляют собой рыбы из руч. Аланд и Малаховый — они в целом обладают большей длиной и массой по сравнению с таковыми озерного нерестилища «Исток» и речного «Узон», а кокани из оз. Унана оказались непохожими как на первых, так и на вторых — характеризуются наибольшим показателем соотношения длина-масса среди всех исследованных выборок.

Подводя итог проделанной работе, следует отметить, что для озерных нерестилищ подтверждаются данные С. И. Куренкова: нерест планктофагов и бентофагов разобщен во времени, на нерестилище в истоке руч. Тундровый отмечена смена этих двух группировок кокани с интервалом в 2 недели. Особо следует сказать о кокани оз. Унана, где обитает изолированная группировка, относящаяся по количеству тычинок к бентофагам, и нерест которой происходит позднее чем в других местах. К 20 августа 2011 г. пойманные рыбы находились на 4 стадии зрелости, брачный наряд еще не был сформирован, тогда как у бентофагов на ключевых нерестилищах нерест подходил к завершению. Кокани оз. Унана характеризуются крупными размерами.

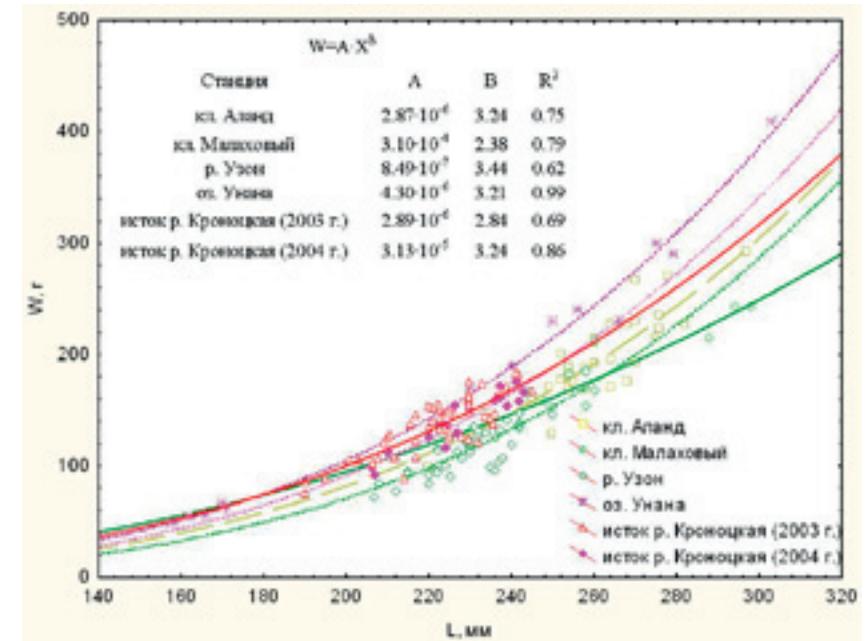


Рис. 2. Зависимость длины и массы у кокани из разных выборок

Размер и масса кокани на озерных нерестилищах, в районе истока р. Кроноцкая, относительно стабильны во времени — существенных различий в показателях за 2003, 2004 гг. не наблюдается (табл. 1). Морфо-биологические показатели кокани, нерестящейся в одно и то же время в реках и ручьях, различались в зависимости от типа нерестилища. Кокани с ручьевых нерестилищ можно признать группировкой, соответствующей бентофагам. При этом у кокани из р. Узон отмечено значительное варьирование по количеству жаберных тычинок, так что одних особей можно интерпретировать как планктофагов (пороговое значение жаберных тычинок более 40), тогда как других — как бентофагов (пороговое значение жаберных тычинок менее 40). Стоит отметить, что по показателям длины тела различия в этих группировках не были обнаружены. В целом в группе планктофагов можно отметить неоднородность по количеству жаберных тычинок, тогда как в группе бентофагов этот показатель относительно стабилен.

Таблица 1. Основные биологические характеристики кокани бассейна оз. Кроноцкое.

	Время облова	L, мм	W, г	sp.br., шт	D (sp. br.)	ст. зр., баллов	Соотношение полов (самцы : самки)
р. Узон	начало августа 2010 г.	228±1.6 (43) 206–250	137±3.1 (43) 71–167	39±0.7 (42) 29–48	17.91	4½–5	6:1
кл. Аланд	начало августа 2010 г.	260±2.4(35) 220–297	191±7.1(35) 98–291	30±0.5(35) 22–35	7.4	4½–6	4:1
кл. Малаховый.	начало августа 2010 г.	265±5.9(11) 242–298	186±11.3(11) 134–243	31±1.0(11) 24–37	10.2	4–5	5:1
оз. Унана	20 августа 2011 г.	248±16.3(9) 131–303	251±24.5(9) 170–410	33±0.6(15) 29–36	5.2	4	1:1
исток р. Кроноцкая	сентябрь 2003 г.	222±1.8(50) 190–245	136±3.7(50) 75–183	40±0.5(50) 28–45	12.9	3–6	2:1
исток р. Кроноцкая	сентябрь 2004 г.	235±6.2(20) 206–336	143±5.3(20) 92–176	38±0.7(20) 32–42	8.5	4–6	2:1
устье руч. Тундровый	конец июля 2010 г.	280±3.7(8) 268–300	256±13.5(8) 200–310	36±0.6(8) 33–38	2.5	4–5	7:1
устье руч. Тундровый	начало августа 2010 г.	237±13.9(8) 202–296	159±32.6(8) 84–315	40±1.6(8) 33–46	21.6	3–5	3:1

Особенности пространственного распределения кокани и её дифференциация на нерестилищах разного типа позволяет выдвинуть ряд теоретических построений о возможном возникновении группировок кокани. После образования лавовой плотины водоем длительное время функционировал при постоянном подъеме уровня воды. В таких условиях происходило перераспределение мест выхода грунтовых вод и затопление нерестилищ проходной нерки, находившихся в реке Палеокроноцкая. В образующемся водоеме возникали зоопланктонные и бентосные сообщества с характерной для них динамикой. По-видимому, основные нерестовые площади, оказавшиеся в зоне затопления, на длительный период оказались непригодными для воспроизводства, а озерные нерестилища еще не сформировались. В связи с этим наибольшую роль в образовании структуры популяции кокани должны были получить речные и ручьевые нерестилища, находившиеся выше зоны затопления. Условия в водотоках существенно различались, что неизбежно оказывало влияние на условия развития икры и время выхода молоди из гнезд. Молодь, скатывавшаяся в озеро в разное время, попадала в различные биотические условия, в частности и в различные трофические оптимумы, зависящие от динамики новообразованных планктонных и бентосных сообществ. Различные условия питания неизбежно влияли на темп роста, возраст созревания и сроки нереста. В этом аспекте можно рассматривать речные и ручьевые нерестилища как центр и стартовый толчок начинавшегося формообразования нерки. При этом в ряде мелких реликтовых озер, расположенных рядом с оз. Кроноцкое, обитает нерка, значительно отличающаяся от кокани из основной части бассейна. Примером такой популяции является кокани из оз. Унана. Данная группировка существует изолированно от основной популяции кокани и, возможно, несет в себе ряд предковых черт. Таким образом, на образование структуры популяции жилой нерки из молоди проходной существенно влияли поступательные изменения гидрологических и трофических условий в водоеме.

После завершения первых этапов формирования современного оз. Кроноцкое кокани начала осваивать новообразованные нерестилища озерного типа. Будучи уже разделенной по срокам нереста и темпу роста, молодь, мигрируя в пелагиаль, дифференцировалась на пелагическую и донную группировки. Мы предполагаем, что разделение происходило следующим образом: так как крупная молодь нерки в пелагиали избирательно выедается гольцами, она была вынуждена мигрировать на нижние горизонты. В стратифицированной среде, попадая в зоны

ниже термоклина, она оказывалась вне зоопланктонного пищевого оптимума. В этих условиях единственным значимым пищевым ресурсом является бентос. Также стоит отметить, что, оказываясь в нижнем горизонте, данная молодь растет при более низких температурах, чем молодь, оставшаяся в пелагиали. Описанный механизм, по нашему мнению, послужил основой для долговременной стабилизации структуры популяции и дал начало отбору, приведшему, на данный момент к образованию формы планктофагов и бентофагов.

### Благодарности

Работа выполнена при поддержке Кроноцкого государственного природного биосферного заповедника при финансовой Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» ГК № П1298 от 9 июня 2010 г.

Авторы глубоко признательны всему экспедиционному коллективу, работавшему на озере Кроноцкое в 2010 и 2011 гг. Особую благодарность авторы выражают с.н.с. ВНИРО д.б.н. Н. С. Мюге за ценную критику при обсуждении результатов.

### Литература

Куренков С. И. 1979. Популяционная структура кокани Кроноцкого озера. Автореф. дисс... канд.биол.наук. — М.: МГУ. — 250 с.

## ВИДОВОЙ СОСТАВ ЗООПЛАНКТОНА ОЗЕРА КРОНОЦКОЕ ЛЕТОМ 2010 Г.

Г. А. Абызова<sup>1</sup>, А. И. Лавров<sup>1</sup>, Г. Н. Маркевич<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Биологический факультет Московского Государственного  
Университета им. М. В. Ломоносова,

<sup>2</sup> ФГБУ «Кроноцкий государственный заповедник»

**Ключевые слова:** Кроноцкий заповедник, оз. Кроноцкое, зоопланктон.

В озере Кроноцкое было обнаружено 17 видов планктонных организмов (2 вида Copepoda, 7 видов Cladocera, 8 видов Rotifera), были определены доминантные виды, их горизонтальное и вертикальное распределение по акватории, а также выявлены взаимосвязи между

распределением зоопланктонных организмов и условий в водоеме. На основании полученных данных были выделены факторы, определяющие распределение зоопланктона в озере Кроноцкое.

Зоопланктонные сообщества озер Камчатки имеют ряд общих характерных черт. Доминирующим видом обычно является *Cyclops scutifer* Sars, 1863, основные субдоминанты: *Daphnia* spp. и *Leptodiptomus angustilobus* (Sars, 1898). Среди коловраток характерный доминирующий вид для Камчатки — *Kellicottia longispina* (Kellicott, 1879). Отличительной особенностью динамики является наличие одного максимума численности в августе — октябре (Куренков, 2005). Копеподидный зоопланктон играет важную роль в экосистемах озер Камчатки, являясь основным кормовым объектом для молоди нерки (*Oncorhynchus nerka* Walb.). Горизонтальное и вертикальное распределение ракообразных преимущественно зависит от факторов среды (распределение температур, динамика ветровой нагрузки и т.п.).

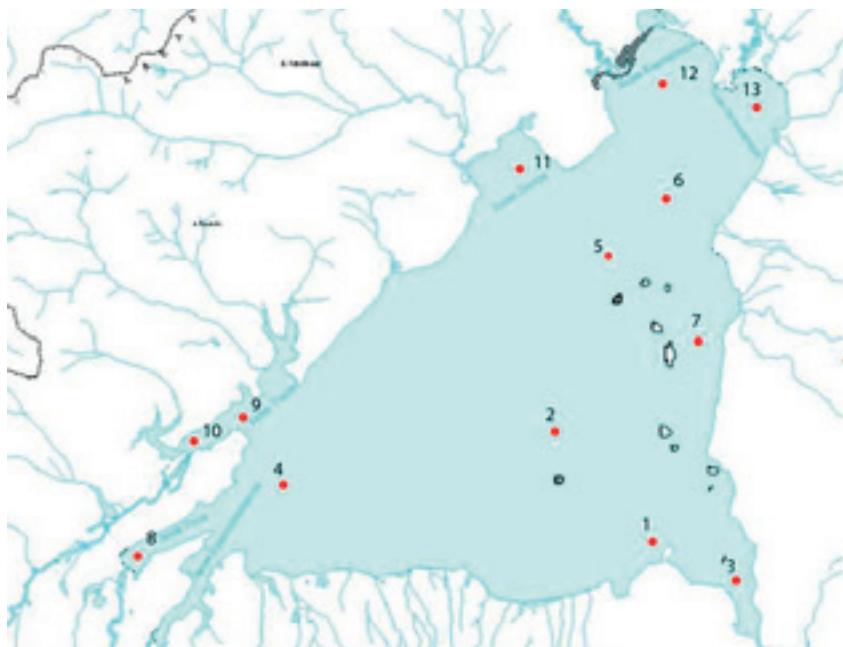
Озеро Кроноцкое — крупный пресноводный водоем полуострова Камчатка. Большая площадь акватории и существенная глубины озера, а также сильная изрезанность береговой линии, сложная морфология чаши озера создают ряд условий к дифференциации зоопланктонного сообщества водоема. Значение каждого из этих факторов не очевидно, что может быть выявлено только при детальным изучении сообщества и его взаимодействия с имеющимися абиотическими градиентами. Выявление значения каждого из образующих факторов является ключом к пониманию структуры всего зоопланктонного сообщества.

Цель данной работы — выявить видовой состав и особенности распределения зоопланктона по акватории оз. Кроноцкого и определить комплекс основных факторов, формирующих пространственную структуру сообщества.

### Материалы и методы

Сбор проб проводили с 25 июля по 4 августа 2010 г. с помощью сети Джели (диаметр 17,5 см; газ № 72) в первой половине дня. Для проведения планктонной съемки на озере была заложена сетка станций, состоящая из 13 точек, с разной глубиной и температурным режимом. Станции расположены как в открытой части водоема, так и в заливах (рис. 1). Сбор проб проводили по следующим горизонтам: горизонт 10–0 м, горизонт 20–10 м (на станциях ГБ1 и ГБ2 собирали один горизонт 20–0 м), придонный горизонт шириной ~ 10 м, оставшийся столб воды разбивали на 1

или 2 горизонта в зависимости от глубины станции. Пробы фиксировали 4 % формалином и хранили в пластиковых бутылках 0,6 л.



