



Министерство природных ресурсов  
и экологии Российской Федерации



Выпуск 5

# ТРУДЫ

Кроноцкого государственного природного  
биосферного заповедника



Министерство природных ресурсов и экологии  
Российской Федерации

# ТРУДЫ

КРОНОЦКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
ПРИРОДНОГО БИОСФЕРНОГО  
ЗАПОВЕДНИКА

*Выпуск 5*



Петропавловск-Камчатский  
2017

УДК 502.4  
ББК 28.088л6

**Труды Кроноцкого государственного природного биосферного заповедника. Выпуск 5** / ред. А. М. Токранов. — Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2017. — 174 с.

ISBN 978-5-9610-0298-0

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 978-5-9610-0298-0**

© Коллектив авторов, 2017  
© ФГБУ «Кроноцкий государственный заповедник», 2017

---

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение</b> .....	5
-----------------------	---

### **Биоразнообразие уникальных экосистем**

*Е. И. Беккер*

Ветвистоусые ракообразные (crustacea: cladocera) некоторых водоемов Кроноцкого заповедника .....	7
---	---

*Е. В. Есин, Г. Н. Маркевич, Н. О. Мельник*

Морфологическая специфика «каменного» гольца ( <i>Salvelinus</i> , Salmonidae) бассейна реки Камчатка .....	13
--	----

*А. В. Завадская, И. Н. Семенов, В. В. Крупская, С. В. Закусин, Д. М. Паничева*

Трансформация почвенного и растительного покровов термальных экосистем под действием температурного фактора (на примере долины реки Гейзерной, Кроноцкий заповедник) .....	26
--	----

*А. Ю. Левых*

Мелкие млекопитающие в биомониторинге экосистем долины реки Гейзерной .....	39
--	----

*Л. Е. Лобкова, В. И. Лобанова, В. Б. Семёнов*

Стафилиныды (Coleoptera, Staphylinidae) Кроноцкого заповедника и сопредельных территорий камчатки. Дополнение 3 .....	54
--	----

*В. Ю. Нешатаева, В. Ю. Нешатаев, М. С. Откидач*

Пойменные леса Парापольского участка Корякского заповедника (Пенжинский р-н Камчатского края) .....	82
--	----

### **Изучение гидротермальных комплексов Узон-Гейзерного района**

*А. В. Кирюхин, В. А. Дроздин*

К вопросу о механизме извержений гейзера Великан .....	96
--	----

*А. М. Нечаев*

Камерная модель гейзера и предполагаемые конфигурации питающих систем некоторых гейзеров Камчатки .....	104
--	-----

*Т. В. Рычкова, В. М. Сугробов, А. В. Кирюхин, О. Б. Батаева*

Изменения гидрогеохимического режима гейзеров в результате эволюционных и катастрофических процессов .....	117
---	-----

### **Современный вулканизм и его последствия**

*Е. В. Лепская, О. Б. Тепнин, А. Г. Бондарь, К. В. Лепский,*

*В. В. Митринюк, В. А. Русанова, М. В. Походина, В. Д. Свириденко*

Ибиогенные элементы в водных вытяжках из пеплов влк. Камбальный извержения весной 2017 г. (Южно-Камчатский заказник) .....	126
---	-----



*Е. В. Лепская, А. Г. Бондарь, М. В. Походина, В. А. Русанова, В. Д. Свириденко*  
Ранневесенний биогеогенный сток южных притоков  
Курильского озера в 2017 г.....133

**Эколого-экономическая оценка природных ресурсов**

*А. В. Завадская, В. А. Сажина, О. А. Шувалова, Е. А. Николаева*  
Опыт экономической оценки экосистемных услуг и природных ресурсов  
Кроноцкого заповедника и Южно-Камчатского заказника ..... 140

**Краткие сообщения**

*Ф. В. Казанский*  
Большая выпь и Мандаринка – новые виды авифауны  
Кроноцкого заповедника .....158

**Аннотации ..... 160**

---

## ВВЕДЕНИЕ

5-й Сборник трудов Кроноцкого заповедника посвящен 100-летию заповедной системы России.

У Кроноцкого заповедника и Южно-Камчатского федерального заказника до того, как они были официально учреждены 1 ноября 1934 года и 8 апреля 1983 года была своя интересная предыстория.

В связи со значительным истощением промысловых запасов соболя на Камчатке по инициативе знаменитого исследователя Сибири и Дальнего Востока Б.-Т. Дыбовски с 1880 года местными властями были введены ограничительные сроки промысла этого ценного зверька (с 1 марта по 15 октября) и запрещен промысел кулёмками (ловушками давящего типа).

В 1882 году Б.-Т. Дыбовски оформил ходатайство от имени жителей Петропавловского округа, а специально созданная военным губернатором Приморской области И. Г. Барановым комиссия постановила считать местности Кроноки и Асача запретными для соболиного промысла. Никаких специальных средств на контролирование выполнения этого решения не выделялось. Только для охраны бобровых лежбищ (лежбищ каланов) вблизи м. Лопатка на современную территорию Южно-Камчатского заказника с 1892 года направлялись казачьи отряды.

Охране запретных мест способствовали патриархальный уклад и традиции населения: постановление сельского схода или распоряжение старосты считалось обязательным для использования. Кроме того, после неоднократных оспенных эпидемий, в том числе в 1799-1800 годах, эти края были фактически безлюдными. В отличие от Камчатки, для охраны Баргузинского и Саянского заповедников властям пришлось принудительно выселить с их территорий несколько семей эвенков и тофоларов.

Камчадалы – аборигены немногочисленных окрестных селений – добровольно следили за порядком, присматривая за соседями. Руководители полевых отрядов экспедиции Ф. П. Рябушинского в 1908-1909 годы, с трудом находили проводников из долины р. Камчатки в Кроноки, на территории, о которых даже местные знали уже только по рассказам стариков. Жителями селений Толбачик, Щапина и другими запрет строго соблюдался! В Старом Острове (затем п. Завойко),

Петропавловске, Сероглазке, Халактырке и Явине отмечали несколько другие порядки. Признаки браконьерства на кроноцких землях уже были очевидны. Тем не менее, народные дружины действовали. Так, один из жителей Старого Острога после неоднократных предупреждений был выслежен на р. Кроноцкой и застрелен. Его брат, тоже «хищник» (так называли на Камчатке браконьеров), был изловлен в районе Асачи, но избежал уголовного наказания по царской амнистии. После вольного заселения Камчатки с 1912 года и последовавшей вскоре гражданской войны патриархальные устои были опрокинуты.

Но завершим с предысторий.

Обеспокоенное резким сокращением промысловых запасов соболя Российской правительством введено полное запрещение на его добычу с 1913 по 1916 годы. Однако почти сразу стало ясно, что эта мера малоэффективна. Тогда Департамент Земледелия в 1914–1917 годах с целью создания соболиных заповедников направил в Забайкалье, Восточный Саян и на Камчатку три изыскательские экспедиции. Возглавили их известные исследователи: Г. Г. Доппельмаир, Д. К. Соловьев и С. В. Керцелли.

Наиболее успешной оказалась забайкальская экспедиция, по итогам которой 11 января 1917 года (по новому стилю) был официально основан первый в России заповедник, Баргузинский. Именно поэтому в России День заповедников и национальных парков научным сообществом и общественностью отмечается 11 января.

Менее повезло Саянам и Камчатке. На протяжении 5 лет (1915–1919 гг.) территория Саянского заповедника охранялась лишь в качестве заказника, зарезервированного под создание Саянский соболиный заповедник, который был официально создан уже только при Советской власти в 1939 году. В 1951 году он, как и многие заповедники, был закрыт.

Камчатская экспедиция местность Кроноки не посещала, а лишь успела кратко обследовать район Асачи. Кстати, проводником экспедиции был П. В. Крупенин – отец А. П. Крупенина, одного из первооткрывателей Долины гейзеров (14 апреля 1941 г.). Дальнейшим работам помешала революция 1917 года.

Во время гражданского противостояния на Камчатке после установления в 1922 году советской власти, и «белые», и «красные» неоднократно подтверждали заповедный статус Кронок и Асачи, но реальной охраны это не обеспечивало. Впрочем охрана бобровых лежбищ на юге полуострова осуществлялась до 1932 года. Официально учрежден Кроноцкий заповедник был 1 ноября 1934 года. В 1952 и 1961 годах – заповедник упразднили, окончательно он был восстановлен в 1967 году.

С 1965 года, и до снования Южно-Камчатского федерального заказника, Курильское озеро и его бассейн входили в состав заказника областного значения «Курильское озеро».

На современном этапе, выполнив исходные задачи по охране приоритетных объектов, и заповедник, и заказник ориентируются в своей деятельности на комплексный, экосистемный подход к управлению ООПТ.

---

**БИОРАЗНООБРАЗИЕ УНИКАЛЬНЫХ ЭКОСИСТЕМ**  
**ВЕТВИСТОУСЫЕ РАКООБРАЗНЫЕ (CRUSTACEA: CLADOCERA)**  
**НЕКОТОРЫХ ВОДОЕМОВ КРОНОЦКОГО ЗАПОВЕДНИКА**

*Е. И. Беккер*

*ФГБУН «Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН»  
E-mail: evbekker@ya.ru*

**Ключевые слова:** ветвистоусые ракообразные, Cladocera, зоопланктон, биоразнообразие, биогеография

**Введение**

До настоящего времени специальных исследований таксономического разнообразия ветвистоусых ракообразных водоемов Кроноцкого заповедника не проводилось. Опубликованы лишь отрывочные сведения о зоопланктоне некоторых озер Кроноцкого заповедника, полученные в результате очень обстоятельного и важного обзора И. И. Куренкова, посвященного зоопланктону озер Камчатки (Куренков, 1967, 1978, 2005), а также в результате проведения совместных исследований сотрудниками КамчатНИРО и научной группой Г. Н. Маркевича, в основном касающихся оз. Кроноцкого (Бонк и др., 2014; Лепская, Бонк, 2014). В то же время, Берингийский регион (включающий Чукотку, Камчатку, бассейн Колымы, Аляску, Юкон и прилегающие к ним территории) стал одним из основных источников новых фаунистических находок, недавно описанных морфологическими методами таксонов и новых филогрупп, выделяемых на базе генетических методов (Belyaeva, Taylor, 2009; Xu et al., 2009; Bekker et al., 2012; Bekker et al, 2014; Kotov et al, 2016). Кроноцкий заповедник, как часть этого региона, представляет особый интерес для подобных исследований, т. к. на его территории расположено множество небольших водоемов, население которых часто вносит существенный вклад в таксономическое разнообразие некоего региона.



Кроме того, часть из них уникальна по происхождению, температурному режиму и химическому составу воды. При этом, к большому сожалению, фауна ветвистоусых ракообразных этих водоемов до сих пор остается практически неизученной, и целью нашего исследования было восполнить этот пробел.

### **Материалы и методы исследований**

Сбор качественных проб во всех водоемах проводили в летне-осенний период, преимущественно с августа до середины сентября с 2014 по 2016 гг. Через малую планктонную сеть процеживали от 10 до 50 л воды, в зависимости от размера и глубины водоема. На мелководье пробы отбирали при помощи небольшого планктонного сачка. После отбора пробы планктонной сетью или сачком, из нее удаляли всю лишнюю воду (путем дополнительного процеживания через фильтрующую ткань), получившийся «сухой» остаток помещали в пластиковую пробирку объемом 10–15 мл и фиксировали 96 % раствором этилового спирта. В полевой дневник заносили краткое описание характеристик водоема, гидрохимические показатели воды (кислотность, соленость, электропроводность) и GPS-координаты точек отбора проб. Дальнейшую обработку материала производили в лабораторных условиях. Предварительный разбор проб осуществляли при помощи стереоскопического микроскопа Leica MZ 7,5, определение организмов до вида под микроскопом Olympus CX-41.

### **Результаты и их обсуждение**

В 2014 г. нами были начаты исследования, направленные на изучение современной фауны ветвистоусых ракообразных Кроноцкого заповедника. За три сезона с 2014 по 2016 г. было исследовано 84 водоема в разных частях Кроноцкого заповедника (рис. 1).

В результате проведенных исследований в водоемах Кроноцкого заповедника было обнаружено 33 вида ветвистоусых ракообразных, а также несколько не идентифицированных до вида или группы видов представителей родов *Acroperus* Baird, 1843, *Alona* Baird, 1843, *Ceriodaphnia* Dana, 1853, *Ophryoxus* Sars, 1862.

1. *Alona affinis* (Leydig, 1860)
2. *Alona* cf. *kotovi* Sinev, 2013
3. *Alona guttata* Sars, 1862

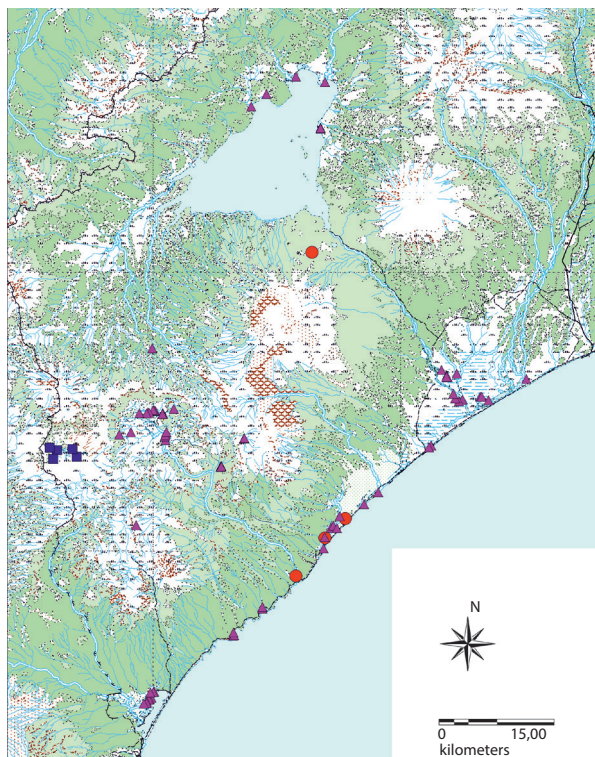
4. *Alona intermedia* Sars, 1862
5. *Alonella excisa* (Fischer, 1854)
6. *Alonella exiqua* (Lilljeborg, 1853)
7. *Alonella nana* (Baird, 1843)
8. *Bosmina* cf. *longirostris* O. F. Müller, 1776
9. *Ceriodaphnia quadrangula* (O. F. Müller, 1785)
10. *Ceriodaphnia reticulata* Jurine, 1820
11. *Chydorus* cf. *biovatus* Frey, 1985
12. *Chydorus* cf. *sphaericus* (O. F. Müller, 1776)
13. *Coronatella rectangula* (Sars, 1862)
14. *Daphnia dentifera* Forbes, 1893
15. *Daphnia pulex* (De Geer, 1778)
16. *Drepanothrix* cf. *dentata* (Eurén, 1861)
17. *Eurycerus macracanthus* Frey, 1975
18. *Eurycerus* cf. *nigracanthus* Hann, 1990
19. *Eurycerus nipponica* Tanaka & Fujita, 2002
20. *Grapholeberis testudinaria* (Fischer, 1848)
21. *Holopedium* cf. *gibberum* Zaddach, 1855
22. *Megafenestra* cf. *nasuta* (Birge, 1879)
23. *Ophryoxus gracilis kolymensis* Smirnov, 1992
24. *Paralona pigra* (Sars, 1862)
25. *Picripleuroxus laevis* (Sars, 1862)
26. *Picripleuroxus striatus* (Schödler, 1862)
27. *Polyphemus* cf. *pediculus* (Linnaeus, 1761)
28. *Scapholeberis mucronata* (O. F. Müller, 1776)
29. *Sida ortiva* (O.F. Müller, 1776)
30. *Simocephalus* cf. *congener* (Koch, 1841)
31. *Simocephalus serrulatus* (Koch, 1841)
32. *Simocephalus* cf. *vetulus* O. F. Müller, 1776
33. *Streblocerus serricaudata* (Fischer, 1849).

Приведенный список видов носит предварительный характер, однако позволяет существенно расширить представления о биоразнообразии ветвистоусых ракообразных не только Кроноцкого заповедника, но и п-ова Камчатка в целом. Кроме общего увеличения числа известных для водоемов заповедника видов, он показывает региональную специфику, т. к. включает в себя наряду с широко распространенными видами представителей Дальневосточной (*E. macracanthus*, *E. nipponica*,

*O. kolymensis* и др.) и Североамериканской фаун (*C. cf. biovatus*, *D. dentifera*, *E. cf. nigracanthus*, *M. cf. nasuta*). Кроме того, были сделаны интересные фаунистические находки: например, кладоцера *Alona cf. kotovi* впервые была отмечена не только в Кроноцком заповеднике и на Камчатке, но и на территории России.

Несмотря на то, что однозначные определения для некоторых видов невозможны в связи с отсутствием полных современных систематических ревизий соответствующих родов и семейств, предварительные определения до группы позволяют наметить направления дальнейших исследований. С особым вниманием необходимо исследовать так называемые «широко распространенные» виды, причем как с помощью морфологических, так и молекулярно-генетических методов, поскольку последние дают не только ответ на вопрос о видовой принадлежности, но и позволяют получить дополнительную био- и филогеографическую информацию. Для ветвистоусых ракообразных, обнаруженных в заповеднике, подобные работы были проведены для самого часто встречающегося в пробах вида – *C. cf. sphaericus*. Исследования этой группы проводились в масштабе всей Северной Палеарктики, в том числе с использованием материала из Кроноцкого заповедника (Kotov et al., 2016). Проведенные молекулярно-генетические исследования с использованием последовательностей митохондриального гена *COI* показали, что на территории Кроноцкого заповедника обитает две генетические группы, которые отличаются от «европейского» *C. sphaericus* по морфологическим (Belyaeva, Taylor, 2009) и по генетическим критериям (Kotov et al., 2016). Эти группы с большой долей вероятности являются двумя отдельными видами. Было установлено, что в водоемах в окрестностях полевого стационара «Синий Дол» встречается группа, которая, по всей видимости, является эндемичной для Камчатки (синие квадраты, рис. 1). В водоемах в окрестностях полевого стационара «Мыс Древних Стоянок», устья р. Шумная и Кроноцкого озера были обнаружены хидорусы, принадлежащие ко второй группе (красные круги, рисунок 1), которая распространена и за пределами Камчатки в Берингском регионе. Интересно, что вторая группа, широко распространенная на Дальнем Востоке, дифференцировалась в Берингии, откуда распространилась не только западнее, но и сильно южнее (до Японии и Кореи).

С высокой долей вероятности можно предположить, что подобные результаты будут получены и для некоторых других таксонов из нашего списка после проведения соответствующих исследований.



**Рис. 1.** Точки отбора проб и география распространения филогрупп *Chydorus cf. sphaericus* на территории Кроноцкого заповедника

### Заключение

Полученные результаты представляют значительную научную ценность, особенно принимая во внимание то, что это лишь предварительный этап обработки материала. Нами была обследована только небольшая часть водоемов Кроноцкого заповедника. С высокой долей вероятности можно утверждать, что в результате дальнейших морфологических и молекулярно-генетических исследований отобранного материала, возможно описание новых видов: будут сделаны новые фаунистические находки для Камчатки и России в целом. Также полученные результаты очень интересны с биогеографической точки зрения, т. к. показывают, что в данном регионе наблюдается смешение фаун:



Североамериканской и Дальневосточной. Очевидно, что видовой состав кладоцер заповедника значительно богаче и необходимо дальнейшее проведение работ по его изучению.

### **Литература**

Бонк, Т. В. О зоопланктоне озера Кроноцкое (Камчатка) / Т. В. Бонк [и др.] // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Владивосток: Дальнаука, 2014. – Вып. 6. – С. 110–117.

Куренков, И. И. Список водных беспозвоночных внутренних водоёмов Камчатки / И. И. Куренков // Изв. ТИНРО. – 1967. – Т. 57. – С. 202–224.

Куренков, И. И. Планктон Кроноцкого озера (Камчатка) / И. И. Куренков // Систематика и биология пресноводных организмов северо-востока Азии. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1978. – Т. 49 (152). – С. 46–55.

Куренков, И. И. Зоопланктон озер Камчатки / И.И. Куренков. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатНИРО, 2005. – 254 с.

Лепская, Е. В. Списки отдельных компонентов пресноводной биоты особо охраняемых территорий Камчатки (Кроноцкий заповедник, Южно-Камчатский заказник) / Е. В. Лепская, Т. В. Бонк // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Тезисы докладов XV международной научной конференции, посвященной 80-летию со дня основания Кроноцкого государственного природного биосферного заповедника. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2014. – Р. 286–290.

Bekker, E. I. A revision of the subgenus *Eurycercus* (*Eurycercus*) Baird, 1843 emend. nov. (Cladocera: Eurycercidae) in the Holarctic with the description of a new species from Alaska / E. I. Bekker [et al.] // Zootaxa. – 2012. – V. / Vol. 3206. – P. 1–40.

Bekker, E. I. New findings of *Eurycercus* Baird, 1843 (Cladocera: Anomopoda) in the Eastern Palaearctic / E.I. Bekker [et al.] // Zootaxa. – 2014. – Т. 3895. – № 2. – P. 297–300.

Belyaeva, M. Cryptic species within the *Chydorus sphaericus* species complex (Crustacea: Cladocera) revealed by molecular markers and sexual stage morphology / M. Belyaeva, D. J. Taylor // Molecular Phylogenetics and Evolution. – 2009. – V. / Vol. 50. – № 3. – P. 534–546.

Kotov, A. A. Phylogeography of the *Chydorus sphaericus* group (Cladocera: Chydoridae) in the Northern Palearctic / A. A. Kotov [et al.] // – V. / Vol. 11. – № 12. – P. e0168711.

Xu, S. The noncosmopolitanism paradigm of freshwater zooplankton: insights from the global phylogeography of the predatory cladoceran *Polyphemus pediculus* (Linnaeus, 1761) (Crustacea, Onychopoda) / S. Xu [et al.] // Molecular Ecology. – 2009. – V. / Vol. 18. – № 24. – P. 5161–5179

## МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ СПЕЦИФИКА «КАМЕННОГО» ГОЛЬЦА (*SALVELINUS*, SALMONIDAE) БАСЕЙНА РЕКИ КАМЧАТКА

Е. В. Есин<sup>1</sup>, Г. Н. Маркевич<sup>1</sup>, Н. О. Мельник<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБУ «Кроноцкий государственный заповедник»

<sup>2</sup>Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова

E-mail: esinevgeniy@ya.ru

**Ключевые слова:** гольцы *Salvelinus*, мальма *S. malma*, микроэволюция, морфология, меристика, эндемизм, Кроноцкий заповедник, Камчатка

### Введение

Гольцы рода *Salvelinus* – необычайно разнообразная группа рыб, образующая на ареале множество эндемичных таксонов, симпатрических форм, экотипов и т. п. (Савваитова, 1989; Klemetsen, 2013). Гольцы стали модельным объектом зоогеографических, экологических и эволюционно-биологических исследований (Knudsen et al., 2017). Центр возникновения и эволюционной радиации группы приурочен к региону Берингии и в частности к – северо-восточному побережью Камчатки (Oleinik et al., 2015). В условиях глобальных похолоданий второй половины плейстоцена крупнейшая река этого участка побережья – р. Камчатка – одна из немногих сохраняла постоянный сток (Черешнев, 1998), в результате чего оказалась местом бурного формо- и видообразования гольцов. По всей видимости, р. Камчатка стала одним из первоначальных центров воспроизводства северной мальмы *Salvelinus malma*, обособившейся от других видов гольцов в бассейне Берингова моря в период 100–10 тыс. лет назад (Oleinik et al., 2013; Yamamoto et al., 2014). В настоящее время бассейн р. Камчатка населен множеством в разной степени обособленных проходных и жилых групп мальмы (Савваитова, 1989). Вместе с жилой бентосоядной мальмой в реке и ее притоках обитает специализированный жилой хищник – «каменный» голец *S. kuznetzovi* auctt. Balakirev et al. (2016). Эта рыба не встречается в других реках Камчатки. Характерная окраска и форма головы не позволяют спутать «каменного» гольца с мальмой. Безошибочно идентифицируется даже 5-сантиметровая молодь; о промежуточных формах не известно. Близкое родство эндемика с мальмой не вызывает сомнений, однако не до конца ясны механизмы возникновения этой группы при отсутствии явных факторов исторической изоляции.

Работы, описывающие образ жизни, экологию и морфологию «каменного» гольца, единичны (Савваитова, Максимов, 1970; Савваитова, 1989; Pavlov, Savvaitova, 1991). Актуальные молекулярно-генетические исследования, которые позволили бы прояснить репродуктивную обособленность эндемика, не проведены, опубликованные материалы не дают однозначного ответа на вопрос о его статусе. Митохондриальный геном каменного гольца включает несколько гаплотипов и принадлежит кластеру северной мальмы (Brunner et al., 2001; Balakirev et al., 2016), однако он мог достаться «каменному» гольцу в результате интрогрессивной гибридизации, что типично для представителей рода (Radchenko, 2004; Yamamoto et al., 2006; Shedko et al., 2007). По частотам аллелей аллозимных локусов отличия от мальмы р. Камчатка также не получены (Pavlov, Savvaitova, 1991; Osinov, Pavlov, 1998). При этом ранее достоверные отличия от мальмы обнаружены по результатам молекулярной гибридизации термостабильных участков ядерной ДНК (Каукоранта и др., 1982), антигенному составу сыворотки крови (Захарова и др., 1971) и особенностям кариотипа (Васильев, 1985).

В результате, статус «каменного» гольца до сих пор дискуссионен. Актуальность проблеме придает тот факт, что изучение очень похожей системы популяций гольцов в крупных реках Британской Колумбии позволило установить, обособленность от мальмы местного специализированного жилойго хищника 'bull trout', который был описан как новый вид *S. confluentus* (Taylor et al., 2001).

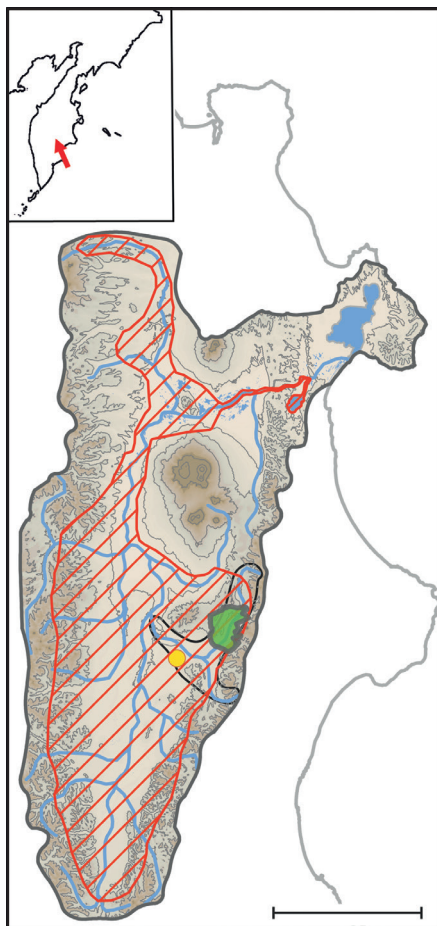
Наша находка нерестово-выростного водотока «каменного» гольца в бассейне р. Щапина вблизи кластера Кроноцкого заповедника «Щапинские ельники» позволяет вернуться к анализу биологии этой рыбы и приблизиться к решению проблемы определения ее статуса. Цель данного сообщения – оценка специфики морфологии «каменного» гольца относительно симпатричной с ним жилой мальмы и кунджи *S. leucomaenis*

### **Материал и методы**

Материал собирали в августе 2016 г. в нижнем течении руч. Путанный и от места впадения этого притока до устьевой зоны р. Щапина, включая прилежащий участок русла р. Камчатка (рис. 1). В руч. Путанный происходит нерест «каменного» гольца, мальмы и кунджи. В водотоке также одновременно нагуливается молоди всех трех групп. В устьевой зоне р. Щапина отмечались нагульные и транзиторные скопления взрослых

гольцов. Основу населения зоны обловов, по всей видимости, образовывали жилые особи: характерных анадромных производителей мальмы и кунджи с длиной тела более 45 см не ловили.

Молодь и взрослых рыб идентифицировали по окраске, характеру расположения и форме пятен. Только у «каменного» гольца тело, жаберные крышки и затылок покрыты множественными пятнышками «гантелевидной» или кольцевой формы. Ряды белесых пятнышек также имеются на лопастях плавников. На боках молоди характерный мраморный рисунок. Сложностей с идентификации рыб не возникало,



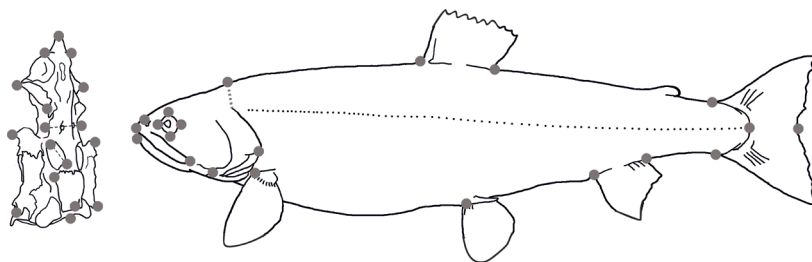
**Рис. 1.** Ареал «каменного» гольца (///) в пределах бассейна р. Камчатка, границы бассейна р. Щапина (□) и положение руч. Путан'ный (●), где проводился сбор материала. Зеленым цветом выделен кластер Кроноцкого заповедника «Щапинские ельники» Масштаб 100 км  
На врезке показано место сбора материала (↑) в границах полуострова.



затруднительные для определения варианты составляли менее 5 % уловов. Всего в анализе было использовано 38 экз. молоди и 15 экз. взрослых «каменных» гольцов, 34 и 22 экз. мальмы, 10 и 19 экз. кунджи соответственно.

Морфометрическое сравнение выборок выполнили по цифровым изображениям левой стороны тела свежепойманных рыб с расправленными в крайнее положение непарными плавниками и закрытым ртом. Фотографии были получены при стандартном фокусном расстоянии (100 мм) и соблюдении требований к изображениям, предъявляемым при использовании средств геометрической морфометрии (Zelditch et al., 2004). Измерения геометрии тела проводили по 21 метке (рис. 2), расставленной в програмном пакете tps (Rohlf, 2010). Морфологические различия между выборками были проанализированы в программе MorphoJ v1.06d методом главных компонент (ковариационные матрицы) после трансформации координат в прокрустово пространство с устраненными размерными эффектами и неизометрическими искажениями положения меток (Bookstein, 1986). Межполовую изменчивость не анализировали. Роль случайных изгибов и скручиваний тела в получившихся различиях, т. н. bending energy по Gunz и Mitteroecker (2013), учитывали по парциальным нагрузкам меток на четные/нечетные оси.

Форму хрящевого черепа 12 взрослых «каменных» гольцов, 15 экз. мальмы и 5 экз. кунджи с минимальными нерестовыми изменениями проанализировали аналогичным способом в прокрустовом пространстве. Положение хондрокраниев при фотографировании фиксировали по ампульному уровню, на изображениях расставляли 18 меток



**Рис. 2.** Положение меток (●) для морфометрического анализа хрящевого черепа (слева) и тела (справа).

(рис. 2). Форму костей спланхнокраниума (предчелюстная, верхнечелюстная, зубная, сочленовная, квадратная, подвесочная, язычная) и сошника (вместе – ротовые кости) сравнили по совокупности 16 линейных промеров в тех же выборках, используя стандартную схему измерений (Павлов и др., 2001) и статистического анализа. Дополнительно по стандартным критериям (Глубоковский, 1995) оценивали ряд качественных признаков хондрокраниев и костей черепа.

По 20 особей каждой группы использовали для подсчета числа ветвистых лучей в спинном ( $D$ ), анальном ( $A$ ) и левом грудном ( $P$ ) плавниках; числа жаберных тычинок на первой левой дужке ( $sb$ ); числа пилорических придатков ( $pc$ ) и позвонков ( $vt$ , без учета уростиля). Достоверность меристических различий оценили при помощи теста Краскола – Уолиса в программном пакете Statsoft v.12.0.

## **Результаты**

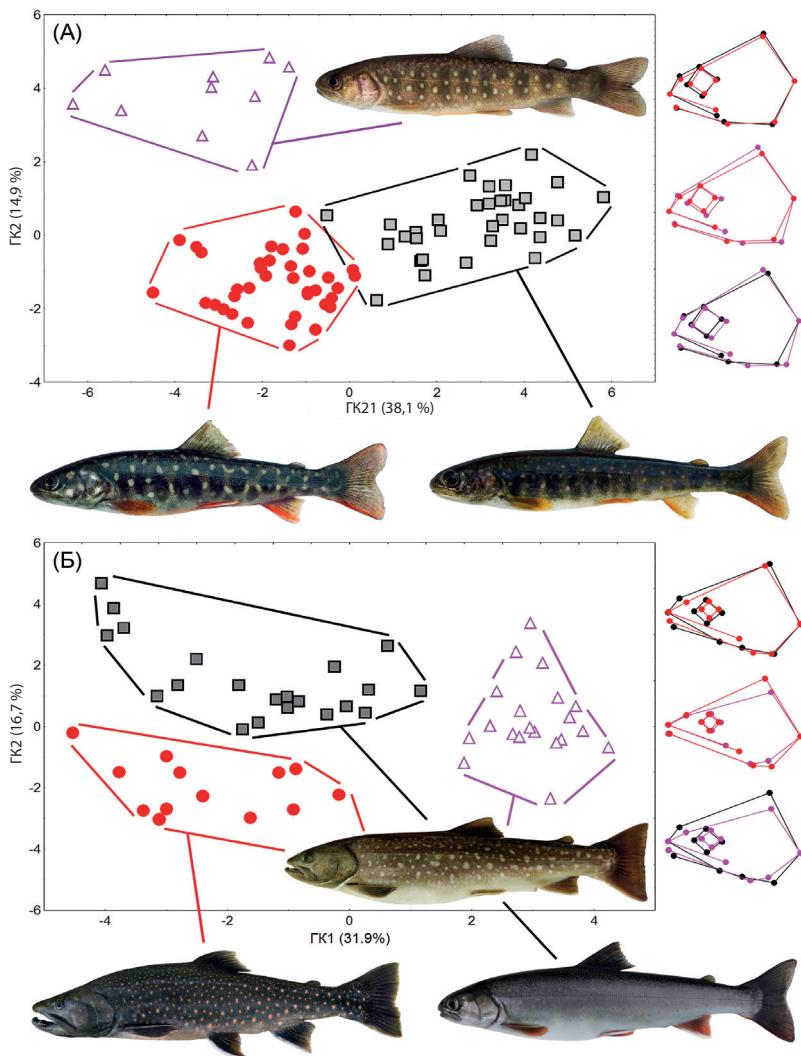
*Признаки экстерьера.* По форме головы и положению плавников между симпатрично обитающей молодью и взрослыми особями «каменного» гольца, жилой мальмы и кунджи выявлены контрастные различия. При многомерном анализе геометрии тела пестряток наибольшую статистическую поддержку получает дифференциация мальмы от «каменного» гольца и кунджи. Основная нагрузка в этом разделении приходится на метки, характеризующие длины верхней челюсти, жаберной крышки и нижней челюсти. Вторая главная компонента в 2.5 раза менее значимо, но также достоверно ( $P < 0.001$ ) отделяет кунджу от «каменного» гольца и мальмы. Основные нагрузки в этом случае приходятся на метки, характеризующие высоту хвостового стебля, высоту головы и диаметр глаза. Таким образом, основные различия между молодью всех трех групп гольцов получены по пропорциям головы (рис. 3А). Пестрятки «каменного» гольца в среднем отличаются самым длинным рылом и маленьким глазом, конечным ртом и низкой головой.

Морфометрические взаимоотношения взрослых рыб оказались несколько иными. За счет специфического аллометрического роста максимальную обособленность в пространстве главных компонент после достижения длины 35 см приобретает речная кунджа. Судя по нагрузкам на метки, ее отличает особо низкая голова и сдвинутый к хвосту спинной плавник. Поддержка дифференциации «каменного» гольца и мальмы в 2 раза ниже, но выборки также образуют не перекрывающиеся области (рис. 3Б). Основные нагрузки в этом случае приходятся на метки,

характеризующие длину челюстей и рыла, а также диаметр глаза. Третья и четвертая компоненты суммарно обеспечивают менее 10 % дискриминации, дублируя, как и в случае с анализом морфометрии молодежи, распределение нагрузок первой и второй компонент. «Каменные» гольцы длиной 27–64 см (в отличие от мальмы длиной 16–30 см и кунджи длиной 35–45 см) выделяются приплюснутой головой с удлинённой жаберной крышкой и очень длинной верхней челюстью. Ноздри расположены заметно выше, чем у мальмы; голова намного выше, чем у кунджи. Тело массивное и высокое; спина за головой очень широкая, заметен горб; брюшные плавники смещены назад. В целом, статистический анализ геометрии головы и тела позволяет достоверно дифференцировать все три группы гольцов на разных стадиях развития.

*Краниометрические признаки.* Различия по форме головы во многом обусловлены формой хондрокrania и костей черепа. Специфика геометрии дорсальной проекции хондрокраниев находит отражение в дифференциации всех трех групп гольцов уже по первой главной компоненте (рис. 4А). В ряду мальма – «каменный» голец – кунджа растут относительные размеры роstrума и длина этmoidного отдела. Ширина межорбитального моста, длина краниального отдела и размер затылочной кости, напротив, снижаются. «Каменный» голец выделяется самым широким черепом и гипертрофированными задними выростами epioticum. Важным отличительным признаком крупных особей от мальмы является выступающее вверх с изломом основание роstrума. Эта анатомическая особенность определяет дорсальное смещение ноздрей.

Не менее отчетливые различия между тремя группами гольцов получены по форме ротовых костей. Многомерный анализ совокупности шестнадцати линейных промеров восьми костей демонстрирует формирование неперекрывающихся областей выборок, причем полярное положение занимают «каменный» голец и кунджа (рис. 4Б). Первого отличает верхнечелюстная кость с развитым гребнем, самой короткой сочленовной частью и широкой лопаткой; зубная и сочленовная кости нижней челюсти максимальной высоты; сошник с самой узкой рукояткой; подвесочная кость с самым узким верхним краем и расширенным передним краем. Восходящий отросток предчелюстной кости ориентирован у «каменного» гольца вертикально, в проанализированной выборке мальмы отросток скошен. Зубы на сошнике «каменного»



**Рис. 3.** Результаты сравнительного анализа внешней морфометрии «каменного» гольца (●), жилой мальмы (■) и кунджи (△): взаимоотношения выборок молоди FL 8–15 см (А) и взрослых особей FL 16–64 см (Б) в пространстве главных компонент, а также внешний вид типичных рыб. Справа показано попарное сравнение геометрии головы по консенсусным координатам меток.

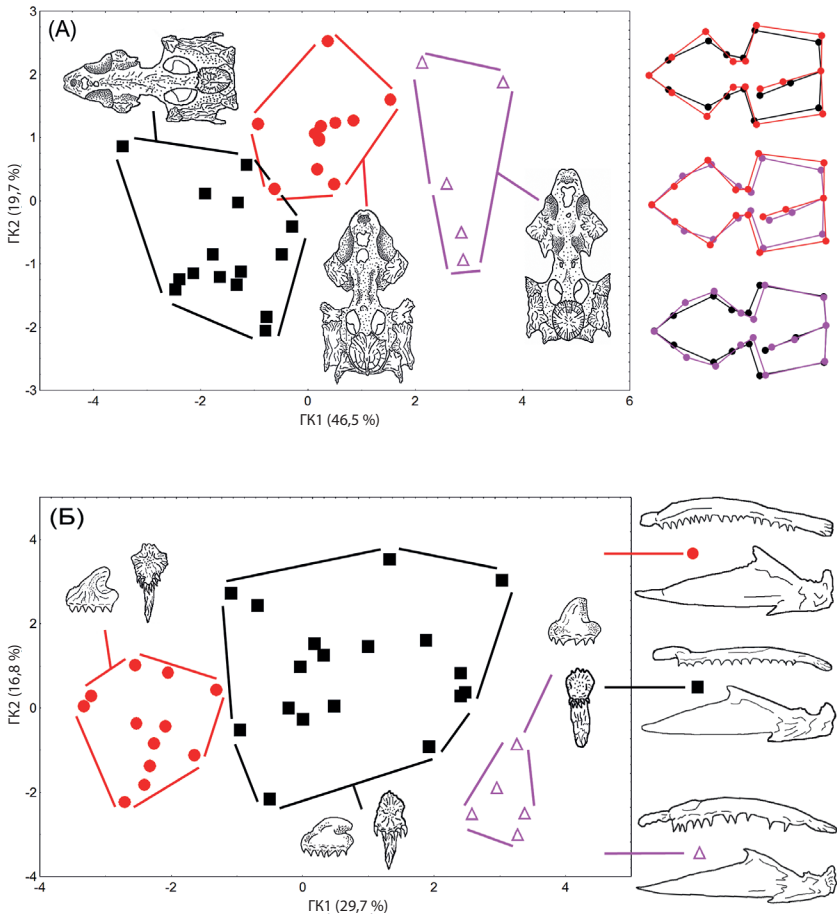
гольца расположены V-образно, у крупных особей разрастается зубная пластинка с гроздью зубов. У мальмы зубы на сошнике расположены в прямой ряд. Число зубов на челюстных и небных костях у «каменного» гольца заметно выше, чем у мальмы. В отличие от последней, крупные зубы также имеются на базибранхиальных костях. Значимых различий по форме квадратной и язычной костей между тремя группами гольцов не получено.

*Меристические признаки.* Число счетных элементов сравниваемых гольцов приведено в таблице. «Каменный» голец и местная мальма имеют близкую меристическую формулу и достоверно отличаются друг от друга лишь по числу жаберных тычинок ( $P = 0.02$ ). При этом тычинки «каменного» гольца с рядами боковых зазубрин, чего никогда не бывает у мальмы. В это же время кунджа высоко достоверно отличается от других гольцов пониженным числом пилорических придатков и позвонков ( $P < 0.001$ ), а также жаберных тычинок ( $P < 0.01$ ). Число лучей в плавниках оказалось близко во всех группах сравнения.

### **Обсуждение**

Река Камчатка характеризуется специфическими для полуострова условиями среды. Медленное течение, глубокие ямы-омуты в излучинах и устьях притоков, сравнительно высокая мутность потока позволяют эффективно охотиться крупному хищнику. Судя по приплюснутой голове с огромным ртом и массивному телу с отставленными брюшными плавниками, взрослые «каменные» гольцы, в отличие от угонного охотника кунджи, – одиночные хищники-засадчики. «Каменный» голец занимает нишу, близкую к нише *S. confluentus* из рек британской Колумбии и сибирского тайменя *Hucho hucho*. Разный способ охоты «каменного» гольца и кунджи предопределяет контрастные экстерьерные различия. Внешние отличия «каменного» гольца от близкородственной бентосоядной мальмы выражены на близком уровне. Характерные признаки начинают проявляться еще у молодежи, которая по сравнению с мальмой уже отличается вытянутой головой и конечным ртом.

Различия в пропорциях головы и осевого черепа имеют адаптивную природу, поскольку обусловлены пищевой специализацией групп. В связи с этим показательны специфические особенности строения висцеральных и осевых костей рта гольцов. Именно эти кости имеют ключевое функциональное значение в пищевой специализации, т.к.



**Рис. 4.** Результаты сравнительного анализа краниометрии «каменного» гольца (—●—), жилой мальмы (—■—) и кунджи (—△—), (A): взаимоотношения выборок по форме хондрокраниев в пространстве главных компонент и внешний вид типичных хондрокраниев (слева), попарное сравнение консенсусной геометрии хондрокраниев (справа); (Б): взаимоотношения выборок по форме ротовых костей в пространстве главных компонент, а также внешний вид типичных вариантов формы предчелюстной кости и сошника (слева), верхнечелюстной и сочленовной костей (справа).



**Таблица 1.** Число меристических структур (среднее  $\pm$  ошибка / пределы варьирования) у гольцов из среднего течения бассейна р. Камчатки

Группа	Признаки					
	<i>D</i>	<i>A</i>	<i>P</i>	<i>sb</i>	<i>pc</i>	<i>vt</i>
«Каменный» голец	$\frac{9.9 \pm 0.12}{9-11}$	$\frac{8.5 \pm 0.12}{8-9}$	$\frac{13.1 \pm 0.08}{13-14}$	$\frac{23.7 \pm 0.31}{21-27}$	$\frac{27.5 \pm 0.45}{25-31}$	$\frac{65.6 \pm 0.52}{63-67}$
Мальма	$\frac{10.1 \pm 0.17}{9-11}$	$\frac{8.9 \pm 0.13}{8-10}$	$\frac{12.9 \pm 0.13}{12-14}$	$\frac{22.7 \pm 0.26}{20-25}$	$\frac{26.9 \pm 0.87}{20-36}$	$\frac{65.9 \pm 0.41}{63-69}$
Кунджа	$\frac{10.0 \pm 0.09}{9-11}$	$\frac{8.4 \pm 0.10}{7-10}$	$\frac{8.4 \pm 0.10}{7-10}$	$\frac{19.3 \pm 0.35}{15-21}$	$\frac{19.7 \pm 0.37}{14-23}$	$\frac{62.2 \pm 0.28}{60-63}$

Различия в типе охоты «каменного» голеца и кунджи находят свое отражение в особенностях строения костей черепа. Так, по форме верхнечелюстной, сочленовной, подвесочной костей и сошника «каменный» голец отличается от кунджи сильнее, чем от мальмы. Менее специализированная бентосоядная мальма имеет промежуточные характеристики костей. У «каменного» гольца также выявлен ряд качественных отличий от мальмы, которые, по всей видимости, являются наследуемыми характеристиками. Среди них положение ноздрей и диаметр глаза, дополнительные ряды зубов на сошнике, наличие зубов на базибранхиальных костях, зазубренные жаберные тычинки.

В меристической формуле «каменного» гольца не выявлено специфических особенностей. Вероятно, проанализированные счетные признаки несут не высокую адаптивную нагрузку. Отличия от мальмы по числу жаберных тычинок, вероятно, случайны. В разных притоках р. Камчатка среднее значение этого показателя у мальмы может варьировать от 19 до 23 единиц (Савваитова, 1989), находясь в зависимости от степени педоморфоза онтогенеза конкретной нерестовой группировки. Для «каменного» гольца из нижнего течения бассейна К. А. Савваитова с соавторами указывали близкие значения числа счетных элементов за исключением несколько иного числа пилорических придатков (в среднем 29.2 против 27.5 в нашей выборке).

В связи с высокой морфологической специфичностью «каменного» гольца можно предположить, что эта группа репродуктивно обособлена от мальмы. Учитывая, что долина реки не подвергалась ледниковым переформированиям в позднем плейстоцене, специализации группы

могло способствовать возникновение временных барьеров для миграций рыб через зону размыва катастрофических обвалов, сходявших с вул. Шивелуч 30–16 тыс. лет назад (Певзнер и др., –2011; Пономарева и др., 2014).

В таких условиях жилая популяция верхнего–среднего течения реки могла надолго потерять контакт с мальмой из притоков приустьевой зоны. Позднее мальма заселила верхнее течение бассейна, где уже оформился специализированный эндемик. Возможно, «каменный» гольц представляет собой остатки фауны, населявшей бассейн на этапе возникновения северной мальмы как вида. Группа представляет несомненный научный интерес для разработки проблем эволюции и видообразования лососевых рыб. В случае подтверждения репродуктивной изоляции «каменного» гольца от симпатричной мальмы молекулярно-генетическими методами (что весьма вероятно), первому, так же, как и американскому *S. confluentus*, представляется целесообразным присвоить самостоятельный видовой статус.

Численность «каменного» гольца повсеместно низкая и продолжает снижаться, группа нуждается в регулировании нагрузок спортивного и любительского лова. Кластер Кроноцкого заповедника «Щапинские ельники» может быть использован как модельный полигон для мониторинга динамики численности эндемика и разработки эффективных мер по его охране.

### **Благодарности**

Авторы признательны С. В. Лукину и С. В. Тюшеву, без чьей помощи не удалось бы отыскать нерестилище «каменного» гольца. Мы благодарны П. А. Шныреву, Н. А. Пинегину, В. Д. Устинову, А. П. Моту, А. М. Садакову за помощь в сборе материала в различных частях бассейна р. Камчатка. За поддержку в организации экспедиционных работ мы приносим благодарность Д. М. Паничевой.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 16-04-01687.

