

РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ НИЖНЕ-ЧАЖМИНСКИХ ТЕРМАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ (ВОСТОЧНАЯ КАМЧАТКА)

В.Ю. Нешатаева, В.Ю. Нешатаев, В.В. Якубов

Ключевые слова

термофильная растительность
структура растительного по-
крова
Нижне-Чажминские горячие
источники
Кроноцкий заповедник
Камчатка

Аннотация. Впервые приводится геоботаническая характеристика растительных сообществ и группировок термальных полей Нижне-Чажминских горячих источников Кроноцкого государственного заповедника (Восточная Камчатка). Выявлено ценоотическое разнообразие термофильных сообществ, представленное 38 сообществами, отнесенными к 11 эколого-ценоотическим группам. В составе термальных сообществ выявлены редкие и охраняемые виды сосудистых растений, занесенных в Красные книги России и Камчатского края. Установлены закономерности горизонтальной структуры растительного покрова в связи с градиентами температуры и увлажнения. Составлен геоботанический план растительного покрова термальных полей.

Поступила в редакцию 24.11.2017

ВВЕДЕНИЕ

Одним из специфических проявлений современного вулканизма на полуострове Камчатка являются гидротермы – территории с многочисленными выходами горячих минеральных источников в местах разгрузки гидротермальных систем. Гидротермальные системы – это термоаномалии, формирующиеся в верхних слоях земной коры в областях современного вулканизма. Они возникают при внедрении в водоносные слои глубинного теплоносителя – магмы или водного флюида (Сугробов, Яновский, 1991). Циркуляционные системы термальных вод образуются в вулканотектонических депрессиях, грабенах или кальдерах. Эндогенные тепловые потоки нагревают вышележащие горные породы, а холодные инфильтрационные воды поглощают тепло и по трещинам поднимаются вверх (Пампура, 1985). Различные типы гидротермальных проявлений (горячие источники, газопаровые струи, гейзеры, кипящие озера,

грязевые котлы, парящие земли и др.) встречаются в пределах термальных полей, находящихся в зонах тектонических разломов и трещин (Белоусов, Сугробов, 1976). Термальные местообитания отделяются от фоновых по изотерме +20 °С на глубине 1 м. Поверхность почвы теплая на ощупь, температура почвы увеличивается с глубиной, а также при приближении к выходам горячих источников. Термальные источники имеют различную температуру воды, что связано с подтоком холодных грунтовых вод и их смешиванием с нагретыми водами. Значения почвенных температур в термальных местообитаниях непостоянны: они зависят от сезона года, суточных колебаний температур воздуха, процессов снеготаяния, мощности почвенного горизонта, степени обводненности субстрата и др. В окрестностях горячих источников формируются специфические местообитания на химически измененных породах, существенно отличающиеся от окружающих терри-

© 2017 Нешатаева В.Ю. и др.

Нешатаева Валентина Юрьевна, докт. биол. наук, зав. лаб. Общей геоботаники, Ботанический институт им. В.А. Комарова РАН; 197376, Россия, Санкт-Петербург, ул. Проф. Попова, 2; vneshataeva@yandex.ru; Нешатаев Василий Юрьевич, докт. биол. наук, доцент, кафедра ботаники и дендрологии, Санкт-Петербургский гос. лесотехнический университет им. С.М. Кирова; 194021, Россия, Санкт-Петербург, Институтский пер., 5; vp1872@yandex.ru; Якубов Валентин Васильевич, канд. биол. наук, с.н.с. лаб. высших растений, Федеральный исследовательский центр биоразнообразия Дальневосточного отделения РАН; 690022, Россия, Владивосток, просп. 100-летия Владивостока, 159; yakubov@biosoil.ru

торий по микроклимату, температурному режиму почв, рН, геохимии субстратов.

К гидротермальным местообитаниям приурочены термофильные растительные сообщества и группировки, значительно отличающиеся по флористическому составу и структуре от окружающей фоновой растительности. Своеобразие растительности горячих ключей Камчатки отмечал еще С.П. Крашенинников, который в марте 1739 г. посетил Нижне-Семячикские термальные источники. Он описывает «горячую речку, что близ реки Шемеч находится» и отмечает: «Теплота ее на устье подобна летней воде, а на вершине вышеописанной речки, по берегам ее в марте месяце росли зеленые травы, в том числе некоторые и в цвету были» (Крашенинников, 1755: 183).

Первое описание флоры термальных местообитаний Камчатки привел В.А. Комаров (1912), который подчеркивал экологическую специфичность термофильных видов. Он выдвинул гипотезу о возможности заноса семян термофильных растений с юга перелетными птицами (Комаров, 1940). Характеристику флоры и растительности окрестностей ряда термальных источников Южной Камчатки приводит Э. Хультен (Hultén, 1927, 1974), посетивший в 1921–1922 гг. Гольгинские, Озерновские и Ункановичские ключи и отметивший своеобразие флористического состава термальных сообществ. С.Ю. Липшиц (1936) выделял в составе флоры термальных источников Камчатки три компонента: термофильный (включающий эндемично-термогенную и реликтивно-термофильную группы), сорный и болотный. Он выдвинул гипотезу о сохранении во флоре термальных местообитаний реликтовых видов.

На полуострове Камчатка в настоящее время известно более 150 групп термальных источников с температурой воды 35–98 °С, расположенных в четырех геотермальных провинциях (Пийш, 1937; Белоусов, Сугробов, 1976; Сугробов, Яновский, 1991). Данные по флоре и растительности некоторых термальных источников Камчатки приведены

в работах ряда авторов (Комаров, 1912, 1940; Новограбленов, 1929, 1931; Липшиц, 1936; Трасс, 1963; Hultén, 1974; Трулевич, Плотникова, 1974; Плотникова, Трулевич, 1975; Рассохина, Чернягина, 1982; Смазнова, 1982; Делемень, 1989; Манько, Сидельников, 1989; Чернягина, 2000; Рассохина, 2002; Самкова, 2007, 2009; Завадская и др., 2012 и др.). Нами изучены растительные сообщества целого ряда термальных источников Восточной и Южной Камчатки (Нешатаева, 1994, 2009; Нешатаева и др., 1997, 2005, 2009, 2013, 2015; Нешатаева, Нешатаев, 1999 и др.). В то же время, растительность большинства групп термальных источников Камчатки до сих пор остается неизученной.

Многие авторы полагали, что, в связи с неодинаковым химическим составом термальных вод и различным температурным режимом многочисленных групп термальных источников, термофильные растительные сообщества весьма разнообразны, а их сочетания для каждой группы источников специфичны. При этом отмечалось, что в окрестностях многих термальных источников Камчатки нередко встречаются сходные термофильные сообщества и группировки с преобладанием одних и тех же видов. Для выявления важнейших закономерностей дифференциации растительного покрова термальных местообитаний необходимо провести сравнительный анализ состава и структуры растительного покрова различных групп источников с разным химизмом термальных вод.

В настоящей работе приведена характеристика растительного покрова термальных полей Нижне-Чажминских углекислых горячих ключей, до сих пор изученных очень слабо. Первое краткое геоботаническое обследование растительного покрова Нижне-Чажминских источников было проведено в 1977 г. участниками Камчатской геоботанической экспедиции Ленинградского государственного университета (Нешатаева, 1994). Детальное флористическое изучение окрестностей источников впервые выполнено В.В. Якубовым в 1981 г. (Якубов, 1996).

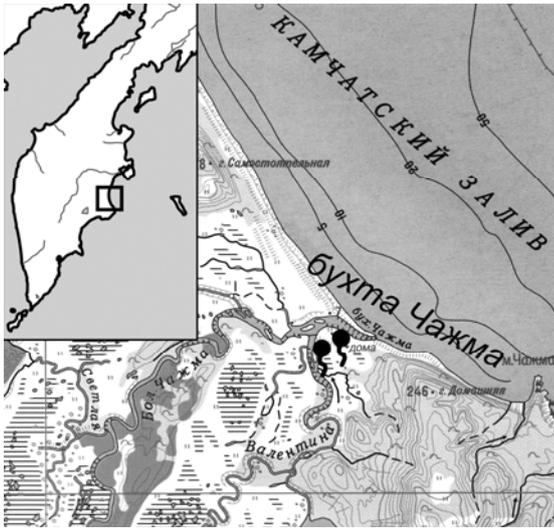


Рис. 1. Географическое положение Нижне-Чажминских термальных источников.

Условные обозначения:  – термальные источники

Geographical position of Nizhne-Chazhminskiye Hot Springs.