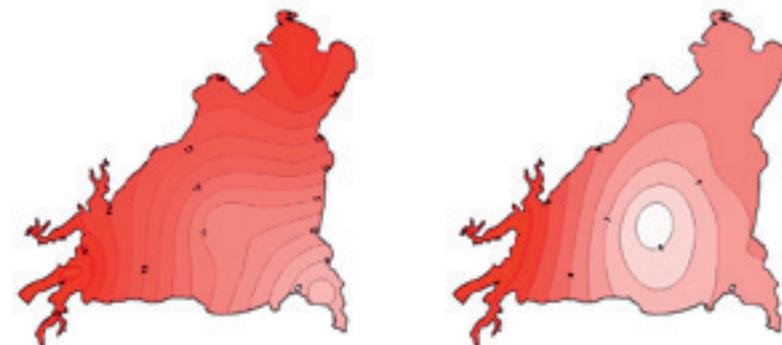
**Рис. 1.** Сетка станций. Станции ГБ1, ГБ2, ГБ4 — расположены в открытой части озера; станции ГБ5, ГБ6, ГБ — за островами; станция ГБ3 — в заливе Кродыкы; станция ГБ8 — в заливе Узон; станции ГБ9 и ГБ10 — в заливе Унана; станция ГБ11 — заливе Лагеря; станция ГБ12 — заливе Камчадалов; станция ГБ13 — заливе Лиственничный

Для определения численности и биомассы планктонных организмов, их учитывали в выборках (1 или 2,5 мл) из собранных проб. Для определения численности организмов ( $N$ , экз./л) их количество в выборке ( $n$ , экз.) умножали на коэффициент  $K = V_d / V_q / V_f$ , л<sup>-1</sup>, где  $V_d$  — объем разведения,  $V_q$  — объем выборки,  $V_f$  — обловленный объем воды. Для определения биомассы организмов ( $B$ , мг/л) их численность ( $N$ , экз./л) умножали на среднюю массу особи ( $W$ , мг/экз.). Значения средней массы особи для каждого вида были взяты из работы Л. В. Миловской 1983 г.

### Описание района работ и природные условия

Озеро Кроноцкое является крупнейшим по площади пресноводным озером на Камчатке (246 км<sup>2</sup>), в него впадает около 30 рек и ручьёв, образующие площадь водосбора — 2330 км<sup>2</sup>. Озеро относится к водоемам подпрудного типа, оно возникло в результате перекрытия русла реки Палеокроноцкая продуктами извержения вулканов Кроноцкий и Крашенинникова. Коэффициент изрезанности береговой линии достаточно высокий и составляет 2.40, по сравнению с озером Курильское — 1.68. В юго-восточной части озеро окружено отвесными скалами, а в юго-западной части находится несколько глубоких заливов (до 50 м), остальная территория озера окружена пологими берегами. Средняя глубина озера — 57.5 м, максимальная (в центре) — 136 м.

Климат на озере можно охарактеризовать как муссонный, определяемый сезонной сменой направления ветров. В летний период наблюдаются местные бризы с южной и юго-западной стороны. Ветровое воздействие формирует на озере сгонно-ветровые течения (рис. 2-А), проникающие до глубины 20 м (Агарков, Дмитриева; 1975) С юго-восточной стороны озеро более холодное (4–7 °С) и глубокое, чем в юго-западной и северной части (13–15 °С), где располагаются хорошо прогреваемые мелкие заливы. Под воздействием южных ветров на озере формируется подковообразное направление распределения температур (рис. 2), образуемое сгонно-ветровыми процессами.



**Рис. 2.** Распределение температур по озеру Кроноцкое в августе 2010 г.: А — поверхность, Б — глубина 20 м

В восточной части озера Кроноцкое расположено 9 небольших островов (высота 25–50 м), которые служат преградой южным ветровым потокам и сгонно-ветровым течениям, формируя выделенную акваторию между береговой линией и островами.

### Результаты

Видовой состав и общая характеристика зоопланктонного сообщества.

В ходе исследований в озере обнаружено 17 видов планктонных организмов — 9 видов ракообразных (2 вида Copepoda, 7 видов Cladocera) и 8 видов коловраток:

Crustacea	Rotifera
<i>Leptodiptomus angustilobus</i> (Sars, 1898)	<i>Conochilus unicornis</i> (Rousselet, 1892)
<i>Cyclops scutifer</i> (Sars, 1863)	<i>Asplanchna</i> sp.
<i>Daphnia longiremis</i> (Sars, 1861)	<i>Keratella quadrata</i> (Müller, 1786)
<i>Daphnia dentifera</i> (Forbes, 1893)	<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)
<i>Scapholeberis rammneri</i> (Dumont and Pensaert, 1983)	<i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott, 1879)
<i>Scapholeberis mucronata</i> (Müller, 1785)	<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)
<i>Bosmina longirostris</i> (Müller, 1785)	<i>Polyarthra dolichoptera</i> (Idelson, 1925)
<i>Chydorus sphericus</i> (Müller, 1785)	<i>Notholca acuminata</i> (Ehrenberg, 1832).
<i>Polyphemus pediculus</i> (Linnaeus, 1761)	

В августе 2010 г. зоопланктонное сообщество оз. Кроноцкое можно охарактеризовать как копеподно-ротаторное. Существенный вклад в формирование численности копепод составляют науплиусы. Copepoda в сообществе по численности преобладают над коловратками, составляя 74.7 — 87.1 % против 4.49 — 24.2 % соответственно. Cladocera вносят незначительный вклад на большинстве станций — 0.58 — 4.82 %. Исключение составляют станции ГБ11 и ГБ12, где доля Cladocera в сообществе возрастает до 10 % (табл. 1).

Доминантным видом в зоопланктонном сообществе озера, преобладающим по численности на всех станциях является *C. scutifer*. Его доля в общей численности зоопланктона составляет 70.4–84.3 % (табл. 1). В период исследования *C. scutifer* представлен особями всех возрастов — науплиями, копеподитами и половозрелыми стадиями. Науплии составляют основную массу пойманных особей (35.1–94.0 % от общей численности *C. scutifer*), половозрелые стадии встречаются редко.

Таблица 1. Процентное соотношение видов и основных групп на изученных станциях.

Доля от общей численности планктона на станции, %	Станция											
	ГБ1	ГБ2	ГБ3	ГБ4	ГБ5	ГБ6	ГБ7	ГБ8	ГБ9	ГБ11	ГБ12	ГБ13
<i>Cyclops scutifer</i> (половозрелые особи и копеподиты)	38.74	41.19	48.89	25.26	20.18	27.83	13.46	6.48	4.91	14.50	13.83	12.24
<i>C. scutifer</i> (науплии)	31.70	32.50	26.41	56.76	56.39	47.37	62.74	69.66	76.38	60.16	56.97	72.02
<i>C. scutifer</i> (все стадии)	70.43	73.69	75.30	82.02	76.58	75.20	76.20	76.14	81.29	74.67	70.80	84.26
<i>Leptodiptomus angustilobus</i>	4.31	2.89	1.50	4.43	10.32	7.67	3.07	3.56	2.97	10.58	4.16	2.80
<b>Copepoda</b>	<b>74.74</b>	<b>76.58</b>	<b>76.80</b>	<b>86.44</b>	<b>86.90</b>	<b>82.87</b>	<b>79.27</b>	<b>79.70</b>	<b>84.26</b>	<b>85.25</b>	<b>74.96</b>	<b>87.07</b>
<i>Daphnia</i> spp.	1.08	1.59	0.00	1.73	4.82	3.11	2.02	1.07	0.75	10.27	10.82	0.58
<i>Bosmina longirostris</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.52	0.37	0.00	0.00	0.00
<i>Chydorus sphericus</i>	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Cladocera</b>	<b>1.08</b>	<b>1.59</b>	<b>0.00</b>	<b>1.91</b>	<b>4.82</b>	<b>3.11</b>	<b>2.02</b>	<b>2.59</b>	<b>1.13</b>	<b>10.27</b>	<b>10.82</b>	<b>0.58</b>
<i>Asplanchna</i> sp.	4.70	7.27	7.47	0.22	1.64	0.71	0.10	0.22	0.23	0.53	0.25	0.25
<i>Keratella quadrata</i>	1.17	6.01	1.38	0.90	0.51	0.27	0.43	0.13	0.31	0.00	0.00	0.09
<i>Keratella cochlearis</i>	2.03	0.60	1.14	1.04	0.51	0.41	1.03	1.07	0.76	0.13	0.00	0.69
<i>Kellicottia longispina</i>	15.19	6.92	12.72	8.54	4.72	10.96	15.17	14.44	11.20	3.28	12.96	10.08
<i>Filinia longiseta</i>	1.08	0.60	0.49	0.95	0.90	1.02	1.77	1.13	1.88	0.53	1.00	1.24
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.64	0.22	0.73	0.22	0.00	0.00	0.00
<i>Conochilus unicornis</i>	0.00	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Rotifera</b>	<b>24.18</b>	<b>21.84</b>	<b>23.20</b>	<b>11.65</b>	<b>8.28</b>	<b>14.02</b>	<b>18.71</b>	<b>17.71</b>	<b>14.61</b>	<b>4.49</b>	<b>14.21</b>	<b>12.35</b>

Средняя биомасса *C. scutifer* по озеру составляет 0.97 мг/л. Вторым по численности видом среди ракообразных является *L. angustilobus* его вклад в формирование численность планктонных организмов 1.5–10.58 % (табл. 1). *L. angustilobus* встречается на всех станциях. Средняя биомасса *L. angustilobus* по озеру составляет 0.52 мг/л. В период исследования данный вид был представлен только копеподами последних возрастов. Род *Daphnia* в оз. Кроноцкое представлен двумя видами: *Daphnia longiremis* и *D. dentifera*. При оценке структуры сообщества мы рассматриваем их общее распределение. На большинстве станций вклад *Daphnia* spp. в общую численность зоопланктона составляет 0.74–4.82 %, однако в заливах Лагеря и Камчадалов его доля возрастает до 10 %. Другие виды ракообразных встречены единично, их численность не превышает 1.5 %.

Доминирующим по численности видом среди коловраток является *Kellicotia longispina*. Данный вид составляет 31.7–91.2 % от численности коловраток и 3.28–15.2 % всех планктонных организмов, т. е. является вторым по численности видом зоопланктонного сообщества оз. Кроноцкое. Другим массовым видом коловраток является *Asplanhna* sp., встречающийся повсеместно, его вклад в формирование численности зоопланктона составляет 0.22–7.27 %. Все остальные виды коловраток имеют незначительную численность по всему озеру, составляя менее 2 % от общей численности зоопланктона (табл. 1). Редко встречающимся видом является *Conochilus unicornis*, который обнаружен лишь на станции ГБ2.

### Вертикальное распределение планктона

Распределение планктонных организмов по горизонтам водного столба неравномерно. Это касается как качественных, так и количественных характеристик сообщества. На всех станциях наиболее богатым по численности и биомассе слоем является верхний 0–20 м, в котором сосредоточено 79.5–87.7 % всех планктонных организмов. Распределение планктона в пределах верхних 20 м сильно варьирует на разных станциях. На пяти станциях (ГБ3, ГБ4, ГБ6, ГБ8, ГБ12) большая часть планктона находится в горизонте 20–10 м, на трех станциях (ГБ7, ГБ9, ГБ13) — в горизонте 10–0 м и на двух станциях (ГБ5, ГБ11) количество планктона в горизонтах 10–0 м и 20–10 м примерно равно (рис. 3).

*Cyclops scutifer* встречается на всех горизонтах водного столба. С глубиной количество особей резко падает. Половозрелые циклопы

и их копеподитные стадии обильны до глубины 60 м. Их основная концентрация приходится на верхний слой: 45.7–74.7 %, в горизонте 60–20 м обнаружено от 18.3 до 43.5 % организмов (рис. 3). На остальной столб воды приходится 4.10–11.6 % всех особей. Науплии *C. scutifer* предпочитают слой 20–0 м — их концентрация варьировала от 87.4 до 99.2 %. *Leptodiptomus angustilobus* обнаружен преимущественно в горизонте 20–0 м, где сосредоточено 78.7–100 % всех особей. На станциях ГБ5 и ГБ7 были зафиксировано скопления данного вида в горизонте 40–20 м — там находилось около 20 % всех особей. *Daphnia* spp. не встречается глубже 40 м, а наиболее обильна в горизонте 20–0 м, где находятся 90.9–100 % особей. Исключение составляет станция ГБ2, где 67 % всех особей сосредоточено в горизонте 40–0 м, а 33 % — обитают в придонном слое воды на глубине 125–120 м. Коловратки встречаются на глубинах до 40 м, при этом 58.6–91.8 % всех особей находятся в горизонте 20–0 м. Единственной коловраткой, отмеченной на всех горизонтах водного столба (вплоть до глубины 125 м), является *Asplanhna* sp. Кроме того, на станциях ГБ1 и ГБ2, где проводилась наиболее подробная планктонная съемка, обнаружено придонное сгущение планктона, что выражается в некотором увеличении количества организмов у дна.

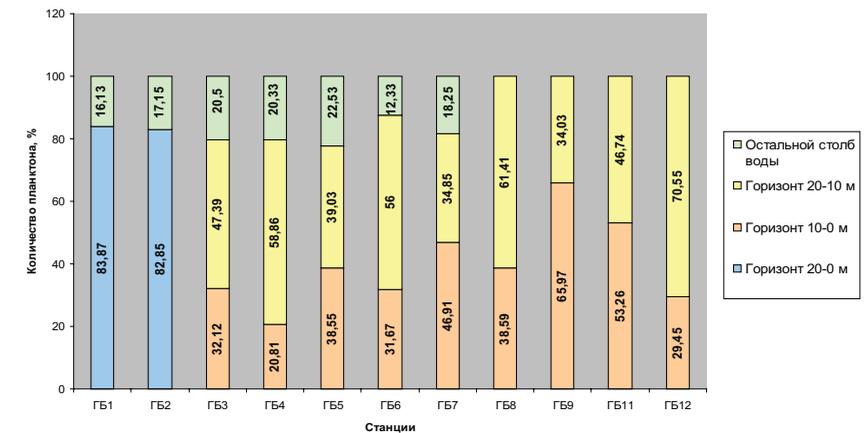


Рис. 3. Процентное распределение планктона по горизонтам водного столба на исследованных станциях

### Горизонтальное распределение планктона

Нами показано, что в период с конца июля по начало августа 2010 г. для станций открытой части озера характерна высокая численность как ракообразных, так и коловраток: ГБ4 — 327 экз./л, ГБ5 — 440 экз./л, ГБ6 — 404 экз./л, ГБ7 — 587 экз./л., в то время как в заливах численность составляла 120 — 240 экз./л. На станции ГБ1, ГБ2, ГБ3 численность всего зоопланктона очень низкая — до 88 экз./л.