### **Литература**

*Каукоранта, М.* Генетическая дивергенция гольцов рода *Salvelinus* (Nilsson)

Richardson, Salmonidae (по данным молекулярной гибридизации ДНК x ДНК) / М. Каукоранта, Б. М. Медников, В. А. Максимов и др. // Зоологический журнал. – 1982. – Т. 61(9). – С. 1372–1380.

Савваитова, К. А. Арктические гольцы (структура популяционных систем, перспективы хозяйственного использования) / К. А. Савваитова. – М.: Агропромиздат, 1989. – 224 с.

Савваитова, К. А. Каменный голец из бассейна р. Камчатка / К. А. Савваитова, В. А. Максимов // Научн. докл. высш. школы. Биол. науки. – 1970. – № 5. – С. 7–20.

Павлов, Д. С. Тихоокеанские благородные лососи и форели Азии / Д. С. Павлов, К. А. Савваитова, К. В. Кузищин и др. – М.: Научный мир, 2001. – 200 с.

Певзнер, М. М. Перестройка магматической системы вулканического массива Шивелуч как следствие крупномасштабных обрушений его постройки в позднем плейстоцене – раннем голоцене / М. М. Певзнер, А. Д. Бабанский, М. Л. Толстых и др. // ДАН. – 2011. – Т. 447(3). – С. 318–321.

Пономарева, В. В. Новые данные о крупномасштабных обрушениях постройки вулкана Шивелуч / В. В. Пономарева, Н. В. Горбач, Е. А. Зеленин // Мат. рег. науч. конф. «Вулканизм и связанные с ним процессы». Петропавловск-Камчатский ИВиС ДВО РАН. – 2014. – С. 109–114.

Черешнев, И. А. Биогеография пресноводных рыб Дальнего Востока России / И. А. Черешнев. – Владивосток: Дальнаука, 1998. – 130 с.

Balakirev, E. S. Complete mitochondrial genome of the stone char *Salvelinus kuznetzovi* (Salmoniformes, Salmonidae) / E. S. Balakirev, V. A. Parensky, M. Yu. Kovalev et al. // Mitochondrial DNA. Part B. – 2016. – Vol. 1(1). – P. 287–288.

Bookstein, F. L. Size and shape spaces for landmark data in two dimensions (with discussion and rejoinder) / F. L. Bookstein // Stat. Sci. – 1986. – Vol. 1 – P. 181–242.

Brunner, P. C. Holarctic phylogeography of Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.) inferred from mitochondrial DNA sequences / P. C. Brunner, M. R. Douglas, A. Osinov et al. // Evolution. – 2001. – Vol. 55(3). – P. 573–586.

Gunz, P. Semilandmarks: a method for quantifying curves and surfaces / P. Gunz, P. Mitteroecker // Hystrix. – 2013. – Vol. 24(1). – P. 103–109.

Klemetsen, A. The most variable vertebrate on Earth / A. Klemetsen // J. Ichthyol. – 2013. – Vol. 53(10). – P. 781–791.

Knudsen, R. The role of *Salvelinus* in contemporary studies of evolution, trophic ecology and anthropogenic change / R. Knudsen, A. Klemetsen, S. Alekseyev et al. // Hydrobiologia. – 2017. – Vol. 783. – DOI 10.1007/s10750-016-2999-9.

Oleinik, A. G. Phylogeography of northern Dolly Varden *Salvelinus malma* (Salmoniformes: Salmonidae) from Asia and North America: An analysis based on the mitochondrial DNA genealogy / A. G. Oleinik, L. A. Skurikhina, E. I. Bondara et al. // J. Ichthyol. – 2013. Vol. 53(10). – P. 820–832.

Oleinik, A. G. Phylogeny of charrs of the genus *Salvelinus* based on Mitochondrial DNA

data / A. G. Oleinik, L. A. Skurikhina, V. A. Brykov // Rus. J. Genet. – 2015. – Vol. 51(1). – P. 63–77.

Osinov, A. G. Allozyme variation and genetic divergence between populations of arctic char and Dolly Varden (*Salvelinus alpinus* – *Salvelinus malma complex*) / A. G. Osinov, S. D. Pavlov // J. Ichthyol. – 1998. – Vol. 38(1). – P. 42–55.

Pavlov, S. D. The stone char of the Kamchatka river / S. D. Pavlov, K. A. Savvaitova // ISACF Inf. Ser. – 1991. - № 5. – P. 131–134.

Radchenko, O. A. Introgressive hybridization of chars of the genus *Salvelinus* as inferred from mitochondrial DNA variation / O. A. Radchenko // Rus. J. Genet. – 2004. – Vol. 40(12). – P. 1392–1398.

Rohlf, F. J. TpsDig (ver. 2.16.). Department of Ecology and Evolution. N.-Y. State Univ. – 2010. – <http://life.bio.sunysb.edu/morph/>

Shedko, S. V. Phylogeography of mitochondrial DNA in South Asian Dolly Varden char *Salvelinus curilus* Pallas, 1814 (Salmoniformes, Salmonidae): Mediated gene introgression? / S. V. Shedko, L. K. Ginatulina, I. L. Miroshnichenko et al. // Rus. J. Genet. – 2007. – Vol. 43(2). – P. 165–176.

Taylor, E. B. Nested analysis of genetic diversity in northwestern North American char, Dolly Varden (*Salvelinus malma*) and bull trout (*Salvelinus confluentus*) / E. B. Taylor, Z. Redenbach, A. B. Costello et al. // Can. J. Fish. Aquat. Sci. – 2001. – Vol. 58. – P. 406–420.

Yamamoto, S. Introgressive hybridization between Dolly Varden *Salvelinus malma* and white-spotted charr *Salvelinus leucomaenis* on Hokkaido Island, Japan / S. Yamamoto, S. Kitano, K. Maekawa et al. // J. Fish Biol. – 2006. – Vol. 68(1). – P. 68–85.

Yamamoto, S. Phylogeography of the salmonid fish, Dolly Varden *Salvelinus malma*: multiple glacial refugia in the North Pacific rim / S. Yamamoto, K. Maekawa, K. Morita et al. // Zool. Sci. – 2014. – Vol. 31(10). – P. 660–670.

Zelditch, M. L. Geometric morphometrics for biologists: a primer / M. L. Zelditch, D. L. Swiderski, H. D. Sheets et al. // N.-Y. & London: Elsevier Academic Press. – 2004. – 443 p.

**ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЧВЕННОГО И РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВОВ  
ТЕРМАЛЬНЫХ ЭКОСИСТЕМ  
ПОД ДЕЙСТВИЕМ ТЕМПЕРАТУРНОГО ФАКТОРА  
(НА ПРИМЕРЕ ДОЛИНЫ РЕКИ ГЕЙЗЕРНОЙ, КРОНОЦКИЙ ЗАПОВЕДНИК)**

*А. В. Завадская<sup>1</sup>, И. Н. Семенов<sup>2</sup>, В. В. Крупская<sup>2,3</sup>, С. В. Закусин<sup>2,3</sup>,  
Д. М. Паничева<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>ФГБУ «Кроноцкий государственный заповедник»,*

*г. Елизово, Камчатский край*

*E-mail: anya.zavadskaya@gmail.com*

*<sup>2</sup>Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва*

*<sup>3</sup>Институт геологии рудных месторождений, петрографии,  
минералогии и геохимии Российской академии наук (ИГЕМ РАН), Москва*

**Ключевые слова:** термальные экосистемы, термоземы, температура почв, термофильная растительность, долина реки Гейзерной, Кроноцкий заповедник

**Введение**

Термальные экосистемы, формирующиеся в местах разгрузки гидротермальных систем под влиянием специфических вулканогенных факторов, обладают рядом особенностей, существенно отличающих их от зональных природных комплексов: высокой мозаичностью растительного покрова, многообразием форм микрорельефа, неоднородностью микроклиматических условий и температурного режима почв и др. Структура таких редких интразональных ландшафтов характеризуется большим числом и своеобразием типологических элементарных единиц в сочетании с прерывистостью и фрагментарностью элементарных биогеоценозов, вмещающих ценопопуляции редких видов растений и сообщества адаптированных к экстремальным физическим и химическим условиям микроорганизмов. Все это обуславливает высокую научно-познавательную, рекреационную и природоохранную ценность таких систем.

Долина реки Гейзерной в Кроноцком заповеднике – уникальный полигон для изучения особенностей таких экосистем. Здесь, на левобережье р. Гейзерной, расположен один из крупнейших

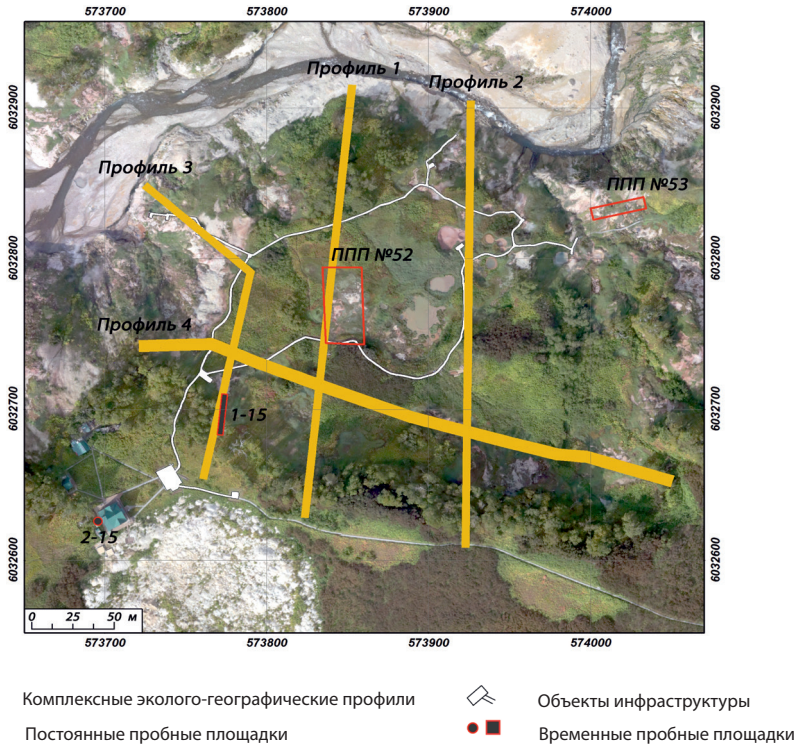
гейзерных районов мира и формируются особые термальные ландшафты, обладающие высокой концентрацией редких и эндемичных видов растений, повышенной долей илистой фракции, бёмита и гётита в гранулометрическом составе грунтов и почв (Гольдфарб, 2005; Самкова, 2009; Завадская и др., 2016). Разнообразие типов термопроявлений, их концентрация на весьма небольшой территории, высокая мозаичность ландшафта и представленность различных эдафических условий в пределах небольшого участка, высокая сохранность природных комплексов создают условия для изучения на примере долины реки Гейзерной особенностей термальных экосистем и определения ведущих факторов пространственной дифференциации термальных ландшафтов.

В настоящей работе представлены результаты синтетического анализа полученных ранее закономерностей пространственной дифференциации растительного покрова термальных экосистем и новых результатов детального изучения трансформации почв термальных полей – термоземов – долины р. Гейзерной.

### **Материалы и методы исследований**

В качестве модельного объекта для изучения особенностей термальных экосистем и изменения их отдельных параметров в зависимости от температурного фактора выбран центральный участок Гейзерного термального поля (общая площадь участка работ около 0,15 км<sup>2</sup>), вмещающий наиболее ценные термальные ПТК. Информационной основой работ явились материалы детальных полевых исследований в рассматриваемом районе, выполненных авторами в 2010–2016 гг. Исследования осуществлялись на четырех эколого-географических профилях и двух пробных площадях, заложенных в 2010–2015 гг. для комплексного изучения изменения почвенного и растительного покровов в термальных экосистемах (Прифили 1–4 и постоянные пробные площади № 52, 53 на рис. 1) и двух почвенно-геохимических профилях (1–15 на рис. 1 и 2), заложенных в 2015 г. специально для углубленного изучения параметров гидротермально измененных почв и отбора почвенных образцов для лабораторного определения гранулометрического и минерального составов (заложено 16 почвенных разрезов и отобрано 65 проб почв).

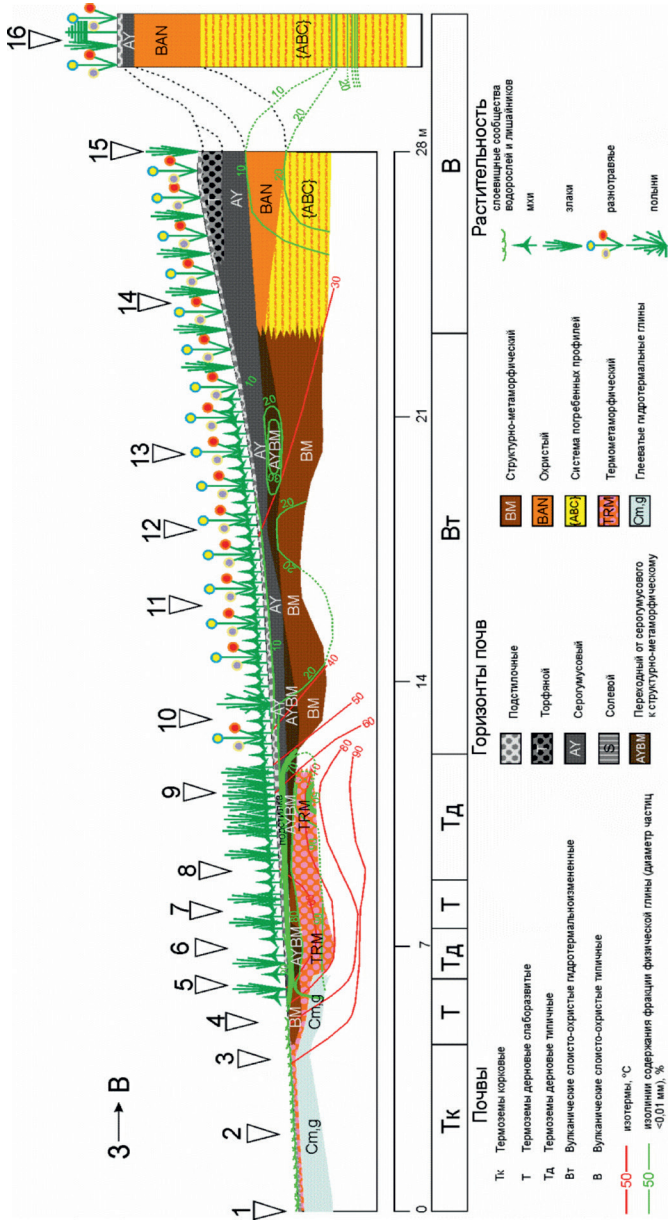




**Рис. 1.** Пространственная структура полевых наблюдений в долине р. Гейзерной

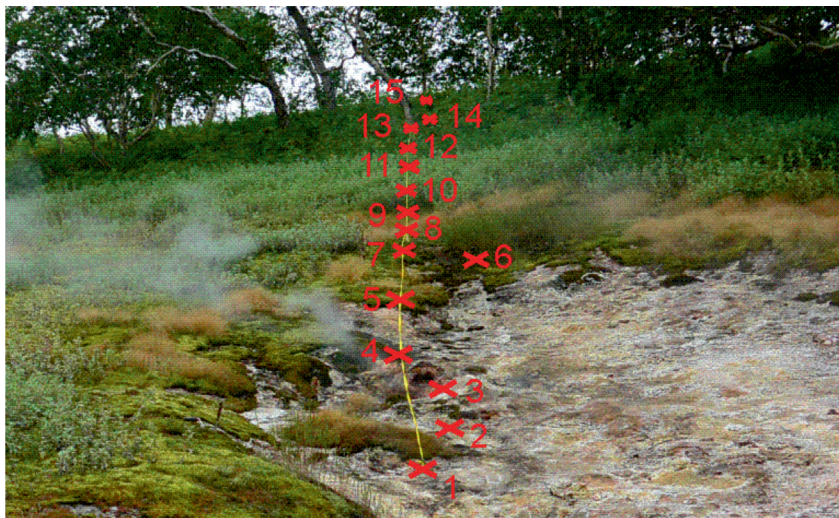
В состав полевых наблюдений входили следующие работы:

- выделение и картографирование растительных сообществ;
- 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;
- почвенные наблюдения через равные интервалы (термометрирование на глубине 5 см (корнеобитаемый слой) и 50 см; заложение почвенно-геохимических разрезов / прикопок и отбор проб для анализа на гранулометрический и минеральный составы).



**Рис. 2.** Комплексный почвенно-геохимический профиль, заложенный на правой береговой террасе р. Гейзерной для углубленного изучения изменения почвенных параметров в термальных экосистемах

На почвенно-геохимическом профиле 1–15 от центра термальной аномалии с отсутствующим растительным покровом были заложены с определенной периодичностью 15 почвенно-геохимических разрезов (рис. 3). В однородных условиях термальной аномалии с перегретыми местообитаниями с отсутствующим растительным покровом периодичность заложения почвенно-геохимических разрезов и отбора проб на анализы составляла 2 м (разрезы 1–3, рис. 3). По мере приближения к наиболее интересному в свете исследования участку с часто чередующимися термофильными сообществами, обладающими небольшими площадными характеристиками, период заложения разрезов и отбора проб уменьшался до 1 м (разрезы 4–8), а при пересечении профилем участков с однородной растительностью вновь увеличивался до 2–3 м (разрезы 9–13). В зональных сообществах с типичными температурами периодичность заложения разрезов и отбора проб составляла 4 м (разрезы 14–15). Всего для детального лабораторного анализа было отобрано 65 проб.



**Рис. 3.** Положение почвенно-геохимических разрезов на временном экологическом профиле 1-15 в долине р. Гейзерной (фото А. В. Завадской)

Гранулометрический состав определялся в Эколого-геохимическом центре МГУ имени М. В. Ломоносова дифрактометрическим методом на приборе Fritsch Analysette-22 (Германия) в образцах, обработанных 4 %

$\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ . Здесь же проводилось определение актуальной кислотности, электропроводности и окислительно-восстановительного потенциала (потенциометрически). Минералогический состав определялся на геологическом факультете МГУ имени М.В. Ломоносова методом рентгеновской дифрактометрии на дифрактометре Ultima-IV фирмы Rigaku. Количественный анализ производился методом полнопрофильной обработки рентгеновских картин от неориентированных препаратов по методу Ритвельда в программном продукте VGMM. Почвы названы в соответствии с региональными подходами (Гольдфарб, 2005; Костюк, Геннадиев, 2014) и субстантивно-генетической классификацией (Классификация..., 2004; Полевой определитель..., 2008).

### **Результаты и их обсуждение**

**Трансформация растительного покрова.** Растительный покров природных комплексов гидротермальных систем представлен т. н. термофильными сообществами. Своеобразие термофильных растительных сообществ 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, Нешатаева 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; Нешатаева 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).

Результаты наших исследований трансформации растительного покрова природных комплексов долины р. Гейзерной в зависимости от температурного фактора детально описаны в ряде работ (Завадская и др., 2012; Яблоков, Завадская, 2013). Среди основных выводов можно выделить следующие:

1) Растительность как наиболее физиономичный компонент ландшафта является хорошим *геоиндикатором температурного*

поля, при этом выявленные корреляционные зависимости между измерениями температуры почв на глубине 5 и 50 см (коэффициент корреляции Пирсона равен 0,97) позволяют использовать растительность для картографирования и индикации температуры субстрата на глубинах до 50 см.

2) В результате классификации единиц растительного покрова (величин нормализованных проективных покрытий всех видов в сообществе) методом кластерного анализа в долине реки Гейзерной выделяется 8 классов сообществ с четкой приуроченностью к определенным диапазонам температур (табл. 1).

3) Для конкретных температурных диапазонов выделяются индикационные виды растительных сообществ. При этом виды, произрастающие на термальных местообитаниях, условно делятся на 4 группы в зависимости от степени толерантности к температурному фактору. Наибольшей концентрацией эндемичных и редких видов сосудистых растений (*Ophioglossum thermale*, *Agrostis geninata*, неоэндем полуострова *Fimbristylis ochotensis*, *Bidens kamtschatica*, *Lycopus uniflorus*, *Spiranthes sinensis* и др.) обладают зоны с диапазоном температур почв на глубине 5 см от 31 до 70 °С.

**Таблица 1.** Связь температур почв со структурой растительного покрова (результаты классификации методом двухэтапного кластерного анализа) (фрагмент)

Класс	Температура, °С		Сообщество*
	на 5 см	на 50 см	
1	12 ± 1	12 ± 2	Формация <i>Betula ermanii</i> – каменноберезовые леса; ассоциация каменноберезняк вейниковый; субассоциации: типичная, вейниково-папоротниковая*
2	15 ± 2	16 ± 3	Формация <i>Filipenduleta camtschaticae</i> – шеломайниковая; ассоциация вейниково-шеломайниковая
3	21 ± 3	25 ± 5	<b>Сообщества с преобладанием вейника (<i>Calamagrostis langsdorffii</i>) и ореоптериса (<i>Oreopteris quelpaertensis</i>)</b>
4	27 ± 3	35 ± 6	Формация <i>Filipenduleta camtschaticae</i> – шеломайниковая; ассоциация шеломайниковая



5	43 ± 8	63 ± 13	<b>Сообщества орляка (<i>Pteridium aquilinum</i>)</b>
6	51 ± 9	69 ± 16	<b>Монодоминантные сообщества и группировки вейника (<i>Calamagrostis langsdorffii</i>)</b>
7	70 ± 15	91 ± 17	<b>Формация <i>Fimbristyleta ochotensis</i> – фимбристилиса охотского</b>
8	86 ± 17	96 ± 22	Участки, лишённые растительного покрова

\*Обычным шрифтом обозначены зонально-поясные единицы растительного покрова; курсивом — сообщества термальных местообитаний, по составу и структуре близкие к соответствующим зонально-поясным; жирным — термофильные сообщества. Названия единиц растительного покрова приведены по: – (Нешатаева, 2009; Самкова, 2010).

**Трансформация почв.** Проведение детальных исследований на почвенно-геохимических профилях в долине реки Гейзерной позволило выделить 4 стадии трансформации почв под действием температурного фактора, уточнить предложенные ранее (Гольдфарб, 2005; Костюк, Геннадиев, 2014) классификации почв термальных экосистем и дать их детальное описание.

*Корковые термоземы засоленные* с профилем  $S_{0-0,5(0,8)}^1 - C_{0,5(0,8)-3} - St_{ss_{3-13}}$  развиты в центре термальной аномалии и имеют температуру с поверхности не менее 80 °С (рис. 2). Их профиль мощностью 3–7 см состоит из двух глинистых горизонтов: буровато-рыжей (2,5–7,5 Y 6–8/3) солевой корочки и неоднородного по окраске термометаморфического горизонта, состоящего из красных 5R 5/2, пурпурных 10R 5/8 и белых 10YR 9/1 пятен, залегающих на оглеенной беловато-голубой породе 8/10B т. н. синих глин (Рычагов и др., 2008, 2012) с высоким содержанием каолинита и мелко-тонко рассеянного пирита. Окисление  $FeS_2$  приводит к уменьшению величины pH на отдельных участках до 2,8. В пределах высокотемпературных (более 80 °С) ареалов вулканическая тефра очень сильно переработана и в минеральном плане представляет собой плохо упорядоченные каолиниты со значительной примесью бёмита и невысоким содержанием гётита. За счет притока минерализованных растворов в почвах и грунтах повышено содержание легкорастворимых солей (табл. 2).

<sup>1</sup> Здесь и далее цифровые индексы – граничные значения в сантиметрах. Индексы горизонтов – по (Классификация... 2004; Полевой определитель... 2008; Костюк, Геннадиев, 2014).



**Таблица 2.** Уровни варьирования некоторых показателей в четырех термических зонах

Показатель	Температура почв на глубине 5 см, °С			
	Более 80	50(60) – 80	25(30) – 50(60)	Менее 25(30)
Почвы	Термоземы корковые засоленные	Термоземы дерновые	Вулканические гидро-термально измененные	Вулканические слоисто-охристые
Физическая глина в слоях 0–3 и 5–10 см, %	$\frac{80-100}{80-100}$	$\frac{10-20}{70-90}$	$\frac{\sim 10}{>10-20}$	$\frac{2-5}{5-10}$
Мощность гумусового горизонта и глубина проникновения корней, см	$\frac{0,8}{0}$	$\frac{0,5-7}{0-12}$	$\frac{11-16}{9-13}$	$\frac{20-30}{25-46}$
Ассоциации глинистых минералов	Каолинит, бёмит, гётит	Каолинит, гётит	Каолинит, полевые шпаты, смектит, цеолиты, кристобалит	Полевые шпаты, немного смектита и кристобалита
pH	3,1 ± 0,4	3,4 ± 0,6	5,8 ± 0,5	6,2 ± 0,4
Легко-растворимые соли, мг/кг	2240	160	52	45
ОВП, мВ	+593	+617	-2	+436

По мере уменьшения температуры (до 60 °С), влажности и улучшения аэрации минеральная масса трансформируется с образованием более однородной буро-коричневой 2,5R (10YR) 7/3 массы, которая к низу. По мере уменьшения температуры (до 60 °С), влажности и улучшения аэрации минеральная масса трансформируется с образованием более однородной буро-коричневой 2,5R (10YR) 7/3 массы, которая к низу установится более яркой (переходит в горизонт СТМ). В этом интервале температур (60–80 °С) исходная тефра также

хорошо переработана (содержание илистой фракции в нижних горизонтах составляет 70–90 %). Минеральный состав отличается от описанной ранее зоны практически полным исчезновением бёмита, вероятно, за счет снижения интенсивности поступления эндогенных флюидов, насыщенных Al. Полевые шпаты обнаружены только в крупнообломочном материале. Эндогенные растворы сюда поступают в меньшем количестве, что определяет снижение на порядок содержания легкорастворимых солей относительно более прогретой части. Окисление присутствующего в почве пирита приводит к формированию кислой обстановки с высокими значениями окислительно-восстановительного потенциала (ОВП).

На более прохладной (температура около 60 °С) поверхности ближайшей периферии термопроявления поселяются мхи, в основании которых аккумулируется грубое органическое вещество, и формируются слаборазвитые *термоземы дерновые* преимущественно глинистого состава с системой горизонтов (O)–S<sub>0–0,3(4)</sub>–BM<sub>0,3(4)–9</sub>–CTM<sub>9–10(25)</sub>–Cm,ss. За счет уменьшения интенсивности гидротермальной переработки субстрата на поверхности может формироваться супесчаный горизонт S, в то время как вся нижележащая часть является глиной.

По мере дальнейшего уменьшения температуры растительный покров становится более богатым: увеличивается количество видов, общее проективное покрытие и, соответственно, растет количество ежегодного опада. В результате формируется органоминеральный горизонт AY или AYBM, простирающийся до глубины 6–15 см, залегающий непосредственно на горизонте CTM. Таким образом, здесь развиваются *типичные термоземы дерновые* с системой горизонтов AY–BM–CTM–Cm,ss с супесчаным грубогумусовым горизонтом и глинистыми нижележащими.

Еще дальше от центра термопроявления произрастают близкие к зональным крупнотравно-разнотравные сообщества, продуцирующие большое количество опада *вулканические гидротермально измененные почвы* со структурой профиля: – подстилка–AY–BM. В этих почвах гумусовая прокраска отчетливо прослеживается до глубины 10–18 см. При температуре меньше 50–60 °С горизонт CTM сменяется коричневым или светло-коричневым 2,5Y 7(8)/4 структурно-метаморфическим горизонтом BM супесчано-легкосуглинистого состава.

Трансформация различных почвенных параметров под действием температурного фактора представлена в табл. 2.

Как видно, при опускании температуры ниже 50–60 °С резко изменяется гранулометрический и минеральный состав почв: содержание физической глины уменьшается до 25 %, увеличивается содержание полевых шпатов, появляется смектит (монтмориллонит), цеолиты и кристобалит. При дальнейшем ослаблении воздействия на пирокластический материал все лучше сохраняется исходный набор разновозрастных слоев пепла, гранулометрический состав которых варьирует от рыхлого песка до тяжелого суглинка. В верхней части почв формируется мощная оторфованная дернина, залегающая на серогумусовом горизонте АУ, под которым находится горизонт ВАН, простирающийся до глубины 50–70 см, где он сменяется серией пепловых горизонтов.

В фоновых условиях (разрез 15 на рис. 2 и 3) исходная тефра практически не переработана. В ее составе преобладают полевые шпаты при сохранении небольшого количества новообразованного кристобалита и смектита при исчезновении цеолитов. В разрезе 16 хорошо выражена зональность в изменении состава глинистых минералов. В верхней части (до глубины 77 см) преобладают полевые шпаты с небольшим количеством смектита в гумусовом горизонте. Ниже с утяжелением гранулометрического состава появляются цеолиты и смектит. На глубинах более 185 см основную долю глинистых минералов составляют смектит и альбит.

### **Выводы**

Сопряженный анализ полученных ранее результатов и новых данных о трансформации почв под действием температурного фактора позволил дифференцировать термальные экосистемы на 4 типа в зависимости от температуры почв (по слою 0–5 см) и характеристик почвенного и растительного покровов:

1) **более 80 °С**: примитивный растительный покров, моховые сообщества на очень кислых *глинистых термоземах* корковых засоленных на гидротермально преобразованных глинах с ассоциацией минералов: плохо упорядоченный каолинит, бёмит, гётит;

2) **50(60) – 80 °С**: группировки *Agrostis geminata* и фрагменты формации *Fimbristyleta ochotensis*, моховые сообщества на кислых супесчано-легкосуглинистых *термоземах* дерновых на гидротермально преобразованных глинах с ассоциацией минералов: каолинит и гётит;

3) **25(30) – 50(60) °С**: измененные зонально-поясные разнотравно-

крупнотравные луговые сообщества, термофильные сообщества, включающие редкие виды *Ophioglossum thermale*, *Lycopus uniflorus*, *Spiranthes sinensis* и др. на супесчано-песчаных вулканических гидротермально измененных почвах на гидротермально преобразованных супесях и легких суглинках с ассоциацией минералов: каолинит, полевые шпаты, смектит, цеолиты, кристобалит;

4) **менее 25(30) °С**: зонально-поясные и близкие по структуре к зонально-поясным крупнотравно-разнотравные луговые сообщества, фрагменты каменноберезняков на песчаных вулканических слоисто-охристых почвах на песчаных пеплах со слабыми следами гидротермальной трансформации с ассоциацией минералов: полевые шпаты, небольшим количеством смектита и кристобалита.

Работа выполнена при поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований (проект № 15-04-03818).

### **Литература**

Гольдфарб, И. Л. Влияние гидротермального процесса на почвообразование (на примере Камчатки): автореф. дисс. ... канд. геогр. наук / И. Л. Гольдфарб. – М. 2005. – 24 с.

Завадская, А. В. Атлас долины реки Гейзерной в Кроноцком заповеднике / А. В. Завадская, В. М. Яблоков, Д. М. Паничева, А. В. Леонов, А. В. Кирюхин, М. С. Овчаренко, И. Н. Семенов, М. В. Прозорова, А. П. Никоноров, А. Н. Матвеев. – М.: КРАСАНД, 2016. – 88 с.

Завадская, А. В. Геоинформационное картографирование термальных полей по структуре растительного покрова (на примере долины р. Гейзерной) / А. В. Завадская, В. М. Яблоков, М. В. Прозорова // Труды Кроноцкого государственного природного биосферного заповедника. Выпуск 2. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2012. – С. 103–119.

Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.

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

Костюк, Д. Н. Почвы и почвенный покров Долины Гейзеров / Д. Н. Костюк, А. Н. Геннадиев // Почвоведение. 2014. № 6. – С. 643–653.

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.

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

Полевой определитель почв. М.: Почвенный ин-т. им. В. В. Докучаева, 2008. – 182 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.

*Рычагов, С. Н.* Характеристика приповерхностного горизонта гидротермальных глин Нижне-Кошелевского и Паужетского геотермальных месторождений / С. Н. Рычагов, Р. Г. Давлетбаев, О. В. Ковина, Г. П. Королева // Вестник Камчатской региональной ассоциации «Учебно-научный центр». Серия: науки о Земле. 2008. № 2. Вып. 12. – С. 116–134.

*Рычагов, С. Н.* Гидротермальные глины геотермальных полей южной Камчатки: новый подход и результаты исследований / С. Н. Рычагов, В. Н. Соколов, М. С. Чернов // Геохимия. 2012. №4. С. 378–392.

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

*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.

Яблоков, В. М. Геоинформационное моделирование температурного поля гидротермальных систем (на примере долины р. Гейзерной) / В. М. Яблоков, А. В. Завадская // Геодезия и картография, 2013. – №3. – С. 24–31.

## **МЕЛКИЕ МЛЕКОПИТАЮЩИЕ В БИОМОНИТОРИНГЕ ЭКОСИСТЕМ ДОЛИНЫ РЕКИ ГЕЙЗЕРНОЙ**

*А. Ю. Левых*

*ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет»*

*E-mail: aljurle@mail.ru*

**Ключевые слова:** биомониторинг, мелкие млекопитающие, фауна, относительное обилие, доминирование, видовое биоразнообразие, фен, флуктуирующая асимметрия, фенетическая дистанция.

### **Введение**

К приоритетным направлениям развития науки, техники и технологий Российской Федерации относится рациональное природопользование, а в перечень критических технологий РФ входят технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации ее загрязнения (Указ Президента РФ от 7.07.2011 г. № 899). В связи с этим особую актуальность приобретает комплексный мониторинг состояния экосистем охраняемых природных территорий, которые выполняют роль естественного фона для оценки изменений состояния окружающей среды и полигона для отработки различных технологий оценки качества среды обитания и экологического прогнозирования. Поскольку ведущая роль в поддержании стационарного состояния экосистем принадлежит живым организмам, то обязательной и приоритетной составляющей мониторинга окружающей среды является биологический мониторинг (биомониторинг), ориентированный на изучение генетического, видового и структурного биоразнообразия (Яблоков, 1987; Здоровье среды..., 2000; Гашев, 2000; Magurran, 2004). Представительный материал для анализа состояния биоты можно получить на самой многочисленной (и поэтому играющей в экосистемах важную роль) группе млекопитающих – мелких млекопитающих, – включающей мелких наземных грызунов (Rodentia) и землероек-бурозубок



(Insectivora, Soricidae) (Методы экологического мониторинга, 2005). Это обосновывает актуальность данной работы и определяет её цель: исследование фауны, численности, пространственно-биотопического распределения, популяционного, видового и структурного биоразнообразия мелких млекопитающих в долине р. Гейзерной (Кроноцкий заповедник).

### **Материалы и методы исследования**

Основной материал для данной работы собран в ходе учетов мелких млекопитающих (Micromammalia) на территории долины р. Гейзерной с 27 июля по 6 августа 2016 г. Зверьков отлавливали методами ловушко-линий и ловчих канавок с цилиндрами (Карасёва и др., 2008). Настороженные ловушки Геро с насаженными приманками из кусочков хлеба, смоченных подсолнечным маслом, расставляли в границах одного биотопа в ловчие линии по 25–75 штук через 5–7 м друг от друга в местах наиболее вероятного появления зверьков. Ловушки проверяли каждые сутки, и через 2–3 суток переставляли в другой биотоп. Одновременно в ряде местообитаний в линейном порядке вкапывали ловчие цилиндры, в качестве которых использовали пластиковые стаканы или обрезанные пластиковые бутылки объёмом 500 мл. На опушке каменноберезняка цилиндры устанавливали на дне ловчей канавки.

Всего за указанный период отработали 825 ловушко-суток (лов.-сут.) и 185 цилиндро-суток (цил.-сут.), в том числе по биотопам: пойма р. Гейзерной (50 лов.-сут., 20 цил.-сут.), шеломайник в центральной части долины р. Гейзерной (75 лов.-сут.), низкотравные растительные ассоциации вокруг термальных площадок (150 лов.-сут.), шеломайник над гейзерной стенкой «Витраж» (75 лов.-сут.), каменноберезняк разнотравный (125 лов.-сут.), опушка каменноберезняка (70 цил.-сут.), ивняк шеломайниковый (100 лов.-сут.), шеломайник на кордоне (56 цил.-сут.), ольховник папоротниковый (200 лов.-сут.), зарастающий оползень в пойме руч. Водопадный (50 лов.-сут., 19 цил.-сут.). Обследованные биотопы расположены в направлении удаления от р. Гейзерной, что отражает также их распределение по относительным высотам и стадии первичной растительной сукцессии, за исключением представляет зарастающего оползень, образовавшейся во время селея 2007 г., который характеризуется начальными стадиями вторичной восстановительной сукцессии и не входит в данный высотный ряд (Атлас..., 2015).

Отловленных животных подвергали полному обследованию по методу морфофизиологических индикаторов (Шварц, 1968), определяя по тимусу относительный возраст и по гонадам – половую принадлежность. При камеральной обработке учитывали количество беременных самок, количество эмбрионов, в том числе резорбирующихся, количество в рогах матки темных плацентарных пятен или желтых пятен беременности. Видовую принадлежность устанавливали по особенностям внешнего строения, строению зубов и черепа (Юдин, 1971; Павлинов, 2002).

Структуру сообществ анализировали методом индексов биоразнообразия (Одум, 1980; Мэгарран, 1992; Шитиков, Розенгберг, 2005) и методом многомерных пиктографиков, построенных по индексам видового разнообразия Шеннона (H) и Симпсона (D), а также выравненности Шеннона (J) и Симпсона (E) (Литвинов, 2008).

Относительное обилие микромаммалий в целом и отдельных видов определяли в пересчёте на 100 лов.-сут. или 100 цил.-сут. Индекс доминирования рассчитывали как отношение количества особей данного вида к общему количеству особей всех видов, отловленных на данной территории (в %) (Лихачёв, 2004). Исследованные сообщества микромаммалий сортировали по видовому составу и относительному обилию разных видов методом кластерного анализа по программе Statistica (Version 6) (Боровиков, 2003).

Состояние сообществ оценивали по интегральным показателям, основанным на индексах видового биоразнообразия; коэффициентах, отражающих физико-географические особенности природной зоны и стадии сукцессионного развития экосистемы; демографических показателях и индивидуальных индексах антропогенной адаптированности, характеризующих отношение отдельных видов к человеку, их экологическую стратегию и жизненные формы по типу питания, отношению к влажности и открытости местообитаний (Гашев, 2000, 2013). Расчеты производили на основе оригинальных формул С. Н. Гашева (2000) по авторской статистической программе «Рабочее место териолога» (Гашев, 2013).

В работе использовали также материалы учётов 2013–2016 гг. в долине р. Гейзерной, кальдере вулк. Узон (Кроноцкий заповедник), на Курильском озере (Южно-Камчатский заказник). Сведения о времени, месте, методах проведения учётов в 2013–2015 гг. приведены в наших опубликованных работах (Левых, 2013, 2014, 2016) и в «Летописи природы Кроноцкого заповедника» (2013–2015).

Популяционное биоразнообразие доминирующего вида – красной полёвки – оценивали по комплексу фенонеметрических признаков черепа согласно методическим подходам, развиваемым А. Г. Васильевым с соавторами (2005, 2009). В работе использовали каталог неметрических признаков черепа красной полёвки, разработанный А. Г. Васильевым (2005, 2009). Всего проанализировали 37 дискретных, эпигенетически обусловленных признаков у 76 особей, отловленных в 2015 г. в каменноберезьях долины р. Гейзерной (29 ос.), кальдеры вулк. Узон (18 ос.) и окрестностей кордона Озерной (Курильское озеро) (29 ос.). По частотам комплекса фенов с помощью прикладной компьютерной программы «Фен» (Васильев, 1995) рассчитали среднюю меру дивергенции (MMD) между разными популяционными группами, характеризующую степень их внутривидовой эпигенетической дифференциации (Sjovold, 1977; Васильев, 2005). По комплексу бинарных неметрических признаков рассчитали показатели флуктуирующей асимметрии – число асимметричных признаков на особь (ЧАП) и число асимметричных особей на признак (ЧАО), – характеризующие стабильность развития (популяционный гомеорез) и качество среды обитания (Захаров, 1987; Здоровье среды, 2000). Межвыборочные сравнения по фенетическим дистанциям осуществляли с помощью критерия значимости  $\chi^2$  (хи-квадрат), по средним арифметическим значениям признаков (ЧАП, ЧАО) и коэффициентам их вариации – с помощью t-критерия Стьюдента (Ивантер, 2010). Расчет основных статистических показателей и статистические сравнения осуществляли по программе Stat.exe (Селюков, 1993).

### **Результаты исследования и их обсуждение**

В ходе проведённых учётов выявили 5 видов мелких млекопитающих из двух отрядов, двух семейств и двух родов:

**Отряд** Rodentia – Грызуны

**Семейство** Cricetidae – Хомяковые

**Род** *Clethrionomys* (= *Myodes*) Tilesius, 1850 – Лесные полёвки

*Clethrionomys* (= *Myodes*) *rutilus* Pallas, 1779 – красная полёвка

*Clethrionomys* (= *Myodes*) *rufocanus* Sundevall, 1846 – красно-серая полёвка

**Отряд** Insectivora – Насекомоядные

**Семейство** Soricidae – Землеройковые

**Род** *Sorex* Linnaeus, 1758 – Землеройки-бурозубки

*Sorex isodon* Turov, 1924 – разнозубая бурозубка

*Sorex caecutiens* Laxmann, 1788 – средняя бурозубка

*Sorex camtschatica* Yudin, 1972 – камчатская бурозубка

Все отловленные виды отмечались на территории долины р. Гейзерной и ранее (Никаноров, 2000; Аверин, 2013; Левых, 2013). Камчатская бурозубка – малочисленный, эндемичный для Камчатки и северо-восточного Приохотья вид; остальные виды являются обычными, периодически многочисленными, имеют обширные ареалы.

Согласно классификации С. Н. Гашева (2000, 2013) по отношению к человеку все выявленные виды могут быть отнесены к экологической группе нейтралов и имеют средние значения индивидуальных индексов антропогенной адаптированности: красная полёвка – 10,0; красно-серая полёвка – 10,5; разнозубая бурозубка, средняя бурозубка и камчатская бурозубка – по 8,3. Интегральные индексы антропогенной адаптированности ( $A_{\alpha}$ ) сообществ мелких млекопитающих исследованной территории в целом и по отдельным биотопам составляют – 1,11.

Самым многочисленным видом, распространенным в разных биотопах и вносящим наибольший вклад в относительное обилие мелких млекопитающих на исследуемой территории, является красная полёвка. Индекс доминирования данного вида в объединенной выборке из разных биотопов в 2016 г. составил 69,7 %, этот показатель мало изменяется по годам, лишь незначительно понижаясь на фазе спада численности популяции (рис. 1).

Содоминантами красной полёвки в ряде биотопов являются разнозубая бурозубка и красно-серая полёвка (рис. 2).

Результаты отловов цилиндрами, характеризующие не столько численность, сколько подвижность животных (Карасёва, 2008), показывают, что в биотопах, выполняющих роль местообитаний-стоков, относительное обилие содоминирующих видов значимо выше (рис. 3).

В совместно населяемых биотопах наблюдаются противофазные изменения относительного обилия близких видов: – красной и красно-серой полёвок (рис. 2), равнозубой и средней бурозубок (рис. 3), – что указывает на наличие межвидовой конкуренции, которая может наблюдаться между названными видами только в условиях низкой ресурсной емкости местообитаний.

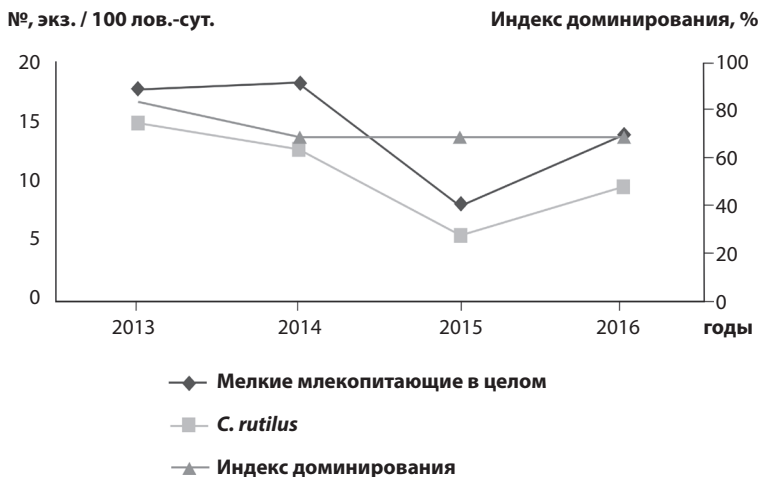


Рис. 1. Динамика обилия мелких млекопитающих в Долине гейзеров в 2013–2016 гг. (по результатам учётов ловушками Геро)

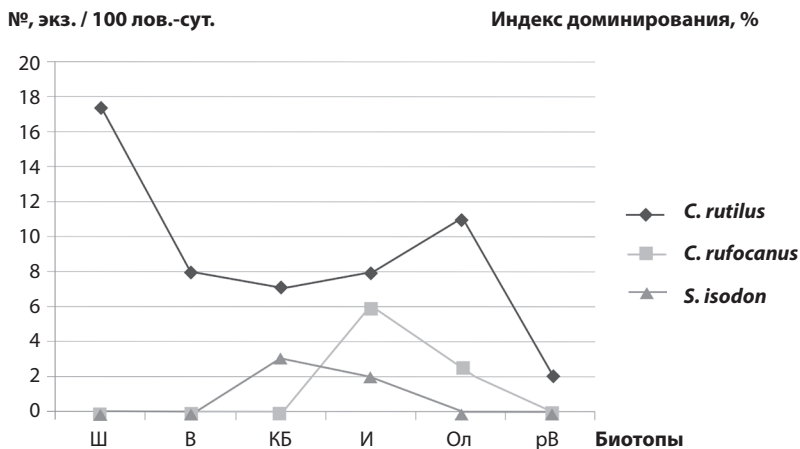
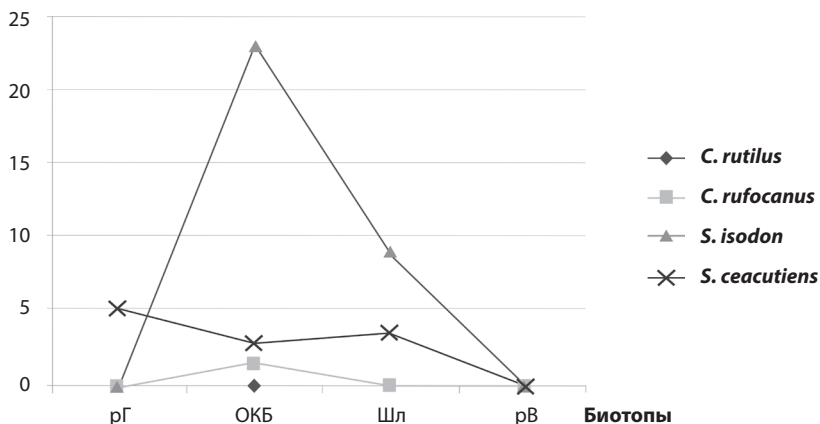


Рис. 2. Численность фоновых видов мелких млекопитающих в разных биотопах Долины гейзеров (по результатам отлова ловушками Геро): Ш – шеломайник в центральной части долины р. Гейзерной, В – шеломайник над гейзерной стенкой «Витраж», КБ – камнеберезняк разнотравный, И – ивняк шеломайниковый, Ол – ольховник папоротниковый, рВ – пойма руч. Водопадный

Последняя определяется в данном случае физико-географическими особенностями района исследования: высотной поясностью, высокой мозаичностью местообитаний, близостью и разнообразием геотермальных источников и др.

№, экз. / 100 цикл.-сут.

