

Камчатский филиал ФГБУН Тихоокеанского института географии ДВО РАН
Центр охраны дикой природы

СОХРАНЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ КАМЧАТКИ И ПРИЛЕГАЮЩИХ МОРЕЙ

**Доклады
XII–XIII международных
научных конференций,
2011–2012 гг.**

**Conservation of biodiversity of Kamchatka
and coastal waters**

Proceedings of XII and XIII international scientific conferences
Petropavlovsk-Kamchatsky, 2011–2012



**СОХРАНЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ
КАМЧАТКИ И ПРИЛЕГАЮЩИХ МОРЕЙ**

Петропавловск-Камчатский
Издательство «Камчатпресс»
2013

УДК 57 (265.53)
ББК 28.688
С54

Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей : Доклады XII–
С54 XIII международных научных конференций. – Петропавловск-Камчатский : Камчатпресс,
2013. – 170 с.

ISBN 978-5-9610-0208-9

Сборник включает отдельные доклады состоявшихся 14–15 декабря 2011 г. и 14–15 ноября 2012 г. в Петропавловске-Камчатском XII и XIII международных научных конференций по проблемам сохранения биоразнообразия Камчатки и прилегающих к ней морских акваторий. Рассматривается история изучения и современное биоразнообразие отдельных групп флоры и фауны полуострова и прикамчатских вод. Обсуждаются различные аспекты сохранения биоразнообразия в условиях возрастающего антропогенного воздействия.

УДК 57 (265.53)
ББК 28.688

Редакционная коллегия:

В.Ф. Бугаев, д.б.н., А.М. Токранов, д.б.н. (отв. редактор), О.А. Чернягина

Перевод на английский язык Т.А. Пинчук

Издано по решению Ученого Совета КФ ТИГ ДВО РАН

Книга издана при поддержке Фонда Джона Д. и Кэтрин Т. Макартутов

ТЕРМОПРОЯВЛЕНИЯ ВЕРХОВЬЕВ РЕКИ АНАВГАЙ: РЕЖИМ ОХРАНЫ, ИЗУЧЕНИЕ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Ю.А. Василевский, В.В. Бурый, Н.И. Нестерова

Северный участок КГБУ «Природный парк „Вулканы Камчатки“» (Быстринский природный парк)

В данной статье изложены результаты экологических, геологических и ботанических исследований, проведенных авторами в районе термопроявлений в 2010 и 2012 годах. Дана оценка состояния термальных площадок, развитых на них биценозов. Проведено картирование популяций краснокнижных видов растений, выделены модельные площадки для мониторинга состояния указанных популяций. Определены границы охранных зон термопроявлений и режим, необходимый для обеспечения сохранности экосистем термопроявлений в целом и каждого их компонента в отдельности. Выдвинуто и обосновано предложение об организации округа горно-санитарной охраны в верховьях р. Анавгай. Изложены соображения по экологически безопасному освоению рекреационного потенциала данной территории и термопроявлений в Камчатском крае, обеспечению сохранности их экосистем.

THERMAL SPRINGS OF ANAVGAY HEADWATERS: REGIME OF PROTECTION, STUDYING, USING

Y.A. Vasilevskiy, V.V. Buryi, N.I. Nesterova

North district of Nature park «Volcanoes of Kamchatka» (Bystrinsky nature park)

This article presents the results of ecological, geological and botanical observations conducted within the area of Anavgay thermal springs in 2010 and 2012. Conditions of thermal springs plots and their biotic communities were estimated. Mapping of plant populations of rare species was carried out and model plots for monitoring of these populations state were established. Borders of protected zones and regime required for conservation of thermal springs ecosystems as a whole and for all separated components were described. Proposal on organization of mountain-sanitary area of protection in Anavgay headwaters was reasoned. Our understandings about ecological development of recreation potential of this area and thermal springs' areas in Kamchatka region and support for conservation of these ecosystems were summarized.

Базовым материалом данной статьи является «Отчет о полевых работах, проведенных исследовательско-мониторинговой группой Быстринского природного парка в верховьях р. Анавгай в 2010 и 2012 гг.», рассматриваемый исполнителями (В. Бурый, А. Василевский, Н. Нестерова) как дополнение к ранее исполненной работе по обоснованию внутреннего зонирования природного парка «Быстринский» (Казаков и др., 2010). Объектом исследований являлись экосистемы термопроявлений в верховьях р. Анавгай. Район работ располагается в пределах Срединного хребта п-ва Камчатка, в приводораздельной зоне Быстринского хребта, на территории ООПТ «Природный парк „Быстринский“», вблизи его северо-восточной границы (рис. 1).