*Cyclops scutifer* встречен по всему озеру. На всех станциях численность науплиальных стадии значительно выше копепоидитных и половозрелых. Исключением является станции ГБ1, — ГБ3. Наибольший пик численности для этого вида приходится на станции ГБ5, ГБ6, ГБ7, располагающихся в открытой части озера, где резко увеличивается количество как науплиальных стадий, так и копепоидитных. В заливах копепоидитных и половозрелых стадий достаточно мало, а численность науплиев резко увеличивается благодаря тому, что вода хорошо прогревается в этих мелких частях озера.

*Leptodiptomus angustilobus* встречается по всему озеру. Наиболее массово отмечен на станциях ГБ5 — ГБ7 (16.5–45.4 экз./л) в открытой части озера. Минимальная численность зафиксирована на станциях ГБ2 и ГБ3 (2.51–2.89 экз./л). В заливах численность диаптомуса в среднем составляла 10 экз./л.

*Daphnia* spp. встречается повсеместно. В более холодной части озера численность особей низкая, а на станциях ГБ5, ГБ6, ГБ7 возрастает в 5–10 раз.

Обнаружены различия в видовом составе зоопланктона в разных частях озера (рис. 1, табл. 1). Так в заливах Узон (ГБ8) и Унана (ГБ9, ГБ10) встречаются 4 вида ракообразных, которые отсутствуют в остальных частях озера — *Bosmina longirostris*, *Chydorus sphericus*, *Scapholeberis rammneri* и *Scapholeberis mucronata*. Причем *B. longirostris* встречается на всех трех станциях в этих заливах (ГБ8, ГБ9 и ГБ10), а *C. sphericus*, *S. rammneri* и *S. mucronata* — только на станции ГБ10. Среди коловраток есть виды, встречающиеся повсеместно (*Asplanhna* sp., *Kellicottia longispina*, *Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata*, *Fillinia longiseta*), *Polyarthra dolichoptera* отмечена только в открытых акваториях. *Notholca acuminata* обнаружена только на станции ГБ10, а *Conochilus unicornis* только на станции ГБ2.

### Обсуждение

Впервые состав и структура планктонного сообщества оз. Кроноцкого были описаны в 1970–80 гг. в работах сотрудников КоТИНРО.

К имеющемуся списку видов нами были добавлено два вида коловраток *Conochilus unicornis* и *Notholca acuminata*, и 4 вида ракообразных — *Daphnia dentifera*, *Scapholeberis rammneri*, *Chydorus sphericus*, *Polyphemus pediculus*. Соотношение и численность массовых видов ракообразных по акватории озера в среднем остается стабильными, как и в большинстве камчатских озёр доминирующим является *Cyclops scutifer*, а субдоминанты представлены *Kellicottia longispina* и *Leptodiptomus angustilobus*.

Для выявления взаимосвязи между распределением зоопланктонных организмов и условий в водоеме в августе 2010 г. рассмотрим распределение доминирующего в оз. Кроноцкое *Cyclops scutifer*. Его наиболее массовые скопления обнаружены на станциях закрытых от ветра грядой островов (ГБ7 — ГБ9) и в заливах Узон и Унана. Видимо, закрытые участки озера являются более благоприятными для формирования зоопланктонных сообществ и характеризуются высокими концентрациями как циклопов, так и других представителей зоопланктона. Низкую численность циклопов в центральной части озера (ГБ1 — ГБ3) можно объяснить низкими температурами и наличием сгонно-ветровых процессов (рис. 4), в этой части озера развитие жизненного цикла, вероятно, идет с небольшим отставанием во времени, и младшие науплиальные стадии к началу августа 2010 г. ещё не полностью вылупились. Для остальных представителей зоопланктона характерно аналогичное распределение по численности с максимумом на станциях ГБ7 — ГБ9.

Юго-западная часть оз. Кроноцкое характеризуется наличием заливов, защищенных от ветрового воздействия. Именно в этой части озера зафиксированы максимальные показатели температуры воды (рис. 2). В мелководной части отмечены заросли высшей водной растительности. Специфические условия, формирующиеся в этой части озера определяют наличие характерных видов ракообразных *Chydorus sphericus*, *Scapholeberis rammneri* и *Scapholeberis mucronata* и *Bosmina longirostris*, не отмеченных для остальной части акватории.

Вторым по численности в сообществе видом является коловратка *Kellicottia longispina*, встречающаяся на всех станциях; определенных закономерностей в её распределении не отмечено. Видовой состав остальных коловраток по озеру различается, так наибольшее количество видов обнаруживается в заливах Узон и Унана (ГБ8 — ГБ10). Кроме того, в зал. Унана обнаружена коловратка, которая не встречается в других частях озера — *Notholca acuminata*, напротив, *Polyarthra dolichoptera* встречается только в открытых частях озера.

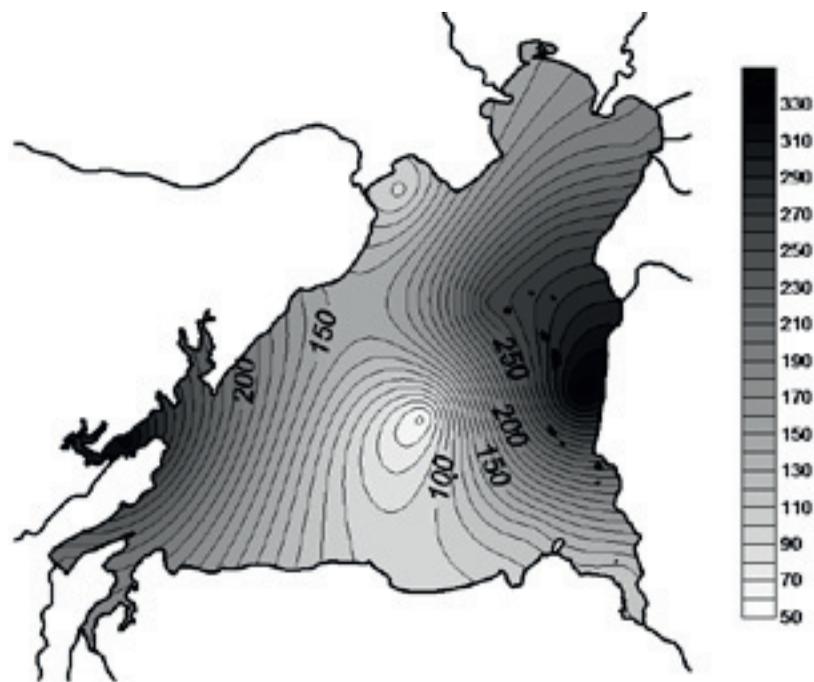


Рис. 4. Распределение численности в горизонте 0–20 м *C. scutifer* (экз./л) по акватории озера Кроноцкое

Рассматривая вертикальное распределение зоопланктона, отметим, что наибольшая концентрация организмов зафиксирована в приповерхностном (0–20 м) слое воды (рис. 3); также всегда имеется небольшое придонное сгущение, которое может служить источником пищи для придонных группировок рыб.

Распределение видов по горизонтам дает представление об их предпочтениях относительно оптимальной для них глубины:

- *Leptodiptomus angustilobus* и *Daphnia* spp. предпочитают верхние 20 м водного столба, в отдельных случаях особи *Daphnia* spp. и *L. angustilobus* встречаются до глубины 40 м (на станциях ГБ2, ГБ5 и ГБ6 и на станциях ГБ3–ГБ7 соответственно);
- максимум численности коловраток зафиксирован до глубины 40 м, на больших глубинах отмечались лишь отдельные особи;

- *C. scutifer* обитает на всех горизонтах и, вероятно, не имеет определенных предпочтений относительно глубины обитания.

На основании полученных данных можно выделить факторы, определяющие распределение ракообразных в оз. Кроноцкое. Существенное влияние оказывают сгонные ветровые процессы, в результате которых максимумы численности зафиксированы на акватории, ограниченной островами, и в защищенных от ветра заливах. Прямой зависимости численности зоопланктона от температуры отмечено не было, однако требуются более детальные исследования для выявления влияния данного фактора на развитие отдельных стадий. Наличие растительности в заливах формирует локальные специфические условия, что определяет наличие видов, не встречающихся на остальной части акватории.

#### Благодарности

Работа выполнена при поддержке Кроноцкого государственного природного биосферного заповедника при финансовой Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» ГК № П1298 от 9 июня 2010 г.

Авторы глубоко признательны всему экспедиционному коллективу, работавшему на озере Кроноцкое в 2010 и 2011 гг. Особую благодарность авторы выражают гос. инспектору Т. П. Егорову за помощь в проведении полевых сборов и организацию работ на кордоне «Исток», с.н.с. ИПЭЭ РАН д.б.н. А. А. Котову за помощь в уточнении таксономического статуса спорных видов, н.с. биологического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова к.б.н. В. Э. Федосову за ценную критику в процессе написания статьи.

#### Литература:

- Агарков А. Ю., Дмитриева Л. Я., Догановский А. М. 1975. Некоторые черты гидрологии Кроноцкого озера на Камчатке // Известия всесоюзного государственного географического общества. — Л.: Наука. Т. 107. Вып. 4. — С. 352–357.
- Куренков И. И. 2005. Зоопланктон озёр Камчатки. — Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатНИРО. — 178 с.
- Миловская Л. В. 1983. «Размерно-весовая характеристика *Neurodiptomus angustilobus* и *Cyclops scutifer* из Кроноцкого озера» // Биологические ресурсы шельфа, их рациональное использование и охрана: Тез. Докл. Второй регионально конф. Молодых учёных и специалистов Дальнего Востока. — Владивосток: ДВНЦ АН СССР. Вып. 3. — С. 50–51.

## ДОННОЕ НАСЕЛЕНИЕ КРОНОЦКОГО ОЗЕРА (ЛЕТО 2010 Г.)

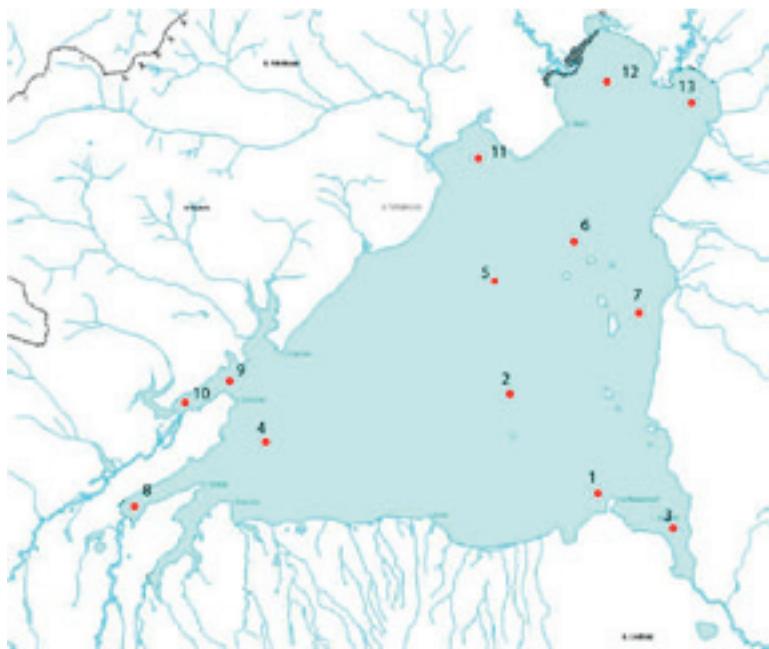
Э. И. Извекова

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова

e-mail: izvekova@mail.ru

**Ключевые слова:** зообентос, хирономиды, биомасса.

Пробы зообентоса в Кроноцком озере были собраны с 25 июля по 4 августа 2010 г. на 13 точках, расположенных равномерно по всей акватории (рис. 1), с глубин от 2,5 до 125 м. Независимо от глубины у дна везде присутствовал кислород. Бентосные животные, распределение которых даже на одной станции было мозаичным, обнаружены нами на всех без исключения точках (табл. 1).



**Рис. 4.** Распределение численности в горизонте 0–20 м *S. scutifer* (экз./л) по акватории озера Кроноцкое

На каждой станции отбирали пробы по 2 дночерпателя (ДАК-250), промывали через промывалку из мельничного газа № 25, и потом из живой пробы выбирали донных обитателей. Материал фиксировали 4 % формалином.

Как видно из табл. 1, олигохеты присутствовали на всех глубинах, мелкие моллюски из сем. Pisidiidae и личинки хирономид встречались везде, кроме самых глубоких станций 1 и 2. Видовой состав хирономид, обнаруженных нами в озере, представлен в табл. 2. Наличие на дне взрослых мермитид, короткой свободноживущей стадии в развитии этого паразита, обусловлено наличием их хозяев (хирономид старших возрастов). Остальные представители донной фауны были встречены единично.

**Таблица 1.** Распределение бентоса в оз. Кроноцком по глубинам.

Глубины в м, номера станций (в скобках)	Мермитиды	Олигохеты	Пиявки	Моллюски (сем. Pisidiidae)	Ракообразные (бокоплав)	Личинки хирономид	Водяные клещи
2,5 (ст. 10)		+		+	+	+	
16,0 (ст. 8)		+	+	+	+	+	
19,5 (ст. 9)	+	+		+		+	
20,0 (ст. 11)		+		+		+	
22,0 (ст. 13)	+	+		+		+	
26,0 (ст. 12)	+	+		+		+	
36,0 (ст. 7)		+		+		+	
53,0 (ст. 6)	+	+		+	+	+	
69,0 (ст. 3)		+		+		+	
72,5 (ст. 4)		+		+		+	+
102,0 (ст. 5)		+		+	+	+	+
117,0 (ст. 1)		+		-		-	
125,0 (ст. 2)		+		-		-	

Биомасса бентоса в озере колебалась от 0,227 до 29,231 г/м<sup>2</sup>. Причем на глубинах более 100 м — от 0,227 до 2,573 г/м<sup>2</sup>.

Интересно сравнить население Кроноцкого озера, в которое не поступают биогены с проходными лососевыми рыбами, с бентосом лососевого озера Дальнего, которое являлось объектом многолетних гидробиологических наблюдений. В этом озере средняя глубина — 31,5 м,

а максимальная — 60 м, т. е. озеро Дальнее значительно мельче Кроноцкого.