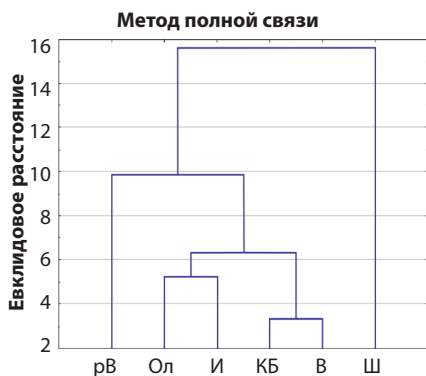


**Рис. 3.** Численность разных видов мелких млекопитающих в разных биотопах долины р. Гейзерной (по результатам отлова цилиндрами): рГ – пойма р. Гейзерной, ОКБ – опушка каменноберезняка разнотравного, ШК – шеломайник на кордоне, рВ – пойма руч. Водопадный

Кластерный анализ выборок из разных местообитаний по видовому составу и относительному обилию разных видов показал, что население мелких млекопитающих долины р. Гейзерной представляет собой хорошо взаимосвязанную пространственную структуру, в которую ассоциировано даже сообщество микромаммалий зарастающего оползня в пойме руч. Водопадный (рис. 4 табл. 1). От общего кластера отделяется лишь одновидовое сообщество шеломайника в центральной части долины, расположенное в непосредственной близости от геотермальных источников, обуславливающих более раннее начало весеннего размножения зверьков и – вследствие этого – более высокий уровень их численности (рис. 2). Наибольшее сходство отмечено между сообществами каменноберезняка и шеломайника над витражом, в которых абсолютный доминант – красная полёвка достигает сходных

показателей обилия (рис. 2). Эти сообщества характеризуются близкими коэффициентами успешности размножения ( $URZ_{KB} = 1428,6$ ;  $URZ_{Ш} = 1666,7$ ).

Малое количество видов и низкая относительная численность большинства видов обуславливают низкие индексы видового разнообразия исследуемых сообществ. Индексы разнообразия характеризуют информационную структуру сообществ; с одной стороны, и различия между местообитаниями разных сообществ; с другой стороны. Это позволяет рассматривать форму пиктограммов, построенных по индексам видового разнообразия и выравненности, как качественную характеристику сообществ (Литвинов, 2008; Пожидаева, 2009).



**Рис. 4.** Дендрограмма сходства сообществ мелких млекопитающих из разных местообитаний долины р. Гейзерной по видовому составу и относительному обилию разных видов (обозначения те же, что на рис. 2)

**Таблица 1.** Евклидово расстояние между сообществами мелких млекопитающих из разных местообитаний долины р. Гейзерной по видовому составу и относительному обилию разных видов

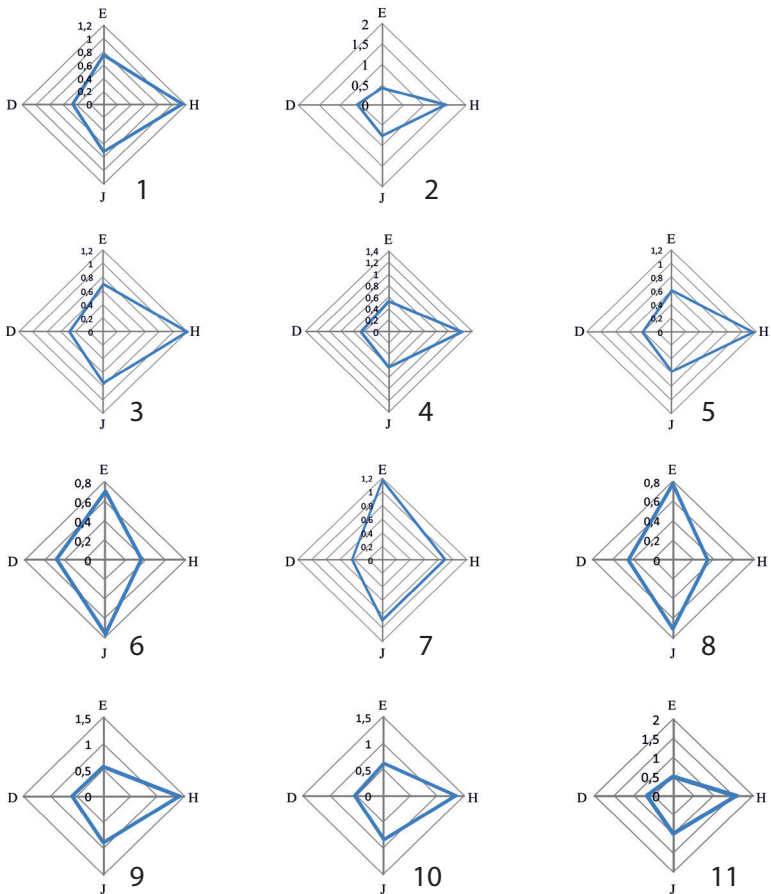
	<b>Ш</b>	<b>В</b>	<b>КБ</b>	<b>Ив</b>	<b>Ол</b>	<b>ПрВ</b>
<b>Ш</b>	0,0	9,3	10,6	11,3	8,2	15,6
<b>В</b>	9,3	0,0	<b>3,3</b>	6,3	6,0	6,6
<b>КБ</b>	10,6	<b>3,3</b>	0,0	6,2	4,7	5,7
<b>Ив</b>	11,3	6,3	6,2	0,0	5,2	8,7
<b>Ол</b>	8,2	6,0	4,7	5,2	0,0	9,9
<b>ПрВ</b>	15,6	6,6	5,7	8,7	9,9	0,0



Пиктографики сообщества мелких млекопитающих объединенных биотопов долины р. Гейзерной (рис. 5, 3–5) имеют сходную структуру с таковыми из окрестностей кордона Озерной (Курильское озеро, Южно-Камчатский заказник) (рис. 5, 1), кальдеры вулк. Узон (рис. 5, 2) и ненарушенных открытых ландшафтов Западной Сибири (Литвинов, 2008; Пожидаева, 2009).

Информационная структура изучаемых сообществ характеризуется невысокой выравненностью (график уплощен по вертикальной оси) и невысокими индексами видового разнообразия на фоне больших значений индекса видового биоразнообразия Шеннона (вдоль горизонтальной оси график вытянут вправо), придающего больший вес малочисленным – «редким» – видам. Структура сообщества мелких млекопитающих объединенных биотопов долины р. Гейзерной относительно устойчива во времени (рис. 5, 3–4) и воспроизводится по результатам отловов разными методами (как ловушками Геро, так и цилиндрами) (рис. 5, 4–5).

Фигуры 6–11 (рис. 5) дают представление об информационной структуре сообществ мелких млекопитающих отдельных биотопов. Пиктографики 6 и 8 показывают высокое сходство информационной структуры сообществ микромаммалий каменноберезняков разнотравных долины р. Гейзерной и окр. кордона Озерной, а также специфику этих лесных сообществ, характеризующихся максимальной выравненностью (индексы E и J) и более гармоничным сочетанием индексов видового разнообразия Шеннона (H) и Симпсона (D) среди сообществ всех изученных местообитаний. В то же время для 2016 г. (по сравнению с 2015 г.) наблюдается некоторое изменение структуры микротериоценоза каменноберезняка в долине р. Гейзерной в сторону понижения индекса видового разнообразия Симпсона, придающего больший вес обычным, т. е. достаточно многочисленным видам, и повышения индекса видового разнообразия Шеннона (рис. 5, 6–7). Несмотря на то, что при этом сохраняется структура, характерная для ненарушенных местообитаний, межгодовой сдвиг информационной структуры сообщества мелких млекопитающих каменноберезняка свидетельствует о низкой устойчивости сообществ отдельных биотопов.



**Рис. 5.** Пиктограммы информационных индексов разнообразия сообществ мелких млекопитающих: объединенных биотопов: 1 – окр. кордона Озерной (Курильское озеро, ловушки, 2015), 2 – кальдеры вулк. Узон (ловушки, 2015), 3 – долины р. Гейзерной (ловушки, 2015), 4 – долины р. Гейзерной (ловушки, 2016), 5 – долины р. Гейзерной (цилиндры, 2016); каменноберезняка: 6 – долины р. Гейзерной (ловушки, 2015), 7 – долины р. Гейзерной (ловушки, 2016), 8 – окрестности кордона Озерной (Курильское озеро, ловушки, 2015); разных биотопов долины р. Гейзерной (ловушки, 2016): 9 – ивняка шеломайникового, 10 – ольховника папоротникового; 11 – поймы руч. Водопадный

Между тем сообщество каменноберезняка характеризуется наиболее высокими среди сообществ исследованных местообитаний индексами упругой ( $UU = 192,1$ ) и общей устойчивости ( $U = 194,49$ ), обобщённым показателем благополучия ( $S = 225,78$ ) и высоким индексом консервативности ( $IKV = 0,92$ ).

Наиболее нарушенную структуру с приближающимися к нулевым значениям показателями видового разнообразия имеют сообщества шеломайника в центре долины р. Гейзерной и шеломайника над гейзерной стенкой «Витраж», обитающие в непосредственной близости от геотермальных источников, и представленные в выборках всех лет исследования только красной полёвкой. В то время, как сообщество микромаммалий зарастающего оползня в пойме руч. Водопадный при низких показателях разнообразия имеет информационную структуру сходную с таковой ивняка шеломайникового и ольховника папоротникового (рис. 5, 9–11).

Исследование фенетической структуры популяций красной полёвки на территории разных ООПТ, показало, что они хорошо эпигенетически дифференцированы друг от друга (табл. 2). Фенетические дистанции между всеми изучаемыми популяционными группами статистически достоверны.

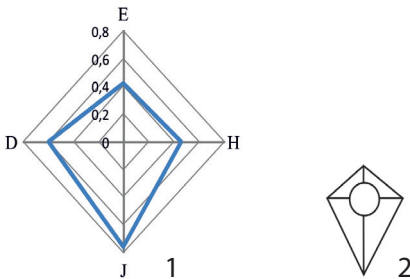
**Таблица 2.** Фенетические дистанции между выборками красной полёвки с разных ООПТ, рассчитанные по 37 фенам неметрических признаков черепа.

Выборка	Курильское озеро	Узон	Долина гейзеров
Курильское озеро	-	0,398 ( $\chi^2 = 213,8$ ; d. f. = 37)	0,110 ( $\chi^2 = 131,51$ ; d. f. = 37)
Узон	0,019	-	0,387 ( $\chi^2 = 207,96$ ; d. f. = 37)
Долина гейзеров	0,014	0,018	-

*Примечание.* Над диагональю приведены значения фенетических дистанций (MMD), под диагональю – стандартные отклонения (MSD); различия принято считать значимыми при  $P < 0,05$ , если  $MMD > 2MSD$ ;  $\chi^2$  – критерий значимости хи-квадрат; d. f. – число степеней свободы.

Согласно шкале зависимости уровня дифференциации популяционных группировок от степени их пространственной изолированности, разработанной А. Г. Васильевым (2005) на примере

рыжей и красной полёвок, фенетические дистанции между выборками из долины р. Гейзерной и кальдеры вулкана Узон, а также из окр. кордона Озерной (Курильское озеро) и кальдеры вулкана Узон соответствуют уровню дифференциации между популяциями на сплошном участке ареала, изолированными расстоянием 300–400 км. Фенетическая дистанция между выборками из долины р. Гейзерной и окр. кордона Озерной соответствует уровню дифференциации соседних популяций, изолированных расстоянием 30–40 км на сплошном участке ареала. Таким образом, наблюдаемый уровень внутривидовой дифференциации изучаемых популяционных групп не соответствует реальному расстоянию между ними и указывает, прежде всего, на специфические условия обитания популяции красной полёвки в кальдере вул. Узон и на значимую репродуктивную изоляцию между «соседними» популяциями красной полёвки из кальдеры вул. Узон и долины р. Гейзерной. Это подтверждается специфической информационной структурой сообщества мелких млекопитающих каменноберезняка кальдеры вул. Узон, отличной от таковой из долины р. Гейзерной и окр. Курильского озера (рис. 5, 6, 8), но сходной со структурой нарушенных загрязнениями лесотундровых сообществ мышевидных грызунов Норильского участка на Таймыре (рис. 6; рис. 5, 6, 8) (Литвинов, 2008).



**Рис.6.** Пиктографики информационных индексов разнообразия сообществ мелких млекопитающих: 1 – каменноберезняка разнотравного в кальдере вулкана Узон (ловушки, 2015); 2 – нарушенного участка лесотундры на полуострове Таймыр (по: Литвинов, 2008)

В то же время интегральные показатели флуктуирующей асимметрии (ЧАП и ЧАО), являющейся по обоснованному мнению В. М. Захарова с соавторами (Захаров, 1987; Здоровье среды..., 2000) лучшей характеристикой здоровья среды обитания, во всех исследуемых популяционных группах не достигают критического уровня (35 %) (таблица 3). Выборка красной полёвки из кальдеры вулкана Узон отличается от двух других немного повышенными значениями ЧАП

и ЧАО, но эти различия статистически не значимы. Все изучаемые выборки характеризуются сходными, статистически не различимыми коэффициентами вариации этих признаков (табл. 3).

По интегральным показателям стабильности развития (ЧАП < 0,35, ЧАО < 0,35) развитие красных полёвок в исследуемых популяциях можно считать относительно стабильным, а здоровье наземно-воздушной среды – хорошим (1 балл по пятибалльной шкале) (Захаров, 1987; Здоровье среды..., 2000).

**Таблица 3.** Показатели флуктуирующей асимметрии бинарных неметрических признаков черепа красной полёвки в выборках с разных ООПТ

выборки стат. Показатели	Курильское озеро 1	t 1-2	Узон 2	t 2-3	Долина гейзеров 3	t 1-3
Число асимметричных особей на признак (ЧАО)						
$X_{cp.} \pm S_x$	0,22 ± 0,02	1,79	0,29 ± 0,03	1,33	0,24 ± 0,02	0,63
CV	57,4	0,26	54,6	0,71	47,3	1,09
n	29		25		28	
Число асимметричных признаков на особь						
$X_{cp.} \pm S_x$	0,20 ± 0,02		0,26 ± 0,03		0,23 ± 0,02	
CV	50,8		49,1		48,0	
n	26		18		29	

*Примечание.*  $X_{cp.}$  – среднее арифметическое значение признака;  $S_x$  – ошибка средней арифметической; CV – коэффициент вариации; n – объем выборки; t – критерий значимости Стьюдента.

### **Выводы:**

1. На территории долины р. Гейзерной выявлено 5 видов мелких млекопитающих из отрядов Грызуны и Насекомоядные: красная полёвка, красно-серая полёвка, равнозубая бурозубка, средняя бурозубка, камчатская бурозубка. Все виды, за исключением камчатской бурозубки – эндемика Камчатки, – являются обычными, широко распространенными.

2. Абсолютным численным доминантом в разных биотопах долины р. Гейзерной является красная полёвка, определяющая структуру доминирования в сообществах мелких млекопитающих.

3. Физико-географические особенности ландшафтов долины р. Гейзерной обуславливают невысокое видовое разнообразие, низкую выравненность и невысокую устойчивость сообществ мелких млекопитающих. Индикатором низкой ресурсной ёмкости место обитаний являются разнонаправленные изменения относительного обилия близких видов в совместно населяемых биотопах, свидетельствующие о наличии межвидовой конкуренции.

4. Сообщество мелких млекопитающих исследованной территории в целом и сообщества всех исследованных биотопов, за исключением териоценозов шеломайников вблизи геотермальных источников, имеют структуру, характерную для ненарушенных ландшафтов. Наибольшей выравненностью характеризуется сообщество микромаммалий каменноберезняка разнотравного.

5. Информационная структура сообщества мелких млекопитающих объединенных биотопов долины р. Гейзерной воспроизводится по результатам отловов разными методами и более устойчива во времени, чем структура отдельных биотопов.

6. Популяции красной полёвки на исследованных ООПТ характеризуются высокой стабильностью развития, что свидетельствует о хорошем здоровье среды обитания.

7. Смежные популяции красной полёвки из долины р. Гейзерной и кальдеры вулк. Узон характеризуются высоким уровнем эпигенетической дифференциации, обусловленным, пространственно-географической изоляцией.

## **Литература**

*Аверин, Ю. В.* Наземные позвоночные Восточной Камчатки / Ю. В. Аверин // Труды Кроноцкого государственного природного биосферного заповедника / примеч. А. П. Никаноров. – Петропавловск-Камчатский, 2013. – 260 с.

Атлас долины реки Гейзерной в Кроноцком заповеднике / А. В. Завадская [и др.]; отв. ред. А. В. Завадская. – М.: КРАСАНД, 2015. – 88 с.

*Боровиков В.* Statistica. Искусство анализа данных на компьютере / В. Боровиков. – СПб.: Изд-во Питер, 2003. – 688 с.

*Васильев, А. Г.* Пакет прикладных программ «Фен» PHEN 3,0: путеводитель для пользователей / А. Г. Васильев. – Екатеринбург: ИЭРИЖ, 1995. – 15 с.

*Васильев, А. Г.* Эпигенетические основы фенетики: на пути к популяционной мерономии [Текст] / А. Г. Васильев. – Екатеринбург: Академкнига, 2005. – 640 с.

*Васильев, А. Г.* Гомологическая изменчивость морфологических структур и эпигенетическая дивергенция таксонов: основы популяционной мерономии

[Текст] / А. Г. Васильев, И. А. Васильева. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2009. – 511 с.

*Гашев, С. Н.* Млекопитающие в системе экологического мониторинга (на примере Тюменской области) / С. Н. Гашев. – Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2000. – 220 с.

*Гашев, С. Н.* База данных «Рабочее место териолога» [Электронный ресурс] / С. Н. Гашев // Свидетельство о гос. регистрации № 2013620056 от 9.01.2013.

*Захаров, В. М.* Асимметрия животных (популяционно-феногенетический подход) / В. М. Захаров. – М.: Наука, 1987. – 213 с.

Здоровье среды: методика оценки / В. М. Захаров, А. С. Баранов, В. И. Борисов [и др.]. – М.: Центр экологической политики России, 2000. – 68 с.

*Ивантер, Э. В.* Элементарная биометрия: учеб. пособие / Э. В. Ивантер, А. В. Коросов. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2010. – 104 с.

*Карасёва, Е. В.* Методы изучения грызунов в полевых условиях / Е. В. Карасёва, А. Ю. Телицына, О. А. Жигальский. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008. – 416 с.

*Левых, А. Ю.* Экологический анализ сообщества мелких млекопитающих особо охраняемой территории «Долина гейзеров» / А. Ю. Левых // Вестник ИГПИ им. П. П. Ершова. Серия: Естественные науки. – 2013. – № 6 (12). – С. 56–62.

*Левых, А. Ю.* Анализ состояния красной полёвки (*Clethrionomys rutilus Pallas, 1779*) в зоне повышенной геотермальной активности на периферии ареала вида / А. Ю. Левых, Г. А. Лагунова // Экологический мониторинг и биоразнообразие. – 2014. – № 2 (9). – С. 87–96.

*Левых, А. Ю.* К вопросу о населении мелких млекопитающих ФГБУ «Кроноцкий государственный заповедник» / А. Ю. Левых // Вестник Тюменского государственного университета. Серия: Экология и природопользование. – 2014. – № 12. – С. 92–102.

*Левых, А. Ю.* Фауна и структура населения мелких млекопитающих долины реки Гейзерная (Кроноцкий заповедник, Камчатка) / А. Ю. Левых // Экологический мониторинг и биоразнообразие. – 2016. – № 2 (12). – С. 19–29.

*Левых, А. Ю.* К вопросу о населении мелких млекопитающих окрестностей кордона Озерной (Курильское озеро, Южно-Камчатский заказник) / А. Ю. Левых // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2016. – Т. 21. – № 5. – С. 1803–1809.

*Литвинов, Ю. Н.* Микропроцессы эволюции сообществ (на примере сообществ мелких млекопитающих) / Ю. Н. Литвинов // Вестник Иркутской государственной сельскохозяйственной академии. – 2008. – Вып.30. – С. 29–46.

*Лихачёв, С. Ф.* Полевые исследования беспозвоночных. Методические рекомендации для студентов биологических факультетов педагогических вузов / С. Ф. Лихачёв. – СПб.: ТЭССА, 2004. – С. 72.

Методы экологического мониторинга: Большой специальный практикум: учеб. пособие / под ред. В. Н. Большакова. – Екатеринбург: Изд-во Урал, ун-та, 2005. – 236 с.

*Никаноров, А. П.* Класс Mammalia – Млекопитающие / А. П. Никаноров // Каталог позвоночных Камчатки и сопредельных морских акваторий. – Петропавловск-



Камчатский: Камч. печат. двор, 2000. – С.100–111.

Павлинов, И. Я. Краткий определитель наземных зверей России / И. Я. Павлинов. – М.: Изд-во МГУ, 2002. – 167 с.

Пожидаева, Л. В. Эколого-фаунистический анализ сообществ мелких млекопитающих гор Западного Алтая: автореф. дисс. ... канд. биол. наук / Л. В. Пожидаева. – Новосибирск, 2009. – 21 с.

Шитиков, В. К., Розенберг Г. С. Оценка биоразнообразия: попытка формального обобщения / В. К. Шитиков, Г. С. Розенберг // Количественные методы экологии и гидробиологии: сборник научных трудов, посвящённых памяти А. И. Бакалова / отв. ред. чл.-корр. РАН Г. С. Розенберг. – Тольятти: СамНЦ РАН, 2005. – С.91–129.

Шварц, С. С. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных / С. С. Шварц, В. С. Смирнов, Л. Н. Добринский. – Свердловск, 1968. – 387 с.

Юдин, Б. С. Насекомоядные млекопитающие Сибири / Б. С. Юдин. – М.: Наука СО, 1971. – 170 с.

Яблоков, А. В. Популяционная биология. Учебное пособие для биол. спец. ВУЗов / А. В. Яблоков. – М. Высш. шк., 1987. – 303 с.

Magurran, A. E. Measuring biological diversity / A. E. Magurran. – Oxford: Blackwell Publishing, 2004. – 256 p.

Sjovold, T. Non-metrical divergence between skeletal populations. The theoretical foundation and biological importance of C.F.B. Smiths Mean Measure of Divergence / T. Sjovold // Ossa. – 1977. – V. 4 (Suppl. 1). – P. 1–133.

## **СТАФИЛИНИДЫ (*COLEOPTERA*, *STAPHYLINIDAE*) КРОНОЦКОГО ЗАПОВЕДНИКА И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ КАМЧАТКИ. ДОПОЛНЕНИЕ 3**

Л. Е. Лобкова<sup>1</sup>, В. И. Лобанова<sup>2</sup>, В. Б. Семёнов<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ «Кроноцкий государственный заповедник»

E-mail: lel47@mail.ru

<sup>2</sup> Быстринский природный парк

E-mail: vitalina.lobanova@mail.ru

<sup>3</sup> Институт медицинской паразитологии и тропической медицины  
им. Е. И. Марциновского

E-mail: aleocharinae@gmail.com

**Ключевые слова:** Камчатка, Кроноцкий заповедник, Staphylinidae, аннотированный список

## **Введение**

Стафилиниды – одно из наименее изученных семейств жуков на Камчатке. В результате наших работ (Лобкова, Семенов, 2012, 2014, 2015) для Камчатки стало известно 100 видов коротконадкрылых жуков, в том числе 73 вида, обитающих в Кроноцком заповеднике.

## **Материал и методика**

Основной акцент, как и в 2012–2015 гг., был поставлен на изучении герпетобия в долине р. Гейзерной и в кальдере вулк. Узон с помощью ловушек Барбера: в 2016 г. отработано 300 ловушко-суток. В дополнение к этому собирались насекомые на поверхности земли, под корой гнилых пней, из грибов и других сред обитания стафилинид, а также из желудков лососевых рыб.

С целью понимания фаунистических связей стафилинид Кроноцкого заповедника с другими регионами Камчатки подобные работы периодически проводились Л. Лобковой в следующих районах Камчатского края: Елизовском (окрестности г. Елизово; г. Вилючинск, оз. Дальнее, 2012, 2014), Усть-Большерецком (п. Октябрьский, 2005; Южно-Камчатский федеральный заказник, 2015), Соболевском (лососевый заказник «Река Коль», 2012) и Алеутском на Командорских островах (2005, 2006). Кроме того, с этой же целью в 2015–2016 гг. был организован сбор насекомых в Усть-Камчатском районе на р. Камчатка (биостанция Радуга, волонтер М. Матвеева, 2016) и в Быстринском природном парке (ПП) при методическом и консультационном руководстве Л. Лобковой. Сбор герпетобия в ловушки Барбера проделан волонтером В. Лобановой на более чем 12 пешеходных маршрутах по Быстринскому ПП в различных биотопах на следующих участках: окрестности пос. Эссо; районы рек: Б. Романовка, Козыревка, Белая, Иракан, Быстрая, Кетачан, Уксичан, Сысоева, Воронья; Бабав, озер Тымкыгытгын, Арбунат, Ангрэ, Галямаки, Мелкое; горы Алней и Ичинская сопка. Всего отработано 3400 ловушко-суток в 70 различных биотопах Быстринского парка. Небольшие сборы проведены ею же в Налычевском ПП. Планировалось, что она так же проведет подобные сборы и в Лазовском лесничестве Кроноцкого заповедника, но в силу организационных обстоятельств, они не состоялись. В качестве дополнительного материала приводятся данные из личной коллекции В. Семёнова.

Данные по общему распространению видов взяты преимущественно из «Catalogue of Palaearctic Coleoptera» (Löbl, Smetana, 2004).

Все стафилиниды (не менее 3500 экземпляров) определены Виктором Борисовичем Семёновым.

**Принятые сокращения:**

п. – поселок, р. – река, оз. – озеро, влк. – вулкан, ♂ – самец, ♀ – самка; экз. – экземпляр (-ов); ПП – природный парк; С., Ю., В., З. – стороны света; Ц. – центр / центральный(-ая).

(\*) – виды, впервые указанные для Камчатского края.

**Аннотированный список**

***Staphylinidae*** Latreille, 1802

***Микрореплинае*** Leach, 1815

***Pseudokalissus*** Ryabukhin, 1990

**1. \**P. glabratus*** (Tikhomirova, 1973)

**Материал:** Быстринский ПП, пойма р. Б. Романовка, луг, ивняк, июль, 2015, В. Лобанова – 1♂ (рис. 1).

**Распространение:** Приморье (Супутинский заповедник – типовое местонахождение), Магаданская область.

***Omaliiinae*** MacLeay, 1825

***Русноглыпта*** Thomson, 1858

**2. \**P. heydeni*** Eppelsheim, 1886

**Материал:** п. Октябрьский, торфяное болото, 15.06.2005, Л. Лобкова – 1♂, 4♀♀.

**Распространение:** Читинская, Амурская, Магаданская области, Ямал, Якутия, Чукотка, Канада, Аляска.

***Olophrum*** Erichson, 1839

**3. *O. latum*** Mäklin, 1853

**Литературные данные:** Петропавловск-Камчатский, пос. Эссо (Ryabukhin, 1999).

**Материал:** Быстринский ПП, сбор В. Лобановой: долина р. Б. Романовка, ельник хвощово-папоротниковый, июль 2015 – 1♂; оз. Галямаки, пойма

ручья (злаки, ива), июль 2015 – 3♀♀; там же, пойма ручья, разнотравный луг, июль 2015 – 5 экз.; пойма р. Козыревка, ельник хвощовый, июль 2015 – 7 экз.; там же, тополь, папоротник, хвощ, июль 2015 – 5 экз.; там же, тополь, папоротник, хвощ, 21.07.2015 – 1♂; там же, пойма ручья, ольха, ива, июль 2015 – 3 экз.; там же, ольха, ива, 21.07.2015 – 2♂♂, 1♀.

**Распространение:** Ц. и С. Алтай, С.-В. России (Чукотка, Магаданская область, Камчатка), С. Монголия, С. Канада, Аляска.



**Рис. 1.** – *Pseudokalissus glabratus*, пойма р. Большая Романовка, луг, июль 2015

**4. *O. rotundicolle*** (C. R. Sahlberg, 1830)

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

**Материал:** Быстринский ПП, сбор В. Лобановой: пойма р. Козыревка, ольха, ива, 21.07.2015 – 1 экз.

**Распространение:** Ц. и С. Европа, Сибирь, Канада, С. США.

***Acidota*** Stephens, 1829

**5. *A. quadrata*** (Zetterstedt, 1838)

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

**Материал:** Узон, руч. Веселый, голубичник спирейный, беспокровный участок, 1–8 августа 2016, Л. Лобкова – 1 экз.

Быстринский ПП, сбор В. Лобановой: долина р. Б. Романовка, каменно-березовый лес, июль 2015 – 19 экз.; там же, ельник хвощово-папоротниковый, июль 2015 – 3 экз.; оз. Мелкое (пойма), июль, 2015 – 8 экз.; оз. Галямаки, пойма ручья (злаки, ива), июль – 2015 – 2 экз.; окрестности горы Алней, пойма ручья, 26.07–1.08.2016, – 1 экз.; долина р. Козыревка, ельник папоротниковый, ю.-з. склон холма, июль 2015 – 2 экз.; пойма р. Сысоева, ива, 27.07–2.08.2016 – 2 экз.

**Распространение:** С.–З. и С.–В. России, С.–З. Сибирь; Финляндия, Швеция, Австрия, С. Монголия, Канада, США.

## **Oxytelinae** Fleming, 1821

**Bledius** Leach, 1819

**6. \*B. bernhaueri** Poppius, 1909

**Материал:** Быстринский ПП, долина р. Б. Романовка, ельник хвощово-папоротниковый, июль 2015, В. Лобанова – 1 экз.

**Распространение:** С.–З. Россия, Скандинавия, Монголия.

**Oxytelus** Gravenhorst, 1802

**7. O. assingi** Schülke, 2012

**Литературные данные:** очень вероятно, что этот вид приводился для Камчатки ранее как *O. laqueatus* (Marsham, 1802) [(Ryabukhin, 1999, Лобкова, Семенов; 2015).

**Материал:** Быстринский ПП, сбор В. Лобановой: долина р. Б. Романовка, каменно-березовый лес, июль 2015 – 4 экз.; там же, ельник хвощово-папоротниковый, июль 2015 – 5♂♂, 5♀♀; там же, разнотравный луг, июль 2015 – 1♂, 2♀♀; оз. Галямаки, пойма ручья, разнотравный луг, июль 2015 – 4 экз.; там же, пойма реки, луг, ивняк, 23–24 июля 2016 – 1 экз.; там же, пойма реки, злаковый луг, 22–24 июля 2016 – 2 экз.; там же, пойма ручья, разнотравный луг, июль 2015 – 4 экз.; пойма р. Белая, пойма ручья, луг, 25 июля – 3 августа 2016 – 5 экз.; пойма р. Уксичан, березовый лес, 8–10 июля 2016 – 1 экз.; р. Кетачан, пойма ручья, июнь 2015 – 1 экз.; пойма р. Иракан, ивняк, 22–25 июля 2016 – 12 экз.; там же, ива, луг, 22–24 июля 2016 – 7 экз.; окрестности г. Алней, пойма ручья 26 июля–1 августа 2016 – 9 экз.; долина р. Козыревка, вершина холма, ель, береза, июль 2015 – 2♂♂, 3♀♀; там же, ельник хвощовый, 21 июля 2015 ♀ – 1♀; пойма р. Козыревка, тополь, папоротник, хвощ, июль 2015 – 93 экз.; там же, ельник хвощовый, июль 2015 – 176 экз.; там же, ольха, ива, 21 июля 2015 – 3♀♀; там же, тополь, папоротник, хвощ, 21 июля 2015 – 9♂♂, 2♀♀.

**Дополнительный материал:** Мурманская область (заповедник «Пасвик»), 2012, О. Трущицына – 10♂♂, 15♀♀.

**Распространение:** вид описан с С.–З. Кавказа (Красная Поляна).

## **Tachyporinae** MacLeay, 1825

**Bryophacis** Reitter, 1909

**8. \*B. rufus punctipennis** (Thomson, 1861)

**Материал:** Быстринский ПП, пойма р. Быстрая, лиственный лес, 6–9 июля. 2016, В. Лобанова – 1 экз.

**Распространение:** С.–З. Россия; З. Восточной Сибири; Швеция; Финляндия; С. Монголия; Япония.

***Sepedophilus*** Gistel, 1856

**9. \**S. littoreus*** (Linnaeus, 1758).

**Материал:** р. Камчатка, биостанция Радуга, пойма, 20.09.2016, М. Матвеева – 1 экз.

**Распространение:** европейской России; Кавказе; З. и В. Сибири; Египте; Алжире; Марокко; Европа; Турции; Иране; Китае; Японии; Канаде; США.

***Ischnosoma*** Stephens, 1829

**10. \**I. longicorne*** (Mäklin, 1847)

**Материал:** Быстринский ПП: пос. Эссо, тундроподобный участок в кедровом стланнике, 24.07.1990, Т. Павленко – 1♂; сбор В. Лобановой: Эссо, шляпочные грибы, 8.09.2016 – 1 экз.; долина р. Б. Романовка, ельник хвощово-папоротниковый, июль 2015 – 2 экз.; там же, каменно-березовый лес, июль 2015 – 3 экз.; пойма р. Козыревка, тополь, папоротник, хвощ, 21.07.2015 – 5 экз.; оз. Галямаки, пойма ручья (злаки, ива), июль 2015 – 5 экз.; там же, 21.06.2015, 1 экз.; там же, разнотравный луг, июль 2015 – 4 экз.; оз. Мелкое, пойма, 16.07.2015 – 1 экз.; р. Белая, склон, березовый лес, 25 июля – 3 августа 2016 – 1 экз.; р. Воронья, тополь, ива, 23 июля – 4 августа 2016 – 1 экз.; р. Кетачан, пойма ручья, июнь 2015 – 2 экз.; пойма р. Иракан, ивняк, 22-25 июня 2016 – 1 экз.; оз. Ангрэ, пойма, июнь 2015 – 1 экз.

Командорские о-ва, о-в Беринга, Старая Гавань, на пляже, 7.09.2005, Л. Лобкова – 1♂.

**Распространение:** Европа, Кавказ, Сибирь, Турция, Япония, США.

***Bolitobius*** Leach, 1819 (= *Bryocharis* Lacordaire, 1835)

**11. \**B. castaneus*** (Stephens, 1832) (analysis auct. nec Fabricius, 1787)

**Материал:** Быстринский ПП, сбор В. Лобановой: долина р. Козыревка, ель, береза, вершина холма, июль 2015 – 3 экз.; пойма р. Кетачан, 12.06.2015 – 1 экз.

**Распространение:** Европа, Крым, Кавказ, Сибирь, Турция, Ливан.

***Tachyporus*** Gravenhorst, 1802

**12. *T. nitidulus*** (Fabricius, 1781)

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

**Материал:** Быстринский ПП, сбор В. Лобановой: долина р. Б. Романовка, ельник хвощово-папоротниковый, июль 2015 – 3 экз.; там же, луг (роза, злаки), июль 2015 – 3 экз.; долина р. Козыревка, ельник папоротниковый (ю.-в. склон холма), июль 2015 – 1 экз.

**Распространение:** С. Африка, Европа, Кавказ, М. и Ц. Азия, Сибирь, Д. Восток России, С. Америка.

*Tachinus* Gravenhorst, 1802

**13. *T. elegans*** Eppelsheim, 1893

**Литературные данные:** Schivelütschgebirge – 1♀, 23.06.1929 (Ullrich, 1975).

**Материал:** Быстринский ПП, сбор В. Лобановой: окрестности Эссо, лиственнично-березовый лес, кедровый стланник, 23.06.2015 – 3 экз.; долина р. Б. Романовка, каменноберезовый лес, июль 2015 – 5 экз.; там же, ельник хвощово-папоротниковый, июль 2015 – 15♂♂, 10♀♀; там же, елово-березовый лес, июль 2015 – 1♂; там же, ивняк, разнотравный луг, июль 2015 – 3 экз.; долина р. Козыревка, ельник папоротниковый (ю.-в. склон холма), июль 2015 – 5 экз.; там же, ель, береза, вершина холма, июль 2015 – 6♂♂, 1♀; там же, злаковый луг, низина между холмами, июль 2015 – 1♂; пойма р. Козыревка, ольха, ива, июль 2015 – 1 экз., 21.07.2015 – 1♂, 1♀; там же, тополь, папоротник, хвощ, 21.07.2015 – 3♀♀; там же, ельник хвощовый, июль 2015 – 11 экз.; там же, тополь, папоротник, хвощ, июль 2015 – 39 экз.; оз. Галямаки, пойма реки, ивняк/луг, 23–24 июня 2016 – 2 экз.; там же, злаковый луг, 22–24 июня 2016 – 5 экз.; пойма ручья, разнотравный луг, июль 2015 – 1 экз.; р. Белая, склон, березовый лес, 25 июля – 3 августа 2016 – 30 экз.; там же, пойма ручья, луг, 25 июля – 3 августа 2016 – 2 экз.; р. Уксичан, пойма, березовый лес, 8–10 июля 2016 – 4 экз.; окрестности г. Алней, пойма ручья, разнотравный луг, 26 июля – 1 августа 2016 – 2 экз.; там же, тундра/ольха, 26 июля – 1 августа 2016 – 2 экз.; там же, пойма ручья, там же, пойма, ольховый стланник, 26 июля – 1 августа 2016 – 1 экз.; р. Воронья, тополь/ивняк, 23 июля – 4 августа 2016 – 3 экз.; р. Иракан, пойма, ивняк/луг, 22–24 июня 2016 – 1 экз.; р. Быстрая, пойма, лиственный лес, 6–9 июля 2016 – 11 экз.; р. Сисоева, верховья, кипрей, злаки, 29 июля – 30 августа 2016 – 1 экз.; там же, пойма, ивняк, 27 июля – 2 августа 2016 – 1 экз.; там же, тундра, 27 июля – 2 августа 2016 – 1 экз.;

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

**14. \**T. bernhaueri*** Luze, 1901

**Материал:** Быстринский ПП, сбор В. Лобановой: пойма р. Козыревка, тополь (папоротник, хвощ), июль 2015 – 3 экз.; там же, ольха, ива,



21.07.2015 – 1♂, 1♀; там же, тополь, папоротник, хвощ, 21.07.2015 – 5♂, 1♀; долина р. Козыревка, ель, береза (вершина холма), июль 2015 – 1♂; оз. Галямаки, пойма ручья, злаки, ива, июль 2015 – 4♂♂.

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

**15. \**T. punctipennis*** (J. Sahlberg, 1876)

**Материал:** Быстринский ПП, сбор В. Лобановой: окрестности р. Кетачан, пойма ручья, июнь 2015 – 3 экз.; пойма р. Иракан, ивняк, 22–25 июня 2016 – 7 экз.; там же, ива, луг, 22–24 июня 2016 – 9 экз.; пойма р. Быстрая,

**Литературные данные:** Камчатка, Командорские о-ва (Ryabukhin, 1999).

**Материал:** Быстринский ПП, сбор В. Лобановой: долина р. Б. Романовка, ельник хвощово-папоротниковый, июль 2015 – 1♂, 1♀; пойма р. Козыревка, ольха, ива, 21.07.2015 – 1♂; там же, ельник хвощовый, июль 2015 – 6 экз.

**Распространение:** С.-З. России, Алтае, Забайкалье, Финляндии, Монголии, Китае.

**Aleocharinae Fleming, 1821**

***Amblopusa*** Casey, 1894

**16. \**A. magna*** Zerche, 1998

**Материал:** Командорские о-ва, о-в Беринга: Старая Гавань, на пляже, 7.09.2005, Л. Лобкова – 33 экз.; бухта Сухая, песок и галька на супралиторали, 4.07.1991, Н. Залесская – 2 экз.; там же, злаки на приморском лугу, 1.07.1991, Н. Залесская – 1 экз.; там же, растительность на супралиторали, 6.07.1991, Н. Залесская – 1 экз.

**Распространение:** Д. Восток, Япония.

***Paramblopusa*** Ahn et Ashe, 1996

**17. \**P. eoa*** Ahn et Maruyama, 2000

**Материал:** Командорские о-ва, о-в Беринга: бухта Сухая, «Астра» на Приморском лугу, 2.07.1991, Н. Залесская – 1♂.

**Распространение:** Курильские о-ва (Уруп).

***Placusa*** Erichson, 1837

**18. \**P. incompleta*** Sjöberg, 1934

**Материал:** Быстринский ПП, пойма р. Иракан, ивняк, 22–25 июня 2016, В. Лобанова – 1♂.

**Распространение:** европейская Россия; Европа; С. Америка.

*Schistoglossa* Kraatz, 1856

19. \**S. curtipennis* (Sharp, 1869)

**Материал:** Быстринский ПП, пойма р. Уксичан, луг, ива, 8–10 августа 2016, В. Лобанова – 3 экз.

**Распространение:** Европа; С.-З. Россия.

*Aloconota* Thomson, 1858

20. \**A. gregaria* (Erichson, 1837)

**Материал:** 6 км с. влк. Вилучинский, 700–800 м, 28.07.1990, С. Салук – 2♀♀.

**Распространение:** Европа, Кавказ, Узбекистан, Сирия, С. Африка.

*Atheta* Thomson, 1858

21. \**A. subtilis* (Scriba, 1866)

**Материал:** Быстринский ПП, поймар. Козыревка, тополь (папоротник, хвощ), июль 2015, В. Лобанова – 1♀.

**Распространение:** Европа, Монголия.

22. \**A. boreella* Brundin, 1948

**Материал:** р. Гейзерная, разнотравно-высокотравный луг, 22–30 июня 2016, Л. Лобкова – 1♂, 1♀.

**Распространение:** С.-В. России; Европе; Монголии.

23. \**A. dadopora* Thomson, 1867

**Материал:** р. Гейзерная, разнотравно-высокотравный луг, 5–8 августа 2016, Л. Лобкова – 1♀.

**Распространение:** Европе, Восточной Сибири, Индии, Китае, Японии.

*Adota* Casey, 1910

24. \**A. maritima* (Mannerheim, 1843)

**Материал:** Командорские о-ва, о-в Беринга: Старая Гавань, прибойка, 14.09.2005, Л. Лобкова – 1♂; там же, на пляже, 7.09.2005, Л. Лобкова – 81 экз.; на В от с. Никольского, луг, 5.09.2005, Л. Лобкова – 1♀; бухта Сухая, выбросы водорослей, 2–4 июля 1991, Н. Залеская – 11 экз.; там же, многолетние выбросы водорослей, 28.06.1991, Н. Залеская – 1 экз.; там же, растительность на супралиторали, 6.07.1991, Н. Залеская – 1 экз.; там же, песок и галька на супралиторали, 4.07.1991, Н. Залеская – 5 экз.; там же, звездчатка на супралиторали, 24.06.1991, Н. Залеская – 4 экз.; там же, гравий на супралиторали, 24.06.1991, Н. Залеская – 4 экз.

**Распространение:** Япония, С. Америка.

***Psammotiba*** Sawada, 1976

**25. \**P. jessoensis*** (Brundin, 1943)

**Материал:** Командорские о-ва, о-в Беринга: бухта Подутесная, пляж, 31.08.2005, Л. Лобкова – 1 ♀; там же, на пляже, 7.09.2005, Л. Лобкова – 1 ♂, бухта Сухая, растительность на супралиторали, 6.07.1991, Н. Залеская – 3 экз., о-в Медный, бухта Глинка, песчаная лайда, под плавником, 2.07.1983, Зименко – 1 экз.

**Распространение:** Приморье, Япония, С. Корея.

***Oxypoda*** Mannerheim, 1830

**26. \**O. lugubris*** Kraatz, 1856

**Материал:** Быстринский ПП, сбор В. Лобановой: долина р. Б. Романовка, каменно-березовый лес, июль 2015 – 4 экз.; там же, ельник хвощово-папоротниковый, июль 2015 – 2 ♂♂, 2 ♀♀; пойма р. Быстрая, лиственный лес, 6–9 июля 2016 – 10 экз.; оз. Тымкыгытгын (пойма), июль 2015 – 1 экз.; оз. Галямаки, пойма ручья, разнотравный луг, июль 2015 – 8 экз.; там же, пойма ручья, злаки, ива, июль 2015 – 1 ♀; там же, тундра (склон), июль 2015 – 2 ♂♂; пойма р. Козыревка, тополь, папоротник, хвощ, июль 2015 – 10 экз.; долина р. Козыревка, злаковый луг (низина между холмами), июль 2015 – 1 ♂, 2 ♀♀; там же, ельник хвощовый, 21.07.2015 – 1 ♀. р. Сысоева, тундра, 27 июля – 2 августа 2016 – 3 экз.; там же, кипрей, злаки, 29–30 июля 2016 – 2 экз.; оз. Ангрэ, пойма, июль 2015 – 2 экз.; окрестности горы Алней, тундра/ольха, 27 июля – 2 августа 2016 – 4 экз.; там же, разнотравный луг, пойма ручья, 26 июля – 1 августа 2016 – 1 экз.; пойма р. Белая, луг, пойма ручья, 25 июля – 2 августа 2016 – 1 экз.; пойма р. Уксичан, березовый лес, 8–10 июля 2016 – 1 экз.

**Распространение:** Европа, Забайкалье.

***Acrostiba*** Thomson, 1858

**27. \**A. borealis*** Thomson, 1858

**Материал:** р. Гейзерная, каменноберезовый лес, почвенные ловушки, 21.08.2015, Л. Лобкова – 2 экз.

Быстринский ПП, сбор В. Лобановой: долина р. Б. Романовка, каменноберезовый лес, июль 2015 – 158 экз.; пойма р. Б. Романовка, разнотравный луг, 5.07.2015 – 1 экз.; там же, ельник хвощово-

папоротниковый, июль 2015 - 10 экз.; там же, елово-березовый лес, июль 2015 - 12 экз.; долина р. Козыревка, тополь, папоротник, хвощ, 21.06.2015 - 1 экз.; там же, злаковый луг (низина между холмами), июль 2015-6экз.;пойма р. Козыревка, тополь, папоротник, хвощ, июль 2015 - 47 экз.; там же, ельник хвощовый, июль 2015 - 3 экз.; оз. Галямаки, пойма ручья, разнотравный луг, июль 2015 - 1 экз.; верховья р. Сысоева, кипрей, злаки, 29-30 июля 2016 - 2 экз.; окрестности горы Алней, пойма ручья, разнотравный луг, 26 июля - 1 августа 2016 - 1 экз.; пойма р. Белая, пойма ручья, луг, 25 июля - 3 августа 2016 - 1 экз.; пойма р. Уксихан, березовый лес, 8-10 июля 2016 - 1 экз.; пойма р. Быстрая, лиственный лес, 6-9 июля 2016 - 10 экз.

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

*Aleochara* Gravenhorst, 1802

**28. \*A. nubis** (Assing, 1995)

**Материал:** Командорские о-ва, о-в Беринга: бухта Старая Гавань, пляж, 14.09.2005, Л. Лобкова - 1 ♀; там же, пляж, 9.07.1991, Н. Залесская - 8 экз.; бухта Сухая, старые выбросы водорослей, 2.07.1991, Н. Залесская - 4 экз.; там же, нижняя супралитораль, 6.07.1991, Н. Залесская - 1 экз.; там же, гравий на супралиторали, 24.06.1991, Н. Залесская - 5 экз.

**Распространение:** Д. Восток.

*Staphylininae* Latreille, 1802

*Heterothops* Stephens, 1829

**29. \*H. quadripunctulus** (Gravenhorst, 1806)

**Материал:** Долина гейзеров, в гнилом пне, 30.05.2005, Л. Лобкова - 1 ♀.

**Распространение:** Европа, Сибирь.

*Bisnius* Stephens, 1829

**30. \*B. scoticus** (Joy et Tomlin, 1910)

**Материал:** Быстринский ПП, сбор В. Лобановой: пойма р. Козыревка, пойма ручья, ольха, ива, июль 2015- 2 экз.; там же, ельник хвощовый, июль 2015 - 4 экз.; пойма р. Козыревка, тополь, папоротник, хвощ, июль 2015 - 10 экз.; окрестности оз. Арбунат, пойма реки, 20.06.2015 - 1 ♂; р. Белая, березовый лес на склоне, 25 июля - 3 августа 2016- 4 экз.

Р. Камчатка, биостанция Радуга, пойма, 20.09.2016, М. Матвеева - 2 экз.

**Распространение:** С. Европа.

**Atrecus** Jacquelin du Val, 1856

**31. *A. pilicornis*** (Paykull, 1790)

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

**Материал:** Быстринский ПП, сбор В. Лобановой: пойма р. Козыревка, ельник хвощовый, июль 2015 – 1 экз.; долина р. Б. Романовка, каменно-березовый лес, июль 2015 – 1 экз.; там же, луг (роза, злаки), июль 2015 – 1 экз.

**Распространение:** Европа, Кавказ, Сибирь, Д. Восток России, Япония.

**Quedius** Stephens, 1829

**32. \**Q. paraboops*** Coiffait, 1975

**Материал:** Быстринский ПП, пос. Эссо, в кедровом стланике, 24 июля – 29 августа 1990, Т. Павленко – 9♂♂, долина р. Б. Романовка, ельник хвощово-папоротниковый, июль 2015, В. Лобанова – 3♂♂, 2♀♀.