Conventional symbols:  – hot springs

ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

Нижне-Чажминские источники расположены в устье р. Большая Чажма, на южном берегу Чажминского лимана, впадающего в бухту Чажма Камчатского залива Тихого океана, близ кордона «Чажма» Кроноцкого государственного заповедника (рис. 1). Их краткая характеристика впервые приведена вулканологом Б.И. Пийпом (1937).

Источники расположены в границах мощного, обширного по площади теплоносного пласта, который простирается вдоль правого берега реки и заходит на смежную приморскую террасу. Дебит видимой разгрузки источников составляет 30 л/сек, а скрытой разгрузки – 120 л/сек. Часть термальных струй фильтруется через океанский пляж, что наглядно видно при отливах. Температура воды источников 30–56 °С. Нижне-Чажминские горячие ключи заметно отличаются по химическому составу термальных вод от большинства термальных источников Восточной Камчатки. В отличие от кислых сернистых термальных источников Кроноцкого заповедника, содержащих сероводород (H_2S), Нижне-Чажминские источники углекислые, с высоким содержанием радиоактивного элемента –

радона (Rn). Вода в источниках щелочная, слабо газированная, слабоминерализованная, обладает целебными свойствами. Термальные воды кремнистые слабоминерализованные сульфатно-хлоридные натриевые, щелочные, азотные. Значения pH – 8,7–9,1. Общая минерализация воды 0,6–0,7 г/л. Анионы: Cl – 46, SO_4 – 38–44, (CO_3+HCO_3) – 9–16. Катионы: Na – 83–86, Ca – 13–14. Специфические компоненты: кремниевая кислота (H_2SiO_3) – 78 мг/л (по данным отчетов Камчатской гидрогеологической экспедиции – ныне ООО «Камчатбургеотермия»).

По климатическому районированию Камчатки (Кондратюк, 1974) устье р. Большая Чажма и окрестности Нижне-Чажминских источников относятся к району юго-восточного побережья Восточной приморской подобласти Камчатской климатической области. Климат морской, влажный, отличается мягкой многоснежной зимой и умеренно-теплым летом. Среднегодовая температура воздуха +1,9 °С, годовая амплитуда температур составляет 20–25 °С. Средняя температура января – 7,5 °С, средняя температура августа + 13 °С. Для района характерны обильные осадки, мощный снежный покров, большое количество дней с низкой облачностью и туманом. Среднегодовое количество осадков 1240 мм. Высота снежного покрова 1,5–2 м, в низинах и речных долинах – более 3 м. Снежный покров держится в среднем 193 дня – с начала ноября до конца мая. Безморозный период составляет около 148 дней, вегетационный период (со среднесуточными температурами выше +5 °С) – 136 дней (Кондратюк, 1974; Науменко и др., 1986).

Нижне-Чажминские источники известны местному населению с давних пор. Вблизи них археологами обнаружено несколько неолитических поселений. В 1960–1970 гг. близ источников располагалась водолечебница Усть-Камчатского рыбокомбината, были оборудованы купальни и ванны. В 1967 г., после восстановления Кроноцкого государственного заповедника, территория Нижне-Чажминских источников вошла в его состав. В настоящее время здесь находится кордон

«Чажма» Кроноцкого государственного заповедника. Около 10 лет назад (точная датировка отсутствует) под влиянием сильных штормов произошел размыв узкой перемычки между восточным берегом термального озера и Чажминским лиманом, в результате которого воды озера были спущены, произошло подтопление термальных сообществ засоленными водами лимана. В настоящее время термальные ручьи впадают непосредственно в Чажминский лиман в его приустьевой части.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В июле 2015 г. нами проведены геоботанические и флористические исследования на территории Нижне-Чажминских термальных источников. Изучение термофильных сообществ проводили методом линейных трансект, которые были заложены на термальных полях и ориентированы вдоль температурного градиента (от мест разгрузки термальных вод до мест их впадения в лиман). Через каждые 10 м каждая трансекта была размечена кольшками-пикетами. В точках пикетов закладывали пробные площадки размерами 1×1 м и проводили измерения температуры воды в термальных ручьях с помощью максимального ртутного термометра. На 41 пробной площадке выполнены детальные геоботанические описания. На площадках проводили детальный учет флористического состава сосудистых растений и мохообразных, определяли проективное покрытие каждого вида и суммарное проективное покрытие по ярусам. С помощью почвенного термометра измеряли температуру корнеобитаемого слоя почвы (на глубине 5 см). По результатам измерений установлено, что в настоящее время температура воды в источниках составляет от 28 до 56 °С. В местах разгрузки гидротерм температура воды 56 °С. Средняя температура воды в термальных ручьях 42–44 °С. В приустьевой части ручьев, близ их впадения в Чажминский лиман, температура воды 28–32 °С.

Проведено глазомерно-инструментальное картографирование растительного покрова

термальных полей. В процессе картографирования проводили поконтурное описание растительного покрова. Составлен геоботанический план термальных полей в масштабе 1 : 200. В камеральный период были составлены фитоценотические таблицы и проведена табличная обработка описаний методом эколого-фитоценотического анализа (Нешатаев, 1989) в программе EXCEL. Выделено 11 групп термофильных растительных сообществ и группировок. Названия видов сосудистых растений приведены по В.В. Якубову и О.А. Чернягиной (2004), мхов – по И.В. Чернядьевой (2012).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенных исследований получены новые данные по флоре и растительности Нижне-Чажминских источников. Проведена повторная инвентаризация конкретной флоры (КФ) низовьев р. Большая Чажма. Установлено, что за 35 лет, прошедших с момента первой инвентаризации флоры, проведенной в 1981 г. (Якубов, 1996, 1997), из ее состава исчезла часть заносных видов (*Chenopodium album*, *Brassica napus*, *Lamium barbatum*, *Lepidotheca suaveolens*), ранее встречавшихся в КФ устья р. Большая Чажма и произраставших у жилых построек кордона. Из состава локальной флоры (ЛФ) термальных источников также выпали водные макрофиты, ранее произраставшие в термальном озере, ныне не существующем: *Batrachium trichophyllum*, *Myriophyllum sibiricum*, *Potamogeton pectinatus*, *P. perfoliatus*, *Scirpus tabernaemontani*, *Zostera marina*. Кроме того, в составе ЛФ не были обнаружены *Platanthera camtschatica*, занесенная в Красную книгу Камчатки (2007), ранее отмечавшаяся в зарослях *Filipendula camtschatica* у термального озера (Якубов, 1997) и *Mentha arvensis*, ранее произраставшая по берегам термального ручья. В настоящее время в составе ЛФ Нижне-Чажминских термальных источников насчитывается 87 видов сосудистых растений. На термальных полях встречаются редкие и эндемичные виды, занесенные в Красную книгу Камчатки (2007): *Fim-*

bristylis ochotensis, *Ophioglossum thermale*, *Lycopus uniflorus*, *Bolboschoenus planiculmis*, *Scutellaria yezoensis*.

В результате проведенных исследований отмечены изменения в растительном покрове термальных источников, произошедшие за 38 лет. Растительные группировки окрестностей Нижне-Чажминских горячих ключей были кратко описаны в июле – августе 1977 г. участниками Камчатской геоботанической экспедиции Ленинградского государственного университета под руководством Ю.Н. Нешатаева (Нешатаева, 1994). Нами (при участии Г.Ю. Нешатаевой, и Н.Н. Хабаровой) были заложены на термальных полях 5 учетных площадок размерами 1×1 м и проведено общее описание растительного покрова источников. По берегу термального озера (ныне исчезнувшего) ранее тянулся микропояс *Eleocharis kamtschatica* шириной 0,5–1 м, далее от озера располагался микропояс *Agrostis scabra* шириной 1–1,5 м, доминировавшей на фоне сфагнового ковра. На наиболее нагретых влажных участках были распространены сообщества с преобладанием *Ophioglossum thermale* и участием *Scutellaria yezoensis*, *Myosotis caespitosa*, *Plantago asiatica*, *Artemisia opulenta*, *Potentilla stolonifera*. По берегам горячего ручья, впадающего в термальное озеро, находилось травяно-сфагновое сообщество, тянувшееся полосой шириной 30 см, образованное *Agrostis scabra*, *Galeopsis bifida*, *Scutellaria yezoensis* и *Mentha arvensis*, аспектировавших на фоне сфагнового ковра (проективное покрытие *Sphagnum* sp. – 80%). В настоящее время (июль 2015 г.) *Mentha arvensis* нами не обнаружена. В 10–15 м от термального ручья было описано термофильное сообщество с участием *Stachys aspera*, *Scutellaria yezoensis*, *Equisetum arvense*, *E. hyemale*, *Myosotis caespitosa*, *Trisetum sibiricum*, *Plantago asiatica*, *P. major*, *Agrostis scabra*, *Iris se-*

tosa, *Sphagnum* sp. и др. (Нешатаева, 1994). Все перечисленные виды и ныне встречаются в составе термальных сообществ. В устье горячего ручья находилась полоса шириной 1 м с господством *Cicuta virosa* и *Carex pyrophila*.