**Таблица 2.** Видовой состав хирономид\* оз. Кроноцкого.

Личинки
Subfamily Chironominae
<i>Constempellinella brevicosta</i> (Edv.)
<i>Tanytarsus pseudolestagei</i> Shilova
<i>T. bathophilus</i> Kieff. (или <i>T. lestagei</i> Goetgh.)
<i>Micropsectra junci</i> (Meig.) или <i>M. contracta</i> Reiss
<i>Polypedilum scalaenum</i> (Schrank)
<i>P. convictum</i> (Walker) (?)
<i>Sergentia coracina</i> Zett.
<i>Chironomus salinarius</i> Kieff.
<i>Stictochironomus rosenscholdi</i> (Zett.)
Subfamily Tanypodinae
<i>Ablabesmyia</i> sp.
<i>Arctopelopia</i> sp.(?)
<i>Procladius</i> ( <i>P. ferrugineus</i> Kieff., <i>P. nigriventris</i> Kieff., <i>P. choreus</i> Mg.)
Subfamily Orthoclaadiinae
<i>Eukiefferiella longipes</i> (Tschern.)
<i>Zalutschia trigonacis</i> Saether
<i>Psectrocladius ex gr. psilopterus</i> Kieff. ( <i>P. fabricius</i> Zelentzov)
Subfamily Diamesinae
<i>Monodiamesa bathyphila</i> (Kieff.)

\* Примечание: хирономиды были определены по личиночным стадиям.

Подробные исследования сезонных изменений вертикального распределения биомассы бентоса в оз. Дальнем в 1938 г. (Крогиус, Крохин, Меншуткин, 1987) показали, что независимо от сезона биомасса бентоса была максимальной лишь на глубинах менее 5 м (4,6–48,1 г/м<sup>2</sup>), глубже 20 м не превышала 0,1–0,3 г/м<sup>2</sup>, а глубже 50 м донные обитатели не встречались вовсе.

Более поздние исследования (Сорокин, Павельева, 1977) подтвердили, что в озере Дальнем глубже 30 м макробентоса чрезвычайно мало, его биомасса равна всего 0,04 г/м<sup>2</sup>, а высокие величины биомассы на

глубинах с 2,5 до 10 м (до 60,1 г/м<sup>2</sup>) обусловлены наличием большого количества моллюсков (табл. 3). Эти наблюдения относятся к 1970–71 гг. В Кроноцком же озере, несмотря на то, что мелкие моллюски сем. Pisidiidae тоже встречаются на некоторых станциях в достаточном количестве, все же основную массу составляют личинки хирономид и олигохеты.

**Таблица 3.** Биомасса макробентоса в озере Дальнем (Сорокин, Павельева, 1977).

Глубина, м	2,5–10	10–20	20–30	30–60
Биомасса, г/м <sup>2</sup>	60,10	8,20	1,62	0,04

### Литература

Крогиус Ф. В., Крохин Е. М., Меншуткин В. В. Тихоокеанский лосось-нерка в экосистеме озера Дальнего (Камчатка). — Л. : Наука, 1987. — 200 с.

Сорокин Ю. И., Павельева Е. Б. Энергетика экосистемы лососевого озера // Журн. общей биологии. 1977. Т. 38. № 4. — С. 512–527.

### АНАЛИЗ ИЗМЕНЧИВОСТИ МИТОХОНДРИАЛЬНОЙ ДНК ГОЛЬЦОВ (*P. SALVELINUS*) ОЗЕРА КРОНОЦКОЕ

А. Л. Сенчукова<sup>1</sup>, С. Д. Павлов<sup>1</sup>, Н. С. Мюге<sup>2</sup>, М. Н. Мельникова<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова,  
 e-mail: asenchukova@gmail.com  
<sup>2</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии

**Ключевые слова:** *Salvelinus malma*, озеро Кроноцкое, митохондриальный геном, видообразование, микроэволюция.

Кроноцкое озеро является самым большим пресноводным озером Камчатки, расположено на территории Кроноцкого заповедника, благодаря чему сохранило свою природную экосистему и представляет значительный научный интерес.

Ихтиофауна озера долгое время формировалась в условиях изоляции, в видовом отношении небогата. Здесь обитают пресноводная карликовая форма нерки (*Oncorhynchus nerka*) — кокани и гольцы

(р. *Salvelinus*). Последние интересны тем, что образуют в озере Кроноцкое сложную популяционную структуру и представляют большой интерес для изучения процессов формообразования и механизмов микроэволюции (Викторовский, 1978; Савваитова, 1989; Ostberg et al., 2009).

По мнению разных авторов в озере обитает от трех до пяти различных форм гольцов (Викторовский, 1978; Савваитова, 1989; Глубоковский, 1995; Черешнев и др., 2002; Павлов и др., 2003; Пивоваров и др., 2011). Выделяют носатого гольца (голец Шмидта), длинноголового гольца, белого гольца, речную мальму и карликового гольца. Таксономический статус гольцов Кроноцкого озера до сих пор остается дискуссионным.

Генетические исследования гольцов из озера Кроноцкое начаты сравнительно недавно (Салменкова и др., 2005; Радченко и др., 2006; Ostberg et al., 2009; Пивоваров и др., 2011). Выявлено, что на фоне общей генетической неоднородности и различного уровня обособленности форм по ядерной ДНК, данные об изменчивости митохондриального генома у гольцов из этого водоема все еще недостаточны, чтобы судить об их происхождении и дивергенции друг от друга.

В данном исследовании мы хотим на достаточно большом материале исследовать изменчивость контрольного участка митохондриальной ДНК (D-loop) и гена цитохрома b, а также оценить применимость вариабельности митохондриального генома для дифференциации симпатрично обитающих различных форм гольцов озерно-речной системы Кроноцкое.

### Материал и методы

Материал был собран сотрудниками кафедры ихтиологии МГУ в 2003, 2004 и 2010 гг. Для генетического анализа были отобраны гольцы 5 различных форм (носатый, белый, карликовый, мальма, длинноголовый), выборки носатого и длинноголового гольца представлены сборами 2003 и 2010 гг., в качестве репера использовали выборки проходной мальмы из реки Кроноцкой 2004 и 2010 гг. 3 экземпляра было взято из притока реки Кроноцкой — реки Богачевка (2010 г.). Выборки от разных форм гольцов, включенные в исследование, представлены в таблице 1. Всего было исследовано 239 экземпляров гольцов, после секвенирования нечитаемые последовательности были исключены из анализа. Таким образом, для D-loop получено 224 последовательности, для cyt b — 212, для статистической обработки результатов были взяты образцы, которые имели обе последовательности — D-loop и cyt b — всего 196 экземпляров.

Реакцию амплификации проводили в объеме 15 мкл: 1,5 мкл 10 X PCR buffer (Sileks, Russia), 2,5 mM MgCl<sub>2</sub>, 0,6 mM dNTP, 2 пм каждого праймера, 100 нг ДНК и 1ед. HotTaq polymerase (Sileks).

**Таблица 1.** Выборки и формы гольцов, включенные в исследование.

№	Форма (год сбора)	количество образцов	D-loop	Cyt b	D-loop и Cyt b
1	носатый (2003)	28	27	25	24
2	носатый (2010)	22	21	18	17
3	белый (2003)	57	51	51	45
4	карликовый (2003)	4	4	4	4
5	мальма (2003)	37	32	33	28
6	длинноголовый (2003)	14	13	14	13
7	длинноголовый (2010)	9	8	9	8
8	Проходная, р. Кроноцкая (2010)	36	36	31	30
9	Проходная, р. Богачевка (2010)	3	3	3	3
10	Проходная, р. Кроноцкая (2004)	29	29	24	24
Всего:		239	224	212	196

Примечание: ДНК выделяли стандартным методом (Aljanabi, Martinez, 1997).

Для амплификации участка митохондриальной ДНК (D-loop) использовали олигонуклеотидные праймеры HN20 GTGTTATGCTTTAGTTAAGC и Tpo2 ACCCTTAACCCCAAAGC (Brunner et al., 2001), для амплификации гена Cytb — праймеры L14795 TAATGGCCAACCTCCGAAAA и H15844 AGCTAC-TAGGGCAGGCTCATT (Радченко, 2003).

Секвенирование проводили на автоматическом секвенаторе ABI 3100 с использованием набора для секвенирования BigDye v.1.1.

Обработку продуктов секвенирования и множественное выравнивание осуществляли в пакете программы DNASTar (Lasergene Inc.). Для представления филогенетических отношений между гаплотипами использовали метод максимальной экономии (Templeton et al., 1992), реализованный в программе TCS (Clement et al., 2000), статистический и филогенетический анализы проводили в программе Mega 5.05 (Tamura et al., 2011).

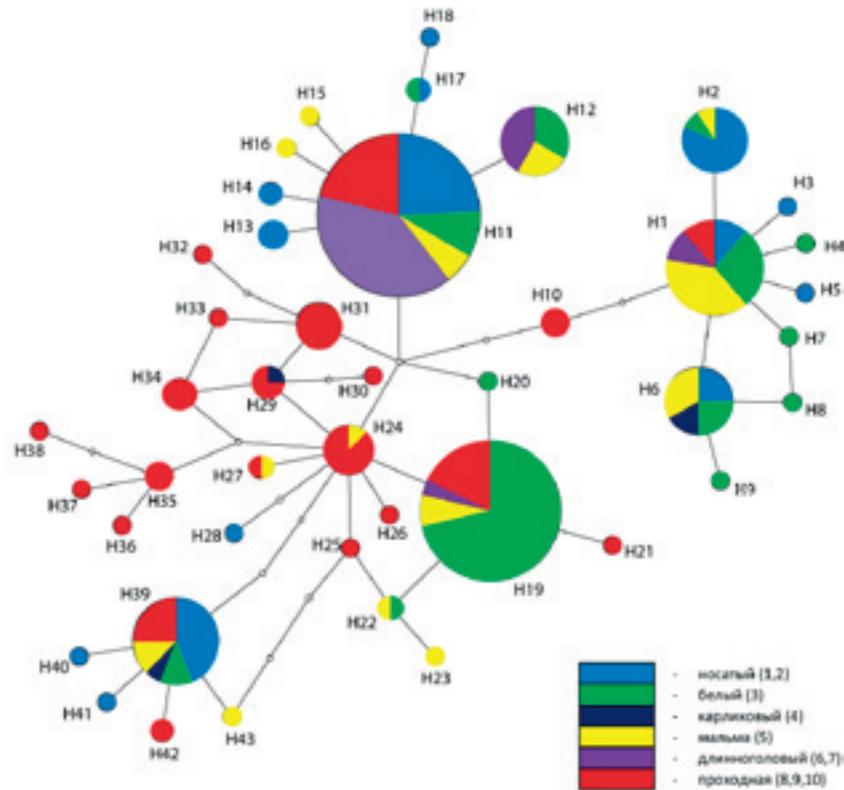
### Результаты и обсуждение

Определена последовательность участка контрольной области — D-loop длиной 558 п.н. для 224 экземпляров и последовательность гена





Анализируя полученную сеть гаплотипов (рис. 1), можно предположить, что проходная форма мальмы из реки Кроноцкой — является предковой по отношению к остальным озерным формам, так как имеет все массовые гаплотипы озерных форм. А озерные формы, получив от проходной мальмы исходные гаплотипы, в условиях изоляции начали формировать новые, отличающиеся на одну — две мутации от исходных, но не встречающиеся у проходной формы.



**Рис. 1.** Филогенетическая сеть гаплотипов контрольного участка мтДНК (*D-loop*) и гена цитохрома *b* гольцов озерно-речной системы Кроноцкое, построенная с помощью TCS-алгоритма. Размер кружков и секторов пропорционален частоте встречаемости гаплотипов. H1-H43 — гаплотипы, согласно таблице 2

Существуют две основные гипотезы образования различных форм гольцов Кроноцкого озера. Первая, предложенная Р. М. Викторовским (Викторовский, 1978), предполагает три последовательных инвазии, давших начало длинноголовому, носатому и белому гольцам соответственно. По мнению К. А. Савваитовой (Савваитова, 1989), все гольцы Кроноцкого озера имеют одного общего предка, а дивергенция между ними сформировалась уже внутри озера.

Кроноцкое озеро образовалось в конце позднего плейстоцена (Шанцер, Мелекесцев, 1967), примерно 12 000-14 000 лет назад. Учитывая что средняя скорость нуклеотидных замен в мтДНК составляет 2–4 % за млн лет (Brown et al., 1979), а гольцы из озера Кроноцкого к настоящему времени сформировали гаплотипы, отличающиеся от предковой проходной формы мальмы на 1-2 мутации; мы предполагаем, что изоляция гольцов в озере примерно равна возрасту водоема и дополнительных крупных инвазий проходной мальмы в озеро не происходило.

Проводимые ранее исследования митохондриального генома гольцов Кроноцкого озера показали его незначительную дивергенцию на уровне озерных форм.

Так в 2005 г. было проведено крупное исследование генетического разнообразия гольцов Кроноцкого озера — анализ аллозимных и микросателлитных локусов, миогенов, RAPD и рестрикционный анализ двух сегментов мтДНК (Салменкова и др., 2005).

Однако из всех исследованных маркеров генетическая дифференциация между формами кроноцких гольцов была найдена только по аллозимным ( $F_{ST} = 0.120$ ) и микросателлитным ( $F_{ST} = 0.217$ ) локусам. Рестриктивный анализ, проведенный в данной работе, с использованием 6 рестриктаз, выявил всего 2 гаплотипа среди 4 форм гольцов кроноцкого озера и не обнаружил качественных различий между формами.

При исследовании изменчивости гена цитохрома *b* (Радченко и др., 2006) была показана генетическая неоднородность гольцов озера Кроноцкое по этому маркеру. К сожалению, авторы располагали выборкой лишь 13 экземпляров и не смогли провести сопоставление выявленной генетической вариабельности с фенетическим разделением на формы.

Остберг с соавторами (Ostberg et al., 2009) для рестриктивного анализа мтДНК использовали 33 рестриктазы — было выявлено 15 гаплотипов (11 среди 5 форм гольцов Кроноцкого озера). Однако общий уровень дивергенции среди форм гольцов, по мнению авторов, оказался довольно низким. При этом было показано отличие длинноголового гольца от

остальных форм и выдвинуто предположение о том, что гольцы Кроноцкого озера имеют две предковые формы. Одна дала начало носатому, белому, мальме и карликовому гольцу, а другая — длинноголовому. Наши данные также указывают на относительно обособленность длинноголового гольца (табл. 2) от остальных гольцов озера, но предполагают его дивергенцию от общей с ними предковой формы (рис. 1).