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

**33. *Q. fulvicollis*** (Stephens, 1833)

**Литературные данные:** Камчатка, Командорские о-ва (Ryabukhin, 1999).

**Материал:** Быстринский ПП, сбор В. Лобановой: долина р. Б. Романовка, ельник хвощово-папоротниковый, июль 2015 – 1♂, 1♀; пойма р. Козыревка, ольха, ива, 21.07.2015 – 1♂; там же, ельник хвощовый, июль 2015 – 6 экз.

**Распространение:** Европа, Урал, Сибирь, Камчатка, Канада, США.

**34. \**Q. fellmani*** (Zetterstedt, 1838)

**Материал:** Быстринский ПП, Эссо, шляпочные грибы, 8.09.2016, В. Лобанова – 1 экз.

Р. Камчатка, оз. Азабачье, биостанция Радуга, 26 сентября – 9 октября 2016, М. Матвеева – 2 экз.; там же, пойма, 20.09.2016, М. Матвеева – 4 экз.

**Распространение:** С.-З. России; Сибири; Д. Востоке; Скандинавии; Монголии; Канаде, США.

### **Дополнительные данные о ранее известных видах**

**Proteininae** Erichson, 1839

**Megarthus** Curtis, 1829

***M. nitidulus*** Kraatz, 1857

**Литературные данные:** Макарка, р. Коль (Лобкова, Семенов, 2012).

**Материал:** р. Гейзерная, разнотравный луг, 5–8 августа 2016, Л. Лобкова – 1 экз.; там же, 22–30 июля 2015, Л. Лобкова – 1 экз.

Быстринский ПП, сбор В. Лобановой: пойма р. Козыревка, ельник хвощовый, июль 2015, – 1 экз.; долина р. Б. Романовка, каменно-березовый лес, июль 2015 – 1 экз.; там же, ельник хвощово-папоротниковый, июль 2015 – 8 экз.; там же, луг, ивняк, июль, 2015 – 2 экз.; пойма р. Козыревка, ельник хвощовый, июль 2015 – 1 экз.; там же, тополь, папоротник, хвощ, июль 2015 – 3 экз.; оз. Галямаки, пойма ручья, злаки, ива, июль 2015 – 1 ♂; пойма р. Белая, луг, пойма ручья, 25.июля – 3 августа 2016 – 2 экз.; окрестности горы Алней, тундра, ольха, 26.июля – 1 августа 2016 – 1 экз.; пойма р. Иракан, ива, луг, 22–24 июня 2016 – 2 экз.; пойма р. Быстрая, лиственный лес, 6–9 июля 2016 – 2 экз.

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

**Omaliiinae** MacLeay, 1825

**Omalium** Gravenhorst, 1802

**O. strigicolle** Wankowicz, 1869

**Литературные данные:** р. Гейзерная (Лобкова, Семенов, 2014).

**Материал:** Быстринский ПП, сбор В. Лобановой: пойма р. Козыревка, тополь, папоротник, хвощ, июль 2015 – 6 экз.; там же, тополь, папоротник, хвощ, 21.07.2015 – 1 ♂; долина р. Б. Романовка, каменно-березовый лес, июль 2015 – 1 экз.; там же, ельник хвощово-папоротниковый, июль 2015 – 1 ♀; пойма р. Иракан, ивняк, 22–25 июня 2016 – 12 экз.; там же, ива, луг, 22–24 июня 2016 – 12 экз.

**Olophrum** Erichson, 1839

**O. consimile** (Gyllenhal, 1810)

**Литературные данные:** Семячикский лиман (Лобкова, Семенов, 2012).

**Материал:** Быстринский ПП, сбор В. Лобановой: долина р. Б. Романовка, ельник хвощово-папоротниковый, июль 2015 – 2 экз.; верховья р. Сысоева, иван-чай, злаки, 29–30 июля 2016 – 12 экз.; там же, ива, 27 июля – 2 августа 2016 – 2 экз.; р. Белая, склон, березовый лес, 25 июля – 3 августа 2016 – 19 экз.; оз. Галямаки, пойма ручья, злаки, ива, июль 2015 – 1 экз.; там же, пойма реки, злаковый луг, 22–24 июля 2016 – 1 экз.; окрестности горы Алней, пойма ручья, 26 июля – 1 августа 2016 – 7 экз.; там же, склон, ольховый стланик, 26 июля – 1 августа 2016 – 11 экз.

Командорские о-ва, о-в Беринга, бухта Подутесная, залежи морской капусты, моховая подушка на обрыве приморского луга, 31.08.2005, Л. Лобкова – 1 экз.

***O. boreale*** (Paykull, 1792)

**Литературные данные:** Узон (Лобкова, Семенов, 2012).

**Материал:** Узон, оз. Дальнее, на пляже, 12.08.2015, Л. Лобкова – 1 экз.

***Phloeostiba*** Thomson, 1858

***Ph. lapponica*** (Zetterstedt, 1838)

**Литературные данные:** р. Лиственничная (Лобкова, Семенов, 2014).

**Материал:** Быстринский ПП, сбор В. Лобановой: пойма р. Б. Романовка, разнотравный луг, июль 2015 – 1 экз. пойма р. Уксичан, березовый лес, 8–10 июля 2016 – 1 экз.; пойма р. Иракан, ивняк, 22–25 июня 2016 – 246 экз.; там же, ива, луг, 22–24 июня 2016 – 25 экз.

***Deliphrum*** Erichson, 1839

***D. tectum*** (Paykull, 1789)

**Литературные данные:** Елизово, в грибах (Лобкова, Семенов, 2015).

**Материал:** Быстринский ПП, сбор В. Лобановой: окрестности с. Эссо, каменноберезовый лес, июль-август 2015 – 1 экз.; р. Белая, тундра, кедровый стланик, 24 июля – 4 августа 2016 – 1 экз.; пойма р. Уксичан, березовый лес, 8–10 июля 2016 – 36 экз.; пойма р. Быстрая, лиственный лес, 6–9 июля 2016 – 10 экз.

***Eucnecosum*** Reitter, 1909

***E. brunnescens*** (J. Sahlberg, 1871)

**Литературные данные:** Узон (Лобкова, Семенов, 2012).

**Материал:** Быстринский ПП, Эссо, в кедровом стланике, 14 июля – 19 августа 1990, Т. Павленко – 8♂♂, 7♀♀; сбор В. Лобановой: окрестности Эссо, лиственно-березовый лес, кедровый стланик, 23.05.2015 – 1 экз.; долинар. Б. Романовка, каменноберезовый лес, июль 2015 – 26 экз.; пойма р. Б. Романовка, луг, ивняк, июль, 2015 – 1 экз.; долина р. Козыревка, ельник папоротниковый (ЮВ склон холма), июль 2015 – 1 экз.; окрестности г. Гигилен, тундра, 15.06.2015 – 1 экз.; р. Кетачан, тундра, июнь 2015 – 1 экз.; р. Белая, склон, березовый лес, 25 июля – 3 августа 2016 – 5 экз.; окрестности горы Алней, разнотравный луг, пойма ручья, 26 июля – 1 августа 2016 – 1 экз.; там же, склон, ольховый стланик, 26 июля – 1 августа 2016 – 1 экз.; пойма р. Сысоева, тундра, 27 июля – 2 августа 2016 – 1 экз.

Командорские о-ва, о-в Беринга, с. Никольское, дюны, разнотравье, 28.07-6.08.2004, Л. Лобкова – 1♂.



***E. brachypterum*** (Gravenhorst, 1802)

**Литературные данные:** исток р. Кроноцкой, р. Лиственничная (Лобкова, Семенов, 2012).

**Материал:** Быстринский ПП, сбор В. Лобановой: окрестности горы Алней, пойма ручья, 26 июля – 1 августа 2016 – 3 экз.; оз. Ангрэ, пойма, июль 2015 – 3 экз.

***Acidota*** Stephens, 1829

***A. crenata*** (Fabricius, 1792)

**Литературные данные:** влк. Бурлящий, р. Гейзерная, Узон (Лобкова, Семенов, 2012, 2014, 2015).

**Материал:** Узон, оз. Дальнее, в желудке гольца, 3.08.2012, Л. Лобкова – 7 экз.

Быстринский ПП, окрестности р. Кетачан, каменноберезовый лес, 12.06.2015, В. Лобанова – 1 экз.

***Tachyporinae*** MacLeay, 1825

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

***L. thoracicus*** (Fabricius, 1777)

**Литературные данные:** р. Гейзерная, р. Шумная, р. Коль (Лобкова, Семенов, 2012).

**Материал:** р. Гейзерная, каменноберезник, почвенные ловушки, 21.08.2015, Л. Лобкова – 1 экз.; там же, разнотравно-высокотравный луг, 5–8 августа 2016, Л. Лобкова – 1 экз.; Узон, руч. Веселый, голубичник спирейный, 1–8 августа 2016, Л. Лобкова – 1 экз.

Быстринский ПП, сбор В. Лобановой: пойма р. Козыревка, тополь, папоротник, хвощ, июль 2015 – 1 экз.; пойма р. Б. Романовка, елово-березовый лес, июль 2015 – 1 экз.; р. Воронья, тополь, ива, 23 июля – 3 августа 2016 – 3 экз.

***Tachyporus*** Gravenhorst, 1802

***T. atriceps*** Stephens, 1832

**Литературные данные:** р. Коль (Лобкова, Семенов, 2012).

**Материал:** Быстринский ПП, долина р. Б. Романовка, каменно-березовый лес, июль 2015, В. Лобанова – 3 экз.; р. Кетачан, тундра, июнь 2015, В. Лобанова – 2 экз.; р. Белая, склон, березовый лес, 25 июля – 3 августа 2016, В. Лобанова – 1 экз.

Налычевский ПП (центральная усадьба), березовый лес, 6–7.07.2016, В. Лобанова – 1 экз.

***T. pulchellus*** Mannerheim, 1843

**Литературные данные:** Узон, (Лобкова, Семенов, 2012).

**Материал:** Быстринский ПП, сбор В. Лобановой: долина р. Козыревка, ельник папоротниковый (ЮВ склон холма), июль 2015 – 1 экз.; оз. Галямаки, пойма ручья, разнотравный луг, июль 2015 – 1 экз.; озеро Тымкыгытгын (пойма), июнь 2015 – 1 экз.; окрестности р. Бабав, пойма, июль 2015 – 1 экз.; окрестности оз. Арбунат, пойма реки, 20.06.2015 – 1 экз.; там же, тундра, 20.06.2015 – 1 экз.

Вилючинск, оз. Дальнее, 12.08.2016, Л. Лобкова – 1 экз.

***Tachinus*** Gravenhorst, 1802

***T. jacuticus*** Poppius, 1904

**Литературные данные:** р. Козлова и др. (Лобкова, Семенов, 2012).

**Материал:** Быстринский ПП, сбор В. Лобановой: окрестности Эссо, пойма р. Быстрая, луг, 6.08.2015 – 1 экз.; долина р. Козыревка, ель, береза (вершина холма), июль 2015 – 1♂, 1♀; пойма р. Козыревка, ольха, ива, 21.08.2015 – 1♀; окрестности горы Алней, разнотравный луг, пойма ручья, 26 июля – 1 августа 2016 – 1 экз.; р. Воронья, тополь, ива, 23 июля – 4 августа 2016 – 6 экз.; пойма р. Сысоева, ива, 27 июля – 2 августа 2016 – 1 экз.

***T. elongatus*** Gyllenhal, 1810

**Литературные данные:** р. Гейзерная, и др. (Лобкова, Семенов, 2012).

**Материал:** Быстринский ПП, сбор В. Лобановой: окрестности Эссо, пойма р. Быстрая, луг, 6.08.2015 – 1 экз.; долина р. Б. Романовка, каменноберезовый лес, июль 2015 – 15 экз.; там же, ельник хвощово-папоротниковый, июль 2015 – 26 экз.; там же, луг папоротниковый, июль 2015 – 4 экз.; там же, луг (роза, злаки), июль 2015 – 6 экз.; там же, елово-березовый лес, июль 2015 – 9 экз.; пойма р. Б. Романовка, разнотравный луг, июль 2015 – 2 экз.; пойма р. Козыревка, ельник хвощовый, июль 2015 – 10 экз.; там же, тополь, папоротник, хвощ, 21.06.2015 – 4 экз.; там же, тополь, папоротник, хвощ, июль 2015 – 9 экз.; там же, ольха, ива, 21.08.2015 – 3 экз.; долина р. Козыревка, ельник папоротниковый (ю. – в. склон холма), июль 2015 – 9 экз.; там же, ель, береза (вершина холма), июль 2015 – 7 экз.; там же, злаковый луг (низина между холмами), июль 2015 – 15 экз.; оз. Тымкыгытгын (пойма), июнь 2015 – 3 экз.; р. Кетачан,

пойма ручья, июнь 2015 – 2 экз.; там же, тундра, 30.06.2015 – 1 экз.; там же, каменно-березовый лес, 12.06. 2015 – 1 экз.; пойма р. Быстрая, лиственный лес, 6–9 июня 2016 – 14 экз.; р. Бабав, тундра, июнь 2015 – 1 экз.; там же, пойма, июнь 2015 – 1 экз.; оз. Галямаки, пойма ручья, разнотравный луг, июль 2015 – 6 экз.; там же, пойма реки, злаковый луг, 23–24 июня 2016 – 2 экз.; окрестности оз. Арбунат, пойма реки, 20 июня 2015 – 3 экз.; пойма р. Уксичан, луг, ива, 8–10 июля 2016 – 1 экз.; озеро Мелкое (пойма), июль, 2015 – 5 экз.; пойма р. Иракан, ивняк, 22–25 июня 2016 – 29 экз.; там же, ива, луг, 22–24 июня 2016 – 25 экз.

Р. Камчатка, оз. Азабачье, биостанция Радуга, 26 сентября – 9 октября 2016, М. Матвеева – 1 экз.; там же, пойма, 20 сентября 2016, М. Матвеева.

### **Aleocharinae** Fleming, 1821

**Gyrophæna** Mannerheim, 1830

**G. affinis** Mannerheim, 1830

**Литературные данные:** Елизово, в грибах (Лобкова, Семенов, 2015).

**Материал:** Елизово, в грибах на иве, 10.07.2016, Л. Лобкова – 38 экз.

**Placusa** Erichson, 1837

**P. atrata** (Mannerheim, 1830).

**Литературные данные:** р. Гейзерная (Лобкова, Семенов, 2015).

**Материал:** Быстринский ПП, сбор В. Лобановой: оз. Галямаки, пойма реки, луг, ивняк, 23–24 июня 2016 – 1 экз.; пойма р. Иракан, ивняк, 22–25 июня 2016 – 1 экз.

**Liogluta** Thomson, 1858

**L. granulosa** Lohse, 1990

**Литературные данные:** Узон, в желудке гольца (Лобкова, Семенов, 2014).

**Материал:** Узон, голубично-ерниковая тундра, 1–8 июля 2016, Л. Лобкова – 2 экз.

Быстринский ПП, сбор В. Лобановой: долина р. Б. Романовка, ельник хвощово-папоротниковый, июль 2015 – 2♂♂, 1♀; пойма р. Б. Романовка, луг, ивняк, июль, 2015 – 2 экз.; р. Белая, березовый лес (склон), 25 июля – 3 августа 2016 – 3 экз.; долина р. Козыревка, ельник папоротниковый (ЮВ склон холма), июль 2015 – 1♂; там же, ель, береза (вершина холма), июль 2015 – 2♂♂; там же, елово-березовый лес, июль 2015 – 2♂♂; пойма р. Козыревка, тополь, папоротник, хвощ, июль 2015 – 2 экз.; оз. Галямаки, пойма ручья, злаки, ива, июль 2015 – 1♂, 2♀♀; там же, пойма реки, злаковый луг, 22–

24 июня 2016 – 3 экз.; окрестности горы Алней, разнотравный луг, пойма ручья, 26 июля – 1 августа 2016 – 2 экз.; там же, тундра, ольха, 26 июля – 1 августа 2016 – 5 экз.; там же, ольховый стланик на склоне, 26 июля – 1 августа 2016 – 4 экз.; р. Воронья, тополь, ива, 23 июля – 4 августа 2016 – 2 экз.

***Atheta*** Thomson, 1858

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

**Литературные данные:** р. Гейзерная,, Узон и везде (Лобкова, Семенов, 2012, 2015).

**Материал:** р. Гейзерная, разнотравно-высокотравный луг, 22–30. VI.2016, Л. Лобкова – 7 экз.

Быстринский ПП, сбор В. Лобановой: Эссо, каменноберезовый лес, июль – август 2015 – 1 экз.; окрестности Эссо, пойма р. Быстрая, луг, 6.08.2015 – 1 ♀; долина р. Б. Романовка, ельник хвощово-папоротниковый, июль 2015 – 4 экз.; там же, каменно-березовый лес, июль 2015 – 8 экз.; пойма р. Б. Романовка, разнотравный луг, июль 2015 – 1 экз.; пойма р. Козыревка, ельник хвощовый, июль 2015 – 4 экз.; там же, тополь, папоротник, хвощ, июль 2015 – 4 экз.; долина р. Козыревка, злаковый луг (низина между холмами), июль 2015 – 4 экз.; там же, ель, береза (ю. – вершина холма), июль 2015 – 1 экз.; там же, ельник папоротниковый (ю.-в. склон холма), июль 2015 – 2 экз.; оз. Галямаки, пойма ручья, злаки, ива, июль 2015 – 14 экз.; там же, разнотравный луг, июль 2015 – 1 экз.; там же, пойма реки, злаковый луг, 22–24 июня 2016 – 1 экз.; р. Белая, березовый лес (склон), 25 июля – 3 августа 2016 – 2 экз.; пойма р. Уксичан, луг, ива, 8–10 июля 2016 – 4 экз.; там же, березовый лес, 8–10 июля 2016 – 87 экз.; р. Воронья, тополь, ива, 23 июля – 1 августа 2016 – 6 экз.; пойма р. Сысоева, ива, 27 июля – 2 августа 2016 – 1 экз.; окрестности горы Алней, тундра, ольха, 26 июля – 1 августа 2016 – 3 экз.; р. Кетачан, пойма ручья, июнь 2015 – 1 экз.; пойма р. Быстрая, лиственный лес, 6–9 июля 2016 – 3 экз.

Вилучинск, оз. Дальнее, 12.07.2016, Л. Лобкова – 2 экз.

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

**Литературные данные:** р. Гейзерная, и др. (Лобкова, Семенов, 2012).

**Материал:** р. Гейзерная, 22–30 июня 2016, Л. Лобкова – 5 экз.

***A. islandica*** (Kraatz, 1857)

**Литературные данные:** Узон (Лобкова, Семенов, 2014).

**Материал:** Командорские о-ва, о-в Беринга, с. Никольское, дюны, разнотравье, 28 июля – 6 августа 2004, Л. Лобкова – 2♂♂, 1♀.

**21. *A. eremita*** (Rye, 1866)

**Литературные данные:** ЮКЗ, оз. Курильское (Лобкова, Семенов, 2014, 2015).

**Материал:** Командорские о-ва, о-в Беринга, Старая Гавань, в прибойной полосе, 14.09.2005, Л. Лобкова – 1♂; там же, на пляже, 7.09.2005, Л. Лобкова – 2 экз.

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

**Литературные данные:** Елизово (Лобкова, Семенов, 2012).

**Материал:** Узон, в грибах, 1–8 июня 2016, Л. Лобкова – 2 экз.; р. Гейзерная, каменноберезник, почвенные ловушки, 21.08.2015, Л. Лобкова – 2♀♀; там же, высокотравный луг, 5-8.VIII.2016, Л. Лобкова – 4 экз.; там же, 22–30 июня 2016, Л. Лобкова – 4 экз.

Быстринский ПП, сбор В. Лобановой: Эссо, шляпочные грибы, 8.09.2016 – 4 экз.; пойма р. Быстрая, лиственный лес, 6–9 июля 2016 – 5 экз.; оз. Галямаки, пойма ручья, тундра, ольха, береза, июль 2015 – 1♂; пойма р. Уксичан, луг, ива, 8–10 июля 2016 – 1 экз.; там же, березовый лес, 8–10 июля 2016 – 1 экз.; р. Воронья, тополь, ива, 23 июля – 1 августа 2016 – 3 экз.; окрестности горы Алней, пойма ручья, 26 июля – 1 августа 2016 – 1 экз.

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

**Литературные данные:** г. Елизово (Лобкова, Семенов, 2014, 2015).

**Материал:** Быстринский ПП, пос. Эссо, в кедровом стланике, 19.VIII.1990, Т. Павленко – 2♀♀; сбор В. Лобановой: Эссо, шляпочные грибы, 8.09.2016 – 13 экз.; пойма р. Уксичан, березовый лес, 8–10 июля 2016 – 20 экз.; пойма р. Быстрая, лиственный лес, 6–9 июля 2016 – 1 экз.

Р. Камчатка, биостанция Радуга, пойма, 20.09.2016, М. Матвеева – 2 экз.; Елизово, в трубчатых грибах, 13 августа 2016, Л. Лобкова – 2 экз.; там же, в сыроежке, 20 августа 2016, Л. Лобкова – 1 экз.

***A. graminicola*** (Gravenhorst, 1806)

**Литературные данные:** оз. Кроноцкое, Узон, Елизово (Лобкова, Семенов, 2012).

**Материал:** Быстринский ПП, сбор В. Лобановой: оз. Галямаки, пойма ручья, злаки, ива, июль 2015 – 1♂, 1♀; долина р. Б. Романовка, луг

папоротниковый, июль 2015 – 2♂♂; пойма р. Б. Романовка, разнотравный луг, июль 2015 – 3♀♀; р. Кетачан, тундра, июнь 2015, В. Лобанова – 1 экз.

Командорские о-ва, о-в Беринга, бухта Подутесная, пляж, 31.08.2005, Л. Лобкова – 1♂; В с. Никольского, луг, 5.09.2005, Л. Лобкова – 1♂.

***A. brunneipennis*** (Thomson, 1852)

**Литературные данные:** Семячикский лиман, 29.06.2012 (Лобкова, Семенов, 2014).

**Материал:** р. Гейзерная, разнотравно-высокотравный луг, 5–8 августа 2016, Л. Лобкова – 1 экз.; там же, 22–30 июня 2016, Л. Лобкова – 2 экз.

Быстринский ПП, Эссо, в кедровом стланике, 14 июля – 9 августа 1990, Т. Павленко – 9♂, 7♀♀; сбор В. Лобановой: долина р. Б. Романовка, гарь (береза, ель), июль, 2015 – 1 экз.; пойма р. Б. Романовка, луг (роза, злаки), июль 2015 – 1♂, 1♀♀; пойма р. Козыревка, ельник хвощовый, июль 2015 – 7 экз.; там же, тополь, папоротник, хвощ, июль 2015 – 38 экз.; оз. Галямаки, пойма ручья, разнотравный луг, июль 2015 – 2 экз.; р. Белая, березовый лес на склоне, 25 июля – 3 августа 2016 – 8 экз.; окрестности горы Алней, разнотравный луг, пойма ручья, 26 июля – 1 августа 2016 – 4 экз.; там же, пойма ручья, 26 июля – 1 августа 2016 – 1 экз.; р. Воронья, тополь, ива, 23 июля – 4 августа 2016 – 16 экз.; пойма р. Уксичан, березовый лес, 8–10 июля 2016 – 5 экз.; пойма р. Иракан, ивняк, 22–25 июня 2016 – 132 экз.; там же, ива, луг, 22–24 июня 2016 – 5 экз.; оз. Ангрэ, пойма, июль 2015 – 1 экз.

Командорские о-ва, о-в Беринга, с. Никольское, луг, 5.IX.2005, Л. Лобкова – 1♂.

***A. boleticola*** J. Sahlberg, 1876

**Литературные данные:** г. Елизово, в грибах (Лобкова, Семенов, 2014).

**Материал:** Быстринский ПП, сбор В. Лобановой: р. Воронья, тополь, ива, 23 июля – 4 августа 2016, В. Лобанова – 1 экз.; пойма р. Быстрая, лиственный лес, 6–9 июля 2016, В. Лобанова – 1 экз.

Р. Камчатка, биостанция Радуга, пойма, 20.09.2016, Л. Лобкова – 23 экз.; Елизово, в трубчатых грибах, 13.08.2016, Л. Лобкова – 20 экз.; там же, в сыроежке, 20.08.2016, Л. Лобкова – 2 экз.

***A. photaechnica*** Pašnik, 2001

**Литературные данные:** р. Гейзерная, 28–31.07.2013 (Лобкова, Семенов, 2015).

**Материал:** р. Гейзерная, каменноберезник, 22–30 июня 2016, Л. Лобкова – 3♂♂, 3♀♀.

**A. allocera** Eppelsheim, 1893

**Литературные данные:** р. Гейзерная (Лобкова, Семенов, 2015).

**Материал:** р. Гейзерная, разнотравно-высокотравный луг, 5–8 августа 2016, Л. Лобкова – 1 экз.; там же, 22–30 июня 2016, Л. Лобкова – 1 экз.

Быстринский ПП, сбор В. Лобановой: долина р. Б. Романовка, ельник хвощово-папоротниковый, июль 2015 – 1♀; там же, луг папоротниковый, июль 2015 – 1♀; там же, елово-березовый лес, июль 2015 – 1♂, 2♀♀; пойма р. Козыревка, ельник хвощовый, июль 2015 – 1 экз.; пойма р. Иракан, ивняк, 22–25 июня 2016 – 1 экз.; там же, ива, луг, 22–24 июня 2016 – 3 экз.; пойма р. Быстрая, лиственный лес, 6–9 июля 2016 – 2 экз.

**A. thulea** Poppius, 1909

**Литературные данные:** влк. Вилючинский (Лобкова, Семенов, 2012).

**Материал:** Быстринский ПП, сбор В. Лобановой: долина р. Б. Романовка, ельник хвощово-папоротниковый, июль 2015 – 1♀; пойма р. Козыревка, ельник хвощовый, июль 2015 – 1 экз.; долина р. Козыревка, ельник папоротниковый (ю.-в. склон холма), июль 2015, В. Лобанова – 1♂, 3♀♀; оз. Галямаки, пойма реки, злаковый луг, 22–24 июня 2016 – 2 экз.; окрестности горы Алней, разнотравный луг, пойма ручья, 26 июля – 1 августа 2016 – 1 экз.; р. Воронья, тополь, ива, 23.07–4.08.2016 – 1 экз.

**A. diversa** (Sharp, 1869)

**Литературные данные:** р. Баранья (Лобкова, Семенов, 2014).

**Материал:** Быстринский ПП, долина р. Б. Романовка, каменно-березовый лес, июль 2015, В. Лобанова – 1♂, 1♀.

**Lypoglossa** Fenyés, 1918

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

**Литературные данные:** р. Кроноцкая, исток (Лобкова, Семенов, 2012).

**Материал:** Быстринский ПП, сбор В. Лобановой: долина р. Б. Романовка, ельник хвощово-папоротниковый, июль 2015 – 1♂; там же, каменноберезовый лес, июль 2015 – 16 экз.; пойма р. Б. Романовка, разнотравный луг, 5.06.2015 – 1 экз.; пойма р. Козыревка, тополь, папоротник, хвощ, 21.07.2015 – 1♂; там же, тополь, папоротник, хвощ, июль 2015 – 52 экз.; там же, ельник хвощовый, июль 2015 – 7 экз.; долина р. Козыревка, ельник папоротниковый (ю.-в. склон холма), июль 2015 – 1 экз.; оз. Галямаки, пойма ручья, злаки, ива, июль 2015 – 1♂; р. Белая, березовый лес на склоне, 26 июля – 3 августа 2016 – 18 экз.; пойма р. Иракан,



ива, луг, 22–24 июня 2016 – 3 экз.; оз. Ангрэ, пойма, июль 2015 – 1 экз.

П. Октябрьский, торфяное болото, 15.06.2005, Л. Лобкова – 1♀.

***Amischa*** Thomson, 1858

***A. andreasi*** Muona, 1990

**Литературные данные:** р. Гейзерная (Лобкова, Семенов, 2012).

**Материал:** п. Октябрьский, торфяное болото, 15.06.2005, Л. Лобкова – 1♀.

***Drusilla*** Leach, 1819

***D. canaliculata*** (Fabricius, 1787)

**Литературные данные:** Узон, р. Гейзерная и др. (Лобкова, Семенов, 2012, 2015).

**Материал:** р. Гейзерная, каменноберезник, почвенные ловушки, 21.08.2015, Л. Лобкова – 1 экз.; 22–30.VI.2016, Л. Лобкова – 4 экз.

Быстринский ПП, сбор В. Лобановой: долина р. Б. Романовка, гарь, береза, ель, июль, 2015 – 2 экз.; там же, луг папоротниковый, июль 2015 – 9 экз.; пойма р. Б. Романовка, разнотравный луг, июль 2015 – 2 экз.; там же, луг (роза, злаки), июль 2015 – 15 экз.; долина р. Козыревка, ель, береза (вершина холма), июль 2015 – 7 экз.; там же, злаковый луг (низина между холмами), июль 2015 – 15 экз.; р. Кетачан, тундра, июнь 2015 – 1 экз.; р. Белая, тундра, кедровый стланик, 24 июля – 4 августа 2016 – 2 экз.; пойма р. Уксичан, березовый лес, 8–10 августа 2016 – 3 экз.; пойма р. Быстрая, лиственный лес, 6–9 июля 2016 – 1 экз.

ПП Налычево (центральная усадьба), березовый лес, 6–7 июля 2016, В. Лобанова – 4 экз.

***Oxypoda*** Mannerheim, 1830

***O. operta*** Sjoberg, 1950

**Литературные данные:** Петропавловск-Камчатский (Лобкова, Семенов, 2012), Узон, оз. Курильское (Лобкова, Семенов, 2015).

**Материал:** Быстринский ПП, сбор В. Лобановой: пойма р. Козыревка, ельник хвощовый, июль 2015 – 1 экз.; долина р. Б. Романовка, ельник хвощово-папоротниковый, июль 2015 – 2♀♀; там же, каменно-березовый лес, июль 2015 – 2 экз.; оз. Галямаки, пойма ручья, злаки, ива, июль 2015 – 1♂; там же, тундра (склон), июль 2015 – 1♀; р. Воронья, тополь, ива, 23 июля – 4 августа 2016 – 1 экз.; окрестности горы Алней, тундра, ольха, 26 июля – 1 августа 2016 – 3 экз.; оз. Тымкыгыттын, пойма, июнь 2015 – 1 экз.

**Devia** Blackwelder, 1952

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

**Литературные данные:** Козыревск, Петропавловск-Камчатский, Вилючинск (Лобкова, Семенов, 2012).

**Материал:** Быстринский ПП, сбор В. Лобановой: пойма р. Козыревка, ельник хвощовый, июль 2015 – 13 экз.; там же, тополь, папоротник, хвощ, июль 2015 – 11 экз.; оз. Галямаки, пойма ручья, злаки, ива, июль 2015 – 11 экз.; пойма р. Сысоева, ива, 27 июля – 2 августа 2016 – 3 экз.; пойма р. Уксичан, березовый лес, 8–10 июля 2016 – 3 экз.; р. Кетачан, пойма ручья, июнь 2015 – 24 экз.; пойма р. Иракан, ивняк, 22–25 июня 2016 – 116 экз.; там же, ива, луг, 22–24 июня 2016 – 52 экз.

**Aleochara** Gravenhorst, 1802

**A. moerens** Gyllenhal, 1827

**Литературные данные:** Жупаново, Елизово (Лобкова, Семенов, 2012).

**Материал:** Узон, в грибах, 1–8 июня 2016, Л. Лобкова – 35 экз.; там же, в трубчатых грибах, 1–8 июня 2016, Л. Лобкова – 8 экз.

Быстринский ПП, сбор В. Лобановой: Эссо, шляпочные грибы, 8.09.2016 – 3 экз.; р. Белая, тундра, кедровый стланик, 24 июля – 4 августа 2016 – 1 экз.; р. Воронья, тополь, ива, 24 июля – 4 августа 2016 – 9 экз.; пойма р. Уксичан, березовый лес, 8–10 июля 2016 – 3 экз.; пойма р. Быстрая, лиственный лес, 6–9 июля 2016 – 5 экз.

Г. Елизово, в трубчатых грибах, 13.08.2016, Л. Лобкова – 2 экз.; там же, в сыроежке, 20.08.2016, Л. Лобкова – 7 экз.

**Oxyporinae** Fleming, 1821

**Oxyporus** Fabricius, 1775

**O. maxillosus** Fabricius, 1792

**Литературные данные:** Семячикские Ключи, р. Баранья (Лобкова, Семенов, 2012).

**Материал:** Елизово, в грибах на иве, 10.07.2016, Л. Лобкова – 1 экз.

**Steninae** MacLeay, 1825

**Stenus** Latreille, 1797

**S. clavicornis** Scopoli, 1863

**Литературные данные:** р. Николка (Лобкова, Семенов, 2012).

**Материал:** р. Гейзерная, каменноберезник, почвенные ловушки, 21.08.2015, Л. Лобкова – 1 ♀; там же, 22–30 июня 2016, Л. Лобкова – 8 экз.

Быстринский ПП, сбор В. Лобановой: пойма р. Б. Романовка, разнотравный луг, июль 2015 – 4 ♀♀; там же, луг (роза, злаки), июль 2015 – 1 ♂, 3 ♀♀; пойма р. Уксичан, березовый лес, 8–10 июля 2016 – 1 экз.

### **Paederinae** Fleming, 1821

#### **Lathrobium** Gravenhorst, 1802

##### **L. brunripes** (Fabricius, 1792)

**Литературные данные:** р. Гейзерная, г. Елизово (Лобкова, Семенов, 2014).

**Материал:** Быстринский ПП, сбор В. Лобановой: окрестности р. Кетачан, пойма ручья, июль 2015 – 1 экз.; оз. Мелкое (пойма), июль, 2015 – 1 экз.

Р. Камчатка, Азабачье, биостанция Радуга, 26 сентября – 9 октября 2016, М. Матвеева – 2 экз.; биостанция Радуга, пойма, 20.09.2016, М. Матвеева – 4 экз.

### **Staphylininae** Latreille, 1802

#### **Philonthus** Stephens, 1829

##### **Ph. mongolicus** Csiki, 1901

**Литературные данные:** Вилючинск, р. Дальняя (Лобкова, Семенов, 2015).

**Материал:** Быстринский ПП, р. Кетачан, тундра, июль 2015, В. Лобанова – 1 экз.

#### **Ph. succicola** Thomson, 1860

**Литературные данные:** р. Гейзерная, Кроноки, р. Шапино, Лазо, р. Коль (Лобкова, Семенов, 2012).

**Материал:** Долина Гейзеров, каменноберезник, почвенные ловушки, 21.08.2015, Л. Лобкова – 1 экз.

Быстринский ПП, сбор В. Лобановой: окрестности Эссо, пойма р. Быстрая, луг, 6.08.2015 – 2 экз.; долина р. Б. Романовка, каменноберезовый лес, июль 2015 – 4 экз.; там же, луг (роза, злаки), июль 2015 – 2 ♂♂, 3 ♀♀; там же, ельник хвощово-папоротниковый, июль 2015 – 4 экз.; там же, луг, ивняк, июль, 2015 – 1 экз.; там же, разнотравный луг, июль 2015 – 6 экз.; долина р. Козыревка, ель, береза, вершина холма, июль 2015 – 7

экз.; окрестности оз. Арбунат, пойма реки, 20.06.2015 – 2 экз.; там же, тундра, 20.06.2015 – 1 экз.; р. Кетачан, каменноберезовый лес, 12.06.2015 – 1 экз.; там же, 21.06.2015 – 2 экз.; там же, пойма ручья, июнь 2015 – 2 экз.; там же, пойма р. Кетачан, 12.06.2015 – 3 экз.; пойма оз. Ангре, 20.06.2015 – 16 экз.

Р. Камчатка, Азабачье, биостанция Радуга, 26 сентября – 9 октября 2016, М. Матвеева – 1 экз.

***Ph. rotundicollis*** (Ménétriés, 1832)

**Литературные данные:** Узон, р. Гейзерная, Семячки, исток р. Кроноцкая, р. Николка, Лазо, с. Кавалеровское, Елизово (Лобкова, Семенов, 2012).

**Материал:** р. Гейзерная, каменноберезник, почвенные ловушки, 21.08.2015, Л. Лобкова – 1 экз.; там же, разнотравно-высокотравный луг, 22–30 июня 2016, Л. Лобкова – 1 экз.

Быстринский ПП, сбор В. Лобановой: окрестности Эссо, пойма р. Быстрая, луг, 6.08.2015 – 2 экз.; долина р. Б. Романовка, ельник хвощово-папоротниковый, июль 2015 – 4 экз.; пойма р. Б. Романовка, разнотравный луг, июль 2015 – 6 экз.; долина р. Козыревка, ель, береза (вершина холма), июль 2015 – 7 экз.; пойма р. Козыревка, пойма ручья, ольха, ива, июль 2015 – 1 экз.; окрестности оз. Арбунат, пойма реки, 20.06.2015 – 2 экз.; там же, тундра, 20.06.2015 – 1 экз.; р. Кетачан, каменноберезовый лес, 12.06.2015 – 1 экз.; там же, пойма ручья, июль 2015 – 4 экз.; пойма р. Кетачан, 12.06.2015 – 3 экз.; р. Воронья, тополь, ива, 23 июля – 4 августа 2016 – 2 экз.; пойма оз. Ангре, 20.06.2015 – 17 экз.

Налычевский ПП, пойма, 4.07.2016, В. Лобанова – 1 экз.

Р. Камчатка, биостанция Радуга, пойма, 20.09.2016, М. Матвеева – 1 экз.

***Ph. lederi*** Eppelsheim, 1893

**Литературные данные:** р. Гейзерная и др. (Лобкова, Семенов, 2012).

**Материал:** р. Гейзерная, разнотравно-высокотравный луг, 22–30 июня 2016, Л. Лобкова – 3 экз.

Быстринский ПП, сбор В. Лобановой: долина р. Б. Романовка, каменноберезовый лес, июль 2015 – 5 экз.; пойма р. Козыревка, тополь, папоротник, хвощ, июль 2015 – 1 экз.; долина р. Козыревка, ельник папоротниковый, пойма ручья (с.-в. склон холма), 1.07.2015 – 3♂♂, 1♀; там же, злаковый луг (низина между холмами), июль 2015 – 1 экз.; оз. Мелкое, пойма, 16.07.2015 – 3 экз.; окрестности горы Алней, разнотравный луг,

пойма ручья, 26 июля – 1 августа 2016 – 1 экз.; там же, тундра, ольха, 26 июля – 1 августа 2016 – 1 экз.; р. Воронья, тополь, ива, 23 июля – 4 августа 2016 – 1 экз.; оз. Галямаки, пойма реки, злаковый луг, 23–24 июня 2016 – 2 экз.; пойма р. Сысоева, ива, 27 июля – 2 августа 2016 – 2 экз.

Налычевский ПП, влк. Авача, горная тундра, 12.07.2016, В. Лобанова – 1 экз.

***Quedius*** Stephens, 1829

***Q. kamchaticus*** Smetana, 1976

**Литературные данные:** руч. Бурлящий, Узон, (Лобкова, Семенов, 2012, 2014).

**Материал:** Быстринский ПП, сбор В. Лобановой: пойма р. Б. Романовка, луг, ивняк, июль, 2015 – 1 экз.; там же, разнотравный луг, июль 2015 – 1 экз.; пойма р. Козыревка, ольха, ива, 21.08.2015 – 1 экз.; там же, тополь, папоротник, хвощ, июль 2015 – 1 экз.; оз. Галямаки, пойма ручья, злаки, ива, июль 2015 – 2 экз.; верховья р. Сысоева, кипрей, злаки, 29–30 июля 2016 – 11 экз.; пойма р. Сысоева, ива, 27 июля – 2 августа 2016 – 1 экз.; там же, тундра, 27 июля – 2 августа 2016 – 1 экз.; р. Белая, березовый лес на склоне, 25 июля – 3 августа 2016 – 1 экз.; окрестности горы Алней, тундра, ольха, 26 июля – 1 августа 2016 – 3 экз.; там же, пойма ручья, 26 июля – 1 августа 2016 – 7 экз.; там же, ольховый стланик (склон), 26 июля – 1 августа 2016 – 4 экз.; пойма р. Иракан, ивняк, 22–25 июня 2016 – 2 экз.; там же, ива, луг, 22–24 июня 2016 – 2 экз.

***Q. tenellus*** (Gravenhorst, 1806)

**Литературные данные:** Ключи, р. Озерная (Smetana, 1978); р. Кроноцкая, исток (Лобкова, Семенов, 2014).

**Материал:** Быстринский ПП, сбор В. Лобановой: долина р. Б. Романовка, каменистоберезовый лес, июль 2015 – 15 экз.; там же, ельник хвощово-папоротниковый, июль 2015 – 14♂♂, 7♀♀; пойма р. Козыревка, ельник хвощовый, июль 2015 – 1 экз.; там же, тополь (папоротник, хвощ), 21.06.2015 – 1♀; долина р. Козыревка, ель, береза (вершина холма), июль 2015 – 1♂; там же, злаковый луг (низина между холмами), июль 2015 – 1♂; там же, ельник папоротниковый (ю.-в. склон холма), июль 2015 – 4 экз.; оз. Галямаки, пойма ручья, тундра, ольха, береза, июль 2015 – 1♂; оз. Мелкое, пойма, 16.-7.2015 – 1♂; пойма р. Уксичан, березовый лес, 8–10 июля 2016 – 1 экз.; пойма р. Быстрая, лиственный лес, 6–9 июля 2016 – 1 экз.; окрестности горы Алней, ольховый стланик (склон), 26 июля – 1 августа 2016 – 3 экз.

**Q. mesomelinus** (Marsham, 1802)

**Литературные данные:** Мильково, Эссо, Ключи (Рябухин, 1999); Узон, Вилючинск (Лобкова, Семенов, 2014, 2015).

**Материал:** Командорские о-ва, о-в Беринга, бухта Подутесная, пляж, 31.08.2005, Л. Лобкова – 1 ♂.

**Q. sublimbatus** Mäklin, 1853

**Литературные данные:** р. Гейзерная, р. Кроноцкая, г. Елизово, Южно-Камчатский федеральный заказник (Лобкова, Семенов, 2012, 2015).

**Материал:** Быстринский ПП, пос. Эссо, в кедровом стланике, 29.08.1990, Т. Павленко – 1 ♂; сбор В. Лобановой: р. Кетачан, камменноберезовый лес, 12.06.2015 – 1 экз.; пойма р. Козыревка, тополь, папоротник, хвощ, июль 2015 – 3 экз.; окрестности р. Бабав, пойма, июль 2015 – 1 экз.; оз. Мелкое (пойма), июль, 2015 – 2 экз.; окрестности горы Алней, ольховый стланик (склон), 26 июля – 1 августа 2016 – 2 экз.

Р. Камчатка, биостанция Радуга, пойма, 20.09.2016, М. Матвеева – 2 экз.

### **Заключение**

В данной статье приводится 34 вида, не указанных ранее в предыдущих наших публикациях. Получен дополнительный материал по 47 видам, для которых стали известны новые районы обитания в Камчатском крае.

Впервые приводятся для Камчатского края 25 видов. Впервые обнаружены на Дальнем Востоке России 14 видов. Впервые зарегистрированы в России *Adota maritima*; в ее азиатской части: *Bledius bernhaueri*, *Schistoglossa curtipennis*, *Aloconota gregaria*, *Atheta subtilis*. Впервые стал известен в Азии *Bisnius scoticus*; ранее был описан лишь с Северо-Западного Кавказа (Красная Поляна) *Oxytelus assingi*.

Впервые в Кроноцком заповеднике обнаружено 8 видов: *Megarathrus nitidulus* (р. Гейзерная), ранее встреченный в районах Лазо и р. Коль; *Atheta aeneipennis* (р. Гейзерная, Быстринский ПП), ранее приводимый лишь для Елизово; *Acidota quadrata* (Узон), указанный ранее для пос.Эссо; *Aleochara moerens* (Узон), ранее приведенный для пос. Жупаново и г.Елизово; *Atheta boreella*, *A. dadopora*, *Acrostiba borealis* и *Heterothops quadripunctulus* обнаружены только в заповеднике в бассейне р. Гейзерная.

Из 60 видов, зарегистрированных в Быстринском природном парке, который имеет сходные биотопы с Лазовским и Озерно-Кроноцким лесничествами Кроноцкого заповедника, 25 видов не встречены

на территории заповедника. Из 13 видов, зарегистрированных на Командорских островах, 6 видов в других районах Камчатки не встречены, здесь же живут 4 вида, известных из Кроноцкого заповедника.

Только на тундрах п. Октябрьский встречены *Pycnoglypta heydeni*; только в окрестности Елизово в древесных грибах собраны *Gyrophana affinis*, только на высокогорных тундрах влк. Вилючинский найден *Aloconota gregaria*; только в пойме на биостанции Радуга собран *Sepedophilus littoreus*.

Широко распространены по Камчатскому краю не менее 22 видов стафилиид, из них оказались самыми многочисленными в отдельных биотопах: *Phloeostiba lapponica* – 246 экз., *Acrostiba borealis* – 158 экз.; *Atheta brunneipennis* – 132 экз., *Devia prospera* – 116 экземпляров на 10 ловушко-суток. *Oxytelus assingi* – до 176 экземпляров на 10 ловушко-суток – повсеместно встречен пока только в Быстринском ПП.

Итого, с учетом наших предыдущих работ (Лобкова, Семенов, 2012, 2014, 2015) к сегодняшнему дню на Камчатке нами зарегистрировано 134 вида стафилиид, из них 95 ранее не приводились для Камчатского края. На территории Кроноцкого заповедника стало известно обитание 82 видов стафилиид.

## **Литература**

Лобкова, Л. Е. Стафилииды (Coleoptera, Staphylinidae) Кроноцкого заповедника и сопредельных территорий Камчатки / Л. Е. Лобкова, В. Б. Семенов // Труды Кроноцкого государственного природного биосферного заповедника. Выпуск 2 / отв. ред. В. И. Мосолов. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2012. – С. 85–102.

Лобкова, Л. Е. Стафилииды (Coleoptera, Staphylinidae) Кроноцкого заповедника и сопредельных территорий Камчатки. Дополнение 1. / Л. Е. Лобкова, В. Б. Семенов // Труды Кроноцкого государственного природного биосферного заповедника. Выпуск 3 / отв. ред. А. П. Никаноров. – Воронеж: ООО «СТП», 2014. – С. 85–93.

Лобкова, Л. Е. Стафилииды (Coleoptera, Staphylinidae) Кроноцкого заповедника и сопредельных территорий Камчатки. Дополнение 2. / Л. Е. Лобкова, В. Б. Семенов // Труды Кроноцкого государственного природного биосферного заповедника. Выпуск 4 / отв. ред. Е. Г. Лобков. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2015. – С. 119–128.

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

*Smetana, A.* Remarks on some Siberian *Quedius* (Coleoptera, Staphylinidae) (106th contribution to the knowledge of Staphylinidae) / *A. Smetana* // *Entomol. Blätter*. – 1978. – 74 (1–2). – S. 84–88.

*Löbl, I.* Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Vol. 2. Hydrophiloidea – Histeroidea – Staphyloidea. / *I. Löbl, A. Smetana*. – Stenstrup: Apollo Books, 2004. – 942 p.

*Ullrich, W.G.* 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 / *W. G. Ullrich*. – Kiel, 1975. – 365 pp, 61 pls.

## ПОЙМЕННЫЕ ЛЕСА ПАРАПОЛЬСКОГО УЧАСТКА КОРЯКСКОГО ЗАПОВЕДНИКА (ПЕНЖИНСКИЙ Р-Н КАМЧАТСКОГО КРАЯ)

*В. Ю. Нешатаева*<sup>1</sup>, *В. Ю. Нешатаев*<sup>2</sup>, *М. С. Откидач*<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФГБУН Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН

<sup>2</sup>ГОУВПО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С. М. Кирова»

<sup>3</sup>ФГБУ «Кроноцкий государственный заповедник»

*E-mail: vneshataeva@yandex.ru; vn1872@yandex.ru; ovcharenko.mari.sergeevna@gmail.com*

**Ключевые слова:** пойменная растительность, сообщества, классификация, ассоциации, Парапольский дол, Корякский заповедник, Камчатский край

### **Введение**

В 2011–2013 и 2016 гг. на территории Парапольского кластера Корякского государственного заповедника проведены флористические и геоботанические исследования. Район исследований охватывал побережье оз. Таловское, долины рек Ичигинная, Каталянайвая и Тыклавая, включая территорию Парапольского участка Корякского заповедника, которая включает оз. Таловское с его окрестностями и продолжается по правому берегу р. Ичигинная к северу от ГОК «Аметистовое».