В настоящее время (июль 2015 г.) сохранились лишь отдельные небольшие контуры с преобладанием *Cicuta virosa*, однако *Carex pyrophila* на термальных полях нами не обнаружена. Возможно, ее отсутствие также связано с исчезновением теплого озера, в котором ранее были отмечены обширные заросли (размерами 4×10 м) *Potamogeton pectinatus* – вида, характерного для термальных водоемов Камчатки (Якубов, Чернягина, 2004). За прошедшее десятилетие с момента осушения, дно бывшего термального озера заросло крупноосоковыми сообществами с доминированием *Carex cryptocarpa*, относящимися к ассоциации ***Magnocaricetum caricosum cryptocarpae*** (Нешатаева, 2009). В травяном ярусе встречаются также *Calamagrostis purpurea*, *Arctopoa eminens*, *Triglochin palustre*, *Potentilla anserina* ssp. *egedii*. Из мхов отмечен *Aulacomnium palustre*. Сообщества ассоциации встречаются по низким берегам Чажминского лимана, в маршевых местообитаниях, заливаемых морскими водами во время сильных штормов и сизигийных приливов.

В результате проведенного анализа геоботанических описаний пробных площадей на термальных полях выделено 5 типов термальных местообитаний (отмечены римскими цифрами), на которых отмечено 12 групп сообществ, перечисленных ниже (обозначены арабскими цифрами). Состав термальных сообществ приведен в фитоценологических таблицах (табл. 1–3). Их синтаксономическая принадлежность в дальнейшем будет уточняться.

Список растительных сообществ термальных полей

I. Сухие прогретые местообитания

1. Лапчатково-подорожниковая (*Plantago kamtschatica*, *Potentilla stolonifera*)
 - 1.1. Лишайниковое (*Stereocaulon paschale*, *Cladonia arbuscula*, *C. rangiferina*)
 - 1.2. Политрихово-лишайниковое (*Polytrichum piliferum*, *Stereocaulon paschale*)

II. Сырые прогретые местообитания

2. Гишновая
 - 2.1. Ужовниково-гишновое (*Ophioglossum thermale*)
 - 2.2. Разнотравно-пырейно-гишновое (*Elytrigia repens*)
 - 2.3. Болотницево-гишновое (*Eleocharis kamtschatica*, *E. palustris*)
 - 2.4. Зюзниково-гишновое (*Lycopus uniflorus*)
 - 2.5. Разнотравно-подорожниково-гишновое (*Plantago kamtschatica*)
3. Сфагновая (*Sphagnum* spp.)
 - 3.1. Болотницево-полынно-сфагновое (*Eleocharis kamtschatica*, *Artemisia opulenta*, *Sphagnum* spp.)
 - 3.2. Осоково-полынно-сфагновое (*Carex cryptocarpa*, *Artemisia opulenta*, *Sphagnum* spp.)
4. Фимбристилисовая
 - 4.1. Термофильно-разнотравно-фимбристилисовое (*Fimbristylis ochotensis*)
 - 4.2. Шлемниково-фимбристилисовое (*Fimbristylis ochotensis*, *Scutellaria yesoensis*)
5. Термофильно-разнотравная
 - 5.1. Подмаренниково-незабудково-шлемниковое (*Galium trifidum*, *Myosotis cespitosa*, *Scutellaria yesoensis*)
 - 5.2. Разнотравно-болотницево (*Eleocharis kamtschatica*)
вар. наумбургиевый (*Naumburgia thyrsiflora*)
 - 5.3. Разнотравно-чиново-подмаренниковое (*Lathyrus pilosus*)
6. Клубнекамышовая (*Bolboschoenus planiculmis*)
 - 6.1. Болотницево-клубнекамышовое (*B. planiculmis*, *Eleocharis kamtschatica*)
 - 6.2. Подорожниково-клубнекамышовое (*B. planiculmis*, *Plantago major*)
 - 6.3. Лапчатково-клубнекамышовое (*B. planiculmis*, *Potentilla anserina* subsp. *egedii*)
 - 6.4. Клубнекамышовое (*Bolboschoenus planiculmis*)
 - 6.5. Ситниково-клубнекамышовое (*B. planiculmis*, *Juncus haenkei*)
 - 6.6. Ситниково-клубнекамышовое (*B. planiculmis*, *Juncus bufonius*)

III. Сырые слабопрогретые местообитания

7. Разнотравно-осоковая (*Carex cryptocarpa*)
 - 7.1. Разнотравно-осоковое (*Carex cryptocarpa*)
вар. веховый (*Cicuta virosa*)
вар. подорожниковый (*Plantago major*)
вар. горцевый (*Persicaria amphibia*)
 - 7.2. Лапчатково-осоковое
вар. рудеральнотравный
вар. вейниковый (*Calamagrostis purpurea*)

IV. Дренированные слабопрогретые местообитания

8. Рудерально-разнотравные сообщества
 - 8.1. Рудерально-разнотравно-чиновое (*Lathyrus pilosus*)
 - 8.2. Рудерально-подорожниково-лапчатковое (*Plantago kamtschatica*, *Potentilla anserina* subsp. *egedii*)
 - 8.3. Лапчатково-лютиковое (*Ranunculus repens*, *Potentilla anserina* subsp. *egedii*)
 - 8.4. Бодяково-полынное (*Artemisia opulenta*, *Cirsium kamtschaticum*)
 - 8.5. Рудерально-разнотравно-полынное (*Artemisia opulenta*)
 - 8.6. Пырейное (*Elytrigia repens*)

V. Периферические участки термальных полей

9. Разнотравные луга (у подножья 1-й приморской террасы)
 - 9.1. Василистниково-майниковый луг (*Maianthemum dilatatum*, *Thalictrum minus*)
 - 9.2. Гераниево-василистниковый луг (*Thalictrum minus*, *Geranium erianthum*)
10. Приморские луга
 - 10.1. Чиново-канареечниковое (*Phalaroides arundinacea*, *Lathyrus japonicus*)
 - 10.2. Тростниковое (*Phragmites australis*)
 - 10.3. Ситниковое (*Juncus haenkei*)
11. Приморские марши
 - 11.1. Крупноосоковое маршевое сообщество (*Carex cryptocarpa*)
12. Ситниковые группировки (*Juncus bufonius*)
 - 12.1. Ситниковая термофильная группировка (*Juncus bufonius*)

Методами глазомерно-инструментальной геоботанической съемки составлен геоботанический план термальных полей Нижне-Чажминских источников в масштабе 1:200 (рис. 2), на котором показано 19 контуров растительности, выделенных в природе:

1. Ужовниковая (*Ophioglossum thermale*);
2. Фимбристилисовая (*Fimbristylis ochotensis*);
3. Подорожничково-лапчатковая (*Plantago asiatica*, *P. major* + *Potentilla stolonifera*);
4. Термофильно-сфагновая (*Sphagnum* spp.);
5. Клубнекамышовая (*Bolboschoenus planiculmis*);
6. Тростниковая (*Phragmites australis*);
7. Ситниковая (*Juncus haenkei*);
8. Осоково-вейниковая (*Calamagrostis purpurea* + *Carex cryptocarpa*);
9. Бодяково-попынная (*Cirsium kamtschaticum* + *Artemisia opulenta*);
10. Незабудково-подорожничковая (*Myosotis cespitosa* + *Plantago asiatica*);
11. Болотницево-гишновая (*Eleocharis kamt-*

schatica + *E. palustris* + гишновые мхи);

12. Незабудково-шлемниковая (*Myosotis cespitosa* + *Scutellaria yezoensis*);
13. Осоково-веховая (*Carex cryptocarpa* + *Cicuta virosa*);
14. Зюзниковая (*Lycopus uniflorus*);
15. Шлемниково-фимбристилисовая (*Scutellaria yezoensis* + *Fimbristylis ochotensis*);
16. Осоково-попынная (*Carex cryptocarpa* + *Artemisia opulenta*);
17. Клубнекамышово-ситниковая (*Bolboschoenus planiculmis* + *Juncus bufonius*);
18. Чиновая (*Lathyrus pilosus*);
19. Ситниковая (*Juncus bufonius*).