Указанные экосистемы представлены Оксинско-Аппапельской группой термальных источников: Оксинскими, Аппапельскими, Агликичскими, Опалькинскими, а также с ними связанными термальными площадками с развитыми на них уникальными термофильными растительными и альгобактериальными сообществами на специфичном почвенном покрове, созданном и поддерживаемом тепловым потоком, и при участии в почвообразовании вещества подземных гидротермальных бассейнов, являющихся зонами питания данных источников (Новограбленов, 1932; Кириченко, Чернягина, 2004). Постановлением губернатора Камчатской области статус особо охраняемой территории закреплен за Аппапельскими источниками (в составе памятника «Аппапельская баба», сама «Аппапельская баба» уничтожена в ходе геологопоисковых работ), с площадью 4 га, перекрывающей менее 25 % экосистемы термопроявления долины руч. Аппапель (Илюшкина, Завадская, 2008). В течение последних ста лет Оксинские источники являются наиболее широко используемым местным населением объектом стихийной бальнеологии (Новограбленов, 1932), в то время как Аппапельские ключи местным населением ранее не использовались (Пийп, 1937). Местные старожилы уверяют, что используют Аппапельские источники и Верхне-Аппапельские грязи в бальнеологических целях с конца 60–70-х годов прошлого столетия.

С середины – конца 1960-х годов до 1980-х в этом районе проводились геологопоисковые и геологоразведочные работы на золото и ртуть. Для обеспечения геологоразведочных работ была сооружена автомобильная дорога от села Анавгай. К настоящему времени дорога приемлема только для движения гусеничной техники и некоторых спецсредств передвижения повышенной проходимости, поскольку разрушены все мосты, колея разбита водными потоками и гусеничной техникой. В ходе транспортных и геологопоисковых работ нанесен довольно серьезный ущерб экосистемам Опалькинского и Аппапельского термопроявлений.

Около 10 лет тому назад землеотвод на Оксинских ключах получил в прошлом сенатор от КАО, а ныне губернатор Амурской области г-н Кожемяко. Непосредственно на термальной площадке началось сооружение рекреационно-бальнеологической базы, изначально предназначенной для приема vip-персон. Строительные работы, ориентированные на повышение комфортности данной базы, велись до последних лет. Спустя несколько лет данный объект сменил собственника. Ко времени исполнения данной работы (лето 2010 года) два землеотвода площадью по 3 га на термальных площадках Оксинских и Нижне-аппапельских ключей находятся в аренде ООО «Алней», бывшего и при г-не Кожемяко распорядителем и застройщиком Оксинской базы. Очевидно, та же роль исполнялась данным предприятием и при нынешнем собственнике, г-не Ваксельберге. К настоящему времени произошли изменения в управлении выше указанными землеотводами и Оксинской базой.

Оба землеотвода переданы в аренду ООО «Алней» на основании договора аренды лесного участка для осуществления рекреационной деятельности от 26.06.2008 года, договор от имени агентства лесного хозяйства Камчатского края подписан врио руководителя данного учреждения О.А. Поршневым. В этом документе нет упоминания о том, что передаваемые в аренду гектары находятся в пределах особо охраняемой природной территории; что источники, расположенные в пределах арендуемой площади, являются особо ценными краеведческими объектами; что на термальных площадках развиты эндемичные и краснокнижные виды; что данные источники относят к высоколечебным; что экосистемы термопроявлений крайне неустойчивы к антропогенному воздействию.

Учитывая высокий рекреационный потенциал данной территории, причем задействованный в стихийной форме (бальнеология) с давних времен, интерес к ней, проявляемый в настоящее время, перспективность ее рекреационного потенциала для развития экономики в Быстринском районе в отчете по теме «Научно-исследовательские работы по обоснованию внутреннего зонирования природного парка „Быстринский“ на территории Быстринского р-на Камчатского края», выполненном Камчатским филиалом Тихоокеанского института географии ДВО РАН (Казakov и др., 2010), в верховьях р. Анавгай предлагается создание зоны обслуживания посетителей. Но в главе «Зоны обслуживания посетителей» (с. 51) указывается следующее: «В особой и неотложной охране нуждаются экосистемы, формирующиеся в районах гидротермопроявлений, где у источников различного минерального состава и температуры формируются термофильные растительные и альгобактериальные сообщества. Они имеют выдающуюся научную ценность как местообитания реликтовых и эндемичных видов, как места современного

видообразования, как рефугиумы и хранилища уникальных генотипов. Учитывая достаточно сложный рельеф территории, узкие долины р. Анавгай и ее притоков, необходимо введение санитарных, водоохраных и горносанитарных зон, особо охраняемых эталонных участков вокруг термальных и минеральных источников. Выбор мест для строительства объектов бальнеологии требует отдельной экологической, архитектурной и инженерно-строительной проработки».