Зональная растительность в районе исследований представлена



зеленомошными и кустарничковыми сообществами кедрового стланика, которые занимают около 5 % площади, встречаясь на дренированных песчано-галечных отложениях надпойменных террас. Кустарничковые березнячки (ерники) из березки Миддендорфа (лишайниковые, зеленомошные, кустарничковые), как правило, являются производными на месте сгоревших или вырубленных кедровых стлаников (Нешатаева и др., 2015). Лесная растительность занимает около 10 % территории исследований, встречаясь только в поймах рек. Пойменные леса образованы тополем душистым, (*Populus suaveolens*), чозенией (*Chosenia arbutifolia*), ивой удской (*Salix udensis*) и ивой Шверина (*S. schwerinii*). На сопредельной территории, прилегающей к ГОК «Аметистовое», в долине р. Тыклаваям на южном склоне скалистой гряды отмечена островная каменноберезовая роща (Нешатаева и др. 2016).

Пойменные чозениевые и тополевые леса, а также долинные сообщества ольхового стланика и кустарничковых ив образуют сочетания пойменных лесов и кустарников. Кустарничковые ивняки, образованные *Salix pulchra*, реже *S. alaxensis*, *S. krylovii*, *S. saxatilis*, встречаются в поймах рек, по берегам крупных озер, изредка по окрайкам болот. В травяном ярусе кустарничковых ивняков обычно преобладают вейник пурпурный, княженика (*Rubus arcticus*), осока скрытоплодная (*Carex cryptocarpa*).

### **Природные условия района исследований**

Территория Корякского заповедника состоит из 3-х кластерных участков. Один из них – Парапольский дол – значительно удален от остальных и расположен в Парапольской низменности (Пенжинский р-н). Два других (Мыс Говена и Бухта Лаврова) находятся довольно близко друг от друга, объединены общей охранной зоной и расположены на п-ове Говена, относящемся к горной системе Пылгинского хр. Корякского нагорья (Олюторский р-н). По характеру рельефа участки Парапольский дол, Мыс Говена и Бухта Лаврова резко отличаются.

Участок Парапольский дол относится к Пенжино-Анадырской низменности, осевой частью вытянут вдоль Парапольской депрессии – обширной низменности, ориентированной с юго-запада на северо-восток, сложенной рыхлыми осадочными отложениями (аккумулятивная долина), сильно заболоченной и расчлененной сетью широких речных долин (шириной 2–13 км) корытообразной формы, слабо террасированных.

Климат территории заповедника отличается суровостью.

Среднегодовые температуры воздуха существенно зависят от высоты местности, зональности, уменьшения приходящей радиации, защищенности от преобладающих ветров и т.д. Средняя продолжительность безморозного периода в континентальной части территории исследований оставляет 90–95 дней. Характерен очень интенсивный ветровой режим. В зимний период преобладают ветры северных и северо-западных румбов (средняя скорость 7–10 м/с); в летний – юго-восточные ветры (средняя скорость до 6 м/с). Безветренные периоды крайне редки (2 % времени). На особенности снежного покрова большое влияние оказывают его ветровое перераспределение.

Наиболее характерными чертами климата района являются: 1) продолжительная холодная зима, короткое прохладное лето, еще более короткие весна и осень; 2) повсеместная отрицательная среднегодовая температура воздуха; 3) маломощный снеговой покров на открытых пространствах равнинных и горных тундр; 4) довольно сильные круглогодичные ветра; 5) повсеместное распространение вечной мерзлоты (сплошное или островное), за исключением пойменных местообитаний.

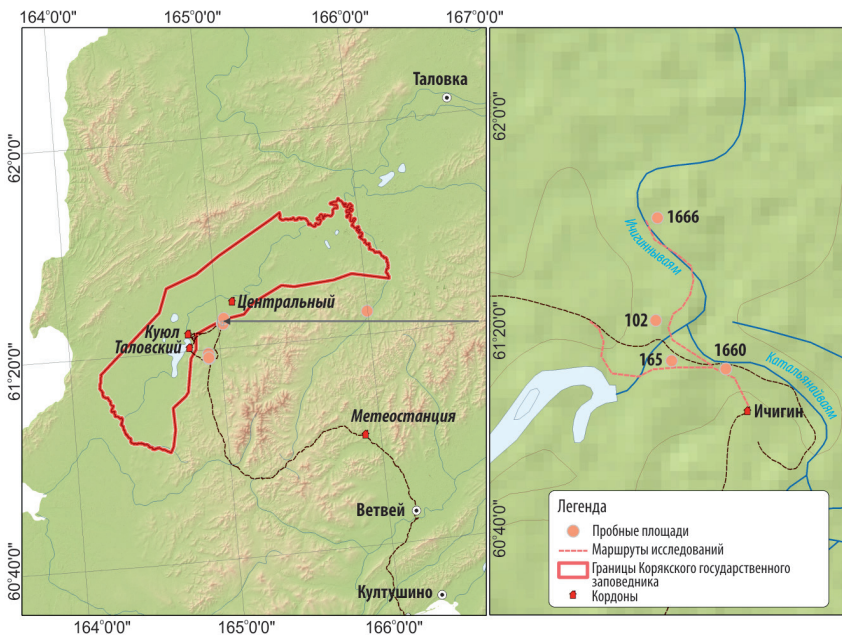
Корякский заповедник отличается развитой гидрологической сетью. Особенно это характерно для участка «Парапольский дол», который расположен на обширной заболоченной низменности. Здесь множество рек, ручьев и озер, самое большое из которых – оз. Таловское – тянется на 20 километров. Благодаря ценным водно-болотным угодьям, кластерный участок Парапольский дол заповедника «Корякский» является одним из крупнейших в Северо-Восточной Азии природных резерватов водных и околоводных птиц – уток, гусей, бакланов, куликов, чаек; сюда на лето прилетают лебеди-кликуну. Здесь гнездятся или находят места отдыха и кормления во время весенне-осенних перелетов сотни тысяч пернатых.

Как массовое местообитание водоплавающих птиц кластерный участок Парапольский дол заповедника «Корякский» включен в Список водно-болотных угодий международного значения, охраняемых Рамсарской конвенцией 1971 года (он является одним из четырех камчатских Рамсарских угодий, включенных в этот Список).

### **Материалы и методы исследований**

Полевые геоботанические исследования проводили детально-маршрутными методами; описания сообществ пойменных лесов выполняли в соответствии с общепринятыми методиками (Методы...,

2002) на временных пробных площадях размерами 20 × 20 м с привязкой их к координатной сети с помощью GPS-навигатора. На каждой пробной площадке проводили инструментальную таксацию древостоя, выполняли геоботаническое и почвенное описания. Всего нами выполнено 12 детальных геоботанических описаний пойменных лесов (рис. 1).



**Рис. 1.** Карта-схема района исследований

В камеральный период определены гербарные образцы сосудистых растений, мохообразных и лишайников, составлена фитоценотическая таблица. Анализ геоботанических данных проводили методом табличного эколого-фитоценотического анализа, разработанного на кафедре геоботаники Санкт-Петербургского университета (Нешатаев, 1971). Разработана эколого-фитоценотическая классификация пойменных лесов, выделены 3 ассоциации. При выделении ассоциаций учитывали лесообразующую древесную породу, набор видов-доминантов и флористический состав подчиненных ярусов.

## Результаты и обсуждение

На территории исследований среди пойменных лесов преобладают чозениевые леса (из *Chosenia arbutifolia*), распространенные на молодых аллювиях; реже встречаются тополевики из тополя душистого (*Populus suaveolens*) и древовидные ивняки из *Salix schwerinii* или *S. udensis*. В травяном ярусе пойменных лесов, как правило, доминирует вейник пурпурный (*Calamagrostis purpurea*), нередко обильны недоселка копьевидная (*Cacalia hastata*) и василистник редкоцветковый (*Thalictrum sparsiflorum*), иногда обильна княженика. На стволах старовозрастных чозений и тополей характерны мхи-эпифиты: *Pylaisia polyantha*, *Amblystegium serpens*, *Orthotrichum obtusifolium*, *O. speciosum*, *O. sordidum*.

Выделены и охарактеризованы следующие ассоциации (табл. 1):

1. Ассоциация ***Chosenietum oligoherbosum*** – чозенник редкотравный (рис. 2)

Сообщества ассоциации встречаются на молодых галечниках, заливаемых в период весеннего половодья и паводков. Сомкнутость древостоя 0.8–0.9. Возраст чозении 20–30 лет, максимальная высота 8 м, диаметр 16 см. Покрытие листового опада и валежа 60%. Общее проективное покрытие травяного яруса 3–5%. Отмечено 22 вида трав, преобладают злаки: вейник пурпурный (*Calamagrostis purpurea*) – 2%, трищетинник мягкий (*Trisetum spicatum* ssp. *molle*) – 1% и полевица булавовидная (*Agrostis clavata*) – <1%. Прочие виды отмечены единично. Мхи отсутствуют. Почва аллювиальная примитивная на песчано-галечных отложениях.



**Рис. 2.** Чозенник редкотравный.  
Фото В. В. Якубова

Таблица 1. Пойменные леса Паропольского участка Коряжского заповедника

Формация	Цозенники <i>Chosenieta arbutifoliae</i>										Топольники – <i>Populeta suaveolentis</i>		Ивняки <i>Saliceta udensis</i>
	1646	68	20	67	102	1666	1660	9	10	1650	104	1658	
№№ Описаний	ртр	ртр	с	вейн	вейн	ольх-вейн	ольх-вейн	ольх-вейн	ольх-вейн	ольх-вейн	ольх-вейн	ольх-вейн	184а
Ассоциация		княж		редк	Саalia	Саalia			редк				ив-вейн
№№ п.п.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ярусы и виды													
<b>Древостой, сомкнутость</b>	<b>0.8</b>	<b>0.7</b>	<b>0.7</b>	<b>0.2</b>	<b>0.6</b>	<b>0.7</b>	<b>0.8</b>	<b>0.4</b>	<b>0.2</b>	<b>0.6</b>	<b>0.5</b>	<b>0.4</b>	<b>0.5</b>
<i>Chosenia arbutifolia</i>	0.8	0.6	0.6	0.1	0.4	0.5	0.5	0.4	0.1	0.3	0.5	0.4	0.5
<i>Populus suaveolens</i>		0.1	<0.1	+	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.4	0.5
<i>Salix udensis</i>			0.2	+		<0.1	0.1	<0.1	0.1	0.2	0.2	+	
<i>Salix schweirinii</i>		+		0.1		0.1	0.2			+	<0.1		
<i>Sorbus sibirica</i>													
<b>Подрост, кол-во экз.</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>21</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
<i>Salix udensis</i>			20		11	5	5			10			
<i>Chosenia arbutifolia</i>			1		1						1		
<i>Sorbus sibirica</i>						5	5						
<i>Populus suaveolens</i>	1												
<i>Salix schweirinii</i>	5												
<i>Salix alaxensis</i>	5												
<b>Подлесок, сомкнутость</b>	<b>0</b>	<b>0.2</b>	<b>0.1</b>	<b>0.1</b>	<b>0.1</b>	<b>0.3</b>	<b>0.4</b>	<b>0.8</b>	<b>0.8</b>	<b>0.25</b>	<b>0.8</b>	<b>0.7</b>	<b>0.3</b>
<i>Alnus fruticosa</i>		10	10	5	10	30	40	75	70	25	80	70	5
<i>Ribes triste</i>		<1		<1	1	1	<1	5	5		1	10	<1
<i>Lonicera caerulea</i>		<1		<1	<1	1	<1	+	5		1	1	+

Подлесок, сомкнутость	0	0.2	0.1	0.1	0.1	0.3	0.4	0.8	0.8	0.25	0.8	0.7	0.3
<i>Pinus pumila</i>		<1											
<i>Potentilla fruticosa</i>		<1					+					1	
<i>Spiraea salicifolia</i>		1		+									20
<i>Salix pulchra</i>		2											
<i>Salix krylovii</i>		<1		1									5
<i>Salix alaxensis</i>				+									<1
<i>Spiraea beauverdana</i>													
<b>Травяной ярус, покрытие, %</b>	<b>3</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>40</b>	<b>75</b>	<b>70</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>50</b>	<b>70</b>	<b>70</b>	<b>75</b>	<b>50</b>
<i>Calamagrostis purpurea</i>	2	25	35	40	50	30	50	3-	15	70	70	70	45
<i>Cacalia hastata</i>	+	5	5	+	25	40	3	10	15			1	
<i>Rubus arcticus</i>		20	+	1	5	+	5	10	10	+	+	<1	5
<i>Galium boreale</i>	+	1	2	<1	<1	1	3	1	1	<1	+	1	
<i>Trientalis europaea</i>		1	+		+	+	<1	1	1	+	+	+	+
<i>Moehringia lateriflora</i>	+	1	+		+	+	1	<1	<1	<1	+	1	+
<i>Carex pallida</i>	+	5	1	5	+	+	+	<1	5	+	+	+	
<i>Thalictrum minus</i>		1	3	1	+	+	3	10	5	+	+	1	1
<i>Thalictrum sparsiflorum</i>													
<i>Poa platyantha</i>		5	<1	1		1		<1	<1				
<i>Chamerion angustifolium</i>		+	+										
<i>Equisetum arvense</i>					+	+	+			<1	+	1	3
<i>Urtica angustifolia</i>					+	+	+					<1	<1
<i>Viola epipsiloides</i>						+	<1						
<i>Poa nemoralis</i>					+	+	+						
<i>Carex rhynchochrysa</i>		+			+	+	+			1			
<i>Aranucus dioicus</i>		1			+	+							
<i>Geranium erianthum</i>		1			+	+							
<i>Luzula rufescens</i>		1			+	+							
<i>Poa arctica</i>		<1		<1				2	<1				
<i>Poa pratensis</i> ssp. <i>alpigena</i>													
<i>Tanacetum boreale</i>							+			+	+		
<i>Aster sibiricus</i>	+	<1											
<i>Hedysarum hedsyaroides</i>	+	+	+										
<i>Ptarmica camtschatica</i>	+	+	+										

Подлесок, сомкнутость	0	0.2	0.1	0.1	0.1	0.3	0.4	0.8	0.8	0.25	0.8	0.7	0.3
<i>Trisetum spicatum</i> ssp. <i>molle</i>	<1	+											
<i>Vaccinium uliginosum</i>	+	1						+					
<i>Empetrum nigrum</i>	+	+						+					
<i>Trisetum sibiricum</i>				1									1
<i>Anemone richardsohnii</i>				+									1
<i>Carex appendiculata</i>				+									+
<i>Carex diymophila</i>													
<i>Comarum palustre</i>													
<i>Galium trifidum</i>													
<i>Stellaria fenzli</i>													
<b>Моховой ярус, покрытие, %</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>&lt;1</b>	<b>+</b>	<b>&lt;1</b>	<b>&lt;1</b>	<b>&lt;1</b>	<b>1</b>	<b>&lt;1</b>	<b>&lt;1</b>	<b>2</b>	<b>5</b>
<i>Sanionia uncinata</i>		3			+	<1	<1	<1	<1	<1	+	<1	<1
<i>Brachythecium rotaceanum</i>								+				<1	
<i>Ceratodon purpureus</i>						+	+	+	+			+	
<i>Sciuro-hypnum reflexum</i>		2				<1	+	<1	+	<1	+	<1	
<i>Climacium dendroides</i>		1		<1			+		<1	+			3
<i>Rhytidadelphus triquetrus</i>						+	+			+			
<i>Plagiommium ellipticum</i>						+			+	+			
<i>Calliergonella lindbergii</i>										+			
<i>Rhizomnium pseudopunctatum</i>							+			+			
<i>Brachythecium mildeanum</i>									+	+			+
<i>Pohlia nutans</i>										+			+
<i>Hepaticae</i>										+			2
<i>Calliergon cordifolium</i>													
<i>Drepanocladus aduncus</i>													
<i>Hypnum cupressiforme</i>													
<i>Polytrichastrum alpinum</i>													
<i>Pohlia cruda</i>									+				
<i>Plagiotothecium cavifolium</i>													

Мхи-эпифиты																			
<i>Trisetum spicatum</i> ssp. <i>molle</i>																			
<i>Vaccinium uliginosum</i>																			
<i>Empetrum nigrum</i>																			
<i>Trisetum sibiricum</i>																			
<i>Anemone richardsohnii</i>																			
<i>Carex appendiculata</i>																			
<i>Carex drymophila</i>																			
<i>Comarum palustre</i>																			
<i>Galium trifidum</i>																			
<i>Stellaria fenzli</i>																			

Примечание. Единично встречены виды: *Pinus pumila* – № 10 (1); *Betula middendorffii* – № 1 (5), № 9 (+); *Polemonium campanulatum* – № 2 (<1); *Pyrola incarnata* – № 2 (+); *Pyrola minor* – № 2 (+); *Elymus kamitzadolorum* – № 1 (+); *Poa glauca* – № 1 (+); *Cardaminopsis lyrata* – № 1 (+); *Artemisia borealis* – № 1 (+); *Tilingia ajanensis* – № 1 (+); *Agrostis clavata* – № 1 (<1); *Bistorta vivipara* – № 1 (+); *Festuca rubra* – № 1 (+); *Stellaria peduncularis* – № 1 (+); *Ledum decumbens* – № 1 (+); *Cardaminopsis petraea* – № 1 (<1); *Avenella flexuosa* – № 4 (<1); *Cardamine umbellata* – № 5 (+); *Pedicularis verticillata* – № 10 (+); *Aconitum delphinifolium* – № 9 (+); *Valeriana capitata* – № 9 (1); *Polytrichum juniperinum* – № 2 (+); *Bryum* sp. – № 10 (+); *Breidleria pratensis* – № 9 (+); *Calliergon richardsohnii* – № 9 (+); *Bryum pseudotriquetrum* – № 9 (+); *Bryum erythrophyllum recurvirostrum* – № 9 (+); *Isopterygiopsis pulchella* – № 9 (+); *Abietinella abietina* – № 12 (+); *Plagiothecium denticulatum* – № 13 (+); *Sciuro-hypnum starkei* – № 13 (+); *Straminergon stramineum* – № 13 (+); *Campylium* sp.– № 13 (<1).



2. Ассоциация *Chosenietum calamagrostidosum purpureae* – чозеник вейниковый (рис. 3,4).



**Рис. 3.** Чозеник вейниковый.  
Фото В. В. Якубова



**Рис. 4.** Чозеник ольховниково-вейниковый. Фото В. В. Якубова

Сообщества ассоциации распространены на молодых песчано-галечниковых пойменных террасах низкого уровня, заливаемых во время половодья. Сомкнутость древостоя 0.6–0.7. Возраст чозении 50–60 лет, максимальная высота 20 м, максимальный диаметр стволов 24 см. В разреженном подлеске (сомкнутость 0.1–0.2) встречаются ольховый стланник (*Alnus fruticosa*), смородина печальная (*Ribes triste*), жимолость сизая (*Lonicera caerulea*), ива красивая (*Salix pulchra*), спирея иволистная (*Spiraea salicifolia*) и др. Общее проективное покрытие травяного яруса 50–70 %, доминирует вейник пурпурный (30–50 %), встречаются недоселка, василистник редкоцветковый, княженика (*Rubus arcticus*), осока бледная (*Carex pallida*), подмаренник северный (*Galium boreale*), хвощ полевой (*Equisetum arvense*) и др. Моховой ярус не развит, общее проективное покрытие мхов 1–5 %. Мхи приурочены к основаниям стволов деревьев и валежу. Отмечены *Climacium dendroides*, *Sanionia uncinata*, *Calliergon cordifolium*, *Calliergonella lindbergii*, *Sciuro-hypnum reflexum*, *Plagiomnium ellipticum* и др. Почва дерновая серо-гумусовая аллювиальная.

По различиям в составе доминантов и структуре сообществ выделены три варианта ассоциации:

Вар. *Cacalia hastata* – недоселковый – по содоминированию *Cacalia hastata* (покрытие 20–30 %);

Вар. *Alnus fruticosa* – ольховниковый – по сомкнутому подлеску из ольхового стланика (сомкнутость 25–40 %);

Вар. *Populus suaveolens* – тополево-чозенник ольховниково-вейниковый – по значительному участию в древостое тополя (до 2 ед.) и развитому подлеску из *Alnus fruticosa* (до 40 %).

3. Ассоциация *Populetum suaveolentis alnoso-calamagrostidosum* – тополевик ольховниково-вейниковый (рис. 5)

Сообщества ассоциации встречаются на высоких коренных берегах рек и надпойменных террасах. Сомкнутость тополевого древостоя 0.3–0.4. Древостой одновозрастный. Возраст тополя около 100 лет, максимальная высота 25 м, диаметр 58 см. В развитом подлеске (сомкнутостью 0.6–0.7) преобладает ольховый стланик, встречаются смородина печальная и ива красивая. В травяном ярусе (общее покрытие 70–75 %) преобладает вейник пурпурный, встречаются крапива узколистная (*Urtica angustifolia*), недоселка, василистник малый (*Thalictrum minus*), василистник редкоцветковый, подмаренник северный, седмичник, княженика, хвощ полевой, мерингия бокоцветная (*Moehringia lateriflora*). Моховой ярус практически отсутствует. Мхи (общее покрытие 1–2 %) встречаются лишь на валеже и при основаниях стволов. Отмечены *Sanionia uncinata*, *Sciuro-hypnum reflexum*, *Brachythecium roteanum*, *Calliergonella lindbergii*, *Hypnum cupressiforme*. На стволах старых тополей характерны мхи-эпифиты: *Pylaisia polyantha*, *Ortotrichum sordidum*, *O. speciosum*, *Amblystegium serpens* и др. Почва дерново-подбур на аллювиальных отложениях.

4. Ассоциация *Salicetum udensis salicoso pulchrae-calamagrostidosum purpureae* – ивняк ивово-вейниковый

Сообщества ассоциации распространены на молодых песчано-галечниковых террасах прирусловой поймы, заливаемых во время половодья. Древесный ярус образован ивой удской (*Salix udensis*). Сомкнутость древостоя 0.5. В подлеске (сомкнутость 0.3) доминирует ива красивая (*Salix pulchra*), участвуют ива аляскинская (*Salix alaxensis*) и ольховый стланик. Единично отмечены спирея Бовера, смородина печальная и жимолость сизая. Общее проективное покрытие травяного яруса 50 %, доминирует вейник пурпурный, встречаются княженика, хвощ полевой (*Equisetum arvense*). Характерно участие видов-гигрофитов, из которых отмечены сабельник (*Comarum palustre*), подмаренник

трехнадрезанный (*Galium trifidum*) и звездчатка Фенцля (*Stellaria fenzlii*). Единично встречены мерингия, василистник редкоцветковый, фиалка сверху-голенькая (*Viola epipsiloides*). Моховой ярус разрежен (общее покрытие 5 %), характерно участие гигрофильных мхов: *Plagiomnium ellipticum*, *Straminergon stramineum*, *Calliergon cordifolium* и др. Почва дерновая аллювиальная на песчано-галечных отложениях.



**Рис. 5.** Топольник ольховниково-вейниковый. Фото В. В. Якубова

Сомкнутость крон пойменных древостоев зависит от возраста насаждения. В молодых чозенниках редкотравных сомкнутость крон 0.8, иногда достигает 0.9. В старовозрастных чозенниках и топольниках сомкнутость крон не превышает 0.4–0.5. На молодых галечниках, заливаемых в половодье, встречаются сомкнутые заросли чозениевых молодняков высотой до 5–6 м – «жердняки», практически без травяного покрова. Иногда они чередуются с группами ивовых молодняков (жердняков), образованных древовидными ивами – удской и Шверина.

Чозениевые леса существуют на протяжении жизни одного поколения лесообразующей породы; возраст чозении не превышает 90–100 лет. Возобновление чозении под пологом леса отсутствует. В дальнейшем чозениевые леса сменяются топольниками. Тополь душистый – более долгоживущая древесная порода, чем чозения. На Камчатке он достигает возраста 180–200 лет. Прирост по диаметру у тополя продолжается до

140 лет, а вертикальный прирост – до 100–110 лет (Шамшин, Казаков, 2004). Видовой состав сообществ чозениевых, тополевых и ивовых лесов довольно сходный, несмотря на то, что условия их произрастания заметно различаются. Чозенники и ивняки, образованные пионерными древесными породами, в основном приурочены к молодым галечникам, перекрытым тонким слоем песчаного аллювия, почвы примитивные. Топольники, сменяющие их, представляют собой следующую стадию сукцессии, они произрастают на более развитых почвах (дерново-подбурах), развивающихся на аллювиальных отложениях, под которыми отсутствует многолетняя мерзлота.

### **Заключение**

По сравнению с пойменными лесами п-ова Камчатка, пойменные сообщества севера Корякии представлены значительно обедненными дериватами камчатских ассоциаций. На парапольском участке Корякского заповедника и в сопредельных районах не встречены пойменные ольшаники из ольхи пушистой (*Alnus hirsuta*), широко распространенные на п-ове Камчатка. Сообщества ольхи пушистой были отмечены нами лишь значительно восточнее: в пойме р. Ветвей, в районе, подверженном влиянию воздушных масс Берингова моря. Отдельные особи ольхи пушистой встречены в низовьях р. Култушная, близ побережья Култушного лимана залива Корфа (Олюторский р-н).

На п-ове Камчатка ценотическое разнообразие пойменных лесов значительно выше. Кроме вышеперечисленных ассоциаций, которые также встречаются на Камчатке, на полуострове представлены также сообщества чозенников крапивных (с преобладанием *Urtica platyphylla*), чозенников и тополевиков шеломайниковых (*Filipendula camtschatica*), тополевиков страусниковых (*Matteuccia struthiopteris*), ольшаников вейниковых и шеломайниковых, ивняков крапивных, хвощовых и шеломайниковых (Балмасова, Нешатаева, 1994; Нешатаева и др., 2004; Нешатаева, 2009). Все эти ассоциации отсутствуют в районе исследований.

Жизненное состояние пойменных лесов парапольского участка Корякского заповедника по Шкале санитарного состояния древостоев (Приказ Минприроды..., 2013) преимущественно ослабленное. Изредка встречаются сильно ослабленные и усыхающие древостои. Деревья повреждены сильными морозами, нередко суховершинят, заселены патогенными грибами, вызывающими стволые гнили. Санитарные рубки и мероприятия, направленные на защиту леса от болезней и

вредителей, на территории Корякского заповедника не проводятся.

### **Благодарности**

Авторы выражают глубокую признательность к б. н. В. В. Якубову (БПИ ДВО РАН) и Д. Е. Гимельбранту (БИН РАН), принимавшим участие в полевых исследованиях и оказавшим большую помощь в определении сосудистых растений и лишайников; к.б.н. И. В. Чернядьевой и М. Г. Носковой (БИН РАН) – за определение образцов мхов, гис-инженеру Славину Н.М. за составление карты. Авторы сердечно благодарны государственным инспекторам Корякского заповедника А. С. Зырянову и А. Н. Сорокину за большую помощь в проведении полевых исследований, а также администрации ФГБУ «Кроноцкий государственный заповедник» за содействие в организации экспедиции.

Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований, проект № 16–05–00736-а.

### **Литература**

*Балмасова, М. А.* Пойменные леса / М. А. Балмасова, В. Ю. Нешатаева // Растительность Кроноцкого государственного заповедника (Восточная Камчатка) / Тр. Ботанического института им. В. Л. Комарова. Вып. 16. –СПб, 1994. – С. 77–80.

Методы изучения лесных сообществ / под ред. В. Т. Ярмишко [и др.]. – СПб.: НИИХимии СПбГУ, 2002. – 240 с.

*Нешатаева, В. Ю.* Растительность полуострова Камчатка / В. Ю. Нешатаева. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2009. – 537 с.

*Нешатаева, В. Ю.* Каменноберезовые леса юга Корякского нагорья (Камчатский край) на северном пределе распространения / В. Ю. Нешатаева, А. П. Кораблев, В. Ю. Нешатаев // Ботанический журнал. – 2016. – Т. 101. – № 12. – С. 1410–1429.

*Нешатаева, В. Ю.* Ценотическое разнообразие кустарниковой растительности Паропольского участка Корякского государственного заповедника (Пенжинский район Камчатского края) / В. Ю. Нешатаева, В. Ю. Нешатаев, Л. Н. Бельдиман // Материалы VI Всероссийской конференции «Принципы и способы сохранения биоразнообразия», Йошкар-Ола, 11–14 марта 2015 – г. Йошкар-Ола, 2015. – С. 27–30.

*Нешатаева, В. Ю.* Чозениевые леса в поймах рек юго-западной Камчатки / В. Ю. Нешатаева, И. В. Чернядьева, Д. Е. Гимельбрант, Е. С. Кузнецова // Материалы V науч. конф. «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей». Петропавловск-Камчатский, 22–24 ноября 2004 г. Петропавловск-Камчатский, 2004. – С. 73–77.

Приказ Минприроды России № 613 от 24 декабря 2013 г.

*Шамшин, В. А.* Пойменные леса Камчатки / В. А. Шамшин, Н. В. Казаков // Тр. Камчатского филиала ТИГ ДВО РАН. Вып. 5. г. Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор, 2004. – С. 381–393.

## ИЗУЧЕНИЕ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ УЗОН-ГЕЙЗЕРНОГО РАЙОНА

### К ВОПРОСУ О МЕХАНИЗМЕ ИЗВЕРЖЕНИЙ ГЕЙЗЕРА ВЕЛИКАН

*А. В. Кирюхин<sup>1,2</sup>, В. А. Дрознин<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН*

*<sup>2</sup>ФГБУ «Кроноцкий государственный заповедник»*

*E-mail: AVKiryukhin2@mail.ru*

**Ключевые слова:** гейзер, газлифт, TOUGH2, моделирование, канал.

#### **Введение**

Гейзеры (циклически извергающиеся кипящие источники) являются уникальным природным явлением, реализующимся в условиях разгрузки высокотемпературных гидротермальных систем на поверхности Земли. Значительные проявления гейзерной активности известны лишь в Исландии, США, Новой Зеландии, России (Кроноцкий заповедник) и Чили.

Долина Гейзеров находится в Кроноцком государственном заповеднике на Камчатке (Россия), она была открыта 14 апреля 1941 г. Т. И. Устиновой в каньоне р. Гейзерной протяженностью 8 км и глубиной до 400 м. Геологические и гидрогеологические исследования проведенные в Долине Гейзеров в 1960-1980 гг. (В. В. Аверьев, В. И. Белоусов, Б. В. Иванов, В. И. Кононов, В. М. Сугробов, В. А. Дрознин, В. Л. Леонов, Н. Г. Сугрובה) позволили установить, что гидротермальная система Долины Гейзеров характеризуется максимальной естественной разгрузкой среди гидротермальных систем Камчатки, расход глубинной составляющей был оценен в 300 кг/с. В Долине Гейзеров обнаружено не менее 57



гейзеров (Сугробов и др., 2009), на тринадцати из них проводились систематические наблюдения за цикличностью и химическим составом (Первенец, Тройной, Конус, Малый, Большой, Щель, Фонтан, Великан, Жемчужный, Горизонтальный, Розовый Конус, Бурлящий и Восьмерка). Долина Гейзеров имеет неисчерпаемый туристский, научный и образовательный потенциал, т. к. это единственное место в России, где можно наблюдать активность гейзеров и использовать данные наблюдений для более глубокого понимания условий формирования гидротермальных систем (условия разгрузки, источники теплового питания, роль верхнего водоупора, структура резервуара) и исследований потенциала геотермальной энергии. Помимо этого, цикличность гейзеров может рассматриваться как природный аналог биологических процессов, связанных с накоплением энергии и последующим ее дискретным выделением, что также представляет большой интерес.

Происшедшие в последние годы в Долине Гейзеров на Камчатке катастрофические обвалы (03.06.2007) и селевые потоки (03.01.2014) значительно изменили режим извержений гейзеров. Таким образом, вопрос о механизме извержений гейзеров в связи с восстановлением их циклической активности и мощности извержений стал особенно актуальным.



**Рис. 1.** Гейзер Великан: промежуточное закипание с грифомом 0.5–1.0 м (слева) и терминальное извержение с выбросом кипящей воды на 15–20 м (справа). Фото А. В. Кирюхина (2008, 2013)

*Примечание:* «Промежуточное вскипание» или «ложное извержение» имеет в зарубежной литературе синоним «pre-play event».

### **Обзор основных моделей, объясняющих цикличность природных гейзеров**

Механизм циклических извержений природных гейзеров концептуально объясняется и экспериментально подтверждается на трех основных моделях: (1) камерная модель (или газовая ловушка) (Rinehart, 1980; Vandemeulebrouck et al., 2013, 2014), (2) скважинная модель (Дрознин, 1980; Ingebritsen et al., 1996; Lu et al., 2005), и (3) модель смешения (Steinberg et al., 1981).

Скважинная модель (вертикальная проницаемая зона с возможностью притока холодной воды сверху) была исследована методами численного моделирования (Ingebritsen et al., 1996) с использованием программы Hydrotherm. Циклическое возрастание расхода до 40 кг/с на кровле высокопроницаемого вертикального канала длиной 200 м с источником тепла на подошве 2 МВт и фиксированной границей на кровле (1 бар, 100°C). В процессе моделирования выявлено появление пара на подошве канала перед увеличением расхода, чувствительность IBE (Interval Between Eruptions, интервал между извержениями) к пористости канала, контрастности проницаемости (канал / вмещающие породы), относительной проницаемости (переход от Кори к линейной переключает на бимодальный режим), давлению на кровле, глубине и площади поперечного сечения канала. Другой вариант скважинной модели изучен Lu et al. (2006), которые обнаружили циклические пульсации (12 мин.) в скважине глубиной 70 м и диаметром 0.1 м с притоком газонасыщенной (CO<sub>2</sub>) воды 0.2 кг/с с температурой 87 °C и массовой долей CO<sub>2</sub> = 3000 ppm. Отмечена чувствительность IBE к массовой доле CO<sub>2</sub> и расходу притока.

Модель смешения (камера с притоками двух контрастных вод) предполагает, что извержение гейзера начинается, когда температура в камере достигает температуры кипения для соответствующего гидростатического давления, создаваемого в канале, заполненном водой (Steinberg, 1981). Модель смешения воспроизведена с использованием численного моделирования N. M. Saptadji (1995) (программа AUT-OUGH2). Канал гейзера определен на модели длиной 12 м и сечением 0.1 м<sup>2</sup>, проницаемость канала 8e-8 м<sup>2</sup>, к основанию канала присоединен менее проницаемый (2.5e-10 м<sup>2</sup>) резервуар с «холодной водой» (75 °C, 2.1 бар). Приток «горячей воды» с расходом 1 кг/с и энтальпией 853 кДж/кг (200 °C) также определен в основании канала (камера гейзера). Указанная модель продемонстрировала циклический режим с IBE ≈ 15 мин. с расходом до 9–16 кг/с. Данная модель использована



для воспроизведения характеристик гейзеров Новой Зеландии (гейзеры Whakarewarewa: Pohutu, Feathers и Waikorohiphi) и исследования чувствительности модели к следующим входным параметрам: приток холодной воды, давление, температура и пр.

Камерная модель (модель с газовой ловушкой) была в последнее время изучена различными инструментальными методами (сейсмометрическими, наклономерными, ИК-сканированием) на примере гейзера Lone Star (Йеллоустоун) (Karlstrom et al., 2013; Vandemeulebrouck et al., 2014), получены оценки различных характеристик гейзерного режима (IBE = 3 часа, полный цикл извержения, включающий 4 фазы с терминальным извержением 20.8 тонн кипящей воды продолжающимся в течение 28 мин., при этом выявлено непрерывное гидротермальное дрожание в канале гейзера и на площади к СВ, где предполагается камера или «газовая ловушка». В качестве камеры рассматривается емкость тепловой и механической энергии со сжатым паром, которая разгружается во время терминальных извержений.

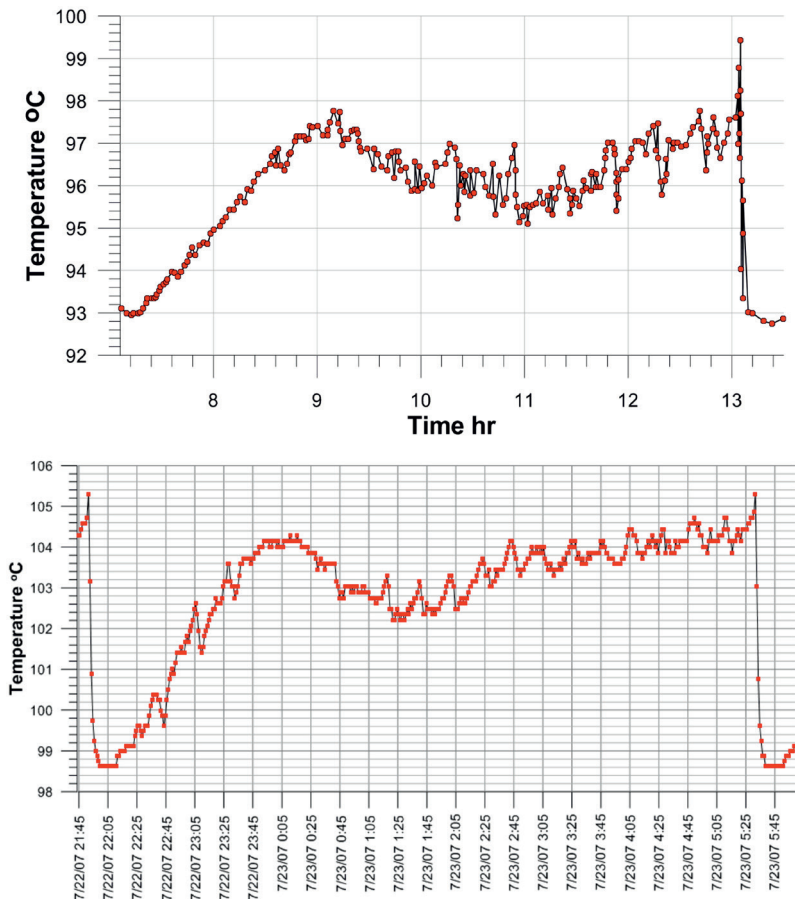
Мы также осуществляли попытки воспроизвести циклические режимы с использованием TOUGH2-моделирования. В работе (Kiryukhin, Pruess, 2000) для этого использован гистерезисный переключатель относительных проницаемостей по паронасыщению, при этом выявлена цикличность, вызванная эффектами дробности вычислительной сетки. Эти эффекты были проанализированы для численных моделей гейзеров, изложенных выше. При анализе модели смещения (рассмотренной детально в разделе 6.2, с. 176–194, Saptadji, 1995) нами было обнаружено, что цикличность исчезает на более дробных вычислительных сетках, хотя на оригинальной вычислительной сетке цикличность воспроизводится. Нами также воспроизведены результаты Ingebritsen et al. (1996) с использованием TOUGH2-моделирования на оригинальной вычислительной сетке ( $\Delta Z = 20$  м, рис. 2, Ingebritsen et al., 1996), но при переходе на более дробную вычислительную сетку ( $\Delta Z = 1$  м) цикличность исчезла.

Это привело нас к идее использовать циклически изменяющиеся внешние граничные условия при моделировании процессов в канале гейзера.

### **Измерения температуры в канале гейзера Великан**

В 1994 г. измерения в канале гейзера Великан были выполнены с использованием прибора, изготовленного в ИВ ДВО РАН, который включал термистор ММТ-3, контроллер KR1006V11, чипы памяти 537RU10 и интегрированную схему серии 561. Прибор обеспечивал запись

изменения температур по нескольким каналам с абсолютной точностью 0.5 °С. Максимальная глубина погружения датчика регистрации в канал гейзера составляла 5 м (Droznin et al., 1999). В процессе измерений с интервалом записи 30 с. зарегистрировано изменение температуры на глубине 5 м в течение полного цикла извержения гейзера Великан (рис. 2, верхний график).



**Рис. 2.** Данные измерений температуры у дна (5 м и 4.65 м) основного канала гейзера Великан в 1994 г. (Droznin et al., 1999) (верхний график) в 2007 г. (Kiryukhin, 2016) (нижний график).

Начиная с 2007 г. измерения температуры в канале гейзера Великан проводились с использованием температурных логгеров НОВО U12-015. С этой целью два логгера были закреплены на металлической трубе длиной 5.3 м, которая была установлена с упором на дно основного канала гейзера Великан (угол установки 80°). С учетом отклонения трубы от вертикали, вертикальные глубины установки логгеров были 465 см и 257 см, запись температуры проводилась с интервалом 1 мин. в течение 51 часа (15:00 21.07.2007 – 18:40 23.07.2007). В период наблюдений зарегистрировано восемь полных циклов извержений гейзера Великан, один из этих циклов показан на рис. 2 (нижний график).

Повторные измерения температуры в канале гейзера Великан выполнялись нами также в 2015 и 2016 гг.

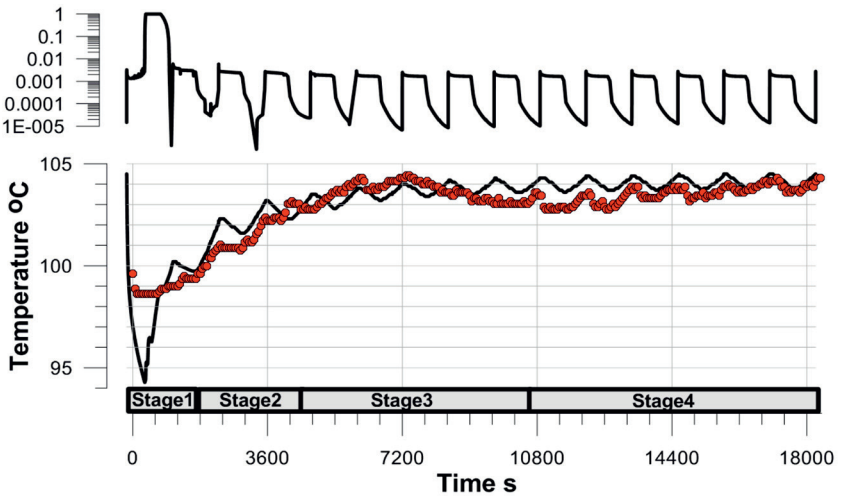
### **Термогидродинамическое моделирование изменения температуры в канале гейзера Великан и объяснение механизма его извержений**

Для анализа полученных записей изменения температуры на дне основного канала гейзера Великан было использовано TOUGH2-моделирование. Задачей моделирования было воспроизведение наблюдаемых в канале гейзера температур при циклически определенных внешних граничных условиях. Описание TOUGH2-модели приводится в работе (Kiryukhin, 2016), поэтому здесь ограничимся кратким изложением характеристик модели, полученных результатов и их интерпретацией.

В основании модели (–5.5 м) задан приток глубинного теплоносителя (вода) 1.2 кг/с, 440 кДж/кг (105 °С) и субциклический приток CO<sub>2</sub> (период субциклов 22 мин.) Субциклический приток CO<sub>2</sub> математически описывается следующим выражением: инъекция 0.024 кг/с на интервалах времени  $[0+k\cdot 1333.3, 667+k\cdot 1333.3$  с,  $k = 0, 1, 2, \dots, 149]$ , представляющих наблюдаемые эпизоды промежуточных вскипаний во время основного цикла извержения гейзера, принимаемого на модели 20000 с. или 5.56 часа).

Результаты TOUGH2-моделирования воспроизводят наблюдаемые в канале гейзера Великан изменения температуры в течение основного цикла (рис. 3), в том числе: 1 – понижение температуры (опустошение и вакуумирование канала) после основного извержения; 2 – восстановление температуры по мере заполнения канала гейзера водой и подъема уровня воды до поверхности Земли (отметки самоизлива); 3 – некоторое охлаждение за счет начала возвратного притока воды

сверху; 4 – продолжение нарастания температуры в канале гейзера за счет притока в основании канала, с четкой последовательностью промежуточных вскипаний (см. также рис. 1) каждые 22 мин., инициируемых суб-циклическим притоком  $\text{CO}_2$  (15 субциклов инъекции  $\text{CO}_2$ ). Эта последовательность продолжается до инициирования терминального извержения гейзера Великан.



**Рис. 3.** – TOUGH2-моделирование изменения температуры у дна (4.65 м) основного канала гейзера Великан: нижний график – температура ( $^{\circ}\text{C}$ ), верхний график – насыщение газовой фазы. Фактические данные по изменению температуры на дне канала гейзера показаны кружками.

Принципиальная разница моделей «с  $\text{CO}_2$ » и «без  $\text{CO}_2$ » заключается в том, хотя на модели «без  $\text{CO}_2$ » также возможно воспроизведение наблюдаемых изменений температуры в канале гейзера Великан (рис. 2), но при указанных температурах закипание в канале и извержение гейзера «без  $\text{CO}_2$ » – невозможно. Температура на  $10.5^{\circ}\text{C} - 3.1^{\circ}\text{C}$  (рис. 2) ниже температуры кипения при гидростатическом давлении 1.43 бар или 1.39 бар, соответствующем 5.0 м или 4.65 м (глубины точки измерений температуры в основном канале гейзера Великан в 1994 и 2007 гг.).

## **Заключение**

Гейзер Великан, самый крупный и впечатляющий гейзер в Долине Гейзеров обладал способностью выбрасывать 18 т кипящей воды на высоту 15–20 м менее чем за одну минуту (30–40 с). Полный цикл гейзера Великан включал 1.5–2.0 часа заполнения 18–м<sup>3</sup> основного канала, за этим следовало 4–5 часов с 6–8 промежуточными закипаниями, сопровождавшимися изливом около 0.7 м<sup>3</sup> во время каждого из закипаний. Анализ записей измерений температуры на дне основного канала гейзера (5 м) с использованием программы TOUGH2 показывает необходимость присутствия значительной концентрации CO<sup>2</sup> для обеспечения условий кипения в канале гейзера. Для воспроизведения на модели измеренных значений температуры массовый поток CO<sup>2</sup> в основании канала гейзера должен имеет циклический характер со средним значением 0.012 кг/с, продолжительность циклов поступления CO<sup>2</sup> должна соответствовать продолжительности циклов промежуточных вскипаний в канале гейзера (15–25 мин.).

Работы выполнялись по проекту РФФИ 15-05-00676 и по проекту РНФ 16-17-10008.

## **Литература**

*Дрознин, В. А.* Физическая модель вулканического процесса / В. А. Дрознин. – М.: Наука, 1980. – 92 с.

*Дрознин, В. А.*, 2007, <http://www.ch0103.emsd.iks.ru/>

*Кирюхин, А. В.* Условия формирования и состояние гидротермальной системы Долины Гейзеров (Кроноцкий заповедник, Камчатка) / А. В. Кирюхин, Т. В. Рычкова // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. – 2011. – № 3. – С. 238–253.

*Сугробов, В. М.* Долина Гейзеров – жемчужина Камчатки / В. М. Сугробов, Н. Г. Сугрובה, В. А. Дрознин и др. // Научный путеводитель. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2009. – 108 с.

*Устинова, Т. И.* Камчатские гейзеры / Т. И. Устинова. – М.: География, 1955. – 120 с.

*Belousov, A.* Video observations inside conduits of erupting geysers in Kamchatka, Russia, and their geological framework: Implications for the geyser mechanism / A. Belousov, M. Belousova, A. Nechayev // Geology. – 2013. – V. 41. – N. 4. – P. 387–390.

*Droznin, V. A.* Temperature measurements in Velikan geyser basin (Valley of Geysers, Kamchatka) / V. A. Droznin, V. F. Bakhtiyarov, V. E. Levin // Volc. Seis. – 1999. – V. 21. – P. 67–78.

*Ingebritsen, S. E.* Geysers Periodicity and the Response of Geysers to Deformation / S. E. Ingebritsen, S. A. Rojstaczer // *Journal of Geophysical Research*. – 1996. – V. 101. – N. B10. – P. 21891–21905.

*Kiryukhin, A.* Modeling Studies of Pressure Cycling Associated with Seismicity in Mutnovsky Geothermal Field, Kamchatka, Russia. / A. Kiryukhin, K. Pruess // *Proc. World Geothermal Congress 2000 – Japan, 2000*. – P. 2659–2664.

*Kiryukhin, A. V.* Hydrothermal System in Geysers Valley (Kamchatka) and Triggers of the Giant landslide / A. V. Kiryukhin, T. V. Rychkova, I. K. Dubrovskaya // *Applied Geochemistry Journal*. – 2012. – 27. – P. 1753–1766.