Анализ геоботанического плана показывает, что горизонтальная структура растительного покрова термальных полей характеризуется мелкоконтурным сложением. В растительном покрове отмечены микрокомбинации, представленные микропоясными рядами и микрокомплексами.

Таблица 1. Термофильные сообщества прогретых местообитаний
Thermophilic plant communities of hot habitats

Группы сообществ	Лапчатково-подорожниковая		Гипновая					Сфагновая			Фимбристелисовая		
	Лишайниково-лапчатково-подорожниковое	Лапчатково-подорожниковое	Гипново – узовниковое	Разнотравно-гипновое	Болотничево-гипновое	Зюзниково-гипновое	Разнотравно-подорожниково-гипновое	Болотничево-попынносфагновое	Осоково-попынносфагновое	Сфагновое	Разнотравно-фимбристелисовое		
№ контура на карте	13.1	4.3	15.2	2.1	11.2	1.4	16.0	1.3	1.1	17.1	3.1	1.6	19
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Травяно-кустарничковый ярус, ОПП, %	40	30	75	75	40	50	40	40	50	65	25	80	80
<i>Ophioglossum thermale</i>				60	1		+						
<i>Plantago kamtschatica</i>	25	20	45	1	10		+	20	+		<1	+	5
<i>Artemisia opulenta</i>	+	1	1	5	7	2	2		20	25	10		3
<i>Festuca rubra</i>	<1	1	<1	+	7	20			+	1	<1		
<i>Cardaminopsis lyrata</i>	<1	<1	+	<1	1				+				
<i>Carex microtricha</i>	5	1	1		<1								
<i>Potentilla stolonifera</i>	10	7	50	15									
<i>Fimbristylis ochotensis</i>								7	5			60	45
<i>Agrostis scabra</i>				+	+	<1	<1	7	3	<1	1	20	20
<i>Lycopus uniflorus</i>				+			35	<1		7	1		1
<i>Scutellaria yesoensis</i>					5	<1	1		<1	<1		30	
<i>Stachys aspera</i>				+	5	<1	<1	+	<1	+			<1
<i>Epilobium glandulosum</i>					+	+		5	<1	1	<1	+	+
<i>Galium trifidum</i>				+		2	<1	1	10	5	1	<1	1
<i>Myosotis caespitosa</i>				+	<1	<1	+	10	2	1	3	<1	15

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<i>Eleocharis kamtschatica</i>						15	3		20	<1	10	15	+
<i>Carex cryptocarpa</i>						<1	<1		+	20	+		
<i>Equisetum arvense</i>						<1				3			
<i>Lathyrus pilosus</i>			<1			<1	<1			2			
<i>Carex gmelinii</i>				<1						<1			
<i>Naumburgia thyrsoflora</i>							1	+					
<i>Lathyrus japonicus</i>	1	2	+										
<i>Sedum purpureum</i>	<1		+	<1									
<i>Picris kamtschatica</i>			<1	2	1								
<i>Cirsium kamtschaticum</i>				2	<1	2	+		5	2			
<i>Elytrigia repens</i>			<1		10						+		
<i>Bromopsis pumpelliana</i>	1	<1											
<i>Moehringia lateriflora</i>	+	+	<1	<1				+					
<i>Equisetum hyemale</i>			<1				+			<1			
<i>Rumex acetosella</i>	<1				<1								
<i>Eleocharis palustris</i>						10							
Мхи, ОПП, %	2	10	5	40	60	50	60	70	65	80	100	5	10
<i>Polytrichum piliferum</i>	+	10											
<i>Paludella squarrosa</i>				40	60			20	5		1		
<i>Aulacomnium palustre</i>				1		1	60	20	1		1	5	5
<i>Drepanocladus aduncus</i>								20					
<i>Sanionia uncinata</i>								10				+	1
<i>Climacium dendroides</i>						50							<1
<i>Sphagnum</i> spp.									40	80	97		
<i>Helodium blandowii</i>									20		1		
<i>Brachythecium</i> sp.			5					+				+	
<i>Pohlia</i> sp.		<1						5					

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<i>Hepaticae</i>	2							5					
Лишайники, ОПП, %	40	10		1									
<i>Stereocaulon</i> sp.	20	7											
<i>Cladonia arbuscula</i>	10	3		+									
<i>Cladonia</i> spp.	<1	<1											
<i>Peltigera</i> sp.	2			+									

Прим. Единично встречены (здесь и далее указаны номер столбца и проективное покрытие): *Plantago major* – 10 (<1); *Persicaria amphibia* – 11 (+); *Geranium erianthum* – 4 (<1); *Castillea pallida* – 4 (<1); *Bolboschaenus planiculmus* – 7 (<1); *Comarum palustre* – 9 (+); *Rhorippa palustris* – 9 (+); *Ptarmica camtschatica* – 8 (1); *Calliargon* sp. – 10 (<1); *Ceratodon purpureus* – 2 (<1); *Abietinella abietina* – 2 (<1); *Bryum* sp. – 14 (3); *Cladonia rangiferina* – 2 (5); *Cladonia uncialis* – 2 (3); *Cetraria* sp. – 3 (<1); *Cladonia granulans* – 5 (<1)

Таблица 2. Термофильные сообщества слабопрогретых переувлажненных термальных полей
Thermophilic plant communities of slightly warmed waterlogged habitats

Группы сообществ	Термофильно-разнотравная			Клубнекамышовая						Разнотравно-осоковая				
	Подмаренниково-незабудково-шлемниковое	Разнотравно-болотничево-наумбургиевое	Разнотравно-чиново-подмаренниковое	Болотничево-клубнекамышовое	Подорожничково-клубнекамышовое	Лапчатково-клубнекамышовое		Клубнекамышовое	Ситниково-клубнекамышовое	Разнотравно-осоково-цикутовое	Подорожничково-осоковое	Рудерально-лапчатково-осоковое	Лапчатково-вейниково-осоковое	Разнотравно-горцево-осоковое
№ контура на карте	1.5	10.1	10.2	5.2	5.5	5.1	15.3	5.3	5.4	12.4	12.3	12.2	9.1	9.3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Всходы и подрост, %				<1						+			+	
<i>Alnus hirsuta</i>				<1						+			+	
Травяно-кустарничковый ярус, %	60	98	85	95	80	70	50	70	35	70	50	50	95	70
<i>Plantago kamtschatica</i>	5	5		10		<1	<1		2	5		2	+	
<i>Artemisia opulenta</i>	3		2	<1	1					+	+			5
<i>Agrostis scabra</i>	2	15	5											
<i>Lycopus uniflorus</i>	5	5		<1		+			+	1	<1			
<i>Scutellaria yesoensis</i>	1	<1												5
<i>Stachys aspera</i>	25	<1	3	+						+	+	+	<1	15
<i>Epilobium glandulosum</i>	+	<1	<1	+	+				+	+	+	+	<1	<1
<i>Galium trifidum</i>	10	5	30			<1				7	1		7	+
<i>Myosotis caespitosa</i>	15	10	10	2					<1	<1	1		+	5
<i>Eleocharis kamtschatica</i>		20	10	10	5	5	1	10	<1	10	<1	5	1	
<i>Carex cryptocarpa</i>			2	<1	1	<1	5			15	30	30	40	20

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>Potentilla anserina</i> <i>ssp. egedii</i>		1		10	10	25	5	+	1	1	<1	15	30	15
<i>Bolboschoenus planiculmus</i>			<1	50	25	45	25	60	15	10	+	<1		
<i>Calamagrostis purpurea</i>		1		<1	1			<1		<1	<1	+	40	
<i>Plantago major</i>		15			35					<1	25		+	
<i>Equisetum arvense</i>		+		5					<1		+	+	+	+
<i>Lathyrus pilosus</i>			30	10						+	1	<1	7	<1
<i>Juncus haenkei</i>						1	10	+					<1	
<i>Juncus bufonius</i>						1	+	<1	20	1		1		
<i>Carex gmelinii</i>		<1	1	<1		1								
<i>Naumburgia thyrsoiflora</i>		30	2	+						+				
<i>Iris setosa</i>				<1						+	+			+
<i>Sium suave</i>			+	+	2				+		<1	+		
<i>Cicuta virosa</i>										25	+		<1	
<i>Ranunculus repens</i>										<1	<1			1
<i>Persicaria amphibia</i>												+		20
<i>Senecio pseudoarnica</i>												<1		+
<i>Ligusticum scoticum</i>				<1								1	+	<1
<i>Phalaroides arundinacea</i>						1	<1	1				+	5	+
<i>Lathyrus japonicus</i>				+	10	3	2	+		+	+	+		
<i>Picris kamtschatica</i>				1									+	
<i>Cirsium kamtschaticum</i>				<1						+				
<i>Poa pratensis</i>										+				+
<i>Angelica gmelinii</i>										+			+	+
<i>Rumex crispus</i>					3						+	<1	<1	
<i>Hieracium umbellatum</i>				<1							<1			
<i>Gnaphalium uliginosum</i>						+	+							