В работе по описанию карликового гольца (Пивоваров и др., 2011) было использовано 4 рестриктазы мтДНК для генетической идентификации этой формы. По 3 рестриктазам дивергенции среди 5 форм не выявлено, по одной — выявлен уникальный гаплотип у карликового гольца (одна из четырех особей в выборке 2003 года). Полученные нами данные по последовательности изученных митохондриальных генов не позволяют сделать однозначный вывод о генетической обособленности карликовой формы, поскольку гаплотипы не формируют родственные кластеры (рис. 1). Следует отметить, что наша выборка также состояла лишь из четырех экземпляров, отловленных в 2003 г.

### Заключение

Таким образом, полученные нами данные по митохондриальному геному гольцов озерно-речной системы Кроноцкое говорят в пользу гипотезы о монофилетичном происхождении всех форм гольцов Кроноцкого озера от общей небольшой популяции, существовавшей в реке в момент формирования озера.

Обобщая результаты исследований митохондриального генома кроноцких гольцов, можно заключить, что маркеры митохондриальной ДНК эффективны лишь для выяснения происхождения и направленности дивергенции форм гольцов Кроноцкого озера, но не имеют достаточной мощности для проведения популяционно-генетических работ с гольцами внутри этой озерно-речной системы. Вероятно, следует использовать вариабельность генома ядерной ДНК для решения подобных задач.

Авторы глубоко признательны сотрудникам Кроноцкого государственного природного биосферного заповедника за организацию и помощь в сборе материала; сотрудникам кафедры ихтиологии МГУ Г. Н. Маркевичу, К. В. Кузищину, М. А. Груздевой, А. М. Малютиной, Е. А. Пивоварову за помощь в сборе материала; зам. директора ВНИРО М. К. Глубоковскому за организацию и поддержку лабораторных работ.

Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований (РФФИ, проект 11-04-00778-а), грантом «Ведущие научные школы»

(НШ-2104.2008.4) и Федеральным агентством по науке и инновациям в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» (Государственный контракт № П1298 от 9 июня 2010 г. «Поисковые научно-исследовательские работы по направлению «Общая биология и генетика» в рамках мероприятия 1.3.1 Программы по проблеме «Геоморфологические и экологические аспекты формирования эндемичной фауны рыб оз. Кроноцкое (Камчатка)».

### Литература

- Викторовский Р. М. Механизмы видообразования у гольцов Кроноцкого озера. — М.: Наука, 1978. — 112 с.
- Глубоковский М. К. Эволюционная биология лососевых рыб. — М.: Наука, 1995. — 343 с.
- Павлов С. Д., Репин М. Ю., Пивоваров Е. А. Популяционное разнообразие гольцов (р. *Salvelinus*) оз. Кроноцкое. Морфобиологические особенности // Материалы IV научной конференции «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей». — 2003. — С. 257–261.
- Пивоваров Е. А., Павлов С. Д., Остберг К. О. Карликовая форма гольца рода *Salvelinus* из озера Кроноцкое // Сборник научных трудов Кроноцкого государственного природного биосферного заповедника. 2011. Вып. 2.
- Радченко О. А. 2003. Изменчивость митохондриальной ДНК гольцов рода *Salvelinus* // Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук. — Магадан. — 213 с.
- Радченко О. А., Салменкова Е. А., Омельченко В. Т. Анализ изменчивости гена цитохрома b у симпатричных гольцов Кроноцкого озера (Камчатская область) // Генетика. 2006. Т. 42. № 2. — С. 233–243.
- Савваитова К. А. Арктические гольцы. — М.: Агропромиздат, 1989. — 224 с.
- Салменкова Е. А., Омельченко В. Т., Радченко О. А. и др. Генетическая дивергенция гольцов рода *Salvelinus* Кроноцкого озера (полуостров Камчатка) // Генетика. 2005. Т. 41. № 8. — С. 1096–1107.
- Черешнев И. А., Волобуев В. В., Шестаков А. В., Фролов С. В. Лососевидные рыбы Севера-Востока России. — Владивосток: Дальнаука, 2002. — 496 с.
- Шанцер А. Е., Мелекесцев И. В. Особенности древней и новейшей тектоники района Кроноцкого озера, состав и строение слагающих его молодых вулканических толщ. Архив ИВ АН СССР ДВНЦ. 1967. 37. С. 12. Петропавловск-Камчатский.
- Aljanabi S.M., Martinez I. Universal and rapid salt-extraction of high quality genomic DNA for PCR-based techniques // Nucl. Acids Res. 1997. V. 25(20).P. 4692–4693.
- Brown W.M., George M. Jr., Wilson A.C. Rapid evolution of mitochondrial DNA // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 1979. 76: 1967–1971.
- Brunner P.C., Douglas M.R., Osinov A.G., Wilson C.C., Bernatchez L. Holarctic

phylogeography of arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.) inferred from mitochondrial DNA sequences // *Evolution*. 2001. V. 55. № 3. P. 573–586.

Clement M., Posada D., Crandall K.A. TCS: a computer program to estimate gene genealogies // *Mol. Ecol.* 2000. V. 9. P. 1657–1659.

Ostberg C.O., Pavlov S.D., Hauser L. Evolutionary relationships among sympatric life history forms of dolly varden inhabiting the landlocked Kronotskylake, Kamchatka, and neighboring anadromous population // *Transactions of the American Fisheries Society*. 2011. V.138. P. 1–14.

Tamura K., Nei M. Estimation of the number of nucleotide substitutions in the control region of mitochondrial DNA in humans and chimpanzees // *Molecular Biology and Evolution*. 1993. 10:512–526.

Tamura K., Peterson D., Peterson N., Stecher G., Nei M., Kumar S. MEGA5: Molecular Evolutionary Genetics Analysis using maximum likelihood, evolutionary distance, and maximum parsimony methods // *Mol. Biol. and Evol.* 2011. 28:2731–2739.

Templeton A.R., Crandall K.A., Sing C.F. A cladistic analysis of phenotypic associations with haplotypes inferred from restriction endonuclease mapping and DNA sequence data.III. Cladogram estimation // *Genetics*. 1992. V. 132. P. 619–633.

СПЕЦИФИКА РАЗМНОЖЕНИЯ ГОРБУШИ  
*ONCORHYNCHUS GORBUSCHA* В ВУЛКАНИЧЕСКИХ РЕКАХ  
ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ КРОНОЦКОГО ЗАЛИВА

Е. В. Есин

Всероссийский научно-исследовательский институт  
рыбного хозяйства и океанографии — ФГУП «ВНИРО»,  
e-mail: esinevgeniy@yandex.ru

**Ключевые слова:** горбуша *Oncorhynchus gorbuscha*, нерест, вулканические реки, Кроноцкий залив, Кроноцкий заповедник.

Горбуша *Oncorhynchus gorbuscha* — наиболее массовый и широко распространенный на Камчатке лосось. Вид характеризуется двухлетним жизненным циклом, вследствие чего поколения смежных лет оказываются репродуктивно изолированы и приобретают самостоятельную динамику флуктуаций численности. На современном этапе при общем увеличении объемов добычи беринговоморской горбуши на восточной Камчатке поколения нечетных лет значительно превышают по численности поколения четных лет. Темпоральное разделение приводит к появлению устойчивых межгодовых фенетических и генетических

различий, при этом внутри поколений смежных лет для горбуши характерна наименьшая среди тихоокеанских лососей пространственная дифференциация (Животовский и др., 1989; Макоедов, Коротаева, 1999). Благодаря флуктуациям миграционных потоков в море (слабому хомингу) нерестовые стада горбуши образуют единые популяционные системы крупных участков побережья с подвижными и перекрывающимися границами (Глубоковский, 1995). По всей Камчатке горбуша выбирает для размножения однотипные участки в среднем — нижнем течении рек, репродуктивно разделенные экотипы и расы, в отличие от других регионов (Алтухов и др., 1983) на полуострове у нее не выделены. Вместе с этим популяционная организация вида исследовалась на Камчатке прежде всего в наиболее значимых промысловых районах с однотипными нерестовыми реками. Структура нерестовых стад относительно малочисленных популяционных систем, в частности кроноцкой горбуши, специально не изучалась, хотя именно в реках Кроноцкого залива восточно-камчатская горбуша размножается в чрезвычайно разнообразных условиях, поднимаясь как в типичные лососевые реки, так и в водотоки с аномальными условиями, которые дренируют активные вулканы. В связи с этим целью работы стало изучение структуры нерестовых скоплений горбуши и условий ее размножения в водотоках вулканического района Кроноцкого залива.

**Материал и методика**

Сбор данных провели в августе при устойчивом водном режиме в бассейнах рр. Старый Семячик (2010 г.) и Тихая (2011 г.) в центральной части Кроноцкого залива. Помимо близкого расположения (расстояние между устьями 30 км) и схожей водности (меженные расходы в устье соответственно 12 и 10 м<sup>3</sup>/с) выбранные бассейны роднит разнообразие гидролого-морфологических условий. В главные реки впадают не только типичные горные и равнинные нерестовые притоки, но и ручьи, стекающие с вулканов: Рыжий ключ и Бармотина в бассейне р. С. Семячик, Ольховый и Извилистый в бассейне р. Тихая. Эти водотоки выделяются специфическим составом русловых отложений — в отличие от невулканических ручьев с галечно-гравийной отмосткой из эффузивных пород поверхность дна ручьев, берущих начало на склонах вулканов, сложена туфовым песком. В результате, плотность грунта вулканических притоков ниже в 1.5 раза, а интенсивность движения влекомых наносов в несколько раз выше.

Полевые работы охватывали период от массового захода до завершения массового нереста горбуши. После рекогносцировочных обследований бассейнов на выбранных участках русел длиной около 500 м провели учет численности нерестующих рыб (рис. 1). В главных реках и невулканических притоках подсчет производителей оба года проводили с 15 по 20 августа, в вулканических ручьях — с 21 по 23 августа. Плотность нереста оценивали на типичных нерестилищах перед гребнями перекатов (Леман, 1993), а также на плесах между перекатами. Итоговую плотность (экз./м<sup>2</sup>) на каждом участке рассчитали по результатам обследования пяти нерестилищ каждого типа. Площадь учетных площадок, оцененная по результатам промеров дальномером и размеченными тросами, варьировала от 500 до 1200 м<sup>2</sup>. Всего за время работ было посчитано около 10 тыс. рыб.

В учетный период по 30 экз. горбуши каждого пола выловили неводом на типичных нерестилищах главного русла и в вулканическом притоке (2010 г.: р. С. Семячик и руч. Бармотина, 2011 г.: р. Тихая и руч. Ольховый). На улове выполнили стандартный биологический анализ (Правдин, 1966) и изучили полиморфизм в окраске хвостового плавника. Феноварианты по пятнистости верхней и нижней лопастей описывали по упрощенной схеме Макоедова и Агаповой (1991), включающей 5 типов расположения пятен и полос на 1-й и 5-й перепонках: нет рисунка, пятна, короткая ( $\leq$  половины длины соседних лучей) полоса и пятна, одна длинная полоса, другие варианты. Дополнительно по 3-х бальной шкале описывали пятнистость хвостового стебля.

В местах размножения горбуши определяли глубины и скорости течения (120 измерений), а также исследовали состав нерестового грунта. Из поверхностного слоя сформированных бугров, расположенных на стрежне, отобрали 20 проб донных отложений: 5 — из р. С. Семячик, 2 — из руч. Бармотина, 1 — из руч. Рыжкин ключ (2010 г.); 4 — из р. Тихая, по 2 — из руч. Ольховый и Извилистый, 6 — из других притоков (2011 г.). Из проб изымали камни крупнее 100 мм, оставшуюся часть объемом около 1.5 л после просушки сортировали набором сит на 6 фракций: крупная галька (50–100 мм), средняя галька (20–50 мм), мелкая галька и гравий (2–20 мм), мелкий гравий (1–2 мм), песок (0.1–1.0 мм), ил и пыль (<0.1 мм) (Константинов, 1986). Для каждой пробы рассчитали процентное содержание фракций по массе (Чалов, 1995).

Статистическая обработка материала выполнена в программе Statsoft Statistica 6.0.

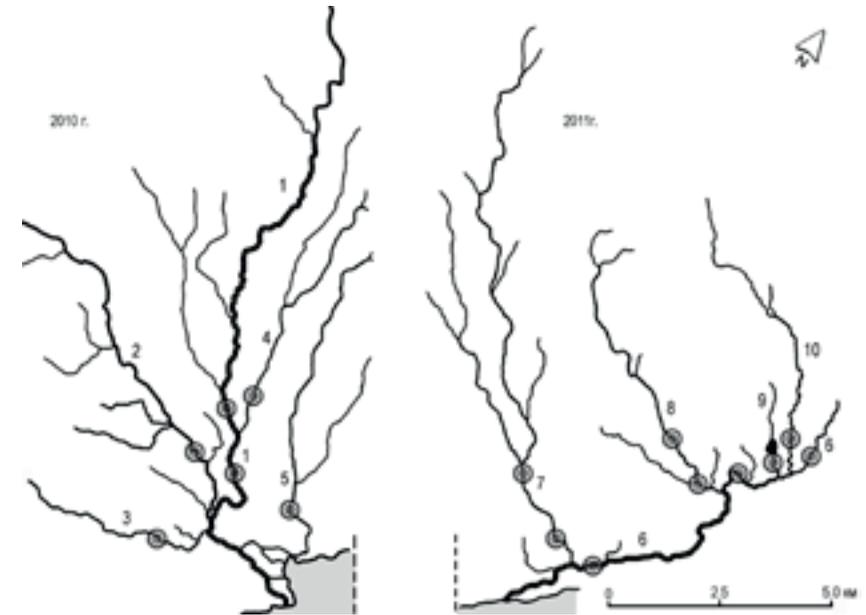


Рис. 1. 1 — р. Старый Семячик, 2 — р. Новый Семячик, 3 — руч. Пихтовый, 4 — руч. Рыжкин ключ, 5 — руч. Бармотина, 6 — р. Тихая, 7 — руч. Короткий ключ, 8 — руч. Ольховый, 9 — руч. Лесной, 10 — руч. Извилистый

### Результаты и их обсуждение

По данным Летописи природы Кроноцкого заповедника сроки анадромной миграции кроноцкой горбуши в целом совпадают со временем хода в соседних бухтах. Производители малочисленного поколения начинают подниматься в водотоки района со второй декады июля, в 2010 г. наиболее интенсивный ход наблюдался в начале августа. Многочисленная генерация заходит в реки с третьей декады июня, в 2011 г. массовый ход отмечен в течение первой декады августа. Примечательно, что оба года после распределения основной части производителей по нерестилищам 15–20 августа наблюдался второй кратковременный пик хода. Вновь поднимающаяся горбуша занимала ранее пустовавшие нерестилища в нижнем течении вулканических притоков и приступала к нересту в момент, когда в главном русле интенсивность нереста шла на спад.