*Kiryukhin, A.* Modeling and observations of geyser activity in relation to catastrophic landslides–mudflows (Kronotsky nature reserve, Kamchatka, Russia) / A. Kiryukhin // *Journal of Volcanology and Geothermal Research*. – 2016. – 323. – P. 129–147.

*Pruess, K., Oldenburg, C., and Moridis, G.,* 1999. TOUGH2 User's Guide, Version 2.0. Rep. LBNL-43134, Lawrence Berkeley Natl. Lab., Berkeley, California. 198 p.

*Saptadji, N. M.* Modelling of geysers. Ph. D. thesis, Department of Engineering Science, University of Auckland. 1995. P.???

*Steinberg, G. S.* Geysers process: its theory, modeling, and field experiment / G. S. Steinberg, A. G. Merzhanov, A. S. Steinberg // *Modern Geology*. – 1981. – 8. – P. 67–86.

*Vandemeulebrouck, J.* Eruptions at Lone Star geyser, Yellowstone National Park, USA: 2. Constraints on subsurface dynamics / J. Vandemeulebrouck, R. Sohn, M. Rudolph, et al // *J. Geophys. Res. Solid Earth*. 2014. 119, doi:10.1002/2014JB011526.

## КАМЕРНАЯ МОДЕЛЬ ГЕЙЗЕРА И ПРЕДПОЛАГАЕМЫЕ КОН-ФИГУРАЦИИ ПИТАЮЩИХ СИСТЕМ НЕКОТОРЫХ ГЕЙЗЕРОВ КАМЧАТКИ

*Нечаев А. М.*

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

**Ключевые слова:** гейзер, камерная модель, питающая система, извержение

### **Введение**

От других горячих источников гейзеры отличаются прерывистостью своей работы: излив воды и ее извержение чередуются с состоянием

покоя. Для многих гейзеров характерна выраженная периодичность их извержений (Устинова, 1955; Нечаев, 2007; Леонов, 2017).

Свой нагрев вода, текущая под землей в вулканических районах, очевидно, получает от магматического очага, температура которого может достигать 1500 °С. Если очаг лежит, например, на глубине 3 км, то вертикальный температурный градиент может составить 50 °С на 100 метров, но этого недостаточно, чтобы на глубине 200 м вода закипела, так как при соответствующем давлении (~20 атм) потребуется температура выше 200 °С. Тем не менее на больших глубинах имеет место парообразование, и по мере подъема перегретой воды к поверхности количество пара в ней должно увеличиваться (образуется двухфазная смесь «вода-пар»), при том что температура воды будет уменьшаться вследствие разогрева ею окружающих пород, а также вследствие собственно парообразования, отбирающего у воды тепло. Присутствующий в воде пар создает дополнительный напор, облегчая воде подъем к поверхности, так как пар при невозможности его расширения сохраняет свое избыточное давление, соответствующее той глубине, на которой этот пар образовался.

Перегретая вода, поднимаясь к поверхности Земли, всегда представляет собой пароводяную смесь, которая выходит наружу, как правило, в виде кипящих источников или, в существенно более редких случаях, в виде гейзеров. Механизм извержения гейзера до сих пор остается предметом дискуссий (Леонов, 2017). Однако в последние годы укрепилось понимание того, что поведение природных гейзеров находит вполне удовлетворительное объяснение в рамках камерной модели, предполагающей наличие подземной полости-ловушки, заполненной паром и соединенной каналом с поверхностью земли. Это понимание базируется на простом физическом механизме извержения, предложенном и проанализированном в (Nechaev, 2008, 2012; Нечаев, 2012), на прямых видеонаблюдениях в каналах гейзеров, подтвердивших их сложную, изогнутую конфигурацию и отсутствие кипения воды в канале перед извержением (Belousov et al., 2013). Также в (Белоусов, Белоусова, 2014), были сформулированы геологические условия образования подземных камер-ловушек в Долине гейзеров (Камчатка) и других местонахождениях гейзеров на Земле. Наконец, ряд простых экспериментов позволил продемонстрировать механизм извержения воды как в случае «холодной» камерной модели (Nechaev, 2016), так и в случае «горячей» (Nechaev, 2017).

### Механизм и необходимые условия извержения гейзера

Напомним физическую суть механизма извержения гейзера в случае камерной модели. Предположим, что канал, заполненный водой до краев, контактирует на глубине  $H$  с замкнутым объемом пара (рис.1).

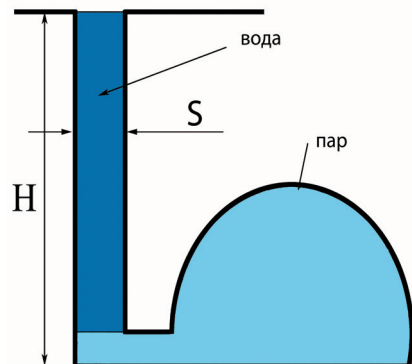


Рис.1. Условная схема камерной модели гейзера

Канал имеет выход на поверхность Земли. Сечение канала в месте контакта с камерой равно  $S$ , объем пара равен  $V$ . Тогда существует некий критический объем пара  $V_{cr}$ , при превышении которого равновесие между столбом воды и объемом пара становится неустойчивым. Малейшее увеличение объема пара при его проникновении в канал (и удаление соответствующего количества воды из канала) ведет к нарастающему перепаду давления между паром и водой, ускорению воды в канале и началу извержения. Величина критического объема равна (Nechayev, 2017):

$$V_{cr} = \gamma(H+10)S, \quad (1)$$

где  $\gamma$  – коэффициент адиабаты для водяного пара  $\gamma = 1,4$  ( ).

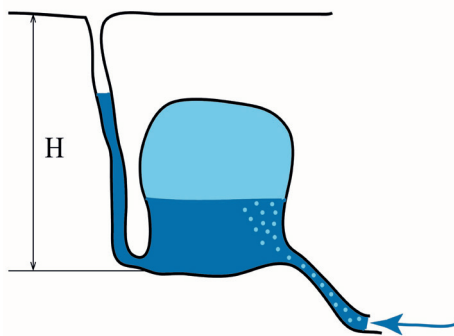
Источником пара, **способного накапливаться в подземных камерах-ловушках, может служить как** непосредственное кипение воды, если температура окружающих воду пород превышает температуру кипения на данной глубине, так и вскипание перегретой воды при ее подъеме на уровни с меньшим литостатическим давлением. Первое маловероятно, поскольку подобного прогрева пород следует ожидать на глубинах, близких к магматическому очагу. Второе более вероятно, так как питание гейзеров, как и других горячих источников, осуществляется подземными водами, нагретыми до высокой



температуры вблизи магматического очага и поднявшись под напором к поверхности Земли.

Именно подъем перегретой воды, по мнению Татьяны Устиновой, первооткрывательницы Долины Гейзеров, являлся первым из двух условий существования гейзера (Устинова, 1955). Вторым условием, необходимым для прерывания извержения, должно было быть наличие холодной воды, поступающей в канал. На наш взгляд, присутствие холодной воды необязательно. Извержение гейзера, в соответствии с описанным выше механизмом, всегда закончится после того, как пар вытолкнет всю воду из канала и сам выйдет наружу (стадия парения в этом случае присутствует), либо, расширившись в канал, настолько потеряет свое давление, что извержение воды прекратится, и часть воды вместе с паром останется в системе (стадия парения отсутствует).

Таким образом, питающая система гейзера в простейшем случае должна иметь подземную камеру, под сводом которой может скапливаться пар, и канал, соединяющий эту камеру с поверхностью земли (рис.2).



**Рис. 2.** Простейшая питающая система гейзера

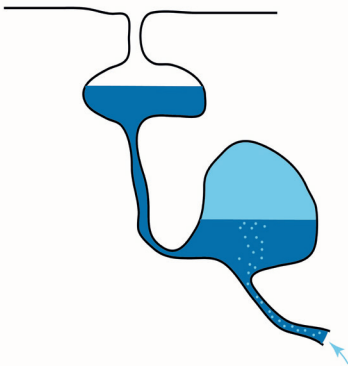
Перегретая вода, поступающая снизу под определенным напором, будет освобождаться от пара, скапливающегося под сводом камеры и набирающего там критический объем. Давление этого пара может превысить литостатическое давление на данной глубине, поскольку пар, образовавшийся на больших глубинах, сохраняет свое повышенное давление, способствуя дальнейшему подъему воды в канале и ее изливу. Если объем камеры превышает критический объем, равный

$1,4(H+10)S$  (где  $H$  – глубина залегания камеры,  $S$  – сечение канала в области контакта с камерой), то, как только пар расширится, заполнит камеру и проникнет в канал, начнется извержение. Если канал достаточно узок, а его объем намного меньше объема камеры, то давление пара при его расширении будет уменьшаться слабо, и вся вода из канала будет извергнута наружу вместе с паром, заполнявшим камеру. Описанная последовательность событий соответствует «классическому» 4-фазному гейзеру, цикл которого имеет четыре стадии: стадию покоя и наполнения, стадию излива, стадию извержения и стадию парения. В Долине Гейзеров к классическим гейзерам можно было отнести гейзеры Великан, Горизонтальный, Тройной и Малый (Нечаев, 2007; Леонов, 2017). Последние два после катастрофы 2007 года прекратили свою деятельность: Тройной находится под 10-метровым слоем породы, а Малый был сначала под водой озера, а после селя 2014 года, когда озеро исчезло, остался под дном этого озера на 5-метровой глубине. Великан и Горизонтальный «сломались» после селя 2014 года: канал Великана оказался на 2/3 глубины забит камнями, и его 30-метровый фонтан нивелировался до выбросов высотой 1–2 метра, а Горизонтальный превратился в кипящий источник. Однако появились новые 4-х-фазные гейзеры: Крепость и Парящий в Долине Гейзеров, Шаман на Узоне. У некоторых гейзеров Долины всегда отсутствовала стадия излива (гейзеры Фонтан, Щель); у других нет ни излива, ни парения (гейзеры Новый Фонтан, Двойной); есть гейзеры, работавшие и работающие в режиме почти непрерывного извержения (гейзеры Факел, Аверьевский).

Следует отметить, что условие извержения (1) не изменится, даже если канал гейзера будет иметь сложную форму и содержать расширения. Последние могут влиять на характер извержения, его длительность, высоту фонтана, а также на наличие либо отсутствие излива и парения. Ниже мы предложим некую базовую конфигурацию питающей системы, вариации которой позволяют объяснить многие особенности поведения природных гейзеров. Эта конфигурация включает в себя камеру-ловушку для пара, которую будем для простоты называть «бойлером», и расширение канала произвольной формы и объема. С учетом геологических особенностей обвальных структур, слагающих Долину Гейзеров (Белоусов, Белоусова, 2014), подобная конфигурация может быть вполне реальной.

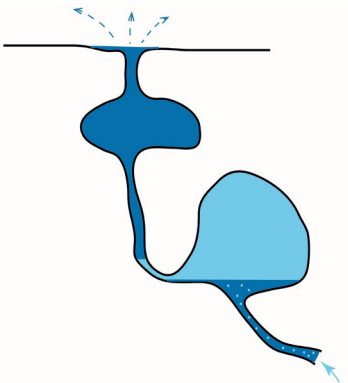
### «Базовая» конфигурация предполагаемой питающей системы и ее возможные особенности для отдельных гейзеров

Пусть питающая система гейзера состоит из бойлера объемом  $V_1$  и расширения объемом  $V_2$  (рис.3) Бойлер находится на глубине  $H_1$ , а расширение на глубине  $H_2 < H_1$ . Канал соединяет бойлер с расширением и с поверхностью Земли.



**Рис. 3.** Базовая конфигурация предполагаемой питающей системы гейзера, находящегося в стадии наполнения

Если выполнено критическое условие (1) и объем бойлера значительно превышает объем расширения  $\{V_1 \gg V_2 + 1,4S(H_1 + 10)\}$ , то извержению должен предшествовать выраженный излив, за извержением следует парение, а само извержение начнется, когда пар из бойлера проникнет в канал (рис.4).



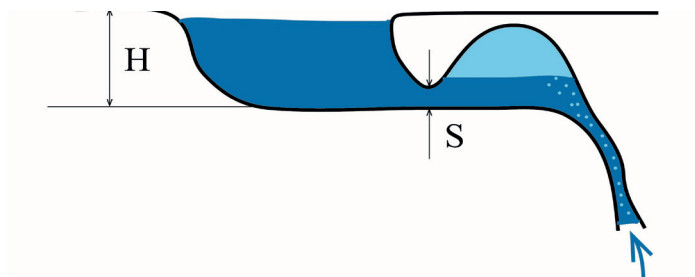
**Рис. 4.** Начало извержения

Если объем бойлера меньше объема расширения, но больше критического объема  $\{V_1 > V_2 > +1,4S(H_1 + 10)\}$ , то пар может проникнуть в канал до полного заполнения гейзера водой, и извержение начнется сразу, как только вода достигнет поверхности Земли. Излива не будет, и, возможно, не будет парения, поскольку пар, проникая в расширение и заполняя его, может потерять силу давления, необходимую для дальнейшего извержения воды. Подобное поведение характерно для гейзеров Фонтан и Новый Фонтан, хотя период, длительность извержения и высота фонтана этих гейзеров существенно отличаются. Чем определяется высота фонтана? С точки зрения нашей модели, она напрямую связана с глубиной залегания бойлера  $H_1$ . Чем глубже бойлер, тем выше фонтан  $h_f$ . Действительно, высота фонтана связана с вертикальной скоростью выброса воды законом сохранения энергии:  $v^2/2 \approx \rho g h_f$ . В отсутствии трения внутри канала скорость выброса воды связана с перепадом давления в канале законом Бернулли, а перепад давления практически равен давлению пара в бойлере, т. е. давлению столба воды  $\rho g H_1$ . Отсюда следует, что  $\rho v^2/2 \approx \rho g H_1$  или  $h_f \leq H_1$ . Ясно, что уменьшению высоты фонтана способствует трение в канале, т. е., чем длиннее, уже и извилистей канал гейзера, тем ниже его фонтан. Следовательно, можно предположить, что глубина залегания бойлера Фонтана не менее 15–20 метров. Бойлер Нового Фонтана, чьи выбросы не превышают 1–2 метров, вероятно, расположен неглубоко, однако его объем, так же как и объем расширения должны иметь значительную величину, так как извержение гейзера может длиться до двух часов с неизменной силой. Длительность всего периода гейзера и его отдельных стадий зависит от степени заполнения водой как расширения, так и бойлера. Так, продолжительность извержения, очевидно, определяется объемом расширения  $V_2$  и объемом канала. Теоретически извержение может продолжаться часами, если объем расширения велик, а выход канала на поверхность достаточно узкий. Это мы наблюдаем у гейзера Парящий, извержение которого длится иногда два десятка часов, а выходное отверстие канала имеет сечение площадью около 10 см<sup>2</sup>.

Если глубины залегания бойлера и расширения невелики, так же как и их объемы, и объем расширения больше объема бойлера  $\{V_1 > V_2 > +1,4S(H_1 + 10)\}$ , мы должны получать невысокие выбросы воды без парения, как это происходит с гейзерами Двойной и Непостоянный. Кстати, две щели гейзера Двойной, возможно, имеют две независимые питающие системы с разными бойлерами

и расширениями. Об этом свидетельствует не только отсутствие корреляции их периодов, но и принципиально разная форма гейзерита на выходных щелях грифонов.

Гейзерный канал может открываться на дне природного «бассейна», постоянно заполненного горячей водой. Таковы в Долине гейзеры Ванна, Коварный и Грот. Их рядовая активность сводится к более-менее регулярным выбросам вскипающей воды на высоту 1–2 метра с одновременным изливом воды через края бассейна и последующим понижением в нем уровня воды. Предполагаемая питающая система подобных гейзеров изображена на рис. 5.



**Рис. 5.** Предполагаемая питающая система гейзеров Ванна и Коварный

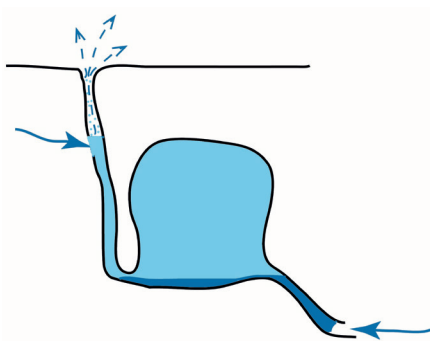
Относительно небольшие объем и глубина залегания бойлера, а также широкое сечение канала не позволяют получить существенный перепад давления в месте контакта: извержение ограничивается однократным выбросом незначительного количества воды и пара.

### **«Сложные» случаи: гейзер Аверьевский, гейзер Великан, гейзер Грот**

**Гейзер Аверьевский** (назван в честь зам. директора Института Вулканологии В. В. Аверьева, погибшего в 1968 г. в авиакатастрофе) находится в состоянии непрерывного извержения. Когда-то (в семидесятые годы) он был полноценным гейзером с периодом 13–15 минут и бил на высоту до 15 метров (Сугробов и др., 2009). Сейчас высота его фонтана не превышает 3-х метров. Гейзер Аверьевский ставит естественный вопрос о механизме работы постоянно фонтанирующих источников. Возможно, объяснение простое. Действительно, если предположить, что узкий канал с перегретой водой имеет прямой выход

на поверхность (минуя все камеры и расширения), то в нем всегда будет двигаться двухфазная смесь воды и пара. Относительное количество пара будет тем больше, чем выше изначальная температура воды и чем меньше ее количество. Вода в канале может вся превратиться в пар в процессе подъема, если расход источника небольшой (подобные паровые фумаролы в Долине Гейзеров не редкость, но они всегда удалены от гейзеров). Если расход высокий (кстати, у Аверьевского он достигает 10 л/с – выше, чем у других гейзеров и источников (Сугробов и др., 2009)), то пар и охлажденная парообразованием вода движется по каналу вместе, причем пар своим избыточным давлением ускоряет подъем воды и выталкивает ее наружу. В Долине много мелких, «плюющих» кипятком источников (из крупных были Леший и Малахитовый Грот), но источник с таким хорошо выраженным, постоянно бьющим фонтаном только один: Аверьевский. До катастрофы 2007 года был еще один – гейзер Факел, у которого тонкая пульсирующая струя постоянно выстреливала на двухметровую высоту. Нетипичность для Долины подобных постоянно фонтанирующих «квазигейзеров» заставляет думать об особой конфигурации их питающей системы, один из вариантов которой изображен на рис. 6.

В канал, соединяющий бойлер гейзера с поверхностью, должна попа-



**Рис. 6.** *Возможная схема питания гейзера с постоянным фонтанированием*

дать вода из какого-то другого источника. Поскольку бойлер постоянно заполнен паром с объемом, превышающим критический объем, вода, попавшая в канал выше бойлера, будет сразу выбрасываться паром бойлера наружу. В результате гейзер приобретет непрерывное фонтанирование (что и произошло с Аверьевским).

**Гейзер Великан**, краса и гордость Долины до 2014 года, пока

был «в форме», всегда испытывал терпение зрителей. Демонстрации мощного, 30-метровой высоты, фонтана всегда предшествовала долгая, «мучительная» подготовка: стадия излива сопровождалась т. н. фальстартами – своеобразной имитацией извержения, когда кипение воды в грифоне усиливалось и перерастало в двухметровый выброс воды, за которым, однако, не следовало извержение: все успокаивалось, уровень воды в грифоне уменьшался, возобновлялись излив и кипение, через полчаса повторялся новый фальстарт, и так могло продолжаться несколько часов. У Великана, как известно (Устинова, 1955), широкий грифон (1,5 x 3 м) и канал, представляющий собой сужающийся колодец с неровными стенками (Belousov et al., 2013). На глубине 10 метров вертикальный канал под прямым углом переходит в горизонтальный. Подобная конфигурация каналов типична для Долины Гейзеров. Естественно предположить, что горизонтальный канал ведет к бойлеру, объем которого у Великана должен превышать 30 м<sup>3</sup>, чтобы обеспечить извержение более 20 тонн воды. Наблюдения с помощью термостойких видеокамер, погруженных в каналы ряда гейзеров Долины (Belousov et al., 2013), позволили установить, что по мере приближения извержения под сводами горизонтальной части канала появляются «пакеты» пара (очевидно, перегретого), которые при попадании в вертикальную часть канала с относительно холодной водой исчезают – схлопываются, по-видимому, вследствие конденсации. В какой-то момент новая порция пара начинает резко расширяться, выталкивая часть воды из канала, и наступает извержение. Вероятно, нечто аналогичное происходит и в канале Великана (видеосъемка в канале Великана в момент его извержения авторами (Belousov et al., 2013) не проводилась вследствие очевидных разрушительных последствий для аппаратуры).

Глубина залегания бойлера Великана должна превышать 30 метров (соответственно высоте его фонтана), следовательно, температура пара и воды на этой глубине будет превышать 135 °С. Когда пар из бойлера начнет поступать в вертикальную часть канала, выполняются условия неустойчивости: паровой пузырь будет расширяться, толкая вверх воду перед собой и формируя выброс-фальстарт. При этом температура пара может быть на 30–40 °С выше температуры воды в канале. Сопутствующая интенсивная конденсация перегретого пара, контактирующего с более холодной водой, уменьшает его массу и давление в бойлере. В результате часть воды из канала затекает обратно в бойлер, понижая уровень воды в грифоне. Вода в канале после фальстарта перемешивается, ее средняя

температура растет за счет теплообмена с перегретым паром и его конденсации, и следующий фальстарт происходит уже в более горячей воде. Извержение, по-видимому, наступает тогда, когда температура в канале повышается настолько, что конденсация пара не уменьшает давление в бойлере и не демпфирует развитие извержения. По данным (Белоусов, Белоусова, 2014, 2015), это происходило, когда температура на дне канала Великана в результате повторных фальстартов повышалась до 106,5 °С.

После сея 2014 года, когда канал Великана на 2/3 глубины был забит гравием и камнями, период гейзера сократился до 50–80 минут, высота выбросов до – 2-х метров. При этом выбросы носили характер извержений, а не фальстартов, поскольку после них вода в канале гейзера уходила полностью, то есть бойлер опустошался. Очевидно, температура на дне канала быстрее, чем раньше, достигала максимума, препятствующего конденсации пара; паровые пузыри, не смешиваясь с водой, продавливали ее через слой камней, бойлер освобождался от пара, заканчивая такое «вырожденное» извержение гейзера.

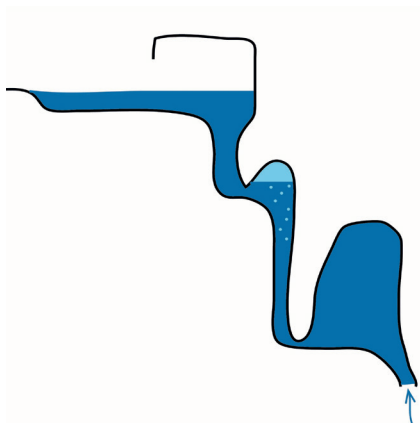
Что касается, **гейзера Грот**, то, как справедливо отметил Андрей Леонов в своем каталоге гейзеров Долины (Леонов, 2017), Грот – самый мистический гейзер Долины. Татьяна Устинова квалифицировала Грот как пульсирующий источник, хотя он работал в том же спокойном стиле, что и гейзер Ванна: небольшие вскипания в глубине пещеры и слив воды через край примыкающего к пещере бассейна вниз по склону Большого Витража.

Свою подлинную гейзерную силу Грот продемонстрировал в 1991 году на глазах изумленных американцев из Общества Наблюдения за гейзерами GOSA (Geysr Observation and Study Association), приехавших на Камчатку сразу после ее постсоветского «открытия» (Т. Scott Bryan, et. al. 1991). «Разбудил» гейзер Грот сотрудник Кроноцкого заповедника Виталий Николаенко, разобравший край бассейна Грота и спустивший из него 20 сантиметров воды [Нечаев, 2007]. Понижение уровня воды произвело ошеломляющий эффект: Грот начал извергаться, причем его мощнейшие извержения шли сериями с интервалом несколько минут. Внимательные американцы, включившие Грот в десятку крупнейших гейзеров мира, сразу заметили, что за несколько секунд до извержения Грота начинал работать гейзер Мартышка – бил маленький фонтанчик на склоне Большого Витража рядом со сливом Грота. Существование подобного гейзера-индикатора для одного из крупных гейзеров



Йеллоустона (гейзер Bee Hive, Пчелиный Улей) давно известно и хорошо объясняется камерной моделью и нашим механизмом неустойчивости (Nechaev, 2017). Поскольку мощные выбросы и потоки кипятка во время извержений Грота начали разрушать хрупкую красоту Большого Витража, брешь в стенке бассейна была заделана, и Грот вернулся к своей рутинной активности. Лишь изредка и непредсказуемо, раз в несколько месяцев, Грот демонстрирует свой грозный нрав.

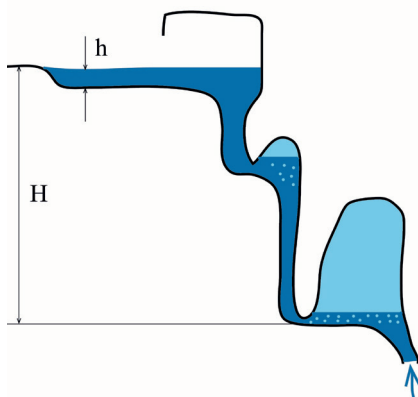
Механизм работы Грота действительно окутан тайной. Можно попытаться приблизиться к ее разгадке, предложив следующую схему его питающей системы (рис. 7)



**Рис. 7.** Питающая система Грота в отсутствие извержений

Имеется, по-видимому, довольно широкий канал, открывающийся внутри пещеры на дне бассейна и две камеры-расширения, которые могут служить бойлерами. Верхний бойлер функционирует постоянно и, по аналогии с гейзерами Ванна и Коварный, обеспечивает «дежурную» активность Грота как пульсирующего источника: небольшие периодически всплывающие пакеты пара выталкивают часть воды через края бассейна. Нижняя камера, дно которой находится на глубине  $H$ , паром не заполнена, так как температура воды на этой глубине меньше температуры кипения  $T_{кин}$ , соответствующей давлению столба воды в канале. Если разобрать стенку бассейна, высота которой 20 сантиметров (что и было сделано В. Николаенко в 1991 году), то температура кипения на глубине, скажем 10 метров, понизится примерно на 0,5 °С. Предположим теперь, что вода, поступающая в систему Грота, имеет

температуру, равную ( $T_{\text{крит}} - 0,5$ ) °С. Тогда, в отсутствии стенки бассейна, нижний бойлер будет всегда заполняться паром, что будет приводить к извержению сначала гейзера-индикатора, а затем и самого Грота (рис. 8). При неповрежденных стенках бассейна внезапное извержение гейзера могут вызвать положительные температурные вариации глубинной воды, поступающей в нижний бойлер.



**Рис. 8.** Питающая схема Грота перед его извержением: нижний бойлер заполняется паром. Гейзер-индикатор не показан (его канал должен быть соединен с нижним бойлером)

### **Выводы**

На базе камерной модели гейзера рассмотрены предполагаемые питающие системы гейзеров Долины Гейзеров (Камчатка). Показано, что комбинирование камер-ловушек и расширений канала способно объяснить не только стандартную активность гейзеров, но и их разнообразие, а также «парадоксальное» поведение отдельных гейзеров.

### **Литература**

Белоусов, А. Б. Как устроены гейзеры и почему их много в Долине Гейзеров? / А. Б. Белоусов, М. Г. Белоусова // Труды Кроноцкого Государственного природного биосферного заповедника. – 2014. – Вып. 3. – С. 142–151.

Белоусов, А. Б., Отчет о полевых исследованиях в Долине Гейзеров, которые проводились с 17 октября по 1 ноября 2015 г. / А. Б. Белоусов, М. Г. Белоусова // Архив ФГБУ «Кроноцкий государственный заповедник». – 8 с.

Леонов, А. В. Каталог гейзеров Кроноцкого заповедника. Долина гейзеров и кальдера вулкана Узон: история и современность / А. В. Леонов. – 2017. – 384 с. – В печати.

- Нечаев, А. М.* Долина Гейзеров. 2-е изд. / А. М. Нечаев – М.: ЛОГАТА, 2007. – 168 с.
- Нечаев, А. М.* О механизме извержения гейзера / А.М. Нечаев. // Труды Кроноцкого государственного природного биосферного заповедника. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2012. – Вып. 2. – С.135–143.
- Сугробов, В. М.* Жемчужина Камчатки – Долина Гейзеров / В. М. Сугробов, Н. Г. Сугрובה, В. А. Дрознин и др. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2009. – 158 с.
- Устинова, Т. И.* Гейзеры Камчатки / Т. И. Устинова. – М.: География, 1955. – 120 с.
- Belousov, A.* Video observations inside conduits of erupting geysers in Kamchatka, Russia, and their geological framework: Implications for the geyser mechanism / A. Belousov, M. Belousova, A. Nechayev // *Geology*. – 2013. – V. 41. – N. 4. – P. 387–390.
- Nechayev A.* Geyser eruption mechanism: Natural and Empirical verification / A. Nechayev // *Journal of Geography, Environment and Earth Science International*. – 2017. – 9(2). – P. 1–9.
- Nechayev, A.* About the mechanism of geyser eruption / A.Nechayev // Available: <http://arXiv: 1204.1560v1> – 2012.
- Nechayev, A.* New physical mechanism of Geyser operating: theory and its confirmation based on many years observations in the Valley of Geysers in Kamchatka / A. Nechayev. – IAV-CEI 2008 General Assembly, Reykjavik, Iceland 17–22 August 2008. – Abstracts. – P. 97.
- Nechayev, A.* On the Mechanism of Catastrophic Calderaforming Eruptions: Yellowstone's Approval / A. Nechayev // *Journal of Geography, Environment and Earth Science International*. – 2016. – 6(4). – P.1–9.
- Scott Bryan T.* The Geysers of "The Valley of Geysers". A special report of GOSA Transactions. – USA, California: B&J Printing, 1991. – 60 p.

## **ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА ГЕЙЗЕРОВ В РЕЗУЛЬТАТЕ ЭВОЛЮЦИОННЫХ И КАТАСТРОФИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ.**

*Т. В. Рычкова, В. М. Сугробов, А. В. Кирюхин, О. Б. Батаева*  
*Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН*

**Ключевые слова:** оползень, инъекция, гидротермальная система, озеро, параметры, моделирование, статистика, тренд.

### **Введение**

По результатам мониторинга, проведенного в Долине Гейзеров начиная с июня 2007 г., установлены изменения некоторых параметров гидротермальной системы: уменьшение среднего периода извержений

основных гейзеров – Большого (от 108 мин. до 63 мин.) и Великана (от 375–379 мин. до 340 мин.), – а также изменение (снижение) концентрации  $\text{Cl}^-$ -иона в воде этих гейзеров (на 23 % и 12 % соответственно) (Кирюхин и др., 2011). Предполагалось, что уменьшение периода извержений гейзеров и изменяющаяся концентрация хлор-иона связаны с влиянием Подпрудного озера, ставшего областью инъекции воды после оползня 2007 г. Для проверки этой гипотезы была создана 2D-модель гейзерного резервуара и выполнено TOUGH2-EOS1+tracer моделирование инъекции холодной воды в гидротермальный резервуар. Результаты моделирования подтвердили уменьшение периода извержений гейзеров, связанное с гидродинамическим подпором резервуара, созданным озером. Но моделирование не показало наблюдаемое разбавление хлора в гейзерах Большой и Великан. И если снижение концентрации хлора в воде гейзера Большого мы можем рассматривать как результат прямого залива холодной воды в канал (2007–2010 гг.) и плохой герметичности стенок ванны (ухудшающейся с каждым следующим оползнем), то причина наблюдаемого снижения концентрации хлора в воде Великана осталась невыясненной.

#### **Данные по гидродинамическому и гидрохимическому режимам гейзеров Великана и Большого за период с 1941 по 2016 гг:**

*Фактические данные по гидродинамическому режиму до оползня 03.06.2007.* По обобщенным данным Сугрובה В. М. (за период с 1941 по 1993 гг.) средняя продолжительность цикла извержений гейзера Великан была 320 мин., а у гейзера Большого средний период извержений был равен 100 мин. (Сугробов и др., 2009).

По данным В. А. Дрознина (за период с августа 1993 г. по октябрь 2003 г.) среднее значение периода извержений гейзера Великан составляло 379 мин, а гейзера Большого – 107.7 мин. (Дрознин, 2007).

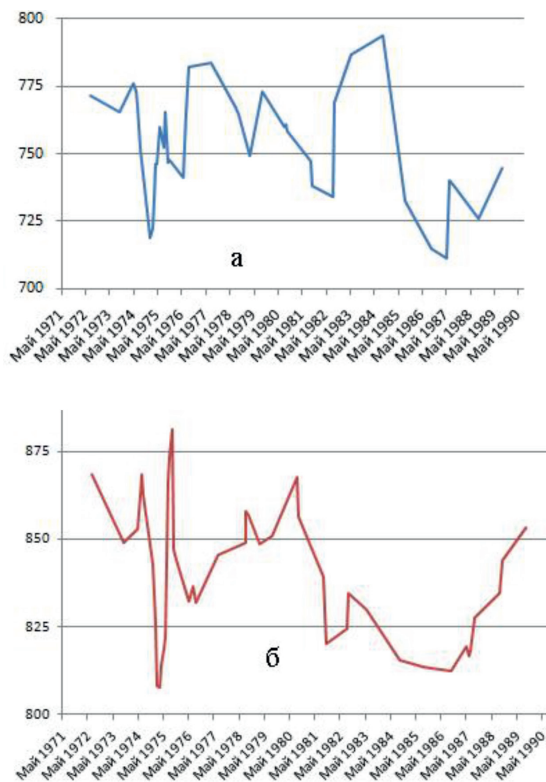
Таким образом в течение временного интервала 1941–2003 гг. период извержений гейзеров Великана и Большого постепенно увеличивался (на 6,25 % и 7,7 % соответственно).

*Фактические данные по гидрохимическому режиму до оползня 03.06.2007 г.* Существуют данные В. М. Сугрובה о концентрации хлора в воде гейзеров Большой и Великан за период наблюдений с 1971 по 1990 гг. (рис. 1а, 1б), где отчетливо видна тенденция к снижению хлора для обоих гейзеров. Далее, во временном интервале примерно 17 лет, в связи с труднодоступностью Долины гейзеров, наблюдения отсутствуют. Есть моментные данные О. Б. Батаевой на 27.11.2003. Регулярные

наблюдения за гидрохимическим режимом возобновились только после 03.06.2007. (Kiryukhin et al., 2012).

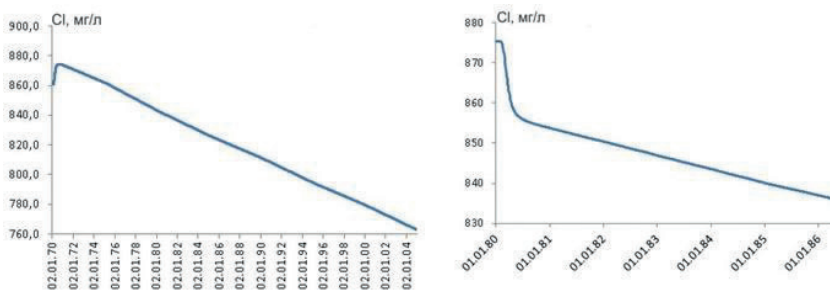
### **Методы исследований**

Для выяснения причины увеличения периода извержений гейзеров Великан и Большой, а также уменьшения концентрации хлора в воде этих гейзеров (до появления Подпрудного озера), мы воспользовались двумя методами исследования: 1) TOUGH2-EOS1+tracer моделированием инъекции Cl в гидротермальный резервуар, убывающей на 2 % через каждые 5 лет; 2) статистическим методом выявления основной тенденции (тренда) в рядах динамики.



**Рис. 1.** Изменение концентрации Cl-иона в воде гейзеров Большого и Великана за период времени с 1971 по 1990 гг. по данным В. М. Сугрובה

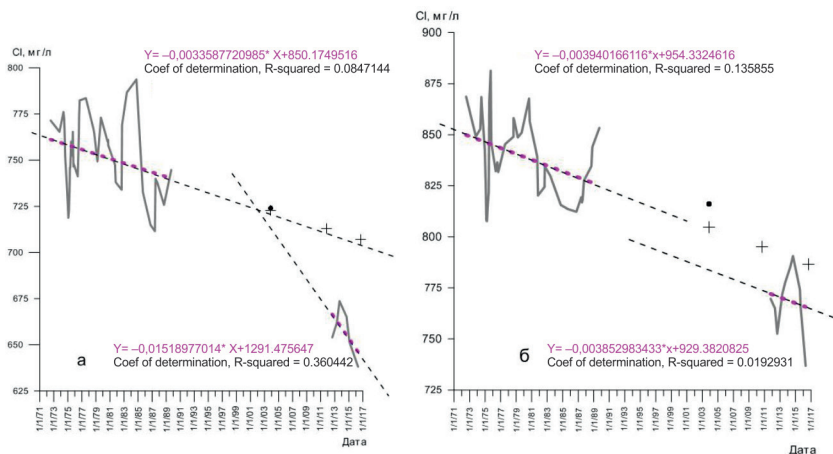
*TOUGH2-EOS1+tracer* моделирование. За основу была взята прежняя модель на стадии установившегося естественного состояния гидротермальной системы. Последовательно меняя некоторые параметры модели (время моделирования, тип горизонтальной проницаемости между элементами модели, метод интерполяции граничных условий, тип инъекции Cl в гидротермальный резервуар), но каждый раз задавая снижение поступления хлора на 2 % каждые 5 лет, мы остановились на двух вариантах, отражающих снижение концентрации с течением времени (рис. 2).



**Рис. 2.** Модельное изменение концентрации хлора в воде гейзеров Большой и Великан в зависимости от типа горизонтальной проницаемости между элементами модели, метода интерполяции граничных условий и типа инъекции Cl в гидротермальный резервуар.

*Статистический метод выявления тренда (закономерности) в рядах динамики.* Данные В. М. Сугрובה и А. В. Кирюхина мы стали рассматривать как ряды динамики, отображающие развитие изучаемого явления во времени. В данном случае процесс снижения концентрации Cl-иона. Статистические методы позволяют определить в рядах динамики общую тенденцию (закономерность) развития процесса. Для обработки уровней ряда динамики использован *метод скользящих средних*. Построены графики и определены показатели изменения тренда (коэффициенты детерминации) (рис. 3).

Выбрав *прямую линию тренда*, мы получили небольшие коэффициенты детерминации, они были равны 0,136 для Великана и 0,085 для Большого (по данным В. М. Сугрובה). А также 0,019 для Великана и 0,36 для Большого (по данным А. В. Кирюхина).



**Рис. 3.** Графики изменения концентрации хлора в воде гейзеров Большой (а) и Великан (б) по фактическим данным Сугрובה В. М. (период времени с 1971 по 1990 гг.) и Кирюхина А.В. (период времени с 2010 по 2016 гг.).

Условные обозначения: черная точка – фактические моментные данные О. Б. Батаоевой от 27 ноября 2003; крестики – расчетные значения концентрации хлора для гейзеров Большой и Великан на 27.11.2003; 13.09.2010, 06.10.2011, 01.09.2016, 02.09.2016; розовая пунктирная линия – линия тренда; черная пунктирная линия – аппроксимация линия тренда.

Но, учитывая то, что, как и любая другая регрессия, тренд может быть как линейным (степень влияющего фактора времени равна 1), так и нелинейным (степень больше или меньше единицы), мы принимаем эти коэффициенты. Итак, тренд – это закономерность, описывающая подъем или падение показателя в динамике. В таких случаях мы говорим, что ряд динамики имеет тенденцию (к росту или падению соответственно).

На рисунках 3а и 3б очевидна тенденция к снижению концентрации Cl в воде гейзеров Большой и Великан задолго до катастрофического оползня, произошедшего в Долине Гейзеров в июне 2007 г. и послужившего образованию Подпрудного озера.

Линии тренда позволяют наглядно показать тенденции изменения данных и помогают анализировать задачи прогноза. Используя показатели изменения тренда для осуществления прогнозирования, мы рассчитали значения концентрации хлора в воде гейзеров Большой и Великан на такие моменты времени, которые находятся за пределами фактических данных по В. М. Сугробову, но совпадают с фактическими

датами отбора проб А. В. Кирюхиным, (допуская, что не было оползня, и не было озера) и с помощью регрессионного анализа продолжили линию тренда на диаграмме (рис. 3а, 3б).

На обоих графиках достаточно удачно ложатся фактические данные О. Б. Батаевой (ноябрь 2003 г.) и расчетные данные на 2003 г., а также расчетные данные на 2010 г. (когда фактически были отобраны пробы воды из гейзера Великан), 2011 г. (когда фактически были отобраны пробы воды из гейзера Большого), 2016 г. (когда фактически были отобраны пробы воды из гейзеров Большой и Великан).

### **Обсуждение полученных результатов**

Анализ результатов моделирования (рис. 2) позволил убедиться в том, что снижение концентрации Cl, вероятнее всего, не в инъекции воды из озера в резервуар (разбавлении), а в уменьшении поступления глубинной составляющей в каналы гейзеров Большого и Великана.

Анализируя результаты статистического метода выявления закономерности, нужно отметить следующее:

1) На графиках по изменению концентрации Cl для гейзера Великан (рис. 3б), четко видно, что две линии тренда (для графика в естественных условиях гидротермальной системы и графика в нарушенных условиях) практически параллельны друг другу. Значит, процесс снижения концентрации хлора до оползня и после него происходил с одинаковой скоростью. А ступенька между двумя линиями тренда – это и есть момент катастрофического оползня.

2) Графики по гейзеру Большому (рис. 3а) говорят о том, что до катастрофы снижение концентрации хлора произошло с такой же скоростью, как и в воде Великана (поскольку линии аппроксимации для обоих графиков тоже практически параллельны). Но после появления озера и начала систематического залива метеорной воды в резервуар, скорость снижения концентрации хлора стала, вероятно, больше.

Располагая фактическими данными постепенного снижения концентрации Cl в воде гейзеров независимо от природных катастрофических процессов, мы одновременно располагаем фактическими данными постепенного увеличения периода извержений гейзеров за тот же временной отрезок и тоже независимо от природных катастрофических процессов.

Кроме того, располагая данными (1994 г., 2007 г.) измерений температуры у дна (4,7–5,0 м) основного канала гейзера Великан, А.



В. Кирюхин доказал с помощью TOUGH2-моделирования (Kiryukhin, 2016), что ключевую роль в механизме извержения гейзера Великан играет циклический приток газовой фазы ( $\text{CO}_2$ ) в канал гейзера, что и обеспечивает длительность интервала между извержениями.

И если мы допускаем, что увеличивающийся со временем (до 2007 г.) период извержений гейзеров Большой и Великан обратно пропорционален циклическому притоку  $\text{CO}_2$  с каким-либо расходом, то можем предположить, что период между извержениями гейзеров постепенно увеличивался за счет того, что уменьшался приток  $\text{CO}_2$ .

$\text{CO}_2$  и Cl, о котором мы говорили чуть выше, являются глубинными магматическими компонентами. Уменьшение их поступления в каналы гейзеров, вероятно, объясняется общими возможными причинами:

1) сужением трещин, как следствием землетрясений, или тектонических подвижек;

2) «самозалечиванием» канала и подводящих трещин затвердевшими кремнистыми отложениями;

3) «саморазрушающим» действием самого гейзера, увеличивающего или уменьшающего сечение и изменяющего форму канала;

4) уменьшением проницаемости пород (вмещающих каналы гейзеров) вследствие процессов гидротермального изменения, что является очень важным фактором контроля гидрогеологического режима;

5) изменением (со временем) траектории движения потоков флюидов к каналам гейзеров;

6) угасанием активности гидротермальной системы в целом, но этот фактор мы исключаем, поскольку допускаем предполагаемое недавнее внедрение магматической интрузии под Верхне-гейзерным полем, и кроме того, результаты TOUGH2-EOS1+tracer моделирования показали, что остывание резервуара не происходит;

7) попаданием холодной грунтовой и поверхностной воды в систему гейзера вследствие эксплуатации, чего в данном случае тоже нет.

По каким же причинам, если не в результате катастрофических процессов, происходят изменения в гидрогеохимическом режиме самых больших гейзеров в Долине? Мы считаем, что это эволюционные изменения.

Понятие эволюции в философии означает не только процесс развития, но также и процесс качественной трансформации и / или

процесс постепенного ухудшения характеристик какого-либо объекта с течением времени, движение назад, упадок, разрушение материи вследствие внешнего воздействия по законам природы и времени. Это процессы и прогресса, и необратимого изменения, протекающие в живой и неживой природе. Эволюция – это один из законов мироздания. И гейзеры, как часть природы, подчиняются этому закону.

В. М. Сугробов и Н. Г. Сугрובה (Сугробов и др., 2009) в научно-популярном очерке «Жемчужина Камчатки – Долина гейзеров» отмечают, что гейзеры в Долине гейзеров могли появиться на самом близком к настоящему времени этапе существования гидротермальной системы. Хотя теоретически источники и гейзеры могли возникнуть, по их мнению, на любом этапе ее становления. По мнению В. В. Аверьева, гейзер Великан, или его предшественник могли возникнуть приблизительно 1000 лет назад. Самый первый известный в мире гейзер (Geysir) в Исландии действует уже около 700 лет. Знаменитые гейзеры Йеллоустона в США существуют не менее 150 лет, а гейзеры в Новой Зеландии, по легендам коренных жителей маори, существуют не меньше 400 лет. И там же, в Новой Зеландии, был гейзер Ваймангу, который действовал всего 4 года.

Определить время преобразования или исчезновения конкретных гейзеров невозможно. Гейзеры, как тип разгрузки гидротермальной системы, могут функционировать в течение первых сотен лет и, предположительно, – на протяжении 2–3 тысячелетий. Но индивидуальные гейзеры рождаются и живут в значительно меньшем временном интервале (в пределах сотен и десятков лет), поскольку в более короткий период времени изменяются внешние условия, влияющие на работу гейзеров, (по сравнению с основными показателями гидротермальной деятельности в целом).

По мнению В. М. Сугрובה, в ряду крупных гейзеров Долины гейзеров, вероятность исчезновения которых велика, одним из первых стоит гейзер Великан. Только В. М. Сугробов связывал исчезновение Великана с тем, что вышеназванный гейзер практически достиг баланса между привносимой из недр системы энергией и ее потерей в результате извержения, испарения воды и теплоотдачи через стенки канала.

Нынешний анализ изменений гидрогеохимического режима гейзеров обещает Великому ту же участь, но ее причину сегодня мы называем более загадочно – эволюцией, – что предполагает рождение гейзеров, их яркую жизнь и, как это ни печально, исчезновение.

### **Заключение**

1. Причина снижения концентрации хлора не в инъекции метеорной воды в резервуар, а в уменьшающейся со временем величине поступления глубинной составляющей в каналы гейзеров Большой и Великан.

2. Увеличение периода извержений гейзера Великан до оползня, постепенное снижение концентрации хлора в воде гейзеров Большой и Великан начиная с 1971 г. (и продолжающееся до сегодняшнего дня), уменьшение поступления CO<sub>2</sub> в каналы гейзеров возможны в результате эволюционного процесса, а катастрофические события в Долине Гейзеров 2007 и 2014 гг. только ускорили этот процесс.

Работы выполнялись по проекту РФФИ 15-05-00676.

### **Литература**

- Дрознин, В. А.* 2007. <http://www.ch0103.emsd.iks.ru/>
- Кирюхин, А. В.* Условия формирования и состояние гидротермальной системы Долины Гейзеров (Кроноцкий заповедник, Камчатка) / А. В. Кирюхин, Т. В. Рычкова // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. – 2011. – № 3. – С. 238–253.
- Сугробов, В. М.* Жемчужина Камчатки – Долина гейзеров / В. М. Сугробов, Н. Г. Сугрובה, В. А. Дрознин, Г. А. Карпов, В. Л. Леонов // Научн.-поп. очерк – путеводитель. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2009. – С. 120–133.
- Finstlerle, S.* iTOUGH2 User's Guide / S. Finsterle // Lawrence Berkeley National Laboratory Report LBNL-40040. Berkeley, CA. USA. 1999. – 130 p.
- Kiryukhin, A.V.* Formation of the hydrothermal system in Geysers Valley (Kronotsky nature reserve, Kamchatka) and triggers of the giant landslide. / A. V. Kiryukhin, T. V. Rychkova, I. K. Dubrovskaya // Applied Geochemistry. – 2012. – Т. 27. – № 9. – С. 1753–1766.
- Kiryukhin, A.* Modeling and observations of geyser activity in relation to catastrophic landslides–mudflows (Kronotsky nature reserve, Kamchatka, Russia) / A. V. Kiryukhin // Journal of Volcanology and Geothermal Research. 2016. № 323. P. 129–147.
- Pruess, K., Oldenburg, C., and Moridis, G.* TOUGH2 User's Guide, Version 2.0. Rep. LBNL-43134, Lawrence Berkeley Natl. Lab., Berkeley, California. 1999. 198 p.