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Мхи, ОПП, %	5	2	30	15						5				
<i>Aulacomnium palustre</i>	5					<1	<1							
<i>Drepanocladus aduncus</i>			15											
<i>Sanionia uncinata</i>	<1	1												
<i>Climacium dendroides</i>			10											
<i>Sphagnum</i> spp.			5	5										
<i>Hepaticae</i>				5						+				

Прим. Единично встречены: *Festuca rubra* – 14 (+); *Fimbristylis ochotensis* – 3 (1); *Leymus mollis* – 9 (<1); *Sedum purpureum* – 13 (+); *Taraxacum ceratophorum* – 11 (+); *Senecio cannabifolius* – 11 (+); *Rhorippa palustris* – 11 (+); *Filipendula kamtschatica* – 11 (+); *Comarum palustre* – 13 (+); *Myrica tomentosa* – 5 (1); *Stellaria radians* – 6 (<1); *Limosella aquatica* – 7 (+); *Paludella squarrosa* – 4 (1); *Warnstorfia exannulata* – 3 (<1); *Rhytidiadelphus squarrosus* – 5 (5); *Philonotis* sp. – 11 (5)

Таблица 3. Термофильные сообщества слабопрогретых рудеральных и приморских местообитаний
 Thermophilic plant communities of slightly warmed ruderal and coastal habitats

Группы сообществ	Рудерально-разнотравная							Разнотравные луга	Приморские луга			Марши	Ситни- ковая	
	Разно- трав- нохво- щевое	Подо- рож- ни- ково- лап- чатко- вое	Разно- трав- ночи- новое	Лап- чат- ково- люти- ковое	Бодя- ково- по- лын- ное	Руде- ра- льно- попын- ное	Пы- рей- ное		Васи- лист- никово- майни- ковое	Герани- ево- васили- стнико- вое	Чиново- канаре- чничко- вое			Тро- стни- ковое
№ контура на карте	8.2	4.1	18.2	8.1	16.3	11.3	11.1	14.2	14.1	18.1	6	7.1	12.1	7.2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Всходы древесных пород, ОПП, %	5		+					1	1					
<i>Alnus hirsuta</i> , всходы	5													
<i>Salix pulchra</i> , всходы			+											
<i>Rosa amblyotis</i>								1	1					
Травяно-кустарничковый ярус, ОПП, %	70	50	80	50	99	30	70	95	85	85	75	65	95	50
<i>Plantago kamtschatica</i>	1	20	7			2	+		2		+			
<i>Artemisia opulenta</i>	10	1		+	80	15	2	1			+	+	+	
<i>Festuca rubra</i>				+	<1	3	1	<1	5					
<i>Cardaminopsis lyrata</i>						1	1	+						
<i>Carex microtricha</i>							1	1	10					
<i>Agrostis scabra</i>	+	<1												
<i>Stachys aspera</i>	+				+		+							

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>Epilobium glandulosum</i>	<1				+									
<i>Galium trifidum</i>	1		<1	<1	+									
<i>Myosotis caespitosa</i>	3	+	<1	<1								+		
<i>Eleocharis kamtschatica</i>	<1	7	3	1	+						1			
<i>Carex cryptocarpa</i>	5	<1	5	5	1					1	<1	<1	80	<1
<i>Potentilla anserina ssp. egedii</i>	5	20	10	20	+						1	5	+	
<i>Bolboschaenus planiculmus</i>	5		<1	<1							<1			
<i>Calamagrostis purpurea</i>	<1		5	<1	<1			+			<1	2	1	
<i>Plantago major</i>			10	3							+			
<i>Equisetum arvense</i>	7		1	2	+									
<i>Lathyrus pilosus</i>	20		45	1	<1		+					+		
<i>Juncus haenkei</i>		1	3							1	2	50		
<i>Juncus bufonius</i>		<1	<1								<1		+	50
<i>Carex gmelinii</i>	<1	1	<1				+	1			<1	<1		
<i>Naumburgia thyrsoiflora</i>				<1	<1									
<i>Iris setosa</i>	+			+	+									
<i>Cicuta virosa</i>		+		+								+		
<i>Ranunculus repens</i>	1			25	<1									
<i>Persicaria amphibia</i>			+		+									
<i>Phragmites australis</i>											40	<1		
<i>Senecio pseudoarnica</i>				<1						10		<1		
<i>Ligusticum scoticum</i>	<1			<1						5	<1	<1		
<i>Phalaroides arundinacea</i>			+	+						40	25	2		
<i>Lathyrus japonicus</i>	+	3	<1	+		1	+	+	<1	25	5	5		
<i>Leymus mollis</i>						+	+	<1	<1	5				

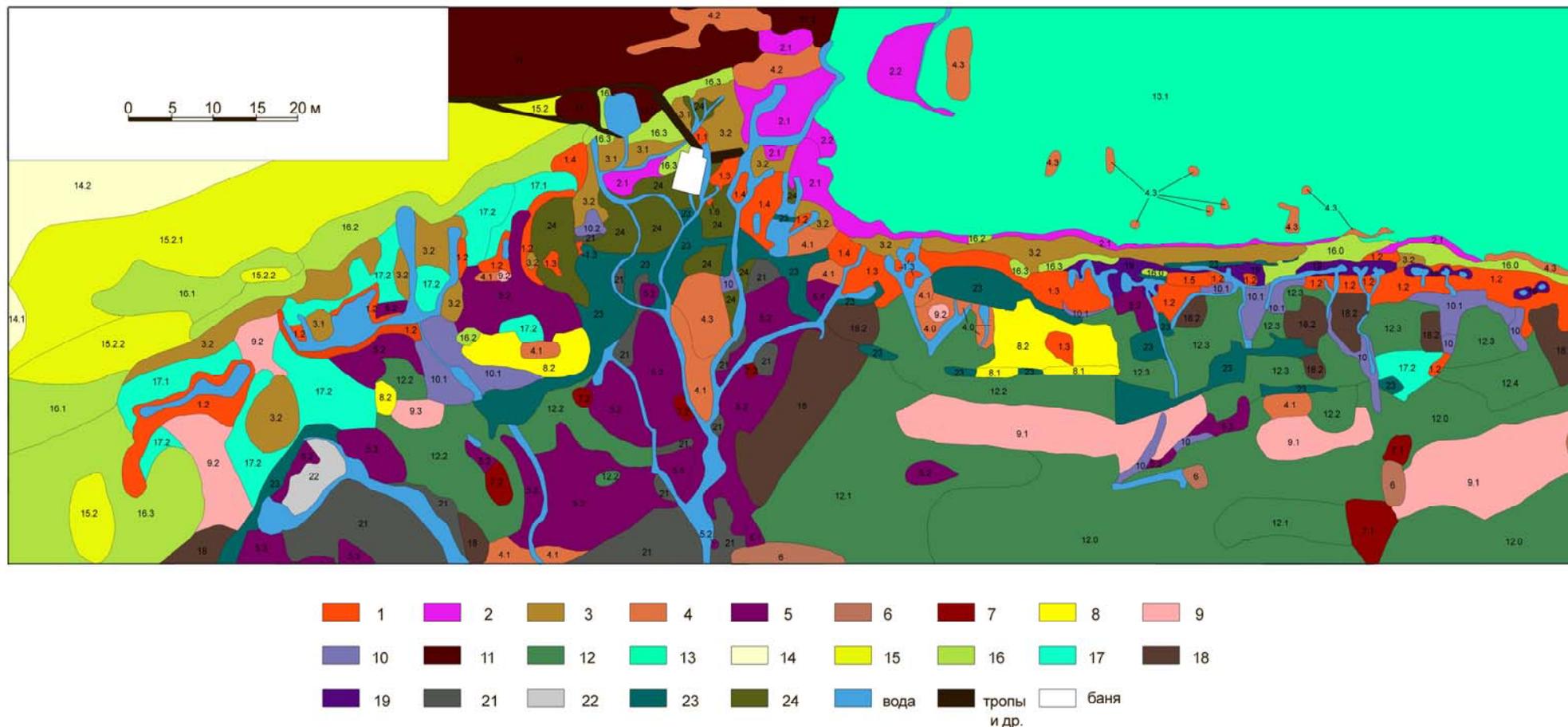
Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>Sedum purpureum</i>						+	+	+						
<i>Picris kamtschatica</i>	10	+			<1	2	+	+						
<i>Cirsium kamtschaticum</i>					25	5	3	<1	<1					
<i>Elytrigia repens</i>						3	60		5					
<i>Bromopsis pumpelliana</i>						2	3	+	<1					
<i>Poa pratensis</i>	<1						5	1	1					
<i>Moehringia lateriflora</i>							1	<1	1					
<i>Galium boreale</i>							+	3	<1					
<i>Geranium erianthum</i>							+	1	10					
<i>Thalictrum minus</i>							+	20	45					
<i>Taraxacum ceratophorum</i>							+	<1	1					
<i>Viola sachalinensis</i>							3	<1	1					
<i>Maianthemum dilatatum</i>								85	3					
<i>Equisetum hyemale</i>					+			<1	<1					
<i>Castillea pallida</i>								<1	+					
<i>Allium strictum</i>								+	<1					
<i>Elymus kamtschadalarum</i>							+		<1					
<i>Rumex crispus</i>		+		<1	5									
<i>Senecio cannabifolius</i>	1							<1						
<i>Rhorippa palustris</i>	+	+		+										
<i>Arctopoa eminens</i>													10	
Мхи, ОПП, %							10		5					
<i>Aulacomnium palustre</i>		<1	<1										+	
<i>Brachythecium sp.</i>							10		2					