Размерно-весовые показатели производителей, пойманных на нерестилищах в главной реке и в вулканическом притоке, оба года достоверно не различались (табл. 1). При этом плодовитость самок, поднявшихся в вулканические ручьи, оказалась несколько выше, чем в главном русле: в среднем 1511 (1042–1959) против 1480 (1020–2013) икринок в 2010 г. и 1570 (1045–2046) против 1505 (997–2017) икринок в 2011 г. Горбуша нечетного года нереста была достоверно (по  $t_{st}$   $p \leq 0.05$ ) крупнее как в главной реке, так и в притоках.

**Таблица 1.** Размерно-весовые показатели и соотношение полов производителей горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* с разных нерестилищ\*.

Год	Водоток	Длина (АС, мм)	Масса (Q, г)	♂:♀
2010	главное русло	45.3–62.5 (53.1)	1100–2750 (1730.3)	1.2 : 1
		40.5–57.4 (49.7)	855–2055 (1530.6)	
	вулканический приток	44.7–63.0 (53.6)	1070–2750 (1735.1)	1 : 1.1
		41.0–57.8 (49.8)	900–2050 (1531.3)	
2011	главное русло	39.7–61.9 (49.1)	955–2800 (1641.0)	1.3 : 1
		40.0–59.0 (46.3)	835–2150 (1384.3)	
	вулканический приток	40.3–61.0 (50.2)	955–2720 (1643.3)	1 : 1.1
		38.5–62.0 (46.4)	840–2200 (1385.0)	

\* Примечание: над чертой — самцы, под чертой — самки.

По частотам фенотипов окраски хвостового плавника и тела между горбушей раннего нереста из главных рек и позднего нереста из вулканических притоков в обоих поколениях обнаружены существенные различия. В окраске хвостового плавника поздняя горбуша оба года отличалась большей частотой встречаемости коротких полос и меньшей — длинных, в окраске спины — более выраженной пятнистостью (табл. 2).

Сравнение выборок посредством многомерного непараметрического анализа (критерий Шапиро-Вилкса по U-статистике) показало достоверность различий на уровне 99 % (при  $U = 119$ ), причем в год малочисленной генерации фенотипические различия между ранней и поздней горбушей были выражены сильнее (коэффициент  $U = 2.2$ ), чем в год многочисленного подхода ( $U = 1.9$ ), когда встречаемость фенотипов была равномернее. Удельный вес вариантов окраски четырех перепонки плавника был принят равным, т. к. в выборках наблюдались различные

варианты сочетания наличия — отсутствия пятен и полос на разных перепонках. Предполагая, что окраска разных зон плавника детерминруется действием различных генов, пятнистость перепонки учитывали как отдельные самостоятельные признаки. Коэффициенты сходства вариантов пятнистости 1-й и 5-й перепонки на верхней лопасти в среднем составляли 0.49, на нижней — 0.47, между лопастями — от 0.42 до 0.44. Совокупности самцов и самок в анализе были объединены т.к. половые различия по фенотипам выявлены не были.

**Таблица 2.** Частота (%) пяти вариантов пятнистости хвостового плавника и трех вариантов пятнистости хвостового стебля производителей горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* с разных нерестилищ\*.

Год	Водоток	Хвостовой плавник, верхняя лопасть	Хвостовой плавник, нижняя лопасть	Хвостовой стебель
2010	главное русло	0 / 22 / 58 / 10 / 10	8 / 22 / 56 / 7 / 7	5 / 78 / 17
		0 / 17 / 56 / 17 / 10	5 / 18 / 53 / 17 / 7	
	вулканический приток	3 / 17 / 68 / 5 / 6	10 / 14 / 63 / 5 / 8	5 / 30 / 65
		2 / 20 / 67 / 6 / 5	8 / 12 / 66 / 7 / 7	
2011	главное русло	0 / 25 / 45 / 20 / 10	5 / 25 / 48 / 14 / 8	18 / 62 / 20
		0 / 23 / 44 / 23 / 10	5 / 23 / 46 / 18 / 8	
	вулканический приток	3 / 22 / 58 / 10 / 7	8 / 15 / 57 / 8 / 12	12 / 33 / 55
		2 / 22 / 58 / 13 / 5	7 / 13 / 60 / 10 / 10	

\* Примечание: над чертой — 1-я, под чертой — 5-я перепонка.

Несмотря на формальность выполненного анализа, можно констатировать, что описанные фенотипические различия между нерестовыми группировками из вулканических ручьев и прочих водотоков подтверждают их частичную репродуктивную изоляцию. Степень изоляции повышается во время нереста малочисленного поколения, когда сроки нереста ранней и поздней горбуши сильнее разобщены, а участки размножения более локализованы.

Итоговое нерестовое распределение ранней горбуши в оба года было крайне неравномерным (табл. 3). Пиковая плотность нереста малочисленного поколения в нижнем течении главного русла р. С. Семьячик и в руч. Пихтовый была в 5–7 раз выше, чем в заиленном русле р. Н. Семьячик. Выше устья руч. Рыжкий ключ в горную зону бассейна горбуша практически не поднималась. В бассейне р. Тихая основные нерестовые

скопления многочисленного поколения были зарегистрированы в нижнем течении руч. Короткий Ключ и Лесной, тогда как в главном русле плотность нереста была в 2.5–5 раз ниже.

**Таблица 3.** Заполнение типичных / факультативных нерестилищ производителями горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (экз./м<sup>2</sup>) в разных водотоках.

Год	Водотоки		Участок	
			нижнее теч.	среднее теч.
2010	главное русло	р. С. Семячик	0.13 / 0.07	0.03 / 0.01
	равнинные притоки	руч. Пихтовый	0.16 / 0.07	н/о
		р. Н. Семячик	0.03 / 0.01	н/о
	вулканические притоки	руч. Рыжий ключ	0.02 / 0	н/о
руч. Бармотина		0.02 / 0	н/о	
2011	главное русло	р. Тихая	0.14 / 0.06	0.03 / 0.01*
	горный приток	руч. Короткий ключ	0.82 / 0.35	0.30 / –
	равнинный приток	руч. Лесной	0.36 / 0.06	0
	вулканические притоки	руч. Ольховый	0.03 / 0	0.09 / –
руч. Извилистый		0.02 / 0	0	

\* Примечание: н/о — оценка плотности не проводилась; \* — в верхнем течении те же значения.

Сформированные нерестовые бугры в главных руслах располагались на глубинах от 0.20 до 0.65 (в среднем 0.35) м и представляли собой эллипсоидные образования длиной 0.7–1.1 м и шириной 0.5–0.7 м. Средняя площадь бугров на типичных нерестилищах перед гребнями перекаатов при скоростях течения 0.35–0.85 м/с составляла 0.6 м<sup>2</sup>, на плесах со скоростями 0.15–0.45 м/с — 0.7 м<sup>2</sup>. Переполнение нерестилищ, свойственное горбуше при больших подходах (Чебанов, 1994; Pritchard, 1948), не отмечалось даже в местах максимального скопления производителей многочисленного поколения. Перекрытия и повторного перекапывания бугров не наблюдалось, и лишь в нижнем течении руч. Короткий ключ в 2011 г. около половины бугров сливались краями.

Численность поздней горбуши оба года оставалась стабильно невысокой, плотность нереста составляла 1 нерестовую пару на 6–10 м<sup>2</sup>

нерестилищ (соотношение полов было примерно равным). Места нереста в вулканических ручьях со сглаженным донным профилем были приурочены к вершинам излучин со скоростью потока 0.4–0.7 м/с. Размножение происходило на площадках перед ямами на глубинах 0.2–0.4 м, где по уровню воды в фильтрационных трубках фиксировалось наиболее интенсивное проникновение поверхностного потока в грунт. Раскопке гнезд предшествовал характерный предварительный этап нерестовой деятельности, на котором подошедшие самцы и самки совместно в течение двух-трех дней расчищали донный субстрат от поверхностных песчаных наносов до гравийно-галечного материала. Мощность песчаных отложений варьирует от 0.1–0.2 м в бассейне р. С. Семячик до 0.3 м в притоках р. Тихая. Каждая нерестовая пара расчищала площадку от 3-х до 4-х м<sup>2</sup>, в результате чего на нерестилищах формировалась мозаика освобожденных от песчаных наносов ям. Раскопанный материал скапливался ниже по течению грядами высотой до 0.1 м. Бугры округлой формы площадью 0.5–0.6 м<sup>2</sup> сооружались из освободившегося гравия с примесью песка, а также мелкой и средней гальки.

Нерестилища ранней и поздней горбуши различались по фракционному составу поверхности бугров. Несмотря на активную расчистку субстрата от мелкофракционных наносов, песок в буграх вулканических ручьев по массе составлял более 20 %, основу же бугров (> 50 %) образовывал мелкий гравий. В других водотоках бугры в основном слагала галька и крупный гравий, а ила было в 2.4–4.5 раз меньше, чем в вулканических притоках (табл. 4).

Установлено, что плотность нереста ранней горбуши положительно коррелировала с содержанием в донных отложениях фракций «средняя галька — крупный гравий» ( $r = 0.86$ ) и «мелкий гравий» ( $r = 0.92$ ), а также отрицательно коррелировала с долей крупной гальки ( $r = -0.90$ ). Количество ила повсеместно было минимальным, поэтому, видимо, никак не влияло на выбор участков размножения.

Таким образом, нерестующая ранняя и поздняя горбуша в обследованных бассейнах различалась поведением. Если производители поздней группировки для включения в состав своих нерестовых бугров оптимальных по размеру и водопроницаемости фракций предпринимали активную расчистку дна, то ранняя группировка, которой для размножения доступны значительно большие площади, искала места размножения на участках с оптимальным составом нерестового субстрата.

**Таблица 4.** Фракционный состав (%) бугров горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* на разных нерестилищах\*.

Год	Водотоки		Фракции, мм						
			50-100	20-50	2-20	1-2	0.1-1	<0.1	
2010	1	р. С. Семячик	ниж. теч.	30.4	20.9	28.1	16.2	3.6	0.8
			сред. теч.	47.8	26.8	11.5	10.1	3.2	0.6
	2	руч. Бармотина	ниж. теч.	-	3.6	10.0	60.2	24.3	1.9
			руч. Рыжкин ключ	ниж. теч.	-	3.3	9.3	58.0	27.9
2011	1	р. Тихая	ниж. теч.	12.0	25.4	22.2	30.3	9.2	0.9
			сред. теч.	16.0	20.7	21.0	20.9	20.5	0.8
	3	руч. Короткий ключ	ниж. теч.	18.7	18.1	22.1	35.2	5.5	0.4
			сред. теч.	36.5	28.9	18.0	12.6	3.7	0.3
	2	руч. Лесной	ниж. теч.	13.4	19.1	25.9	36.1	5.2	0.3
			руч. Ольховый	ниж. теч.	-	6.0	4.6	63.5	24.8
		руч. Извилистый	ниж. теч.	-	12.9	13.3	50.7	21.1	2.0

\* Примечание: 1 — главное русло, 2 — вулканические притоки, 3 — типичные нерестовые притоки.

### Заключение

Горбуша центральной части Кроноцкого залива характеризуется низкой численностью и неравномерным распределением по нерестилищам. Плотность нереста на однотипных участках русел одного бассейна различалась в год подхода многочисленного поколения в десятки раз. Причиной такого неравномерного заполнения потенциально доступных нерестилищ является разделение нерестового стада на 2 группировки, различающиеся сроками хода и биологией размножения. Первая занимает нижнее — среднее течение большинства рек и ручьев района, выбирая для размножения участки дна с максимальным содержанием мелкой гальки и крупного гравия и избегая участков с менее подходящим нерестовым субстратом. Вторая, малочисленная группировка в своем размножении приурочена к вулканическим ручьям, дно которых покрыто подвижными песчаными наносами, требующими активной расчистки перед нерестом. Перекапывая грунт, горбуша очищает его от мелкофракционных наносов, повышая тем самым качество нерестового субстрата и расширяя собственные нерестовые площади. Обособленность мест и смещенность сроков размножения группировок приводят к появлению устойчивых фенетических отличий, проявляющихся

в степени пятнистости хвостового стебля и частотах встречаемости вариантов рисунка на хвостовом плавнике. Полученные данные говорят об уникальности структуры нерестовых скоплений горбуши в водотоках этого вулканического района.

Автор благодарен С. Р. Чалову, Ю. В. Сорокину (ВНИРО) и О. О. Коваль (КамчатНИРО), участвовавшим в сборе материала, а также руководству Кроноцкого государственного природного биосферного заповедника за помощь в проведении экспедиции. Работа выполнена при финансировании гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых МК-775.2010-4.

### Литература

- Алтухов Ю. П. Генетическая дифференциация и популяционная структура горбуши сахалино-курильского региона / Ю. П. Алтухов, Е. А. Салменкова, В. Т. Омельченко и др. // Биология моря. — 1983. — № 2. — С. 44–51.
- Глубоковский М. К. Эволюционная биология лососевых рыб. — М.: Наука, 1995. — 343 с.
- Животовский Л. А. Генетическая дифференциация горбуши / Л. А. Животовский, М. К. Глубоковский, Р. М. Викторовский и др. // Генетика. — 1989. — Т. 25. — № 7. — С. 1261–1274.
- Константинов А. С. Общая гидробиология. — М.: Высш. школа, 1986. — 472 с.
- Леман В. Н. Экологическая и видовая специфика нерестилищ тихоокеанских лососей р. *Oncorhynchus* на Камчатке // Чтения памяти В. Я. Леванидова. — 2003. — Вып. 2. — С. 12–34.
- Макоедов А. Н. Популяционная фенетика рыб / О. Б. Коротаева. — М.: Психология, 1999. — 279 с.
- Макоедов А. Н. Методы популяционно-фенетического исследования горбуши по вариантам рисунка на хвостовом плавнике / А. Н. Макоедов, Г. А. Агапова // Биология моря. — 1991. — № 5. — С. 92–94.
- Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. — М.: Пищепромиздат, 1966. — 270 с.
- Чалов Р. С. Русловые исследования. — М.: МГУ, 1995. — 106 с.
- Чебанов Н. А. Поведенческие механизмы плотностной регуляции у тихоокеанских лососей рода *Oncorhynchus* в нерестовый период. 2. Анализ результатов полевых экспериментов с производителями горбуши *O. gorbuscha* // Вопр. ихтиологии. — 1994. — Т. 34. — № 4. — С. 526–533.
- Pritchard A. L. Efficiency natural propagation of the pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) in McClinton creek // J. Fish. Res. Board Can. — 1948. — V. 12. — № 5. — P. 224–236.

МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ОЗЕРА КРОНОЦКОЕ  
В ИЮЛЕ 2011 Г.

А. В. Дебольский<sup>1</sup>, В. М. Степаненко<sup>1,2</sup>, Г. Н. Маркевич<sup>3</sup>,  
И. Д. Еремина<sup>1</sup>, Н. Е. Чубарова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> МГУ им. М. В. Ломоносова, Географический факультет

<sup>2</sup> МГУ им. М. В. Ломоносова, Научно-исследовательский  
вычислительный центр

<sup>3</sup> ФГБУ «Кроноцкий государственный заповедник»

**Ключевые слова:** Кроноцкий заповедник, Кроноцкое озеро, микроклимат.

В настоящей работе представлены предварительные результаты анализа комплексных метеорологических наблюдений, которые проводились на оз. Кроноцкое с июня по сентябрь 2011 г. Целесообразность этих наблюдений диктуется, с одной стороны, слабой изученностью метеорологического режима данного района; а с другой — потенциальной перспективностью использования климатических ресурсов для практических нужд заповедника, в первую очередь ветровой и солнечной энергии. Слабая изученность обусловлена тем, что две метеорологические станции Росгидромета, находящиеся на территории Кроноцкого заповедника, — Кроноки и Семячик, — расположены на морском побережье, так что континентальные районы оказываются не охваченными данными наблюдений. Сложное сочетание орографических условий, высокой неоднородности подстилающей поверхности (в терминах температуры поверхности, ее шероховатости), обусловленной наличием водных объектов и разных типов растительности, приводит к формированию сложного микрометеорологического режима, в условиях которого проявляется ряд слабоизученных физических механизмов, приводящих, в частности, к частому образованию туманов. Развитие адекватного физико-математического описания этих механизмов и соответствующих вычислительных технологий будет полезно для применения во многих районах высоких широт с сочетанием орографической и гидрологической неоднородности поверхности. Наряду с выявлением закономерностей микроклиматического режима в окрестности оз. Кроноцкое, основной задачей данной работы являлась оценка влияния извержения вулкана

Кизимен на метеорологические аспекты экологии озера. Отметим, что, насколько известно авторам, метеорологические экспедиционные наблюдения проводятся в данном районе впервые после прекращения работы экспедиции Ленгидропроекта (1976 г.).

Комплексные метеорологические наблюдения на оз. Кроноцком охватывают период с 8 июля по 2 августа 2011 г. Были выполнены следующие типы измерений:

- для оценки микроклиматических различий — высокодискретные измерения основных метеорологических величин посредством автоматических метеостанций (АМС) в различных точках озера и регулярные измерения температурного режима поверхности почвы в базовой точке.
- для изучения влияния вулкана — фотометрические наблюдения оптической толщины аэрозоля и сбор проб атмосферных осадков для их последующего химического анализа.

Для микроклиматических измерений были выбраны 3 точки в районе озера, на которых были установлены автоматические метеостанции Davis Vantage Pro: (1 — станция на кордоне «Исток», 2 — станция на острове Державина, 3 — станция вблизи устья реки Лиственничной).

АМС фиксировали значения температуры, влажности воздуха, скорости и направления ветра, потока суммарной радиации и индекса ультрафиолетовой радиации, давления на уровне 2 м над подстилающей поверхностью. Измерения производились с дискретностью 5 минут. Кроме того, на станции 1 с помощью напочвенных термометров наблюдателем измерялись максимальная, минимальная и срочная температура поверхности почвы, а также (поскольку АМС на этой станции не была оснащена соответствующим датчиком) суммарная радиация. Измерения наблюдателем производились каждые 3 часа, за исключением срока 3:00 по местному времени.

После окончания основного периода наблюдений, с 3-го августа до конца сентября, продолжались регулярные наблюдения АМС на точках 2 и 3 (эти данные здесь не обсуждаются).

В целом данные измерений демонстрируют микроклиматические различия, характерные для участков, в разной степени удаленных от достаточно большого водного объекта. Можно утверждать, что остров Державина, находящийся в северной половине озера, достаточно мал (менее 1 км<sup>2</sup>), чтобы оказать существенное влияние на сформировавшийся над озером поток воздуха, а, с учетом преобладающих в июле

2011 г. юго-восточных ветров, микроклимат станции на кордоне «Исток» имеет более «континентальный» характер. Это отражается как в осредненных за период наблюдений данных, так и в суточном ходе метеоэлементов. Так, в среднем за период экспедиции температура воздуха на кордоне оказалась выше на 0.4 °С, чем на острове, и составила соответственно 10.0 °С и 9.6 °С, в то время как различия в максимальной суточной температуре достигают 6.7 °С при условии длительного отсутствия облачности. Также закономерно и то, что суточные амплитуды температуры воздуха значительно больше по данным АМС на кордоне «Исток», поскольку суточная амплитуда температуры почвы здесь выше, чем амплитуда температуры поверхности озера.

Средняя скорость ветра на кордоне «Исток», благодаря большей шероховатости поверхности, меньше, чем на о. Державина на 0.6 м/с (средние значения составили 2.3 и 2.9 м/с, соответственно). Суточный ход скорости ветра на острове Державина имеет большую амплитуду, чем на кордоне. Максимальная скорость ветра за июль 2011 г. превысила 12 м/с. На обеих станциях преобладающим являлся ветер юго-западного направления, что определяется конфигурацией барического поля синоптического масштаба.

Что касается относительной влажности, то на кордоне «Исток» она оказалась немного выше, чем на острове Державина (92 % против 87 % в терминах средних величин). Этот факт нельзя обойти вниманием, однако его физическое объяснение требует более детального анализа. Различие же суточного хода относительной влажности на двух точках (в частности суточная амплитуда) в значительной степени объясняется разницей суточного хода температуры.

Предварительный анализ химического состава осадков и фотометрических измерений аэрозольной оптической толщины свидетельствует об очень малом влиянии выбросов аэрозоля вулканом Кизимен на метеорологический режим котловины оз. Кроноцкое. Это объясняется, в частности, преобладающим направлением ветра, переносимым шлейф вулкана в противоположную от озера сторону.

Авторы выражают благодарность сотрудникам Метеорологической обсерватории МГУ И. Д. Ереминой и Н. Е. Чубаровой за содействие в осуществлении измерений химического состава осадков и актинометрических наблюдений.

## СОСТАВ ИХТИОФАУНЫ, РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И МИГРАЦИИ МОЛОДИ РЫБ В БАССЕЙНЕ КУРИЛЬСКОГО ОЗЕРА И РЕКИ ОЗЕРНОЙ (ЮЖНАЯ КАМЧАТКА)

Е. А. Кириллова<sup>1,2</sup>, П. И. Кириллов<sup>1,2</sup>, Д. С. Павлов<sup>1</sup>, А. О. Звездин<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН  
<sup>2</sup> ФГБУ «Кроноцкий государственный заповедник»  
e-mail: ekirilova@sevin.ru, pkirillov@sevin.ru

**Ключевые слова:** ихтиофауна, распределение, миграции, Курильское озеро, река Озерная.

Курильское озеро известно как нерестово-нагульный водоём крупнейшего в мире стада нерки *Oncorhynchus nerka*. Нерка — ключевой элемент экосистемы Курильского озера, и ценнейший промысловый ресурс.

Помимо нерки, в озере, его притоках и вытекающей из озера р. Озерной, по данным В. Ф. Бугаева (Бугаев и др., 2009) обитают 4 вида тихоокеанских лососей (горбуша *O. gorbusha*, кета *O. keta*, кижуч *O. kisutch*, чавыча *O. tshawytscha*), голец — арктический голец *Salvelinus alpinus complex* и кунджа *S. kundzha*, жилая форма трёхиглой колюшки *Gasterosteus aculeatus* (форма *leiurus*) и девятииглая колюшка *Pungitius pungitius*.

Нерка, в связи с её высоким промысловым значением, на протяжении многих лет является объектом разносторонних исследований. Причём основное внимание уделяется половозрелым особям. Исследования молоди нерки в основном затрагивают смолтов — особей, мигрирующих в море. Ихтиофауна озера в целом, распределение рыб, их миграции, межвидовые отношения изучены слабо.

Цель настоящего исследования состоит в комплексном изучении ихтиофауны оз. Курильского и р. Озерной.

В задачи исследования входило: определение видового состава рыбного населения, изучение биотопного распределения рыб и их миграций.

### Материалы и методы

Материал для данного исследования (разновозрастная молодь лососевых, половозрелые особи и молодь колюшек) был собран в июне—августе 2011 г. в Курильском озере, его притоках (ручье Золотой ключ, р. Этамынк и др.), р. Озерной (в верхнем и среднем течении).

Для исследования состава ихтиофауны сбор проб проводили в озере и р. Озерной в отдельных биотопах, отличающихся гидрологическими и геоморфологическими характеристиками. В озере в силу ограниченных технических возможностей обловы проводили на литорали и в устьях притоков. Из притоков озера более других изучен ручей Золотой ключ в его нижнем течении. В р. Озерной обловы проводили в прибрежье основного русла, небольших протоках (временных и постоянных), крупных заливах (в т. ч. заболоченных).

Для отлова рыб применяли сети Киналёва, сачки, мальковые вентеры, конусные ихтиопланктонные сети, мальковый бредень, спиннинг.

Пойманных рыб просчитывали, устанавливали их видовую принадлежность. Отбирали репрезентативные выборки доминирующих в данном биотопе видов для последующей камеральной обработки.

При исследовании миграций рыб руководствовались стандартными методиками (Павлов и др., 1981), в дополнение к которым применяли методы фото- и видеосъёмки и визуальные наблюдения.

### Результаты и их обсуждение

Рыбное население бассейна Курильского озера и р. Озерной в её верхнем и среднем течении представлено преимущественно разновозрастной молодью лососевых рыб. Половозрелые рыбы присутствуют в водоёме ограниченный период времени — во время нереста. Тихоокеанские лососи после единственного нереста погибают, гольцы — в большинстве своём мигрируют на нагул в море. При обловах нами обнаружена молодёжь четырёх видов тихоокеанских лососей (нерки, кеты, кижуча, горбуши) и только одного вида гольца (мальмы). Мы придерживаемся мнения о том, что реки Западной Камчатки населяет подвид мальмы — северная мальма *Salvelinus malma malma* (Богуцкая, Насека, 2004), а не арктический голец *S. alpinus*. Данные виды не только разобщены географически, но и имеют значимые генетические различия (Омельченко, 2005). Также обловы подтвердили наличие локальных популяций трёхиглой и девятииглой колюшки.

Известно, что нерестилища нерки расположены в основном на литорали Курильского озера (71 %), по всему периметру (Крохин, Крогиус, 1937; Остроумов, 1970); мальма нерестится в многочисленных притоках Курильского озера и реки Озерной. Ранняя молодёжь лососевых первое время не покидает нерестилищ, поэтому распределение сеголетков лососевых соответствует расположению нерестилищ.

Разновозрастная молодёжь нерки до миграции в море нагуливается в пелагиали Курильского озера. В первый год жизни, вскоре после выхода из гнёзд молодёжь нерки начинает миграцию в нагульный водоём. Миграция из притоков озера происходит в форме покатной миграции (вниз по течению). Она длится очень кратковременный период — уже ко второй декаде июня в реках и ручьях, впадающих в озеро, сеголетков нерки не остаётся (Кириллова и др., 2010; Павлов и др., 2010; Кириллова, Павлов, 2011). Так, в 2010 г. в ручье Золотой ключ до 14 июня было поймано всего 10 сеголетков нерки, в 2011 г. за аналогичный период не поймано ни одного. Ранняя миграция сеголетков нерки в озеро, очевидно, обусловлена неудовлетворительными гидравлическими условиями (высокие скорости течения, недостаток подходящих укрытий) и условиями питания (отсутствие или незначительное количество планктонных организмов) в малых водотоках (Кириллова, Павлов, 2011).

В верхнем течении р. Озерной (на протяжении 6 км от истока) расположены нерестилища нерки. Молодёжь нерки первого года жизни, выйдя из грунта, мигрирует вверх по течению в озеро (Бугаев и др., 2009; Павлов и др., 2010; Кириллова, Павлов, 2011). Миграция длится с конца мая до середины сентября. Сеголетки нерки тянутся стаями от 10 до 500 особей вдоль левого берега реки, периодически заходя в прибрежные заливы для отдыха и питания. В истоке реки Озерной у левого берега в зоне обратного течения сеголетки нерки образуют плотное скопление (Бугаев и др., 2009; Павлов и др., 2010), из головной части которого мальки один за одним выходят в озеро.

Сравнивая данные об интенсивности миграции из реки в озеро, установлено, что в многоводном 2011 г., по сравнению с маловодным 2010 г. чёткие ходовые стаи в прибрежье появились значительно позже, когда уровень воды начал снижаться и стали пересыхать заливы — убежища молоди.

Помимо миграции вверх по течению, в р. Озерной у сеголетков нерки происходит миграция вниз по течению. О том, что это именно миграция, а не пассивный снос мальков течением, говорит чёткая суточная ритмика миграции и морфо-биологические показатели покатников (Павлов и др., 2010; Кириллова, Павлов, 2011). Биологическое значение этого явления остаётся невыясненным: если выход сеголетков в море и происходит, то в возврате такие рыбы отсутствуют (Бугаев и др., 2009).

Доходят ли сеголетки нерки из верховьев р. Озерной в её среднее и нижнее течение и тем более в эстуарий реки — предстоит уточнить.

Вероятно, сеголетки нерки мигрируют в среднее и особенно нижнее течение Озерной из притоков, в которых известны небольшие нерестилища нерки. Во второй декаде июня в среднем течении Озерной мы отмечали немногочисленных сеголетков нерки, впоследствии до конца июля на данном участке реки они не встречались и в конце июля появились снова (рис. 1). Также в конце июля сеголетки нерки появились в эстуарии р. Озерной (по устному сообщению В. К. Нездолия).