## СОВРЕМЕННЫЙ ВУЛКАНИЗМ И ЕГО ПОСЛЕДСТВИЯ

### БИОГЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ В ВОДНЫХ ВЫТЯЖКАХ ИЗ ПЕПЛОВ ВЛК. КАМБАЛЬНЫЙ ИЗВЕРЖЕНИЯ ВЕСНОЙ 2017 г. (ЮЖНО-КАМЧАТСКИЙ ЗАКАЗНИК)

*Е. В. Лепская<sup>1,2</sup>, О. Б. Тепнин<sup>2</sup>, А. Г. Бондарь<sup>1</sup>, К. В. Лепский<sup>1</sup>,  
В. В. Митринюк<sup>1</sup>, В. А. Русанова<sup>2</sup>, М. В. Походина<sup>2</sup>, В. Д. Свириденко<sup>2</sup>*  
*E-mail: lepskaya@list.ru*

<sup>1</sup>ФГБУ «Кроноцкий государственный заповедник»

<sup>2</sup>ФГБНУ «Камчатский научно-исследовательский институт рыбного  
хозяйства и океанографии»

**Ключевые слова:** биогенные элементы, водные вытяжки, вулканический пепел

Воздействие вулканизма на природную среду и, в частности, на нерестовые водоемы и водотоки тихоокеанских лососей неоднозначно и проявляется как негативно – засыпание пеплом нерестилищ, поступление в воду ингибирующих биоту веществ, – так и позитивно – повышение и поддержание продуктивности водных экосистем (Лепская, 1993; Базаркина и др., 2012; Kurenkov, 1966; Lepskaaya et al., 1994). Вулканогенные породы покрывают обширные пространства Камчатского полуострова. В их составе присутствуют соединения фосфора, азота, железа и кремния (Действующие вулканы Камчатки..., 1991) – биогенных элементов (БЭ), поступление которых в водные экосистемы определяет биологическую продуктивность последних. Вулканогенные породы могут длительное время обеспечивать стабильное фоновое поступление БЭ в водоемы, в том числе и безрыбные (Лепская и др., 2013).

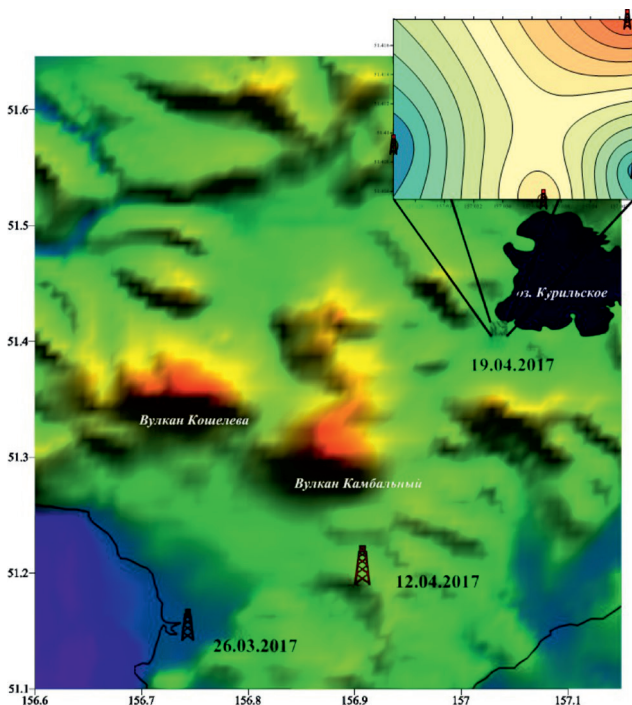
Камбальный вулкан расположен на территории Южно-Камчатского заказника (ЮКЗ) и находится в непосредственной близости от нерестово-нагульного водоема крупнейшего в Азии стада нерки – Курильского озера. Известно, что пепел влк. Алаид, выпавший на водосбор и акваторию оз. Курильское в конце апреля 1981 г. оказал фертилизационный эффект на третий год после попадания в озеро и повлиял на видовую структуру фитопланктона (Лепская, 1993, 2004). На территории заказника расположены и другие нерестово-нагульные озера нерки – Камбальное и Этамьнк. Кроме этого пепел, несомненно, должен оказывать некое влияние на морские прибрежные экосистемы.

Цель настоящего сообщения оценить количество пепла (в том числе, биогенных элементов в его составе), выпавшего на водосборы нерковых озер Южно-Камчатского заказника и на его прибрежную морскую акваторию.

Пробы пеплов во время извержения влк. Камбальный собирали с 26 марта по 19 апреля 2017 в разных точках ЮКЗ, описания проб сгруппированы в табл. 1., места отбора проб показаны на рис. 1.

**Таблица 1.** Описание проб пепла влк. Камбальный

Дата	Координаты		Описание пробы	Кол-во пепла, г/м <sup>2</sup>
	Долгота	Широта		
26.03.2017	156°44'5,59"	51°9'32,58"	Пепел собран с грунта, смешан с сухой травой	315,4
12.04.2017	156°55'16"	51°12'26"	Пепел со снегом собран на берегу оз. Камбальное	43,7
19.04.2017	157°02'55"	51°25'06"	Пепел со снегом собран у юго-западного берега оз. Курильское	1,32
	157°02'58"	51°24'45"		0,14
	157°02'20"	51°24'32"		0,93
	157°01'58"	51°24'55"		0,07



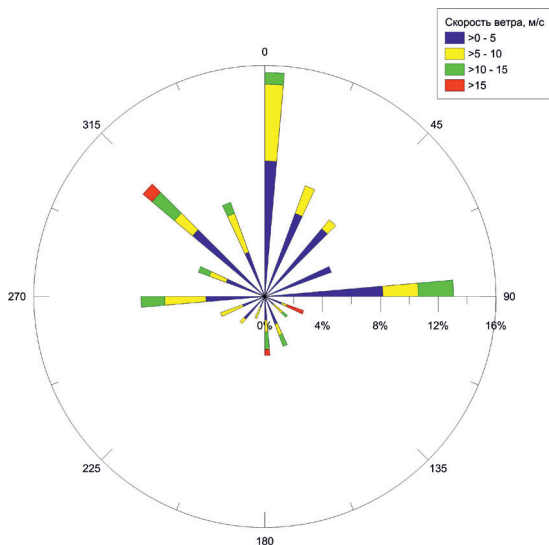
**Рис. 1.** – Место отбора пробы пепла 26 марта, 12 и 19 мая 2017 г.  
На врезке: карта распределения пеплового следа на обследованной 19 мая площади.

В водных вытяжках из пеплов общепринятыми методиками (см. Лепская и др., настоящий сборник) проведено определение биогенных элементов: фосфатного/минерального фосфора ( $P_{\text{мин}}$ ); минеральных форм азота – минеральный азот ( $N_{\text{мин}}$ ) и водорастворимых соединений кремния (Si). В составе минерального азота определены его аммонийная ( $\text{NH}_4^+$ ); нитритная ( $\text{NO}_2^-$ ) и нитратная ( $\text{NO}_3^-$ ) формы. Органические формы фосфора ( $P_{\text{орг}}$ ) и азота ( $N_{\text{орг}}$ ) определяли вычитанием минеральных составляющих этих элементов из их валовой концентрации ( $P_{\text{вал}}$  и  $N_{\text{вал}}$ , соответственно).

Для выявления направлений разноса пепла проанализирована метеорологическая обстановка в районе извержения с 20 марта по 19 апреля 2017 г. В качестве исходных данных использовали архивные

материалы наблюдений за скоростью и направлением ветра на ГМС Озерновский за период с 20 марта по 19 апреля 2017 г. с шагом в 6 часов ([https://rp5.ru/Архив\\_погоды\\_в\\_Озерновском](https://rp5.ru/Архив_погоды_в_Озерновском)). Топографическая основа построена с использованием цифровой модели высот с пространственным разрешением в 1 км GLOBE1 ([Global Observations to Benefit the Environment, https://www.ngdc.noaa.gov/mgg/topo/globe.html](https://www.ngdc.noaa.gov/mgg/topo/globe.html)). Обработка исходных материалов и визуализация результата проведена в программах фирмы Golden Software – Surfer и Grapher.

В результате построена роза ветров, представленная на рис. 2. Наглядно видно, что большую часть времени в районе преобладали ветра северных четвертей (от севера). Меньшую, но заметную роль в распределении воздушных масс в этот период играли также восточные и западные ветры. Ветры юго-западного направления, которые могли перенести пепел на акваторию оз. Курильское, отмечены в период извержения крайне редко (менее 4 %).



**Рис. 2.** – Роза ветров на ГМС «Озерновский» за период с 20 марта по 19 апреля 2017 г.

Пеплы, извергнутые влк. Камбальный весной 2017 г., отнесены к типу резургентных пеплов, представляющих собой смесь пород разного

возраста и разной степени модифицированности (устное сообщение С. Б. Самойленко). Вероятно, поэтому количество биогенных элементов в водорастворимых вытяжках отличается, как между образцами влк. Камбальный, так и от водорастворимых вытяжек из ювенильных пеплов влк. Толбачик (табл. 2).

**Таблица 2.** Содержание биогенных элементов в пеплах влк. Камбальный весеннего извержения 2017 г. (мгБЭ/г пепла)

Дата	26.03.2017	12.04.2017	19.04.2017	21.02.2013
Место отбора	Кордон «Прибрежный»	Оз. Камбальное	Оз. Курильское (южный берег)	Влк. Толбачик
$P_{вал}$	0,0004	0,0008	-*	0,0025
$P_{мин}$	0,0003	0,0000	0,0136	0,0000
$P_{орг}$	0,0001	0,0008	-	0,0025
$N-NH_4$	0,0032	0,0063	0,2243	0,0068
$N-NO_2$	0,0001	0,0000	0,0025	0,0000
$N-NO_3$	0,0001	0,0002	0,0542	0,0006
$N_{вал}$	0,0082	0,0083	-	0,0255
$N_{мин}$	0,0034	0,0066	0,2810	0,0074
$N_{орг}$	0,0049	0,0017	-	0,0181
Fe	0,005	0,018	0,086	0,008
Si	0,012	0,184	0,203	0,083

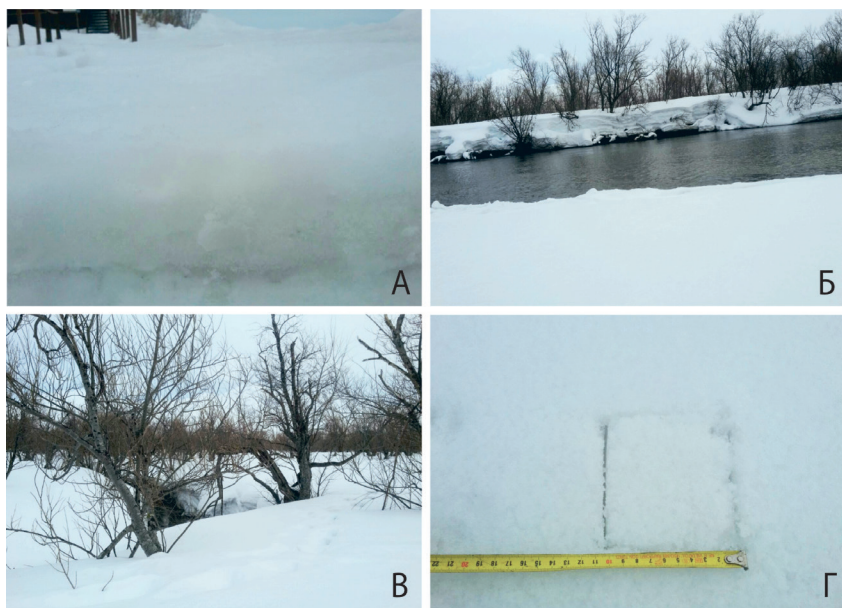
\*прочерк означает отсутствие данных

Содержание  $P_{вал}$  незначительно в пеплах начала (26 марта) и середины извержения (12 апреля), выпавших на водосбор оз. Камбальное и в устье вытекающей из него одноименной реки. Соответственно, и минерального фосфора в водных вытяжках из этих образцов крайне мало или нет совсем, как и в ювенильном пепле влк. Толбачик. В образцах с берега оз. Курильское только  $P_{мин}$  на два порядка больше. По количеству азота пеплы с водосбора оз. Камбальное и устья р. Камбальная отличаются мало. В пепле со снегом с берега оз. Курильское минерального азота в 40–80 раз больше, чем



в образцах с оз. Камбальное и р. Камбальной. Пеплы с берегов озер Камбальное и Курильское богаты водорастворимыми формами железа и кремния в отличие от пеплов начала извержения влк. Камбальный и ювенильных пеплов влк. Толбачик, в которых этих БЭ в среднем в 4–8 раз, соответственно, меньше.

По содержанию минеральных форм фосфора и азота, а также водорастворимых соединений железа и кремния выделяются образцы, собранные у берега оз. Курильское вместе со снегом. Значительное содержание БЭ в этих образцах, в десятки раз превышающее их концентрацию в пеплах с других территорий и в ювенильных пеплах влк. Толбачик, является следствием попадания БЭ в водную вытяжку из снега, куда они попали из окружающих площадки биотопов (прибрежный ивняк, близлежащие нерестовые водотоки) (рис. 3). Таким образом, в районе оз. Курильское собственно с пеплом биогенных элементов принесено как минимум вдвое меньше.



**Рис. 3.** Места отбора проб пепла 19 мая 2017 г. (А, Б, В) и пример площадки отбора (фото К. В. Лепского)

Расчет общего количество выпавшего на данной площади пепла, с использованием программы Surfer (Golden Software, Inc.) и метода интерполяции Kriging, дал цифру в 10,18 кг. Таким образом, с этим количеством пепла на обследованную площадку у берега оз. Курильское привнесено 69 г минерального фосфора, 1400 г минерального азота, 400 г железа и 1030 г кремния.

Определение биогенного состава воды проведено в ИЛЦ «КамчатНИРО-ТЕСТ»

### **Литература**

*Базаркина, Л. А.* Динамика гидробиологических процессов, определяющих кормовые условия молоди нерки в пелагиали оз. Азабачье в 2006–2010 гг. / Л. А. Базаркина, В. Ф. Бугаев, Г. В. Базаркин, В. Д. Свириденко // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. – 2012. – Вып. 24. – С. 5–29.

Действующие вулканы Камчатки в 2 т. – М.: Наука, 1991. – Т. 1. – 304 с.; Т. 2 – 416 с.

*Лепская, Е. В.* Влияние пепла вулкана Алаид на фитопланктон озера Курильского (Южная Камчатка) / Е. В. Лепская // Исслед. биологии и динамики численности промысловых рыб камчатского шельфа. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО – 1993. - Вып. II.– С. 21.

*Лепская, Е. В.* Многолетняя динамика численности и биомассы фитопланктона озера Курильское и определяющие ее факторы / Е. В. Лепская // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – Петропавловск-Камчатский. – 2004. – Вып. VII. – С. 79–87.

*Лепская, Е. В.* Биогенные элементы (содержание, динамика вымывания) из разноразмерного пирокластического материала Трещинного Толбачинского извержения 2012–2013 гг. / Е. В. Лепская, А. В. Маслов, О. Б. Тепнин, В. Д. Свириденко // Материалы конференции, посвященной Дню вулканолога «Вулканизм и связанные с ним процессы». – Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2013. – С. 227–235.

*Kurenkov, I. I.* The influence of volcanic ashfall on biological process in lake / I. I. Kurenkov // Limnology and oceanography. – 1966. – Vol. 11. – № 3. – P. 426–429.

*Lepskaya E. V., Lupikina E. G., Bazarkina L. A.* The impact of pyroclastics upon flora and fauna of some lakes (Kamchatka peninsula and Kunashir island, Kuriles) / E. V. Lepskaya, E. G. Lupikina, L. A. Bazarkina // Int. Volcanological Congress. Ankara, 1994. ([https://rp5.ru/Архив\\_погоды\\_в\\_Озерновском](https://rp5.ru/Архив_погоды_в_Озерновском)) (<https://www.ngdc.noaa.gov/mgg/topo/globe.html>)

## РАННЕВЕСЕННИЙ БИОГЕННЫЙ СТОК ЮЖНЫХ ПРИТОКОВ КУРИЛЬСКОГО ОЗЕРА В 2017 г.

Е. В. Лепская<sup>1,2</sup>, А. Г. Бондарь<sup>1</sup>, М. В. Походина<sup>2</sup>, В. А. Русанова<sup>2</sup>,  
В. Д. Свириденко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБУ «Кроноцкий государственный заповедник»

<sup>2</sup>ФГБНУ «Камчатский научно-исследовательский институт рыбного  
хозяйства и океанографии»

E-mail: lepskaya@list.ru

**Ключевые слова:** Курильское озеро, притоки, биогенный сток, пепел вулканический

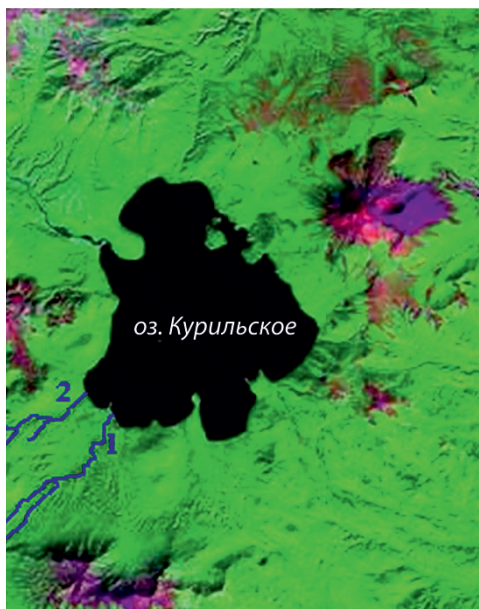
Биогенные элементы, к которым, прежде всего, относятся водорастворимые соединения фосфора, азота, железа и кремния, поступают в оз. Курильское из разных источников. Один из них – это речной сток. Продуктивность южной литорали и бухт обеспечивается выносом биогенных элементов реками Хагыцын и Этамынк (рис. 1). Эти довольно крупные притоки являются также нерестилищами нерки. Нерест в них начинается, как правило, в конце июля и продолжается до февраля.

Из погибшей после нереста рыбы вымываются водорастворимые соединения углерода, фосфора и азота. Однако в осенне-зимнюю межень, когда сток рек минимален (Пономарев и др., 1986), соединения азота и особенно фосфора, которого много в замкнутых скелетах рыб, накапливаются на нерестилищах (Лепская, Кучерявый, 2011).

Дополнительным источником БЭ в зонах активного вулканизма является пирокластика, выброшенная при извержениях на акватории нерестовых водоемов и их водосборы (Лепская и др., 2013). Извержение влк. Камбальный конца марта – апреля 2017 г., сопровождавшееся пеплопадом на южную часть водосбора оз. Курильское, могло повлиять на концентрацию биогенных элементов в южных притоках озера, реках Хагыцын и Этамынк.

Цель настоящего сообщения – сравнительная оценка ранневесеннего биогенного стока южных притоков оз. Курильское 2017 г.

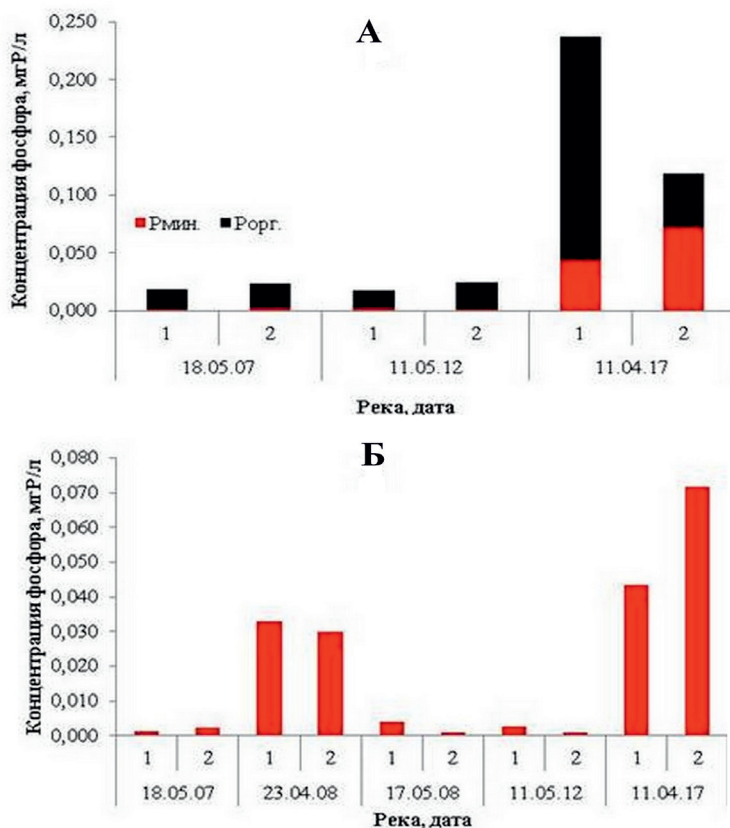
Пробы воды отобраны 12.04.2017 г. в устьях рек Хагыцын и Этамынк (рис. 1).



**Рис. 1.** Карта-схема притоков оз. Курильское: 1 – р. Хакицын; 2 – р. Этамынк

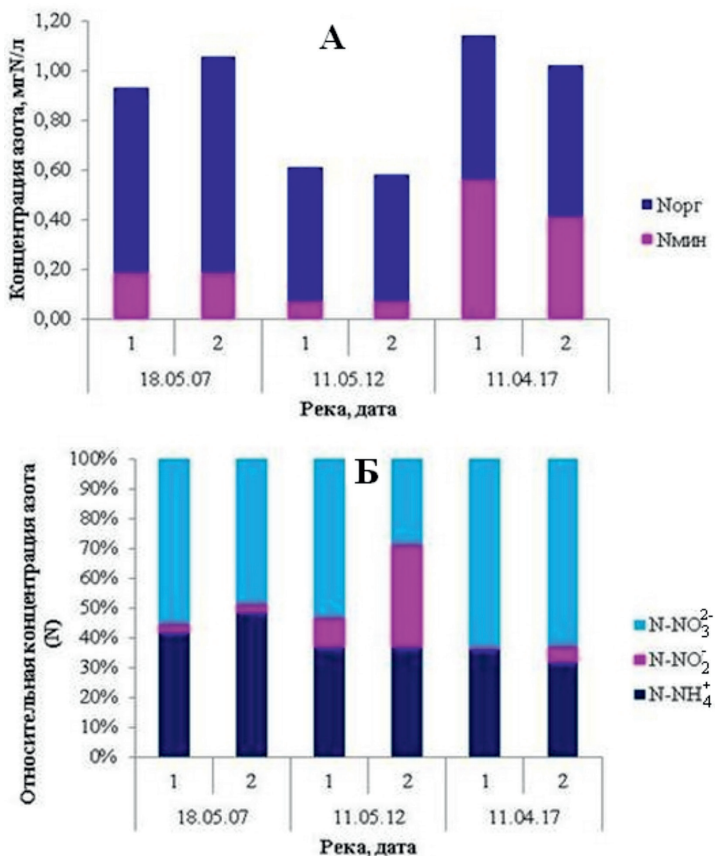
В водных образцах общепринятыми методиками (РД 52.24.380-2006; РД 52.24.381-2006; РД 52.24.382-2006; РД 52.24.433-2005; РД 52.24.486-2009) проведено определение биогенных элементов: фосфатного/минерального фосфора ( $P_{\text{мин}}$ ); минеральных форм азота – минеральный азот ( $N_{\text{мин}}$ ) и водорастворимых соединений кремния (Si). В составе минерального азота определены его аммонийная ( $NH_4^+$ ), нитритная ( $NO_2^-$ ) и нитратная ( $NO_3^-$ ) формы. Органические формы фосфора ( $P_{\text{орг}}$ ) и азота ( $N_{\text{орг}}$ ) определяли вычитанием минеральных составляющих этих элементов из их валовой концентрации ( $P_{\text{вал}}$  и  $N_{\text{вал}}$ , соответственно) (РД 52.24.387-2006; РД 52.24.364-2007).

Концентрация  $P_{\text{вал}}$  в апреле 2017 г., как в р. Хакицын, так и в р. Этамынк в 13 и 5 раз, соответственно, превышает таковую для мая 2007 и 2012 гг. Для ранней весны 2017 г. большая часть фосфора в р. Хакицын содержится в составе органических соединений, тогда как в р. Этамынк – это в основном минеральный фосфор (рис. 2–А). Концентрация минерального фосфора в апреле 2008 г. в 8 раз для р. Хакицын и в 30 раз для р. Этамынк превышает майскую. При этом концентрация фосфатов в мае и в 2007 и в 2012 гг. сравнима с тем же месяцем 2008 г. (рис. 2–Б).



**Рис. 2.** Концентрация фосфора (P) в воде рек Хакыцын (1) и Этамынк (2):  
 А – Концентрация общего фосфора ( $P_{вал} = P_{мин} + P_{орг}$ ). Б – Концентрация  
 фосфатного фосфора

Концентрация соединений азота как в составе органических, так и неорганических соединений ( $N_{вал}$ ) может быть одинаковой в начале весеннего половодья (апрель 2017 г.) и в мае, как, например, в 2007 г. (рис. 3–А). Вероятно, в ранневесенний период азотный пул формируют в равной степени органические и неорганические формы. Минеральный азот в речной воде на протяжении всей весны представлен на 50–60 % окисленными соединениями – нитритами и в большей степени нитратами (рис. 3–Б).



**Рис. 3.** Концентрация азота (N) в воде рек Хакицын (1) и Этамынк (2) 12.04.2017 г.:  
 А – концентрация общего фосфора ( $N_{вал} = N_{мин} + N_{орг}$ ). Б – Относительная концентрация минеральных форм азота.

Концентрация кремния в воде обследованных рек в отдельные годы, вероятно, увеличивается в мае, как, например, в 2008 г. (рис. 4). В апреле 2017 г. содержание этого элемента в речной воде – одно из самых высоких в том небольшом ряду наблюдений, который мы имеем. Возможно, это связано с вымыванием кремния из пепла влк. Камбальный, хотя его концентрация в водных вытяжках пеплов и не высока (Лепская и др., 2017 – настоящий сборник).

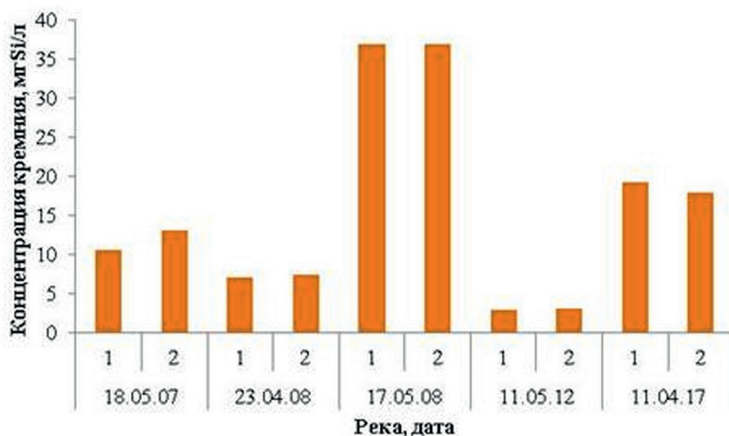


Рис. 4. Концентрация кремния (Si) в воде рек Хакыцын (1) и Этамынк (2)

В нерестовых лососевых реках весеннее половодье вымывает биогенные соединения, накопленные, на нерестилищах (Введенская и др., 2006). В больших реках, как, например р. Большая, поток биогенов, распределяясь по континууму реки, формирует продуктивность бентосных сообществ, которые, в свою очередь, определяют кормовую базу рыбного населения водотока. Биогенный сток притоков оз. Курильское с одной стороны, также способствует развитию речных бентосных сообществ, в частности хирономид, которые служат стартовым кормом малькам нерки, с другой – обогащает биогенами озерную литораль, где развивается не только бентос, но и планктон, которыми в первый месяц после выхода из гнезд питаются мальки нерки с озерных и речных нерестилищ.

Несмотря на длительный, порядка 20 лет, ряд наблюдений за биогенным составом воды в притоках оз. Курильское, зимне-весенний период охвачен крайне слабо. Согласно данным о сезонной динамике речного притока в оз. Курильское его минимум приходится на март–апрель, однако и в период межени сток характеризуется как многоводный. В мае речной приток в озеро увеличивается вдвое (Пономарев и др., 1986). С увеличением водности концентрация биогенов в воде может снижаться за счет элементарного разбавления, поэтому сам по себе этот показатель малоинформативен. Однако при наличии некоторого ряда, пусть и такого небольшого, как в нашем



случае, можно выдвинуть ряд заключений о характере ранневесеннего речного биогенного стока.

«Промывка» рек начинается уже в апреле, с началом снеготаяния и качественной смены осадков. Значительную концентрацию фосфатного фосфора в апреле 2017 г. почти вдвое большую по сравнению с тем же сроком 2008 г., можно с большей долей вероятности объяснить более мощными нерестовыми заходами нерки в эти реки годом ранее, чем влиянием пепловых шлейфов влк. Камбальный. То же касается соединений азота, дополнительным источником которого в обследуемых реках служит лиственный опад и прибрежная травянистая растительность. Поступление кремния в оз. Курильское со стоком южных рек происходит при размыве пемзовых вулканических отложений, и с учетом случайной динамики его концентрации в весенний период, проследить влияние свежевывавшего пепла на содержание этого элемента в воде притоков не представляется возможным.

Определение биогенного состава воды проведено в ИЛЦ «КамчатНИРО-ТЕСТ»

### **Литература**

*Введенская, Т. Л.* Гидрохимическая характеристика реки Большая (Камчатка) / Т. Л. Введенская, Т. К. Уколова, В. Д. Свириденко // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. – 2006. – Вып. 8. – С. 158–165.

*Лепская, Е. В.* Динамика вымывания фосфора и некоторых металлов из костей постнерестовой нерки в речном и озерном биотопах оз. Курильское (Камчатка) / Е. В. Лепская, А. В. Кучерявый // Чтения памяти В. Я. Леванидова. Владивосток. 21–23 марта 2011 г. – Владивосток: Дальнаука, 2011. – С. 293–299.

*Лепская, Е. В.* Биогенные элементы (содержание, динамика вымывания) из разноразмерного пирокластического материала Трещинного Толбачинского извержения 2012–2013 гг. / Е. В. Лепская, А. В. Малов, О. Б. Тепнин, В. Д. Свириденко // Материалы конференции, посвященной Дню вулканолога «Вулканизм и связанные с ним процессы». – Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2013. – С. 227–235.

*Пономарев, В. П.* Водный баланс оз. Курильского. Комплексные исследования озера Курильского (Южная Камчатка) / В. П. Пономарев, В. И. Тарасов, В. К. Минятов. – Владивосток: Изд-во Дальневосточного университета, 1986. – С. 51–67.

РД 52.24.364-2007. 2007. Массовая концентрация общего азота в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом после окисления персульфатом калия. – Введ.: Росгидромет 30.03.2007. – 36 с.



РД 52.24.380-2006. 2006. Массовая концентрация нитратов в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом с реактивом Грисса после восстановления в кадмиевом редуторе. – Введ.: Росгидромет 01.07.2006. – 34 с.

РД 52.24.381-2006. 2006. Массовая концентрация нитритов в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом с реактивом Грисса. – Введ.: Росгидромет 01.04.2006. – 27 с.

РД 52.24.382-2006. 2006. Массовая концентрация фосфатов и полифосфатов в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом. – Введ.: Росгидромет 30.03.2006. – 27 с.

РД 52.24.387-2006. 2006. Массовая концентрация фосфора общего в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом после окисления персульфатом калия. – Введ.: Росгидромет 01.04.2006. С. 82–110.

РД 52.24.433-2005. 2005. Массовая концентрация кремния в поверхностных водах суши. Методика выполнения измерений фотометрическим методом в виде желтой формы молибденокремниевой кислоты. – Введ.: Росгидромет 30.06.2005. – 25 с.

РД 52.24.486-2009. 2009. Массовая концентрация аммиака и ионов аммония в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом с реактивом Несслера. – Введ.: Росгидромет 14.07. 2009. – 33 с.

## ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

### ОПЫТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ И ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ КРОНОЦКОГО ЗАПОВЕДНИКА И ЮЖНО-КАМЧАТСКОГО ЗАКАЗНИКА

*А. В. Завадская<sup>1</sup>, В. А. Сажина<sup>2</sup>, О. А. Шувалова<sup>3</sup>, Е. А. Николаева<sup>4</sup>*

*<sup>1</sup>ФГБУ «Кроноцкий государственный заповедник»*

*<sup>2</sup>Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова*

*<sup>3</sup>ООО «Лесная сертификация»*

*<sup>4</sup>Университет Монтаны*

*E-mail: [anya.zavadskaya@gmail.com](mailto:anya.zavadskaya@gmail.com)*

**Ключевые слова:** экосистемные услуги, особо охраняемые природные территории, экономическая оценка, общая экономическая ценность, стоимость существования, Кроноцкий заповедник, Южно-Камчатский заказник

#### **Введение**

Особо охраняемые природные территории (ООПТ) играют важную роль в сохранении биологического и ландшафтного разнообразия, нетронутой дикой природы, уникальных природных объектов. Ценность данных территорий для сохранения природного наследия планеты очевидна, однако их значение для общества зачастую недооценивается. В то же время заповедники, национальные парки, заказники и другие ООПТ, отдельные экосистемы и биосфера в целом обеспечивают человечество огромным количеством разнообразных товаров и услуг.

Неочевидный (латентный) характер многих выгод, предоставляемых экосистемами ООПТ, порождает одностороннее и неравномерное

потребление экосистемных услуг – в первую очередь используются те услуги и ресурсы, которые приносят очевидную экономическую выгоду. Как правило, такое потребление связано с развитием ресурсоемких производств и отраслей промышленности.

Диффузия, «рассеянность» и «распыление» между потребителями многих благ, предоставляемых экосистемами, способствуют тому, что они в значительной степени признаются бесплатными и их важность во многом недооценивается, что, в конечном итоге, приводит к их деградации (Clark, 2005; Daly & Farley, 2016).

Мнимое отсутствие «цены» у многих природных благ снижает «конкурентоспособность» ООПТ по сравнению с альтернативными вариантами использования земель, в результате чего данные территории, изъятые в различной степени из хозяйственной деятельности, традиционно рассматриваются обществом в качестве объектов, препятствующих экономическому развитию. Варианты сохранения биоразнообразия нередко проигрывают соревнованию с лесным и сельским хозяйством, добывающей промышленностью, так как выгоды от этих секторов экономики очевидны и имеют цену (Бобылев и др. 1999, 2012).

Особо актуальными вопросы повышения «конкурентоспособности» сохранения природы в борьбе с техногенными решениями и добывающими производствами видятся для тех территорий, которые хранят уникальные природные объекты, являются местообитаниями редких и находящихся под угрозой исчезновения видов флоры и фауны и в целом в большинстве случаев благодаря своей удаленности и труднодоступности для человека до сих пор сохраняют свою природную первозданность. К таким территориям, безусловно, относится и Камчатский экорегион, включенный в 1996 году Всемирным фондом дикой природы (WWF) в список Global 200 наиболее важных экосистем мира.

В предлагаемой работе представлена попытка дать «стоимостную оболочку» сложным природным системам и услугам двух ООПТ Камчатского края – Кроноцкому государственному природному биосферному заповеднику (далее – Кроноцкий заповедник) и государственному природному заказнику федерального значения «Южно-Камчатский» (далее – Южно-Камчатский заказник). Подробно результаты исследований описаны в монографии (Завадская и др., 2017).

## Материалы и методы исследований

При экономической оценке экосистемных услуг, предоставляемых Кроноцким заповедником и Южно-Камчатским заказником, использован подход, предполагающий выделение текущего потока выгод от экосистем (инвентаризацию экосистемных услуг) и *определение его текущей ценности* (Pagiola et al., 2004). В качестве базовой концепции стоимостной оценки выступила теория *общей экономической ценности* (Millennium... 2005), в соответствии с которой была осуществлена монетизация выгод от широкого спектра экосистемных услуг обеих ООПТ при их *прямом и косвенном использовании*, а также *определена стоимость неиспользования* (существования) ООПТ (рис. 1).



**Рис. 1.** Применение концепции общей экономической ценности к оценке экосистемных услуг Кроноцкого заповедника и Южно-Камчатского заказника

При расчете стоимости экосистемных услуг и природных ресурсов были применены следующие методы:

*Стоимость прямого использования* экосистемных услуг и природных ресурсов рассчитана методами прямой рыночной оценки и косвенными методами (транспортно-путевых затрат, с использованием результатов социологических исследований).

Стоимость косвенного использования экосистемных услуг и природных ресурсов рассчитана методами прямой рыночной оценки и косвенными методами (замещения, альтернативной стоимости, переноса выгод). В расчете стоимости косвенного использования оценивались в общей сложности 13 функций и услуг, предоставляемых ООПТ. При этом четыре функции и услуги оценены достаточно точными методами рыночной оценки, замещения и альтернативной стоимости. Остальные регулирующие функции оценены методом переноса выгод, широко применяемым в подобных исследованиях, – денежные потоки, ассоциированные с предоставляемыми различными экосистемами услугами, рассчитаны на основе выявленной ранее ценности аналогичных экосистем по предоставлению аналогичных услуг.

Стоимость существования определена методом субъективной оценки желания (готовности) населения региона и посетителей ООПТ платить за сохранение естественной природной среды ООПТ и ее экологических функций.



Рис. 2. Пространственная структура полевых социологических исследований

Итоговый показатель общей экономической ценности ООПТ получен путем суммирования значений стоимости прямого, косвенного использования и стоимости существования.

Основной массив данных для экономической оценки природных ресурсов и экосистемных услуг Кроноцкого заповедника и Южно-Камчатского заказника получен в результате проведения серии социологических опросов населения Камчатского края (жителей сопредельных с ООПТ территорий, а также городов Петропавловск-Камчатский и Елизово), туристов, бизнес-структур и сотрудников ФГБУ «Кроноцкий государственный заповедник» (рис. 2). Полевые работы осуществлялись в период с 15 июня 2013 года по 25 сентября 2013 года. Исследование проводилось с применением методики «снежного кома» (snowball sampling method) (Goodman, 1961; Spreen, 1992). Объем выборочной совокупности составил 404 респондента, средний уровень ответов – 92 %.

Среди иных данных, используемых для проведения оценочных работ, отметим следующие: информация, предоставленная ФГБУ «Кроноцкий государственный заповедник» (сведения о численности посетителей ООПТ, количестве сотрудников и продолжительности их пребывания на территории Кроноцкого заповедника и Южно-Камчатского заказника, годовом объеме использования природных ресурсов ООПТ и др.; статистическая информация о численности населения, размере домохозяйств и потребительских ценах на товары и услуги; средние рыночные цены на товары и услуги и др.

## **Результаты**

**Экосистемные услуги.** Исследование показало, что Кроноцкий заповедник и Южно-Камчатский заказник обладают широким спектром ценностей для населения региона и туристов и играют важную роль в социально-экономическом развитии локальных сообществ и в региональной экономике Камчатского края через сохранение местообитаний и популяций промышленно ценных видов животных (в первую очередь – тихоокеанских лососей, снежного барана, соболя, бурого медведя и др.), обеспечение потока прямых выгод за счет развития туризма, поддержку культурных традиций и экономики удаленных поселков, зависящих от использования природных ресурсов, предоставление образовательных и рекреационных услуг и др.

Обе ООПТ предоставляют потребителям на локальном, региональном и глобальном уровнях экосистемные услуги, относящиеся ко всем

четырем категориям, выделенным в работе (Millennium... 2005).

*Обеспечивающие услуги.* Строгий режим охраны обеих ООПТ обуславливает достаточно небольшой прямой вклад территорий в обеспечение потребителей продовольствием, водой, медикаментами и др.

В то же время за счет сохранения потока регулирующих и поддерживающих услуг косвенно рассматриваемые ООПТ обеспечивают значительные потоки выгод, связанные с рыболовством, охотой и другими видами прямого использования водных, лесных и биоресурсов на сопредельных территориях. Непосредственно в границах ООПТ обеспечивающие услуги связаны с предоставлением для сотрудников ФГБУ «Кроноцкий государственный заповедник», находящихся при исполнении должностных обязанностей, а также для жителей сопредельных с Южно-Камчатским заказником территорий возможностей для заготовки дровяной древесины, заготовки и сбора не древесных продуктов леса, пищевых лесных ресурсов и лекарственных растений.

Генетическая информация, сохраняемая в уникальных и типичных экосистемах заповедника и заказника – ключевая составляющая ценности их биоразнообразия.

*Культурные услуги.* Среди культурных услуг, предоставляемых экосистемами ООПТ, особое значение имеют рекреация и туризм. Кроноцкий заповедники Южно-Камчатский заказник располагают богатейшими рекреационными ресурсами мирового значения – такие природные объекты, как долина реки Гейзерной, кальдера вулкана Узон, Курильское озеро известны далеко за пределами Камчатки. В Кроноцком заповеднике в настоящее время функционируют 9 пеших и 3 водных маршрута, в Южно-Камчатском заказнике – 8 пеших и 2 водных. Ежегодно обе ООПТ посещают в сумме более 5,5 тысячи человек. Помимо непосредственного использования рекреационных ресурсов территорий, посетители ООПТ получают косвенные блага, связанные с оздоровлением.

Научно-исследовательская ценность заповедника и заказника обусловлена наличием огромных массивов ненарушенных типичных экосистем полуострова, способных выступать в качестве эталонов при проведении прикладных исследований, а также уникальных природных комплексов мирового значения – объектов фундаментальных исследований самой разнообразной тематики.

Велика образовательная ценность заповедника и заказника. Через программы экологического просвещения рассматриваемые ООПТ вносят вклад в улучшение экологической грамотности и способствуют повышению экологической культуры населения. Кроме этого, Кроноцкий заповедник и Южно-Камчатский заказник обладают высокой эстетической ценностью, предоставляют возможности для духовного обогащения и часто являются источником вдохновения для творческих личностей.

*Регулирующие услуги.* Кроноцкий заповедники Южно-Камчатский заказник, обладая обширными массивами ненарушенных экосистем, обеспечивают регулирование локальных и глобальных, положительно влияя на благосостояние населения региона и внося вклад в стабилизацию мирового круговорота веществ и энергии. Примерами регулирующих услуг, предоставляемых рассматриваемыми ООПТ, являются регулирование энергетических (трофических) потоков, местного и глобального климата (в том числе через депонирование углекислого газа), качества воздуха и воды, стока воды, сохранение местообитаний и условий для воспроизводства редких и хозяйственно-ценных видов животных, опыление, биологический контроль, предотвращение природных катастроф за счет обширных незаселенных пространств и сохранения природных циклов в природных процессах и явлениях.

*Поддерживающие услуги.* Как и регулирующие, поддерживающие услуги ООПТ в основном используются потребителями не напрямую, а опосредованно, поэтому часто остаются незамеченными и недооцененными. К этой категории относятся фотосинтез, почвообразование, циклы веществ и энергии.

**Результаты экономической оценки.** Проведенные на основе концепции общей экономической ценности (рис. 1) расчеты дали весьма солидную оценку общей стоимости обеих территорий: ценность Кроноцкого заповедника составляет около **129 млрд рублей в год** (3,9 млрд \$ США)<sup>1</sup>, Южно-Камчатского заказника – более **42 млрд рублей в год** (или 1,3 млрд \$ США) (рис. 3, 4).

Прямая стоимость использования экосистемных услуг и ресурсов заповедника (61,3 млн рублей в год) и заказника (35,4 млн рублей в год) складывается из выгод, получаемых от развития познавательного

---

<sup>1</sup> В ценах 2013 года. Здесь и далее курс доллара США принят по состоянию на 01.12.2013 г. (1 \$ США = 33,19 рубля).



туризма на ООПТ, ограниченного сбора дикоросов, любительского рыболовства, заготовки дров и водопользования. Наиболее значительную часть прямой стоимости использования составляют выгоды от туризма (более 50 млн рублей в год для Кроноцкого заповедника и 28 млн рублей в год для Южно-Камчатского заказника). При этом развитие туризма на рассматриваемых территориях обладает эффектом мультипликации и генерирует поток выгод для экономики региона, почти в 5 раз превышающий экономический эффект от осуществления туров в заповеднике и заказнике – в сумме обе ООПТ генерируют мультипликативный эффект для региональной и локальной экономик, равный 483 млн рублей, или 14,2 млн \$ США в год.



**Рис. 3.** Структура общей экономической ценности Кроноцкого заповедника, млн. рублей в год



**Рис. 4.** Структура общей экономической ценности Южно-Камчатского заказника, млн. рублей в год

Основную часть (более 98 %) экономической ценности (стоимости) обеих ООПТ (более 128 млрд рублей в год для Кроноцкого заповедника и около 42 млрд рублей в год для Южно-Камчатского заказника) составляет *косвенная стоимость использования*, связанная с ролью ООПТ в регулировании локальных и глобальных экологических процессов. Из наиболее «осязаемых» для локальных и региональной экономик регулирующих услуг обеих ООПТ – функции экосистем по сохранению местообитаний и популяций промышленно ценных видов животных (в первую очередь – водных биоресурсов), обеспечивающих значительные доходы рыбодобывающей отрасли региона.

*Стоимость существования* (или неиспользования), ООПТ, реализующая попытки оценить довольно тонкие этические моменты – ценность для населения и туристов природы самой по себе, сакральную и духовную ценность и др. – и рассчитанная как «готовность населения и туристов платить» за существование ООПТ, составляет для Кроноцкого заповедника около 637 млн рублей, для Южно-Камчатского заказника – 447 млн рублей.

*Каждый рубль, вкладываемый государством в сохранение природных комплексов* рассматриваемых ООПТ, обеспечивает получение потока экосистемных услуг стоимостью 2 802 рублей для Кроноцкого заповедника и 1 375 рублей для Южно-Камчатского заказника, в том числе создание «осязаемых» выгод для местной и региональной экономик от прямого использования ресурсов ООПТ и косвенной стоимости регулирующих услуг по сохранению местообитаний и популяций промышленно ценных видов животных (в первую очередь – водных биоресурсов) в размере: 1,63 рубля для Кроноцкого заповедника и 18,14 рубля для Южно-Камчатского заказника (рис. 5). Помимо этого, один рубль, потраченный государством на сохранение потока экосистемных услуг ООПТ, высоких эстетических качеств и рекреационной ценности, обеспечивает создает мультипликативный эффект для локальной и региональной экономик от развития туризма в размере 7,43 рубля и 4,60 рубля для Кроноцкого заповедника и Южно-Камчатского заказника соответственно.

Таким образом, получаемые обществом выгоды от обеих ООПТ в тысячи раз превышают вложения государства в сохранение их природных комплексов. В среднем один гектар территории заповедника генерирует в год выгоды для общества стоимостью в 112 тысяч рублей. Для территории заказника эта цифра равна 125 тысячам рублей в год.



Рис. 5. Генерируемые выгоды при пересчете на 1 рубль затрат на сохранение экосистем Кроноцкого заповедника и Южно-Камчатского заказника

### Обсуждение результатов

Сравнение с привычными экономическими показателями. Одним из наиболее часто используемых показателей экономической стоимости товаров и услуг, произведенных на территории страны или отдельного региона в течение года, является валовый внутренний продукт. Первая в истории глобальная экономическая оценка экосистемных услуг (Costanza et al., 1997) показала, что ценность всех функций природных экосистем планеты составляет более 33 трлн \$ США, что почти в два раза превышает показатель общемирового внутреннего продукта (18 трлн \$ США). Суммарная стоимость экосистемных услуг Кроноцкого заповедника и Южно-Камчатского заказника – 170,9 млрд рублей – в 1,3 раза больше внутреннего регионального продукта Камчатского края.