Прим. Единично встречены: *Ophioglossum thermale* – 3 (+); *Potentilla stolonifera* – 7 (1); *Lycopus uniflorus* – 6 (<1); *Scutellaria yesoensis* – 2 (<1); *Angelica gmelinii* – 2 (<1); *Rumex acetosella* – 7 (<1); *Hieracium umbellatum* – 9 (+); *Angelica genuflexa* – 6 (+); *Triglochin palustre* – 14 (+); *Rumex aquaticus* – 14 (+); *Rumex lapponica* – 9 (+); *Ranunculus propinquus* – 9 (1); *Dactylorhiza aristata* – 9 (<1); *Pedicularis resupinata* – 9 (+); *Chamerion angustifolium* – 9 (1); *Trisetum sibiricum* – 9 (<1); *Fritillaria camtschatcensis* – 9 (<1); *Lagedium sibiricum* – 5 (<1); *Mertensia maritima* – 5 (+); *Centaurea* sp. (культивар) – 8 (+); *Poa nemoralis* – 10 (+); *Sanionia uncinata* – 2 (<1); *Hypnum* sp. – 10 (1); *Sciuro-hypnum* sp. – 10 (2)

Рис. 2. Геоботанический план термальных полей Нижне-Чажминских источников. Номера контуров на плане соответствуют номерам сообществ, приведенным в таблицах.

Large-scale map of thermal field vegetation of Nizhne-Chazhminskiye Hot Springs. Numbers in the contours on the map correspond to the numbers of plant communities in the tables.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании исследований растительного покрова Нижне-Чажминских термальных источников, проведенных через 38 лет после первичного обследования, установлено, что аборигенное ядро конкретной флоры осталось практически неизменным. При этом из ее состава исчезли термофильные виды *Potamogeton pectinatus*, *P. perfoliatus*, *Eleocharis acicularis*, *Scirpus tabernaemontanii*, *Zostera marina*, ранее произраставшие в теплом озере, ныне не существующем. В настоящее время в составе локальной флоры термальных источников насчитывается 87 видов сосудистых растений. Флористический состав сообществ термальных полей практически не изменился, за исключением того, что в 2015 г. не были обнаружены *Mentha arvensis*, *Carex rupestris* и *Platanthera camtschatica*, отмечавшиеся здесь ранее (Якубов, 1996; Нешатаева, 1994). Из состава конкретной флоры исчез ряд сорных видов: *Chenopodium album*, *Lamium barbatum*, *Fallopia convolvulus*, *Brassica napus* и *Lepidotheca suaveolens*, ранее произраставших у жилья. В настоящее время здесь появились другие заносные виды: в 2015 г. обнаружены интродуценты *Lupinus* sp. – в культуре, *Caragana arborescens* – по краю огорода, *Ribes nigrum* – в культуре, *Fragaria* sp. – в культуре, *Centaurea jacea* – у жилого дома.

Растительный покров Нижне-Чажминских источников отличается значительным ценотическим разнообразием и мелкоконтурной горизонтальной структурой. На термальных полях нами выделено 5 типов термальных местообитаний, отличающихся по увлажнению субстрата и температурному режиму. Выявлено 35 растительных сообществ, объединенных в 12 эколого-ценологических групп. На термальных полях с высоким обилием встречаются редкие и эндемичные виды: *Fimbristylis ochotensis*, *Ophioglossum thermale*, *Lycopus uniflorus*, *Bolboschoenus planiculmis*, *Scutellaria yezoensis*, занесенные в Красные книги Камчатки (2007) и Российской Федерации (2008). Многие редкие виды – обли-

гатные термофиты, формирующие специфические термофильные сообщества и группировки.

Растительность Нижне-Чажминских термальных источников подвержена длительному антропогенному воздействию. Источники в течение многих лет использовались в лечебных целях. Неподалеку от них, на второй приморской террасе, обнаружены остатки неолитических поселений восточных ительменов. В 1930–1950 гг. здесь находилась погранзастана. В 1960-х гг. на территории источников в летнее время действовали водолечебница и пионерский лагерь. Были оборудованы купальни и ванны, следы которых сохранились до наших дней. В настоящее время на территории источников отмечены также антропогенные нарушения: близ жилых построек кордона устроена купальня с ваннами, вырыт искусственный термальный пруд (диаметр 3 м, глубина около 1,5 м). В период бурь и осенних штормов морем на термальные поля заносятся бревна, бочки, пластик и различный бытовой мусор, которые накапливаются у подножия 2-й приморской террасы, засоряя редкие сообщества облигатных термофитов. Флора и растительность Нижне-Чажминских источников требуют дальнейшего изучения и дополнительных мер охраны.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают глубокую признательность администрации Кроноцкого государственного заповедника, в особенности директору заповедника [Т.И. Шпиленку] и начальнику научного отдела Д.М. Паничевой за организацию экспедиции, а также сотрудникам полевого отряда Л.Н. Бельдиман и А.С. Кобякову, принимавшим участие в полевых исследованиях.

Работа выполнена при поддержке Программы Президиума РАН «Биоразнообразие природных систем. Биологические ресурсы России: оценка состояния и фундаментальные основы мониторинга».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Белосов В.И., Сугробов В.М. Геологическая и гидрогеотермическая обстановка геотермальных районов и гидротермальных систем Камчатки. *Гидротермальные системы и термальные поля Камчатки*. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1976, с. 5–22.
- Делемень И.Ф. Изменения в структуре растительного покрова при эксплуатации Паужетского гидротермального месторождения. *Вопр. географии Камчатки*, 1990, вып. 10, с. 121–126.
- Завадская А.В., Яблоков В.М., Прозорова М.В. Геоинформационное картографирование термальных полей по структуре растительного покрова (на примере долины р. Гейзерной). *Тр. Кроноцкого гос. заповедника*. Вып. 2. Петропавловск-Камчатский, Камчатпресс, 2012, с. 103–119.
- Комаров В.А. Путешествие по Камчатке в 1908–1909 гг. *Камчатская экспедиция Ф.П. Рябушинского*. Ботан. отд. 1912, вып. 1, с. 1–456.
- Комаров В.А. Ботанический очерк Камчатки. *Камчатский сб.* Т. 1. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1940, с. 5–52.
- Кондратюк В.И. Климат Камчатки. М.: Гидрометеоздат, 1974, 204 с.
- Красная книга Камчатки. Т. 2. Растения, грибы, термофильные микроорганизмы. Отв. ред. О.А. Черныгина. Петропавловск-Камчатский: Камч. печатн. двор, 2007, 341 с.
- Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М.: Т-во науч. изд. КМК, 2008, 855 с.
- Крашенинников С.П. Описание земли Камчатки. СПб., 1755, т. 1, 438 с.
- Липшиц С.Ю. К познанию флоры и растительности горячих источников Камчатки. *Бюлл. МОИП. Отд. Биол.*, 1936, т. 45, вып. 2, с. 143–158.
- Манько Ю.И., Сидельников А.Н. Влияние вулканизма на растительность. Владивосток, 1989, 161 с.
- Науменко А.Т., Лобков Е.Г., Никаноров А.П. Кроноцкий заповедник. М.: Агропромиздат, 1986, 192 с.
- Нешатаев Ю.Н. Методы анализа геоботанических материалов. Л., Изд-во Ленинградск. ун-та, 1987, 192 с.
- Нешатаева В.Ю. Растительные группировки окрестностей горячих ключей. *Растительность Кроноцкого государственного заповедника (Восточная Камчатка)*. *Тр. Ботан. ин-та РАН*. Вып. 16. СПб, 1994, с. 197–200.
- Нешатаева В.Ю. Растительность полуострова Камчатка. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2009, 537 с.
- Нешатаева В.Ю., Кораблев А.П., Кузьмина Е.Ю., Гимельбрант Д.Е., Алексеев П.И., Степанчикова И.С. Растительный покров термальных местообитаний кальдеры Узон. *Развитие Дальнего Востока и Камчатки: региональные проблемы: материалы науч. конф.* Петропавловск-Камчатский, 2009, с. 44–48.
- Нешатаева В.Ю., Пестеров А.О., Кораблев А.П. Растительность термальных полей кальдеры вулкана Узон (Восточная Камчатка). *Тр. Карельск. НЦ РАН*. Сер. Биogeография, 2013, вып. 14, № 2, с. 22–38.