С учетом всего выше указанного исследовательско-мониторинговая группа природного парка «Быстринский» определила цели и задачи полевых работ сезона 2010 года в верховьях р. Анавгай в следующем:

1. Оценка состояния экосистем термопроявлений в верховьях р. Анавгай, степени воздействия на них антропогенных факторов.
2. Определение границ (переходных зон) этих экосистем.
3. Определение границ зон особой охраны, обеспечивающих сохранность экосистем термопроявлений от воздействия антропогенных факторов.
4. Выделение в пределах этих зон особо охраняемых эталонных участков (площадок).
5. Определение (ориентировочно) стационарных баз (мест постоянного размещения посетителей и обслуживающего персонала).



Рис. 1. Местоположение района исследований

Физико-географическая характеристика района исследований

В орографическом отношении рассматриваемый район представляет собой среднегорье с абсолютными отметками 600–1700 м со значительно расчлененным альпинотипным рельефом. Гидрографическая сеть представлена верховьями р. Анавгай, ее многочисленными притоками и мелкими озерами преимущественно ледникового происхождения. В долине Анавгай на площадях, прилегающих к участкам выполаживания русла, на широких надпойменных террасах развиваются болота.

Растительность рассматриваемого района имеет четко выраженную высотную зональность, хорошо прослеживаемую от русла р. Анавгай в долину и далее вверх по склонам. Для прирусловой части (поймы) характерны пойменные леса: ива, ольха, тополь. От зоны пойменных лесов по обоим бортам долины р. Анавгай и ее наиболее крупного притока р. Агликич и далее вверх по склонам до абс. отм. 850 м произрастают преимущественно лиственничники кустарниково-разнотравные с примесью каменной березы до 50 %, с кедровым и ольховым стлаником в подлеске. Единичные лиственницы, в т. ч. значительное количество хорошо развитых молодых деревьев, встречены на отм. 950 и более метров. Лиственничники перемежаются стланиковыми лесами, преимущественно кедровостланиками, сплошной покров которых уходит до отм. 1000, местами более, метров. Выше зоны стланиковых лесов – зона кустарничково-травяной тундры, переходящая в низкотравье с мхами, лишайниками на элювиально-делювиальных отложениях, курумах, скалах.

Регулярных метеонаблюдений в данном районе не проводилось, поэтому все сведения о климате получены из собственных наблюдений, сведений охотников-промысловиков, обслуживающего персонала и строителей рекреационной базы на Оксинских ключах. Из этих сведений, сопоставленных с характером растительности в данном районе, вытекают следующие выводы о климате: климат субконтинентальный, с холодной зимой и коротким, но довольно теплым летом. Сильные ветра, пурги для верховьев р. Анавгай не характерны. Класс погод можно принять прохладный, а в теплое время (конец июня – середина августа) возможно как комфортный. То есть погодные условия вполне благоприятны для рекреационной деятельности.

Экосистемы термопроявлений в верховьях р. Анавгай

Экосистемы термопроявлений верховьев р. Анавгай – природные образования, в которых живое вещество, развитое на термальных площадках, находится в теснейшей функциональной взаимосвязи и взаимообусловленности с косным веществом и энергией (тепловым потоком), исходящими из земных недр. Эта взаимосвязь материи живой и косной (биоты термальных площадок и теплового потока с выносом минерального вещества из недр в форме растворенных в воде ионов и газов) и обязывает нас рассматривать термальные площадки с развитой на них биотой, почвенным слоем, подпочвой и гидротермальную зону с каналами перемещения термальных вод к дневной поверхности (трещины, разломы в литосфере) и прогретыми теплом недр приповерхностными участками земной коры как целостное природное образование – экосистему. Такое заключение исходит из анализа причинно-следственных связей в развитии биоты термальных площадок и ходе гидротермального процесса в сопряженной с ними гидротермальной зоне: изменения термодинамических параметров, направления и интенсивности выноса вещества и энергии, происходящие глубоко в недрах, в гидротермальной зоне, приводят к изменениям теплового потока, дебита, общей минерализации, ионного состава термальных вод, ряда иных параметров (геофизические поля, газовые эманаии), приводящих к изменениям среды в пределах термальных площадок. Изменяются размеры и конфигурация площадок, минеральный состав и температурный режим почв, другие параметры биотопа в пределах термальных площадок, вследствие чего возникают условия, приводящие к изменениям в биоценозе, населяющем данный биотоп: биопродуктивности, длительности вегетационного периода, видовом составе и соотношении видов биоты и т. п. Достаточно радикальные изменения в недрах имеют следствием изменения в тепловом потоке и привносе вещества к термальным площадкам столь существенные, что в состоянии вызвать коренную перестройку всей экосистемы термопроявления, включая ее образование и ликвидацию.