Рис. 1. Состав ихтиофауны и его динамика в среднем течении р. Озерной

Вместе с молодь нерки в прибрежье р. Озерной в верхнем течении встречаются сеголетки и годовики мальмы (1–3 экз. на 1 м<sup>2</sup>). В заливах молодь нерки держится в толще воды, опускаясь ко дну только с наступлением сумерек. Мальма всегда занимает придонное положение. Также в стаях сеголетков нерки встречаются единичные особи трёх- и девятиглай колюшки (доля колюшек относительно сеголетков нерки составляет не более 2 %).

Молодь нерки старших возрастных групп выходит из озера в реку только в период миграции в море (т. н. «ската»). Скат нерки длится с мая до начала августа. Смолты держатся стаями от 10 до 1000 шт. в толще воды и никогда не встречаются в прибрежье. Миграция их происходит преимущественно ночью, хотя не прекращается в дневное время.

Молодь мальмы обитает как в Курильском озере, так и в притоках озера и реки Озерной. Часть молоди первого года жизни из водотоков мигрирует в озеро (Кириллова и др., 2010, Кириллова, Павлов, 2011). Миграция сеголетков мальмы происходит с начала июня по конец июля (с максимумом в начале июня) и завершается к началу нерестового хода нерки в притоки.

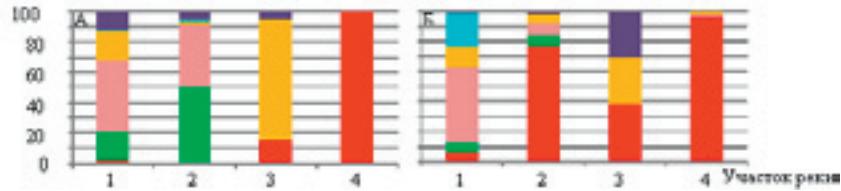
Молодь мальмы старших возрастных групп совершает миграции из водотоков в озеро и обратно в летний период. Эти миграции, по-видимому, приурочены к нерестовому ходу нерки: разновозрастная мальма питается икрой. Так, в июле в устьях притоков озера скапливается разновозрастная молодь мальмы и карликовые самцы, в августе—сентябре она в изобилии присутствует на литорали озера и в верхнем течении р. Озерной.

С появлением на литорали озера и в прибрежье в верхнем течении р. Озерной производителей нерки и крупной молоди мальмы, началась отколёвка сеголетков нерки на более глубокие участки — в сублитораль (за пределы нерестилищ нерки) и впоследствии (в конце сентября) в пелагиаль озера. В середине августа — начале сентября в прибрежье озера сеголетков нерки практически не осталось. В указанный период сеголетки мальмы переместились к самой кромке берега, где прятались под камни, периодически совершая броски за кормовыми объектами.

В р. Озерной разновозрастная молодь нерки и мальмы разобщена в пространстве: сеголетки нерки и мальмы обитают в прибрежье, смолты нерки — в медиали, в толще воды; крупная молодь мальмы — распределена поперёк русла реки, причём размеры молоди на конкретном участке определяются скоростью течения. Скат смолтов мальмы заканчивается уже к началу лета, потому мы не располагаем сведениями об их распределении и поведении.

Горбуша нерестится в Курильском озере и его притоках, а также на протяжении всей р. Озерной. В урожайные годы в озеро заходят сотни производителей. Весной сеголетки горбуши отмечаются в верхнем течении р. Озерной единично: попадают в ночное время в ихтиопланктонные сети и встречаются в прибрежье, в стаях сеголетков нерки. В среднем течении р. Озерной, несмотря на утверждение А. Г. Остроумова о том, что «большая часть дна занята нерестилищами» горбуши (Остроумов, 1970), сеголетков этого вида мы не встречали. Возможно также, что молодь горбуши очень рано, до начала наших наблюдений скатывается в море, что свойственно данному виду.

Молодь кеты распространена на всём протяжении р. Озерной в соответствии с расположением нерестилищ данного вида, которые начинаются в 6 км от истока р. Озерной (Остроумов, 1970). На отдельных участках (например в 15 км от истока р. Озерной, где достоверно известно крупное нерестилище кеты) доля молоди кеты в рыбном сообществе составляет до 70 % (рис. 1, 2).

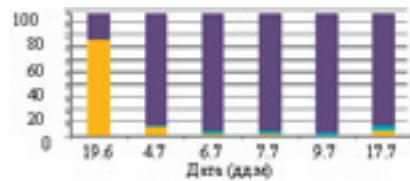


**Рис. 2.** Состав ихтиофауны в среднем и верхнем течении р. Озерной (1—15 км от истока, 2 — среднее течение, 12 км от истока, 3 — устье р. Жареной, правого притока Озерной, 4,5 км от истока; 4 — залив в основном русле, выше устья р. Жареной.), 4,5 км от истока. 16 июня (А) и 27 июля (Б) 2011 г. Обозначения как в рис. 1

Кижуч, в отличие от кеты, нерестится в небольших притоках р. Озерной (Жареная, Кижучёвка) и в крупных притоках Озера (р. Этамынк, Средняя, Хакицын) — по устному сообщению А. В. Маслова. Молодь кижуча нагуливается в нерестовых реках и на литорали озера. Интересно отметить, что осенью на литорали озера вблизи рек, где нерестится кижуч (Этамынк, Хакицын), молоди нерки не отмечено вовсе, а сеголетки и годовики кижуча были многочисленны (соотношение молоди кижуча и мальмы составляло 1 : 20).

В р. Озерной молодь кижуча первого года жизни во множестве встречается у устьев притоков реки (2 км от устья и ниже). В среднем течении сеголетки кижуча держатся в смешанных стаях с неркой, либо стаями под корягами, среди затопленной растительности (рис. 1, 2).

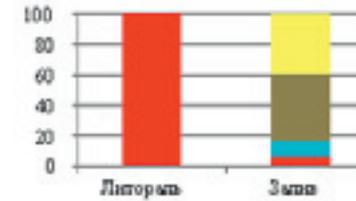
Молодь кижуча старших возрастных групп в озере в середине лета мигрирует в низовья нерестовых притоков и, по-видимому, совершает миграции вдоль берега озера к устью р. Озерной. Так, в начале июля в устье Золотого ключа появилась молодь кижуча возрастных групп 1+–3+, имеющая признаки смолтификации (рис. 3). Возможно, эта молодь в ходе миграции к устью Озерной зашла в ручей для отдыха и питания.



**Рис. 3.** Видовой состав ихтиофауны и его динамика в устье ручья Золотой ключ. Обозначения как в рис. 1

Смолты кижуча встречаются в р. Озерной начиная со второй декады июля: небольшими стаями по 10–20 особей они сплывают вниз по течению. Примечательно очень позднее начало ската кижуча из Курильского озера, по сравнению с другими водоёмами Камчатки и Дальнего Востока (Кириллова, 2009), что, по-видимому, связано с особенностями условий нагула в озере.

Следует отметить особое значение некоторых участков озера для нагула молоди кижуча и других видов. На северном берегу озера у подножья вулкана Ильинский есть выходы термальной воды (т. н. Тёплая бухта). В прибрежье температура воды достигает 35 °С. На литорали бухты нагуливаются сеголетки нерки (на границе тёплого и холодного слоёв воды). В восточной стороне бухты расположен частично заболоченный залив, в котором обитает и нерестится девятииглая колюшка, и нагуливается молодь кижуча. В Тёплую бухту не впадают рек и нет нерестилищ лососевых (по устному сообщению А. В. Маслова). Очевидно, молодь кижуча и нерки приходит в бухту на нагул из других участков озера (рис. 4).



**Рис. 4.** Видовой состав ихтиофауны в Тёплой бухте (Курильское озеро), июль 2011 г. Обозначения как в рис. 1

Колюшки — девятииглая и трёхиглая занимают особые биотопы в бассейне Курильского озера и р. Озерной: заболоченные, заросшие водными макрофитами заливы и заводи, пересыхающие протоки. Эти биотопы отличаются высокой температурой воды и сравнительно низким содержанием кислорода, поэтому молодь лососевых избегает их. Только в устьях заливов и проток «отстаиваются» сеголетки нерки.

Девятииглая колюшка постоянно обитает в типовых биотопах. В бассейне Курильского озера есть небольшие изолированные пруды и озерца (как, например, на мысе «Травяной» (Сиюшк), в юго-западной части озера), в которых, по-видимому, обитают локальные популяции девятииглой колюшки.

Трёхиглая колюшка обитает на литорали Курильского озера, где питается бентосными организмами (Введенская, Травина, 2001). Для нереста

и нагула ранней молоди трёхиглая колюшка использует не только заболоченные заливы и протоки, но и затопленную водой в половодье растительность. После нереста трёхиглая колюшка совершает массовые нагульные миграции вдоль берегов озера. Так, 8 августа 2011 г. мы наблюдали трёхиглую колюшку, сплошной лентой тянущуюся вдоль восточного берега мыса «Травяной» к его оконечности. Вопрос о протяженности миграций трёхиглой колюшки и её распределении в озере остаётся открытым. В связи с обнаружением массовых скоплений этого вида и его обитанием в озере, особый интерес представляют межвидовые отношения вида с молодью нерки и мальмы, нагуливающимися в озере.

### Заключение

В результате проведённых исследований уточнён видовой состав ихтиофауны и получены первые сведения по биотопному распределению рыб в бассейне Курильского озера и р. Озерной. Практически незатронутым остался вопрос о распределении рыб в пелагиали и на больших глубинах озера. Ихтиофауна Курильского озера и р. Озерной отличается видовой бедностью и стабильно высокой численностью доминирующих видов, что, по-видимому, является следствием разобщенности в пространстве различных видов и даже рыб различных возрастных классов одного вида.

В дальнейшем изучение распределения, внутри- и межвидовых отношений, выявление структур популяций доминирующих видов позволят раскрыть ранее неизвестные экологические, морфологические и этологические механизмы становления биологического разнообразия ихтиофауны изучаемых водоёмов. Сведения могут быть полезны как в прикладных исследованиях, ориентированных на рациональное использование популяций рыб бассейна Курильского озера и р. Озерной, так и в природоохранной деятельности, т. к. описания экосистемы Курильского озера, как репера, помогут оценивать изменения её состояния в будущем и принимать соответствующие меры при обнаружении отклонений от исходного состояния.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ (11-04-00686-а); грантов Федерального агентства по науке и инновациям в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг. (госконтракты 02.740.11.0280, 02.740.11.0165, 02.740.11.0174, 16.740.11.0617); программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Биоразнообразие»; программ Президента РФ:

«Ведущие научные школы» (НШ-3231.2010.4), «Господдержка молодых российских ученых» (МК-3682.2011.4).

### Литература

Богуцкая Н. Г. Каталог бесчелюстных и рыб пресных и солоноватых вод России с номенклатурными и таксономическими комментариями / Н. Г. Богуцкая, А. М. Насека. — М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. — 389 с.

Бугаев В. Ф. Озерновская нерка (биология, численность, промысел) / В. Ф. Бугаев, А. В. Маслов, В. А. Дубынин. — Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2009. — 156 с.

Введенская Т. Л. Роль донной фауны беспозвоночных оз. Курильское в питании молоди нерки *Oncorhynchus nerka* / Т. Л. Введенская, Т. Н. Травина // Вопросы ихтиологии. — 2001. — Т. 41. — № 4. — С. 518–524.

Кириллова Е. А. Покатная миграция молоди кижуча *Oncorhynchus kisutch* (закономерности и механизмы): автореф. дис... канд. биол. наук / Е. А. Кириллова. — ИПЭЭ РАН. — 2009. — 22 с.

Кириллова Е. А. Первичное расселение ранней молоди мальмы *Salvelinus malma* и нерки *Oncorhynchus nerka* в ручье Золотой ключ (бассейн оз. Курильское) / Е. А. Кириллова, Е. В. Лепская, П. И. Кириллов // Материалы XI международной научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения выдающихся российских ихтиологов А. П. Андрияшева и А. Я. Таранца. — Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2010. — С. 266–269.

Кириллова Е. А. Миграции молоди нерки *Oncorhynchus nerka* и мальмы *Salvelinus malma* первого года жизни в водотоках бассейна Курильского озера / Е. А. Кириллова, Д. С. Павлов // Чтения памяти В. Я. Леванидова. — Вып. 5. — Владивосток: Дальнаука, 2011. — С. 209–217.

Крохин Е. М. Очерк Курильского озера и биологии красной *Oncorhynchus nerka* (Walb.) в его бассейне / Е. М. Крохин, Ф. В. Крогиус // Труды тихоокеанского комитета. — Т. V. — Курильское озеро. — М.; Л.: Изд-во Академии наук СССР, 1937. — 187 с.

Омельченко В. Т. Гольцы рода *Salvelinus* Richardson (Salmoniformes, Salmonidae): генетическая дивергенция популяций Северо-Востока и Дальнего Востока России / В. Т. Омельченко // Чтения памяти В. Я. Леванидова. — 2005. — Вып. 3. — С. 492–509.

Остроумов А. Г. Результаты аэровизуального учета и аэрофотосъемки красной и ее нерестилищ в бассейне оз. Курильского / А. Г. Остроумов // Изв. ТИНРО. — 1970. — Т. 78. — С. 17–32.

Павлов Д. С. Миграции ранней молоди нерки *Oncorhynchus nerka* в реке Озерная (юго-западная Камчатка) / Д. С. Павлов, Е. А. Кириллова, Е. А. Шевляков, А. В. Маслов // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Материалы XI международной научной конференции, посвященной

.....  
100-летию со дня рождения выдающихся российских ихтиологов А. П. Андрияшева и А. Я. Таранца. — Петропавловск-Камчатский : Камчатпресс, 2010. — С. 290–293.

*Павлов Д. С.* Покатная миграция молоди рыб в реках Волга и Или / Д. С. Павлов, В. К. Нездолий, Р. П. Ходоревская, М. П. Островский, И. К. Попова. — М. : Наука, 1981. — 320 с.

Научное издание

**ТРУДЫ**  
КРОНОЦКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО  
БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА

*Выпуск II*

Ответственный редактор В. Мосолов  
Корректор М. Гаврик  
Оригинал-макет Д. Злотникова

Подписано в печать 7.08.2012 г.  
Формат 60 x 84/16. Бумага офсетная.  
Гарнитура «Myriad Pro». Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 13,3. Тираж 500 экз. Заказ № КПХ-12-0175.

Издательство «Камчатпресс».  
683017, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Кроноцкая, 12а. [www.kamchatpress.ru](http://www.kamchatpress.ru)

Отпечатано в ООО «Камчатпресс».  
683017, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Кроноцкая, 12а