REFERENCES

- Belousov V.I., Sugrobov V.M. Geological and hydrogeothermal situation of the geothermal regions and hydrothermal systems of Kamchatka. *Hydrothermal systems and thermal fields of Kamchatka*. Vladivostok, 1976, pp. 5–22. (In Russian)
- Chernyadieva I.V. Mosses of the Kamchatka Peninsula. St.-Petersburg, 2012, 458 p. (In Russian)
- Chernyagina O.A. Flora of thermal habitats of Kamchatka. *Proceedings of Kamchatka Institute of Ecology and Land use*, 2000, issue 1, pp. 198–227. (In Russian)
- Delemen I.F. Changes in the structure of vegetation cover during the exploitation of Pauzhetskaya geothermal power station. *Problems of geography of Kamchatka*, 1990, issue 10, pp. 121–126. (In Russian)
- Hultén E. Flora of Kamchatka and the adjacent islands. *Kungl. Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar*, 1927, Ser. 3, Bd. 5, no. 1, 346 p.
- Hultén E. The plant cover of Southern Kamchatka. *Arkiv för Botanik utgivet av Kungl. Svenska Vetenskapsakademien*. Andra serien, 1974, Bd. 7, Hf. 2–3, pp. 181–257.
- Komarov V.L. The travel in Kamchatka in 1908–1909. *Kamchatka expedition sponsored by F.P. Ryabushinsky*. Botanical Section, 1912, issue 1, pp. 1–456. (In Russian)
- Komarov V.L. Botanical essay of Kamchatka. *Kamchatka collection of articles*. Vol. 1. Moscow; Leningrad, 1940, pp. 5–52. (In Russian)
- Kondratiuk V.I. The climate of Kamchatka. Moscow: Gidrometeoizdat, 1974, 204 p. (In Russian)
- Krasheninnikov S.P. The description of the Kamchatka Land. Vol. 1. St.-Petersburg, 1755, 438 p. (In Russian)
- Lipshits S.Yu. To the study of flora and vegetation of the hot springs of Kamchatka. *Bulletin of Moscow Society of Naturalists*. Biological Section, 1936, vol. 45, issue 2, pp. 143–158. (In Russian)
- Man'ko Yu.I., Sidelnikov A.N. The influence of volcanism on vegetation. Vladivostok, 1989, 161 p. (In Russian)
- Naumenko A.T., Lobkov E.G., Nikanorov A.P. The Kronotsky State Reserve. Moscow: Agropromizdat, 1986, 192 p. (In Russian)
- Neshataev Yu.N. Methods of analysis of geobotanical data. Leningrad, 1987, 192 p. (In Russian)
- Neshataeva V.Yu. Plant communities of the hot springs surroundings. *Vegetation of the Kronotsky State Reserve (Eastern Kamchatka)*. *Proceedings of Komarov Botanical Institute RAS*. Issue 16. St.-Petersburg, 1994, pp. 197–200. (In Russian)
- Neshataeva V.Yu. Vegetation of Kamchatka Peninsula. Moscow, 2009, 537 p. (In Russian)
- Neshataeva V.Yu., Chernyadieva I.V., Neshataev V.Yu. The vegetation cover of the Nizhne-Koshelevsky thermal springs (Southern Kamchatka). *Botanical Journ.*, 1997, vol. 82, no. 11, pp. 65–79. (In Russian)
- Neshataeva V.Yu., Chernyagina O.A., Chernyadieva I.V. Rare plant communities of thermal habitats of the area

- Нешатаева В.Ю., Пестеров А.О., Кorableв А.И. Цено-
тическое разнообразие растительности термальных
местообитаний Кроноцкого заповедника. *Тр. Кро-
ноцкого государственного природного биосферно-
го заповедника*. Вып. 4. Петропавловск-Камчатский:
Камчатпресс, 2015. С. 31–40.
- Нешатаева В.Ю., Пестеров А.О., Гимельбрант Д.Е.,
Степанчикова И.С., Нешатаев М.В. Структура рас-
тительного покрова термальных местообитаний
кальдеры вулкана Большой Семячик (Восточная
Камчатка). *Сохранение биоразнообразия Камчатки
и прилегающих морей: материалы междуна-
род. науч. конф.* Петропавловск-Камчатский, 2013, с. 373–
377.
- Нешатаева В.Ю., Чернядьева И.В., Нешатаев В.Ю. Рас-
тительный покров территории Нижне-Кочелевских
термальных источников (Южная Камчатка). *Бот.
журн.*, 1997, т. 82, № 11, с. 65–79.
- Нешатаева В.Ю., Чернягина О.А., Чернядьева И.В. Ред-
кие растительные сообщества термальных место-
обитаний района Мутновского вулкана (Южная
Камчатка). *Бот. журн.*, 2005, т. 90, № 5, с. 731–748.
- Новограбленов П.Т. Нальчевские и краеведческие горя-
чие ключи на Камчатке. *Изв. Рус. геогр. об-ва*,
1929, т. 61, вып. 2, с. 285–297.
- Новограбленов П.Т. Горячие ключи Камчатки. *Изв.
Рус. геогр. об-ва*, 1931, т. 63, вып. 5–6, с. 500–505.
- Пампура В.Д. Геохимия гидротермальных систем об-
ластей современного вулканизма. Новосибирск,
1985, 152 с.
- Пиш Б.И. Термальные ключи Камчатки. М.; Л.: Изд-во
АН СССР, 1937, 268 с.
- Плотникова Л.С., Трулевич Н.В. Зависимость флори-
стического состава бассейна р. Паужетки от геотер-
мальных источников. *Бюлл. Глав. ботан. сада АН
СССР*, 1975, вып. 98, с. 49–52.
- Рассохина Л.И. Флора и растительность. *Растительный
и животный мир Долины Гейзеров*. Петропавловск-
Камчатский, 2002, с. 32–48.
- Рассохина Л.И., Чернягина О.А. Фитоценозы термалей
Долины Гейзеров. *Структура и динамика расти-
тельности и почв в заповедниках РСФСР*. М., 1982,
с. 51–62.
- Самкова Т.Ю. Структура растительности термального
поля как отражение пространственной структуры
гидротермальных процессов (на примере термаль-
ных полей Паужетской гидротермальной системы).
Вестн. КРАУНЦ. Науки о земле, 2007, № 2, вып. 10,
с. 87–101.
- Самкова Т.Ю. Влияние гидротермального процесса на
растительность (на примере Паужетской гидротер-
мальной системы Камчатки). Автореф. дисс. ... канд.
биол. наук. Петропавловск-Камчатский, 2009. 24 с.
- Смазнова В.И. Геоботанические признаки термопрояв-
лений Камчатки. *Вопр. географии Камчатки*, 1982,
вып. 8, с. 76–78.
- Сугробов В.М., Яновский Ф.А. Геотермическое поле
Камчатки, вынос тепла вулканами и гидротермами.
of Mutnovsky volcano (Southern Kamchatka). *Botani-
cal Journ.*, 2005, vol. 90, no. 5, pp. 731–748. (In Rus-
sian)
- Neshataeva V.Yu., Korablev A.P., Kuzmina E.Yu., Himel-
brant D.E., Alekseev P.I., Stepanchikova I.S. Vegetation
cover of thermal habitats of the Uzon Caldera. *The de-
velopment of the Far East and Kamchatka: regional
problems*. Petropavlovsk-Kamchatsky, 2009, pp. 44–48.
(In Russian)
- Neshataeva V.Yu., Pesterov A.O., Himelbrant D.E., Stepan-
chikova I.S., Neshataev M.V. The structure of the vege-
tation cover of thermal sites of the volcano Bolsoi
Semyachik (Eastern Kamchatka). *Conservation of bio-
diversity of Kamchatka and adjacent seas*. Abstract of
International Scientific Conference. Petropavlovsk-
Kamchatsky, 2013, pp. 373–377. (In Russian)
- Neshataeva V.Yu., Pesterov A.O., Korablev A.P. The vege-
tation of thermal fields of the Uzon Caldera (Eastern
Kamchatka). *Proceedings of Karelian Scientific Centre
RAS*. Ser. Biogeography, 2013, issue 14, no. 2, pp. 22–
38. (In Russian)
- Neshataeva V.Yu., Pesterov A.O., Korablev A.P. Coenotic
diversity of the vegetation of thermal sites of the
Kronotsky reserve. *Proceedings of the Kronotsky State
Nature Reserve*. Issue 4. Petropavlovsk-Kamchatsky:
Kamchatpress, 2015, pp. 31–40. (In Russian)
- Novograblenov P.T. Nalychevskie and Kraevedcheskie hot
springs on Kamchatka. *Proceeding of Russian Geo-
graphical Society*, 1929, vol. 61, issue 2, pp. 285–297.
(In Russian)
- Novograblenov P.T. Hot springs of Kamchatka. *Proceeding
of Russian Geographical Society*, 1931, vol. 63, issue 5–
6, pp. 500–505 (In Russian)
- Pampura V.D. Geochemistry of hydrothermal systems of
the areas of modern volcanism. Novosibirsk, 1985, 152
p. (In Russian)
- Piip B.I. Thermal springs of Kamchatka. Moscow; Lenin-
grad, 1937, 268 p. (In Russian)
- Plotnikova L.S., Trulevich N.V. The dependence of the
floristic composition of the Pauzhetka river basin from
the thermal springs. *Bulletin of the Main Botanical Gar-
den AS USSR*, 1975, issue 98, pp. 49–52. (In Russian)
- Rassokhina L.I. The flora and vegetation. *The flora and
fauna of the Valley of Geysers*. Petropavlovsk-
Kamchatsky, 2002, pp. 32–48. (In Russian)
- Rassokhina L.I., Chernyagina O.A. The plant communities
of thermal fields of the Valley of Geysers. *Structure and
dynamics of vegetation and soils in nature reserves of
the RSFSR* Moscow, 1982, pp. 51–62. (In Russian)
- Red data book of Kamchatka. Vol. 2. (Plants, fungi and
thermophilic microorganisms). Ed. by O.A. Cherny-
agina. Petropavlovsk-Kamchatsky, 2007, 341 p. (In
Russian)
- Red data book of the Russian Federation (Plants and
fungi). Moscow, 2008, 855 p. (In Russian)
- Samkova T.Yu. Structure of vegetation cover of thermal
field as a reflection of spatial structure of hydrothermal
processes (by the example of the thermal fields of Pauz-