Сравнение полученного монетизированного выражения ценности Кроноцкого заповедника и Южно-Камчатского заказника с выгодами от основных ресурсоемких отраслей показывает, что рассматриваемые ООПТ являются, при должном учете ценности их ресурсов и предоставляемых их экосистемами услуг вполне конкурентоспособными по отношению к основным добывающим производствам.

Так, за год Кроноцкий заповедник обеспечивает потребителей экосистемных услуг и пользователей ресурсов выгодами, стоимость которых равна пяти выручкам от промышленности всего лесного

сектора России, в три раза превышает чистую выгоду от сектора производства машин и оборудования, в два раза – выгоды от всей газодобывающей промышленности страны, почти равнозначна с выгодами от химического и металлургического производств и всего в 14,5 раза меньше годовых доходов государства от всей нефтяной промышленности страны. Поток выгод от экосистемных услуг и природных ресурсов Южно-Камчатского заказника несколько меньше и равен 1,6 годового дохода государства от промышленности всего лесного сектора, почти равнозначен с годовой выручкой от всего сектора производства машин и оборудования, меньше выгод от газодобывающей промышленности всего в 1,7 раза, химического и металлургического производств – в 3,5 раза, нефтяной промышленности страны – в 44,5 раза.

**Сравнение с другими ООПТ.** Говоря о сравнении полученных оценок с аналогичными исследованиями для других ООПТ России целесообразно рассмотреть отдельные составляющие стоимости потока экосистемных услуг схожих по природным условиям охраняемых территорий.

*Рекреационная ценность.* Одним из немногих видов природопользования, при должной организации и управлении не вступающим в конфликт с задачами по сохранению биоразнообразия и не снижающим поток и качество других экосистемных услуг ООПТ, является туризм. Неслучайно во многих исследованиях при определении экономической ценности отдельных ООПТ (Ulph & Reynolds, 1981; Sturgess, 1994; Максанова и др., 2002; Turpie & deWet, 2015) или всей национальной сети резерватов (например, государственный доклад об экономической ценности системы рефугиумов США (Laughland & Caudill, 2013)) уделяется особое внимание оценке предоставляемых экосистемами рекреационных услуг и выгод от развития туризма. Эта компонента наиболее наглядна из всех составляющих потока прямых выгод от использования ресурсов и экосистемных услуг ООПТ и довольно легко поддается монетизации.

По природно-климатическим и экономико-географическим условиям наиболее схожими с Кроноцким заповедником и Южно-Камчатским заказником являются особо охраняемые природные территории штата Аляска, США. Сравнение различных показателей рекреационного использования Кроноцкого заповедника, Южно-Камчатского заказника и ООПТ Аляски приведено в табл. 1.

**Таблица 1.** Сравнение показателей рекреационной ценности Кроноцкого заповедника, Южно-Камчатского заказника и ООПТ Аляски

Показатель	Единица измерения	Кроноцкий заповедник	Южно-Камчатский заказник	Регуиумы Аляски (Carver & Caudill, 2013)		
				Полуостров Аляска и Бочарова	Кадык	Кенай
Площадь	км <sup>2</sup>	11 476	3 220	14 421/ 4 860	7 700	2 833
Бюджет	тысяч \$ США / год	1 385	923,4	2 203,6	2 201	3 883
Количество посетителей	тысяч \$ США / год	4 047	1 593	8 196	50 855	572 584
Расходы посетителей	человек / год	4 845,1	2 741,2	1 240	6 182	83 660
	тысяч \$ США / год	1,19	3,04	0,59	0,09	0,008
Потребительский излишек при посещении ООПТ	тысяч \$ США / год / человек	0	5,3	319	956	21 570
Доходы домохозяйств	тысяч \$ США / год	0	6,9	486	2 934	32 406

Как видно, средние расходы посетителей Кроноцкого заповедника и Южно-Камчатского заказника значительно превышают расходы туристов на ООПТ Аляски. Это обусловлено изолированным географическим положением обеих территорий, дороговизной вертолетной доставки до объектов показа и, как следствие, высокими транспортно-путевыми затратами на посещение заповедника и заказника, которые превышают средние траты на посещение других объектов региона. Эта же причина обуславливает и фактическое отсутствие потребительского излишка при посещении приезжими туристами Кроноцкого заповедника и Южно-Камчатского заказника. Изолированность рассматриваемых ООПТ, а также специфика современной организации туристических программ в заповедник и заказник (в большинстве своем туры на ООПТ осуществляются в отрыве от населенных пунктов с использованием вертолетной доставки туристов на объекты показа) приводят к тому, что

прямые выгоды от использования рекреационной экосистемной услуги Кроноцкого заповедника для жителей сопредельных территорий фактически равны нулю. Доходы домашних хозяйств поселков «Озерновского куста», на сопредельных с Южно-Камчатским заказником территориях, связанные с предоставлением услуг посетителям ООПТ, в 50 раз ниже, чем в ООПТ США.

Таким образом, имеющийся огромный потенциал Кроноцкого заповедника и Южно-Камчатского заказника в сфере развития познавательного туризма в настоящее время используется далеко не в полном объеме – прямые выгоды от развития туризма на обеих ООПТ для локальных экономик сопредельных территорий по сравнению со схожими по природно-климатическим условиям ООПТ весьма незначительны. В то же время, говоря о рекреационной услуге экосистем и выгодах, получаемых потребителями этой услуги, следует отметить, что экономический эффект от развития туризма на рассматриваемых ООПТ не ограничивается прямыми денежными поступлениями в региональный и местные бюджеты. Туризм, как мощный катализатор развития многих сопутствующих отраслей, производств и сферы услуг, косвенно способствует инфраструктурному благоустройству удаленных поселков, развитию творческих профессий, сохранению и возрождению культурных традиций и ремесел, диверсификации одноотраслевых местных экономик и в целом повышению общего уровня и качества жизни населения. Особенно важными эффектами мультипликации видятся для социально-экономического развития удаленных от краевого центра населенных пунктов, отличающихся депрессивной, зачастую одноотраслевой экономикой (лесозаготовительная, рыбодобывающая промышленность, сельское хозяйство), к которым относятся практически все поселки, расположенные в непосредственной близости к Кроноцкому заповеднику и Южно-Камчатскому заказнику.

*Ценность неиспользования (существования).* Ценность неиспользования (существования) той или иной территории является попыткой учесть довольно тонкие этические моменты: духовную (зачастую – сакральную) ценность природы для человека, эстетические свойства, важность сохранения территории для будущих поколений (ценность наследования) и др. Строгий режим охраны Кроноцкого заповедника и Южно-Камчатского заказника, географическая удаленность рассматриваемых территорий от основных центров расселения Камчатского края и, как следствие, малый поток «осязаемых» выгод,

получаемых при прямом использовании ресурсов ООПТ, казалось бы, должны были существенно снижать ценность рассматриваемых ООПТ для населения региона. Однако, как показали проведенные социологические опросы, стоимость неиспользования (существования) заповедника и заказника – ценность территорий самих по себе, независимо от возможности их использования или посещения – оценивается жителями региона довольно высоко – в 618 млн. рублей (19 млн \$ США) – для Кроноцкого заповедника и в 439 млн. рублей (13 млн \$ США) в год – для Южно-Камчатского заказника. Стоимость существования заповедника и заказника для туристов составила 19,4 млн рублей (0,6 млн \$ США) и 8,5 млн рублей (0,3 млн \$ США) в год соответственно.

Готовность населения Камчатского края делать благотворительные взносы в гипотетический фонд сохранения природы обеих ООПТ, т. е. платить за «неосязаемые» выгоды от их экосистемных услуг по сохранению биоразнообразия и уникальных природных объектов, от самого факта их существования составляет: для Кроноцкого заповедника – 2 219 рублей (66,86 \$ США); для Южно-Камчатского заказника – 1 373 рубля (41,37 \$ США) с человека в год. Готовность платить за существование ООПТ туристов оценена в 4 911 рублей (147,97 \$ США) для Кроноцкого заповедника и в 4 119 рублей (124,10 \$ США) с человека в год для Южно-Камчатского заказника.

Практика мировой оценки готовности платить свидетельствует о существенной зависимости получаемых значений ценности ООПТ от среднедушевых доходов населения, уровня его экологической культуры и экологических знаний, которые, в свою очередь, во многом зависят от уровня экономического развития отдельных стран (Бобылев и др., 1999). Так, в развитых странах население готово платить за существование природных комплексов порядка 10–50 \$ США с человека в год, в развивающихся – порядка 1 \$ США с человека в год. В Центральной России оценка готовности населения платить за сохранение природной среды составляет порядка 1 \$ США с человека в год (Каменнова и Мартынов, 1995; Экономика... 2002).

Полученные для Кроноцкого заповедника и Южно-Камчатского заказника среднедушевые оценки готовности местного населения платить за существование ООПТ существенно превышают среднероссийские показатели и находятся на уровне развитых стран. Среднедушевые показатели для посетителей ООПТ также значительно

превышают аналогичные показатели в зарубежных исследованиях. Так, например, в исследовании (Wang & Jia, 2012) для ООПТ Китая аналогичный показатель равен 11 \$ США; в работе (Barbier et al., 1997) для Северной Шотландии – 30 \$ США; в проекте (Dixon & Sherman, 1990), посвященном определению стоимости существования ООПТ Таиланда, – 7 \$ США.

Однако значения суммарных оценок стоимости существования территорий Кроноцкого заповедника и Южно-Камчатского заказника оказались ниже аналогичных оценок для других ООПТ (3,9 млрд \$ США – для сохранения лесов Калифорнии (Loomis & Gonzalez-Caban, 1996); 31,6 млн \$ США – для сохранения национального парка в Бомбее (Hadker, 1997)), а учитывая уникальность и всемирную значимость проектных ООПТ, осознаваемую как туристами, так и местным населением, представляются весьма заниженными. Такая ситуация обусловлена во многом удаленностью региона, его относительно низкой посещаемостью, небольшой численностью местного населения и, соответственно, небольшим размером итоговой выборки. Подобная проблема при проведении эколого-экономических оценок характерна для всего Дальнего Востока России, что неоднократно отмечалось исследователями (Экономика ..., 2002).

### **Заключение**

Проведенное исследование позволило выявить спектр предоставляемых Кроноцким заповедником и Южно-Камчатским заказником экосистемных услуг, монетизировать их стоимость, сравнить выгоды от сохранения экосистем с затратами на содержание ООПТ и оценить экономический эффект от развития туризма в заповеднике и заказнике для экономики Камчатского края.

Полученные цифры – как стоимость отдельных экосистемных услуг, так и оценка общей экономической ценности – доказывают, что сохранение природы более выгодно, чем другие виды природопользования, делают наглядной зачастую не замечаемую обществом роль охраняемых территорий в обеспечении комплексом важных услуг и ресурсов, заставляют задуматься о нематериальной ценности природы и предоставляют важную информацию для выявления возможных путей интеграции природных территорий в социально-экономическую структуру и развитие локальных сообществ и целых регионов.

В заключение хотелось бы отметить, что экономический анализ



экосистемных услуг не должен являться единственной основной для принятия решений. Нельзя путать хоть и синонимичные, но все же довольно различные понятия – *стоимость (цену)* и *ценность (значение и важность)*. Существует множество других критериев – социальных, культурных и др., – которые также необходимо принимать во внимание при попытках учесть ценность территории для общества и при расстановке приоритетов в управлении природными системами. Однако экономическая оценка может обеспечить полезную информацию и основу для принятия таких решений, в частности при анализе финансовых последствий того или иного варианта действий для властных структур. Экономическая оценка – это один из инструментов управления биоразнообразием.

Кроме того, необходимо помнить, что оценочная стоимость нерыночных товаров и услуг остается приблизительной, и ни одна из существующих методик не является идеальной для получения точных цифр. Часто из-за ряда неопределенностей и невозможности представить в денежном выражении ряд компонентов, приводимые оценки показывают минимальную стоимость экосистемных услуг. Тем не менее, даже неполная оценка, не учитывающая всего комплекса выгод и услуг, предоставляет полезную информацию для управленческих решений. Подобный анализ уменьшает вероятность принятия несбалансированных решений относительно использования природных ресурсов и риск того, что реальные экологические издержки не будут учтены.

### **Литература**

*Бобылев, С. Н.* Оценка и внедрение системы платежей за экосистемные услуги на особо охраняемых природных территориях; методические рекомендации / С. Н. Бобылев, Р. А. Перелёт, С. В. Соловьева. – Волгоград, 2012. – 176 с.

*Бобылев, С. Н.* Экономическая оценка биоразнообразия / С. Н. Бобылев, О. Е. Медведева, В. Н. Сидоренко, С. В. Соловьева, А. В. Стеценко, А. В. Жушев. – М.: Проект ГЭФ «Сохранение биоразнообразия Российской Федерации», 1999. – 112 с.

*Завадская, А. В.* Экономическая оценка природных ресурсов и экосистемных услуг Кроноцкого заповедника и Южно-Камчатского заказника / А. В. Завадская, Е. Н. Николаева, В. А. Сажина, Т. И. Шпиленок, О. В. Шувалова. — Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2017. – 244 с.

*Каменнова, И. Е.* Укрепленная оценка «готовность платить» и другие элементы экономической оценки биологических ресурсов Московской

области / И. Е. Каменнова, А. С. Мартынов // Экономика сохранения биоразнообразия – М.: Министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ, 1995. – С. 175–181.

*Максанова, Л. Б.-Ж.* Экономическая оценка туристско-рекреационных ресурсов Тункинского национального парка / Л. Б.-Ж. Максанова, Д. Г. Будаева, Э. Д. Санжеев, Б. Д. Жалсараева, В. Д. Мункуева. – Улан-Удэ: БНЦ СО РАН, 2002. – 63 с.

Экономика сохранения биоразнообразия. / под ред. А. А. Тишкова. Научные редакторы-составители: д.э.н. С. Н. Бобылев, д. э. н. О. Е. Медведева, к. э. н. С. В. Соловьева. – М.: Проект ГЭФ «Сохранение биоразнообразия Российской Федерации», Институт экономики природопользования, 2002. – 604 с.

*Barbier, E.* Economic Valuation of Wetlands. A Guide for Policy Makers and Planners / E. Barbier, M. Acreman, D. Knowler. – Ramsar. Convention Bureau Gland, Switzerland, 1997. – 122 p.

*Carver, E.* Banking on Nature: The Economic Benefits to Local Communities of National Wildlife Refuge Visitation / E. Carver, J. Caudill. – 2013. – 365 p.

*Clark, C.* Mathematical Bioeconomics: Optimal Management of Renewable Resources. – 2005. – 404 p.

*Costanza, R.* The value of the world's ecosystem services and natural capital / R. Costanza, R. d'Arge, R. de Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R. O'Neill, J. Paruelo, R. Raskin, P. Sutton, M. van den Belt // Nature. – 1997. – V. 387 (6630). – P. 253–260.

*Daly, H. E.* Ecological Economics: Principles and Application / H. E. Daly, J. Farley. – Washington, D. C.: Island Press, 2016. – 450 p.

*Dixon, J. A.* Economic Valuation Techniques for the Environment: A Case Study Workbook / J.A. Dixon, M. M. Hufschmidt. – Baltimore, M. D: Johns Hopkins University Press, 1986. – 203 p.

*Goodman, L. A.* Snowball sampling // The Annals of Mathematical Statistics. –1961 – №32 (1). – P. 148–170.

*Hadker, A.* Willingness to pay for a protected area in India. – IUCN, 1997.

*Laughland, A.* Banking on Nature: The Economic Benefits to Local Communities of National Wildlife Refuge Visitation / A. Laughland, J. Caudill. – U.S. Fish & Wildlife Service, 2013. – 130 p.

*Loomis, J. B.* The Importance of the Market Area Determination for Estimating Aggregate Benefits of Public Goods / J. B. Loomis, A. Gonzalez-Caban // Agricultural and Resource Economics Review. –1996. – V. 25 (2). – P. 161–170.

Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being:

Synthesis. – Washington, D. C.: Island Press, 2005. – 137 p.

*Pagiola, S.* How Much is an Ecosystem Worth? Assessing the Economic Value of Conservation / S. Pagiola, K. Ritter, J. Bishop. – Washington D. C.: The World Bank, 2004. – 58 p.

*Spreen, M.* Rare populations, hidden populations and link-tracing designs: What and why? // Bulletin Methodologie Sociologique. – 1992. – №36. – P. 34–58.

*Sturgess, R.* Financial benefits to a regional economy in Australia. IUCN, 1994.

*Turpie, J.* Economic Value of the Kogelberg Coast, Western Cape, South Africa / J. Turpie, J. de Wet // Environment for Development Discussion Paper Series, 2015. – 26 p.

*Ulph, A. M.* An Economic Evaluation of National Parks / A. M. Ulph, I. K. Reynolds. – Centre for Resources and Environmental Studies, 1981. – 221 p.

*Wang, P.-W.* Tourists' willingness to pay for biodiversity conservation and environment protection, Dalai Lake protected area: Implications for entrance fee and sustainable management / P.-W. Wang, J.-B. Jia // Ocean & Coastal Management. – 2012 – V. 62. – P. 24–33.

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

### БОЛЬШАЯ ВЫПЬ И МАНДАРИНКА – НОВЫЕ ВИДЫ АВИФАУНЫ КРОНОЦКОГО ЗАПОВЕДНИКА

*Ф. В. Казанский*

*ФГБУ «Кроноцкий государственный заповедник»*

*E-mail: f.kazansky@gmail.com*

**Ключевые слова:** новые виды, авифауна, орнитофауна, мандаринка, большая выпь

На протяжении последних двух лет в Кроноцком государственном природном биосферном заповеднике ведется работа по составлению аннотированного списка видов птиц когда-либо зарегистрированных на этой охраняемой территории. Помимо имеющихся письменных источников: публикаций, материалов находящихся в Летописи природы, а также неопубликованных данных, содержащихся в полевых дневниках сотрудников заповедника, – автор использует опросные данные, полученные от бывших или действующих сотрудников заповедника, которые по тем или иным причинам не были записаны или опубликованы. При оценке достоверности информации, полученной таким путем, в первую очередь учитывается детальность описания признаков наблюдаемого вида, а также эрудированность, компетентность и полевой опыт респондента.

В настоящей заметке мы публикуем данные полученные от М. И. Жукова, работавшего в заповеднике инспектором в 1980-х-1990-х годах. Михаил был хорошим натуралистом, наблюдателем и фотографом.

У автора нет сомнений в достоверности излагаемых ниже фактов.

### **Большая выпь (*Botaurus stellaris*).**

Взрослая птица этого вида была замечена в сентябре 1976 г. на побережье Семячикского лимана. М. И. Жуков сообщил, что выпь – хорошо знакомый ему по работе в Приморском крае вид, и что у него нет сомнений в правильности определения этой птицы. Принимая во внимание тот факт, что в 2002 г. отмечен залет большой выпи на о. Беринга (Артюхин, 2008), а также то, что 25 сентября 2013 г. птица этого вида была подстрелена охотниками в пойме р. Авача (чучело хранится в коллекции Кроноцкого заповедника), мы считаем правомерным внести большую выпь в список видов Кроноцкого заповедника. В соответствии с имеющимися на настоящий момент данными, это наиболее ранняя в хронологическом плане регистрация птицы данного вида на территории Камчатского полуострова.

### **Мандаринка (*Aix galericulata*)**

Взрослый самец мандаринки был встречен в мае 1976 г. в устье руч. Домашний, в окрестностях Семячикского лимана. Птица подпустила наблюдателя достаточно близко, так что он смог хорошо ее рассмотреть. Поскольку самца мандаринки в брачном наряде сложно спутать с каким-либо другим видом уток, автор считает возможным включить мандаринку в список видов ООПТ. Это не первая регистрация мандаринки на Камчатском полуострове. Весной 1974 г. она отмечена на юго-восточном побережье Камчатского полуострова (Артюхин и др., 2000)

### **Литература**

Артюхин, Ю. Б. Большая выпь (*Botaurus stellaris*) новый вид авифауны Камчатского края / Ю. Б. Артюхин, Ю. Н. Герасимов // Биология и охрана птиц Камчатки. – М.: Издательство центра охраны дикой природы, 2008. – Вып. 8 – С. 109.

Артюхин Ю. Б. Класс Aves – Птицы / Ю. Б. Артюхин, Ю. Н. Герасимов, Е. Г. Лобков // Каталог позвоночных камчатки и сопредельных морских акваторий. – Петропавловск-Камчатский: Камч. печ. двор., 2000. – С. 73–99.

## АННОТАЦИИ / ABSTRACT

### ВЕТВИСТОУСЫЕ РАКООБРАЗНЫЕ (CRUSTACEA: CLADOCERA) НЕКОТОРЫХ ВОДОЕМОВ КРОНОЦКОГО ЗАПОВЕДНИКА

*Е. И. Беккер*

*ФГБУН «Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН»*

*E-mail: evbekker@ya.ru*

В работе приводятся данные о видовом разнообразии ветвистоусых ракообразных водоемов различного типа, расположенных на территории Кроноцкого заповедника (п-ов Камчатка). На примере «обычного вида» *Chydorus sphaericus* показана необходимость изучения видов с космополитическим распространением с использованием методов молекулярно-генетического анализа.

**Ключевые слова:** ветвистоусые ракообразные, Cladocera, зоопланктон, биоразнообразие, биогеография.

### CLADOCERANS (CRUSTACEA: CLADOCERA) OF SOME WATER BODIES OF KRONOTSKY RESERVE

*E. I. Bekker*

*A. N. Severtsov Institute of ecology and evolution*

In this research discussed information about species diversity of cladocerans from different types water bodies located at Kronotsky Reserve (Kamchatka). With reference to a «common species» *Chydorus sphaericus*, we show needs in using of molecular-genetic methods.

**Key words:** Cladocera, zooplankton, biodiversity, biogeography.

**МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ СПЕЦИФИКА «КАМЕННОГО» ГОЛЬЦА  
(*SALVELINUS*, *SALMONIDAE*) БАСЕЙНА РЕКИ КАМЧАТКА**

*Е. В. Есин<sup>1</sup>, Г. Н. Маркевич<sup>1</sup>, Н. О. Мельник<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>ФГБУ «Кроноцкий государственный заповедник»

<sup>2</sup>Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова

*E-mail: esinevgeniy@ya.ru*

Проанализированы морфологические отличия жилого «каменного» гольца из среднего течения бассейна р. Камчатка от обитающих совместно с ним жилых форм *Salvelinus malma* и *S. leucomaenis*. Первичное разделение мальков и взрослых представителей групп выполнено по окраске. Выявлены комплексные экстерьерные различия трех групп, прежде всего по форме головы. Характерные диагностические признаки начинают проявляться еще у молоди. Специфические пропорции головы эндемичного гольца обусловлены формой осевого черепа и челюстных костей. Краниометрические характеристики эндемика, наряду со специфическими качественными признаками его черепа соотносятся с узкой пищевой нишей хищника-засадчика. Морфологическая обособленность и отсутствие промежуточных морфотипов косвенно указывают на репродуктивную обособленность данной группы от *S. malma* и *S. leucomaenis*. По меристическим признакам эндемик не отличается от *S. malma*, но обе группы значительно отличаются от *S. leucomaenis*.

**Ключевые слова:** гольцы *Salvelinus*, мальма *S. malma*, микроэволюция, морфология, меристика, эндемизм, Кроноцкий заповедник, Камчатка.

**MORPHOLOGY PECULIARITIES OF 'STONE' CHARR (*SALVELINUS*,  
*SALMONIDAE*) FORM KAMCHATKA RIVER BASIN.**

*E. V. Esin<sup>1</sup>, G. N. Markevich<sup>1</sup>, N. O. Melnik<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Kronotsky Federal Nature Biosphere Reserve

<sup>2</sup>Lomonosov Moscow State University

*E-mail: esinevgeniy@ya.ru*

The morphological distinctions among 'stone' charr and other charr groups (residential *Salvelinus malma* and *S. leucomaenis*) were carried out. All groups are dwelling the same parts of river net in the middle course of Kamchatka River. Primary group separation was performed by coloration both for juvenile and adult fish. The complex of body shape distinction was revealed for all groups, wherein the most notable difference was determined in head shape. The most reliable characteristics become evident since the fry life stage. The specific head

morphology features of 'stone' charr are determined both by hondrocranium and jaw bones shape. 'Stone' charr's craniometrical peculiarities comprising with the specific qualitative characteristics in skull are corresponded to the narrow food niche of ambusher predator. The morphology distances and the lack of intermediate morphotypes between the group under the scrutiny and two other *Salvelinus* species indirectly points at the reproductive isolation of this endemic. There was no difference found between 'stone' charr and Dolly Varden in meristic characteristics, while the both group were distant from white-spotted charr.

**Key words:** charrs *Salvelinus*, Dolly Varden *Salvinus malma*, microevolution, morphology, meristic, endemic, Krontsky nature reserve, Kamchatka.

### ОПЫТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ И ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ КРОНОЦКОГО ЗАПОВЕДНИКА И ЮЖНО-КАМЧАТСКОГО ЗАКАЗНИКА

*A. В. Завадская<sup>1</sup>, В. А. Сажина<sup>2</sup>, О. А. Шувалова<sup>3</sup>, Е. А. Николаева<sup>4</sup>*

*<sup>1</sup>ФГБУ «Кроноцкий государственный заповедник»*

*E-mail: anya.zavadskaya@gmail.com*

*<sup>2</sup>Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова*

*<sup>3</sup>ООО «Лесная сертификация»*

*<sup>4</sup>Университет Монтаны*

Кроноцкий государственный природный биосферный заповедник и государственный природный заказник федерального значения «Южно-Камчатский» известны далеко за пределами Камчатского региона за их исключительную роль в сохранении биологического и ландшафтного разнообразия и уникальных природных объектов. В работе представлен опыт экономической оценки в денежном выражении ценности данных территорий, их вклада в благосостояние людей на локальном, региональном и общемировом уровнях. Приведены результаты инвентаризации экосистемных услуг охраняемых территорий, расчеты стоимости их прямого и косвенного использования, нематериальной ценности (стоимости существования).

**Ключевые слова:** экосистемные услуги, особо охраняемые природные территории, экономическая оценка, общая экономическая ценность, стоимость существования, Кроноцкий заповедник, Южно-Камчатский заказник.

### CASE STUDY OF VALUES AND ECOSYSTEM SERVICES OF KRONOTSKY RESERVE AND SOUTH KAMCHATKA SANCTUARY

*A. V. Zavadskaya, V. A. Sazhina, O. V. Shuvalova, E. N. Nikolaeva*

Nature Sanctuary are known far beyond Kamchatka region and Russia for their



exceptional role in the conservation of biological and landscape diversity and unique natural sites. The authors of this book have made an attempt to assess the economic value of these protected areas, including their contribution to human well being at local, regional and global scales. The results of ecosystem services' inventory, estimates of their direct and indirect use values, as well as intangible value (non-use value) are presented.

**Key words:** ecosystem services and values, protected areas, economic assessment, total economic value, existence value, Kronotsky Reserve, South Kamchatka Sanctuary.

## **ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЧВЕННОГО И РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВОВ ТЕРМАЛЬНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ТЕМПЕРАТУРНОГО ФАКТОРА (НА ПРИМЕРЕ ДОЛИНЫ РЕКИ ГЕЙЗЕРНОЙ, КРОНОЦКИЙ ЗАПОВЕДНИК)**

*А. В. Завадская<sup>1</sup>, И. Н. Семенков<sup>2</sup>, В. В. Крупская<sup>2,3</sup>, С. В. Закусин<sup>2,3</sup>, Д. М. Паничева<sup>1</sup>*  
*<sup>1</sup>ФГБУ «Кроноцкий государственный заповедник», г. Елизово, Камчатский край*  
*E-mail: anya.zavadskaya@gmail.com*

*<sup>2</sup>Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова*

*<sup>3</sup>Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии  
и геохимии Российской академии наук (ИГЕМ РАН)*

Термальные экосистемы, формирующиеся в местах разгрузки напорных термальных вод, обладают целым рядом особенностей, обуславливающих их высокую научную, эстетическую и природоохранную ценность. В настоящей статье представлены результаты исследований трансформации параметров почв и растительного покрова термальных экосистем в зависимости от температурных условий. Работы выполнены на примере участка долины р. Гейзерной (Кроноцкий государственный заповедник) на основе детальных полевых исследований, проведенных авторами в 2010–2016 гг. на комплексных ландшафтных профилях, заложенных от центров локальных термальных аномалий к их периферии. В состав полевых работ входили детальные геоботанические описания вдоль температурных профилей, термометрические работы, заложение и описание почвенно-геохимических разрезов и отбор проб почв на лабораторные анализы; лабораторные исследования включали определение величин pH, содержания легкорастворимых солей, состава глинистых минералов. Сопряженный анализ полученных ранее данных о пространственной дифференциации растительных сообществ под действием температурного фактора с новыми результатами исследований трансформации почв на комплексных ландшафтных профилях позволил выделить и охарактеризовать 4 температурные зоны термальных экосистем с различными

характеристиками почвенного и растительного покровов.

**Ключевые слова:** термальные экосистемы, термоземы, температура почв, термофильная растительность, долина реки Гейзерной, Кроноцкий заповедник.

## **SOIL AND VEGETATION RESPONSES TO TEMPERATURE GRADIENTS IN GEOTHERMAL ECOSYSTEMS: CASE STUDY IN THE VALLEY OF THE GEYSERS (KRONOTSKY RESERVE, RUSSIA)**

*A. V. Zavadskaya, I. N. Semenov, V. V. Krupskaya, S. V. Zakusin, D. M. Panicheva*

Geothermal ecosystems experience extreme conditions but support unique communities of organisms. This paper describes results of our case study in geothermal ecosystems of Kronotsky Reserve (Kamchatka, Russian Far East), devoted to finding patterns of changes in vegetation and soil characteristics in relation to physical parameters of ecosystem. The ecosystem of the Valley of the Geysers was selected for this study and the communities of vegetation and soil characteristics were studied along a soil temperature gradient. Field work was conducted in 2010–2016 and included detailed vegetation and soil observations, soil temperature measurements (at depths of 5 cm and 50 cm) and lab tests of soil samples. Integrated analysis of ecosystem parameters allowed us to identify 4 zones with different types of soil and vegetation responses to temperature gradient. Results of this project and our previous studies also indicate that soil temperature is a dominating environmental factor in explaining the distribution of different vegetation species at geothermal sites, as well as soil characteristics.

**Key words:** geothermal areas, thermal soils, soil temperature gradient, the Valley of the Geysers, Kronotsky Reserve.

## **К ВОПРОСУ О МЕХАНИЗМЕ ИЗВЕРЖЕНИЙ ГЕЙЗЕРА ВЕЛИКАН**

*А. В. Кирюхин<sup>1,2</sup>, В. А. Дроздин<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН*

*<sup>2</sup>ФГБУ «Кроноцкий государственный заповедник»*

*E-mail: AVKiryukhin2@mail.ru*

Приводятся данные (1994 г., 2007 г.) измерений температуры у дна (4.7–5.0 м) основного канала гейзера Великан (Кроноцкий заповедник, Камчатка). Установлено, что одновременно объяснить наблюдаемые температуры и кипение в канале можно только при условии притока газовой фазы (CO<sub>2</sub>) в канал гейзера. Результаты TOUGH2-моделирования на примере гейзера Великан показывают, что процессы промежуточных закипаний и подготовка

терминального извержения в канале гейзера определяются циклическим притоком углекислого газа со средним расходом 0.012 кг/с.

**Ключевые слова:** гейзер, газлифт, TOUGH2, моделирование, канал.

## MECHANIZM OF VELIKAN GEYSER ERUPTIONS

*A. V. Kiryukhin<sup>1,2</sup>, V.A. Droznin<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Institute of Volcanology and Seismology FEB RAS*

*<sup>2</sup>Kronotsky Federal Nature Biosphere Reserve*

*E-mail: AVKiryukhin2@mail.ru*

Data of temperature measurements (1994, 2007) in a bottom of the main channel of Velikan geyser (at depth of 4.7 – 5.0 m) are discussed. The recorded temperatures observed at specified depth in boiling conditions are only possible if non condensable gases recharge exist in a geyser bottom. TOUGH2-modeling of geyser Velikan confirmed that pre-play events and terminal eruptions in geysers channel are triggering by cyclic CO<sub>2</sub> recharge with average rate of 0.012 kg/s.

**Key words:** geysers, mechanism, Velikan, Kamchatka.

## МЕЛКИЕ МЛЕКОПИТАЮЩИЕ В БИОМОНИТОРИНГЕ ЭКОСИСТЕМ ДОЛИНЫ РЕКИ ГЕЙЗЕРНОЙ

*А. Ю. Левых*

*ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет»*

*E-mail: aljurle@mail.ru*

Методами популяционной биологии и синэкологии изучено популяционное, видовое и структурное биоразнообразие мелких млекопитающих в различных местообитаниях долины р. Гейзерной. Установлено, что сообщества мелких млекопитающих отдельных местообитаний образуют единую взаимосвязанную пространственную структуру. Исследованные сообщества мелких млекопитающих характеризуются низкими индексами видового разнообразия, выравненности и устойчивости, что соответствует физико-географическим особенностям территории. При этом информационная структура сообществ соответствует таковой ненарушенных ландшафтов, за исключением сообществ разнотравья (шеломайника) вблизи от геотермальных источников. Популяция доминирующего вида – красной полёвки – характеризуется высокой стабильностью развития, что индицирует хорошее здоровье среды. Выявлен высокий уровень эпигенетической дифференциации популяций красной полёвки из долины р. Гейзерной и кальдеры вулкана Узон, значимо превышающий уровень, характерный для смежных популяций и

соответствующий уровню популяций, разделенных расстоянием 300–400 км на сплошном участке ареала.

**Ключевые слова:** биомониторинг; мелкие млекопитающие; фауна; относительное обилие; доминирование; видовое биоразнообразие; фен; флуктуирующая асимметрия; фенетическая дистанция.

## SMALL MAMMALS IN BIOMONITORING ECOSYSTEMS THE VALLEY OF THE GEYSERNAYA RIVER

*Levykh A. Yu.  
E-mail: aljurle@mail.ru*

The population, species and structural biodiversity of small mammals in the different habitat areas of the Geysernaya River was researched by population biology and synecology methods. It was determined, that the small mammals' communities of different habitat areas form the united and interconnected space structure. The researched communities of small mammals are characterized by low indexes of species diversity, uniformity and stability, that corresponds to physical and geographic features of the territory.

At that, the informational structure of communities corresponds to undisturbed landscapes, excluding herbs communities (*filipendula camtschatica*) next to geothermal springs. The population of dominating species – northern red-backed mouse is characterized by the high development stability that indicates on good health environment. Was determined a high level of epigenetic differentiation of northern red-backed mouse population from the valley of the Geysernaya River and Uzon caldera, which significantly exceeds the level, typical for adjoined populations, divided by the distance of 300–400 km on the solid habitat area.

**Key words:** biomonitoring; small mammals; fauna; relative amount; dominancy; species biodiversity; fluctuating asymmetry, phenetic distance.

## РАННЕВЕСЕННИЙ БИОГЕННЫЙ СТОК ЮЖНЫХ ПРИТОКОВ КУРИЛЬСКОГО ОЗЕРА В 2017 г.

*Е. В. Лепская<sup>1,2</sup>, А. Г. Бондарь<sup>1</sup>, М. В. Походина<sup>2</sup>, В. А. Русанова<sup>2</sup>, В. Д. Свириденко<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>ФГБУ «Кроноцкий государственный заповедник»*

*<sup>2</sup>ФГБНУ «Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»*

*E-mail: lepskaya@list.ru*

Определен биогенный состав воды притоков южного берега оз. Курильское

после выпадения на их водосборы пепла от извержения вулкана Камбальный весной 2017 г. Сравнение концентраций биогенных элементов в воде этих рек в другие годы показало, что влияние пепла на их содержание в речной воде не проявляется.

**Ключевые слова:** Курильское озеро, притоки, биогенный сток, пепел вулканический.

## NUTRIENTS DRAINAGE FROM SOUTH TRIBUTARIES OF KURILSKOYE LAKE IN EARLY SPRING 2017

*E. Lepskaya<sup>1,2</sup>, A. Bondar<sup>1</sup>, M Pokhodina<sup>2</sup>, V. Rusanova<sup>2</sup>, V. Sviridenko<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Kronotsky Federal Nature Biosphere Reserve*

*<sup>2</sup>Kamchatka Research Institute for Fisheries and Oceanography*

Nutrient composition of water from tributaries of southern site of Kurilskoye lake was determined after the fall of ashes from Kambalnyy volcano eruption on their catchment area in spring 2017. Comparison of concentrations of nutrients in the waters of these rivers didn't reveal the influence of ashes on their content.

**Key words:** Kurilskoye Lake, tributaries, nutrient drainage, volcano ashes.

## БИОГЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ В ВОДНЫХ ВЫТЯЖКАХ ИЗ ПЕПЛОВ ВЛК. КАМБАЛЬНЫЙ ИЗВЕРЖЕНИЯ ВЕСНОЙ 2017 г. (ЮЖНО-КАМЧАТСКИЙ ЗАКАЗНИК)

*Е. В. Лепская<sup>1,2</sup>, О. Б. Тепнин<sup>2</sup>, А. Г. Бондарь<sup>1</sup>, К. В. Лепский<sup>1</sup>,  
В. В. Митринюк<sup>1</sup>, В. А. Русанова<sup>2</sup>, М. В. Походина<sup>2</sup>, В. Д. Свириденко<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>ФГБУ «Кроноцкий государственный заповедник»*

*<sup>2</sup>ФГБНУ «Камчатский научно-исследовательский институт  
рыбного хозяйства и океанографии»*

*E-mail: lepskaya@list.ru*

В водных вытяжках пепла от извержения вулкана Камбальный (Южно-Камчатский заказник) весной 2017 г. определены биогенные элементы: фосфор (минеральный и органический), азот (минеральный, в том числе, аммонийный, нитритный, нитратный и органический), железо и кремний. Рассчитано их содержание на грамм пепла из разных мест отбора, а также количество пепла, выпавшего на тестовую площадку на юго-западном берегу оз. Курильское, и биогенных элементов в его составе.

**Ключевые слова:** биогенные элементы, водные вытяжки, вулканический

пепел.

## NUTRIENTS IN WATER EXTRACTS FROM THE KAMBALNYY VOLCANO ASHES IN SPRING 2017 (SOUTH-KAMCHATKA RESERVE)

*E. Lepskaya*<sup>1,2</sup>, *O. Tepnin*<sup>2</sup>, *A. Bondar*<sup>1</sup>, *K. Lepskiy*<sup>1</sup>, *V. Mitrinuk*<sup>1</sup>, *V. Rusanova*<sup>2</sup>,  
*M. Pokhodina*<sup>2</sup>, *V. Sviridenko*<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Kronotsky Federal Nature Biosphere Reserve*

<sup>2</sup>*Kamchatka Research Institute for Fisheries and Oceanography*

**Nutrients:** phosphorus (mineral and organic), nitrogen (mineral, including ammonium, nitrate, nitrite and organic), iron and silicium were determined in water extracts of ashes from Kambalnyy volcano eruption in the spring 2017. Their content per gram of ashes was calculated for various sites of collection. Quantity of ash that fall on the test site at the south-east coast of Kurilskoye Lake and amount of nutrients in its composition were also estimated.

**Key words:** nutrients, water extraction, volcano ashes.

## СТАФИЛИНИДЫ (COLEOPTERA, STAPHYLINIDAE) КРОНОЦКОГО ЗАПОВЕДНИКА И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ КАМЧАТКИ. ДОПОЛНЕНИЕ 3

*Лобкова Л. Е.*<sup>1</sup>, *Лобанова В. И.*<sup>2</sup>, *Семёнов В. Б.*<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *ФГБУ «Кроноцкий государственный заповедник»*

*e-mail: le147@mail.ru*

<sup>2</sup> *Быстринский природный парк*

*e-mail: vitalina.lobanova@mail.ru*

<sup>3</sup> *Институт медицинской паразитологии и тропической медицины*

*им. Е. И. Марциновского*

*E-mail: aleocharinae@gmail.com*

Приводится аннотированный список 34 видов стафилинид, и для 47 видов – дополнительные пункты находок. Впервые в Кроноцком заповеднике обнаружено 8 видов. Впервые приводятся для Камчатского края 25 видов. Впервые обнаружены на Дальнем Востоке России 14 видов. Впервые зарегистрированы в России *Adota maritima*; в ее азиатской части: *Bledius bernhaueri*, *Schistoglossa curtipennis*, *Aloconota gregaria*, *Atheta subtilis*. Впервые стал известен в Азии *Bisnius scoticus*; ранее был описан лишь с Северо-Западного Кавказа (Красная Поляна) *Oxytelus assingi*.

**Ключевые слова** Камчатка, Кроноцкий заповедник, Staphylinidae,

аннотированный список.

**ROAD BEETLES (COLEOPTERA, STAPHYLINIDAE) OF KRONOTSKY  
RESERVE AND ADJOINING TERRITORIES OF KAMCHATKA.  
ADDITION 3**

L. E. Lobkova<sup>1</sup>, V. I. Lobanova<sup>2</sup>, V. B. Semenov<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Kronotsky Federal Nature Biosphere Reserve

E-mail: le147@mail.ru

<sup>2</sup>Bystrinsky Natural Park,

E-mail: vitalina.lobanova@mail.ru

<sup>3</sup>Martsinovsky Medical Parasitology and tropical medicine Institute

E-mail: aleocharinae@gmail.com

The annotated list of 34 staphylinidae species is provided, and for 47 species – the additional points of finds are provided. For the first time in Kronotsky Reserve 8 species were discovered. For the first time in Kamchatsky krai are provided 25 species. 14 species are for the first time found in the Far East of Russia. For the first time registered in Russia *Adota maritima*; and in its Asian part: *Bledius bernhaueri*, *Schistoglossa curtipennis*, *Aloconota gregaria*, *Atheta subtilis*. For the first time *Bisnius scoticus* became known in Asia; formerly has been described only from Northwest Caucasus (Krasnaya Polyana) *Oxytelus assingi*.

**Key words:** Kamchatka, Kronotsky reserve, Staphylinidae, annotated list.

**КАМЕРНАЯ МОДЕЛЬ ГЕЙЗЕРА И ПРЕДПОЛАГАЕМЫЕ КОНФИГУРАЦИИ  
ПИТАЮЩИХ СИСТЕМ НЕКОТОРЫХ ГЕЙЗЕРОВ КАМЧАТКИ**

A. M. Нечаев

Географический факультет МГУ, Лаборатория возобновляемых источников энергии

E-mail: logata@yandex.ru

В рамках камерной модели гейзера высказаны предположения о базовой конфигурации питающей системы гейзера. Обсуждаются возможные особенности этой конфигурации, позволяющие интерпретировать рядовое и «парадоксальное» поведение гейзеров Камчатки.

**Ключевые слова:** гейзер, камерная модель, питающая система, извержение.

**CHAMBER MODEL OF THE GEYSER AND ASSUMED CONFIGURATIONS OF  
THE FEEDING SYSTEMS OF SOME KAMCHATKA GEYSERS**

A.M. Nechaev

Within the framework of the chamber model of the geyser assumptions are

made about the basic configuration of the feeding system of the geyser. Possible features of this configuration are discussed, which allow to interpret the ordinary and «paradoxical» behavior of Kamchatka's geysers.

**Key words:** geyser, chamber model, feeding system, eruption.

## ПОЙМЕННЫЕ ЛЕСА ПАРАПОЛЬСКОГО УЧАСТКА КОРЯКСКОГО ЗАПОВЕДНИКА (ПЕНЖИНСКИЙ Р-Н КАМЧАТСКОГО КРАЯ)

V. Yu. Neshataeva<sup>1</sup>, V. Yu. Neshatayev<sup>2</sup>, M. S. Otkidach<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФГБУН «Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН»

<sup>2</sup>ГОУВПО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова»

<sup>3</sup>ФГБУ «Кроноцкий государственный заповедник»

E-mail: vneshataeva@yandex.ru; vn1872@yandex.ru;

ovcharenko.mari.sergeevna@gmail.com

Приведена флористическая и геоботаническая характеристика сообществ пойменных лесов долины р. Ичигинывая на территории Парапольского кластера Корякского заповедника, примыкающей к юго-восточной оконечности Корякского нагорья. Разработана эколого-фитоценотическая классификация чозениевых (*Chosenia arbutifolia*), тополевых (*Populus suaveolens*) и ивовых (*Salix udensis*) пойменных лесов, выделено и охарактеризовано 4 ассоциации и 3 варианта. Отмечено, что пойменные леса, встречающиеся в Северной Корякии, являются флористически обедненными дериватами камчатских ассоциаций.

**Ключевые слова:** пойменная растительность, сообщества, классификация, ассоциации, Парапольский дол, Корякский заповедник, Камчатский край.

## FLOODPLAIN FORESTS OF PARAPOLSKY CLUSTER OF THE KORYAKSKY STATE RESERVE (PENZHINSKY DISTRICT, KAMCHATKA REGION)

V. Yu. Neshataeva<sup>1</sup>, V. Yu. Neshatayev<sup>2</sup>, M. S. Otkidach<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Komarov Botanical Institute RAS

<sup>2</sup>Saint-Petersburg Forest-Technical University

<sup>3</sup>Kronotsky Federal Nature Biosphere Reserve

The characteristics of species composition and community structure of flood-plain forests of the Parapolsky cluster of the Koryaksky State Reserve is presented. The plant community classification of chosenia (*Chosenia arbutifolia*), poplar (*Populus suaveolens*) and willow (*Salix udensis*) flood-plain forests has been elaborated using ecologo-coenotical (dominant-determinant) approach. 4 associations and 3 variants



have been revealed. The flood-plain forest communities of North Koryakia were considered to be floristically depleted derivatives of the Kamchatka peninsula flood-plain associations.

**Key words:** flood-plain vegetation, forest communities, classification, associations, Parapolsky Dol, Koryak State Reserve, Kamchatsky Region.

## **ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА ГЕЙЗЕРОВ В РЕЗУЛЬТАТЕ ЭВОЛЮЦИОННЫХ И КАТАСТРОФИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

*Т. В. Рычкова, В. М. Сугробов, А. В. Кирюхин, О. Б. Батаева*  
*Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН,*  
*E-mail: tvr62@mail.ru*

Выполнено TOUGH2-EOS1 (Finsterle, S. 1999; Pruess, K. et al, 1999) моделирование убывающей инъекции Cl в гидротермальный резервуар через равные промежутки времени, подтвердившее возможность снижения его концентрации в воде гейзеров Великан и Большой, проанализированы результаты моделирования. Сделана попытка с помощью статистических методов определить основную тенденцию изменений в гидродинамическом и гидрохимическом режимах гидротермальной системы и определить эволюционные и катастрофические причины происходящего.

**Ключевые слова:** оползень, инъекция, гидротермальная система, озеро, параметры, моделирование, статистика, тренд.

## **CHANGES IN THE HYDROGEOCHEMICAL REGIME OF GEYSERS AS A RESULT OF EVOLUTIONARY AND CATASTROPHIC PROCESSES.**

*T. V. Rychkova, V. M. Sugrobov, A. V. Kiryukhin, O. B. Batayeva*  
*Institute of Volcanology and Seismology FEB RAS*

The TOUGH2-EOS1 (Finsterle, S. 1999; Pruess, K. et al, 1999) simulation of the Cl injection decreasing at equal time intervals into the hydrothermal reservoir was performed. The results of modeling have been analyzed, which confirm the possibility of reducing the concentration of chlorine in the water of the Giant and the Great Geysers. An attempt was made, using statistical methods, to determine the main trend of changes in the hydrodynamic and hydrochemical regimes of the hydrothermal system and to determine the evolutionary and catastrophic causes of what is happening.

**Key words:** landslide, injection, hydrothermal system, lake, parameters, modeling, statistics, trend.

Научное издание

## **ТРУДЫ**

**КРОНОЦКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО  
БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА**

*Выпуск 5*

Ответственный редактор  
Корректор Е. Крылова  
Оригинал-макет Н. Скидан  
Дизайн А. Слинкина

Подписано в печать 5. 12.2017 г.  
Формат 60 x 84/16. Бумага офсетная.  
Гарнитура «Myriad Pro». Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 11,03. Тираж 500 экз. Заказ № КП00-006014.1

Издательство «Камчатпресс».  
683017, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Кроноцкая, 12а.

Отпечатано в ООО «Камчатпресс».  
683017, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Кроноцкая, 12а.

*«Книга природы есть неисчерпаемый источник  
познаний для человека»*

*Вольтер*

При поддержке Камчатского краевого отделения  
Русского Географического Общества



ISBN 978-5-9610-0298-0