- Действующие вулканы Камчатки*. М., 1991, т. 1, с. 58–71.
- Трасс Х.Х. О растительности окрестностей горячих ключей и гейзеров долины реки Гейзерной полуострова Камчатки. *Исследование природы Дальнего Востока*. Таллин, 1963, с. 112–146.
- Трулевич Н.В., Плотникова А.С. Растительный покров бассейна реки Паужетки. *Ботанико-географические районы СССР. Перспективы интродукции растений*. М., 1974, с. 42–52.
- Чернягина О.А. Флора термальных местообитаний Камчатки. *Тр. Камчат. ин-та экологии и природопользования*, 2000, вып. 1, с. 198–227.
- Чернядьева И.В. Мхи полуострова Камчатка. СПб., 2012, 458 с.
- Якубов В.В. Материалы к флоре термальных источников Кроноцкого заповедника (Камчатская область). *Комаровские чтения*. Владивосток, 1996, вып. 42, с. 69–78.
- Якубов В.В. Сосудистые растения Кроноцкого биосферного заповедника (Камчатка). Владивосток, 1997, 100 с.
- Якубов В.В., Чернягина О.А. Каталог флоры Камчатки (сосудистые растения). Петропавловск-Камчатский: Изд-во «Камчатпресс», 2004, 165 с.
- Hultén E. Flora of Kamchatka and the adjacent islands. *Kungl. Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar*, 1927, Ser. 3, Bd. 5, no. 1, 346 p.
- Hultén E. The plant cover of Southern Kamchatka. *Arkiv för Botanik utgivet av Kungl. Svenska Vetenskapsakademien*. Andra serien, 1974, Bd. 7, Hf. 2-3, pp. 181–257.
- hetsy hydrothermal system). *Bulletin of KRAUNC. Earth Sciences*, 2007, № 2, issue 10, pp. 87–101. (In Russian)
- Samkova T.Yu. Impact of hydrothermal process on vegetation (by the example of Pauzhetsky hydrothermal system of Kamchatka). Abstract of diss. Cand. Biol. sci. Petropavlovsk-Kamchatsky, 2009, 24 p. (In Russian)
- Smaznova V.P. Geobotanical characteristics of thermal fields of Kamchatka. *Problems of Geography of Kamchatka*, 1982, issue 8, pp. 76–78. (In Russian)
- Sugrobov V.M., Yanovskiy F.A. Geothermal field of Kamchatka, the removal of heat by volcanoes and hydrothermal areas. *Active volcanoes of Kamchatka*. Moscow, 1991, vol. 1, pp. 58–71. (In Russian)
- Trass H.H. On the vegetation of the surroundings of hot springs and geysers of the Geyser valley of Kamchatka Peninsula. *The study of the Far East nature*, Tallin, 1963, pp. 112–146. (In Russian)
- Trulevich N.V., Plotnikova L.S. The vegetation cover of the Basin of Pauzhetka River. *Phytogeographical regions of the USSR. Perspectives of plant introduction*. Moscow, 1974, pp. 42–52. (In Russian)
- Yakubov V.V. Materials to the flora of the thermal springs of the Kronotsky State Reserve (Kamchatka region). *Komarov Memorial Lectures*. Vladivostok, 1996, issue 42, pp. 69–78. (In Russian)
- Yakubov V.V. Vascular plants of the Kronotsky biosphere reserve (Kamchatka). Vladivostok, 1997, 100 p. (In Russian)
- Yakubov V.V., Chernyagina O.A. Catalogue of the flora of Kamchatka (vascular plants). Petropavlovsk-Kamchatsky, 2004, 165 p. (In Russian)
- Zavadskaya A.V., Yablokov V.M., Prozorova M.V. GIS mapping of thermal fields based on the structure of vegetation cover (on the example of Geyzernaya river valley). *Proceedings of the Kronotsky State Reserve*. Issue 2. Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatpress, 2012, pp. 103–119. (In Russian)

VEGETATION COVER OF THE NIZHNE-TCHAZHMINSKY HOT SPRINGS (EASTERN KAMCHATKA)

Neshataeva Valentina Yurievna

Doctor of Biology, Head of Laboratory of Geobotany, Komarov Botanical Institute Russian Academy of Science; 2, Professor Popov Str., Saint-Petersburg, 197376, Russia; vneshataeva@yandex.ru

Neshataev Vasily Yurievich

Doctor of Biology, associated professor, Department of Botany and Dendrology, Saint-Petersburg State Forest-Technical University; 5, Institutsky Lane, Saint-Petersburg, 194021, Russia; vn1872@yandex.ru

Yakubov Valentin Vasilievich

Cand. Biol. sci., senior researcher, laboratory of vascular plants, Federal Research Center for Biodiversity Far-East Branch of Russian Academy of Science; 159, Prospect of 100-year Anniversary of Vladivostok, Vladivostok 690022, Russia; yakubov@biosoil.ru

Key words

thermophilous plant communities
vegetation cover structure
Nizhne-Tchazhminsky hot springs
Kronotsky Nature Reserve
Kamchatka

Abstract. The plant community diversity, species composition and community structure of rare thermophilic plant communities and aggregations of Nizhne-Tchazhminsky hot springs (Kronotsky Nature Reserve, Eastern Kamchatka) were studied. A number of rare and endangered species of vascular plants were revealed in the area of the hot springs. The horizontal structure of the plant cover was studied. In accordance with the temperature and moisture of the substrate, several vegetation microzones were distinguished.

Received for publication 24.11.2017