Экосистемы термопроявлений – весьма часто образования довольно разнообразные по составу и свойствам почв и пород, слагающих термальные площадки, температуре и ионному составу вод термальных источников, видовому составу и соотношению видов биоты на разных термальных площадках, даже в пределах одной группы источников. Порой вблизи горячих ключей, на расстоянии в несколько десятков метров, бывают холодные минеральные источники (холодные термы). Многочисленны «холодные» площадки с отложениями травертинов, илов; с почвенным покровом, созданным при участии вещества, осаждаемого из термальных вод, на которых в настоящее время не обнаруживаются источники. Часто эти площадки в хорошей сохранности, слабо затронуты экзогенными процессами, со слабо развитым последующим («посттермальным») почвообразованием либо вообще без каких-либо следов ононого. Эти площадки, порой образующие обширные поля (Нижнеаппапельские источники, пойма по правому борту Анавгай, при устье руч. Аппапель) – свидетельства сравнительно недавно прекратившегося излияния термальных вод.

Выше указанное свидетельствует о том, что экосистемы термопроявлений являют собой весьма динамичные природные образования, изменчивые во времени и пространстве, порой короткоживущие (Дворов, Дворов, 1976), что должно учитываться при решении вопроса о регулярности наблюдений, обследований. Таким образом, при определении границ (переходных зон) экосистем термопроявлений необходимо учитывать, что в эти экосистемы входят следующие компоненты:

1. Гидротермальные зоны (гидротермы). Вероятно, включая те глубинные участки литосферы, где могут располагаться магматические очаги и откуда поступает к гидротерме поток вещества и энергии, определяющий ход гидротермального процесса.

2. Разломы, трещины в земной коре, по которым циркулируют к дневной поверхности гидротермальные растворы, поднимается тепловой поток к термальным площадкам.

3. Приповерхностные участки земной коры, прогреваемые тепловым потоком, идущим из недр.

4. Термальные площадки, как действующие, так и те, к которым в сравнительно недавнее время прекращен подъем вещества и энергии от гидротермальной зоны.

Достоверно определить границы (переходные зоны) экосистем термопроявлений возможно только в их проявлении на поверхности. Параметры той части гидротермальной зоны, что располагается на глубине в сотни метров и более от поверхности (ее размеры в литосфере, физические, геохимические характеристики гидротермального процесса и т.п.), могут быть установлены только предположительно, в самых общих чертах.

Для наиболее значительных экосистем термопроявлений (Аппапельское, Окси), с большим дебитом и температурой термальных вод, обширными термальными площадками, характерно развитие лиственной дендрофлоры (береза, ольха) на периферии термальных площадок. Хвойные (лиственница, кедровый стланик) развиваются слабо либо отсутствуют вовсе. В отношении кедрового стланика представляется вероятным предположение о конкуренции разнотравья, получающего преимущество в развитии благодаря более благоприятному тепловому режиму, и слабом развитии либо отсутствии сезонной мерзлоты, что может привести к образованию неприемлемых для развития кедровостланика почв и режима водного питания (Казakov Н.В, устное сообщение).

По характеру растительности, прогреву почвы (на ощупь) выявлялись зоны скрытой разгрузки гидротерм, которые, наряду с оценкой общего состояния и видового состава растительности на периферии термальных площадок, могли дать более полное представление об истинных размерах экосистем термопроявлений (Смазнова, 1982).

Принципы и методы определения границ зон особой охраны, принятые исполнителями

При определении границ зон особой охраны необходимо учесть то обстоятельство, что эти зоны должны обеспечивать безопасность от вероятного антропогенного воздействия столь специфичное природное образование, как экосистему термопроявления. Необходимо учесть вероятность антропогенного (техногенного) воздействия на ту часть экосистемы, что располагается в приповерхностных слоях литосферы на глубинах, где в наших условиях возможно такое воздействие. На практике таковыми могут быть: производство горных, буровых работ, строительство и эксплуатация зданий, сооружений, объектов инфраструктуры (ЛЭП, дорог и т.д.), производство взрывных работ, какие-либо иные воздействия на окружающую среду, способные привести к изменениям гидротермального режима в недрах. Поэтому плоскость падения границы в земной коре от дневной поверхности принимается не вертикальной, а под углом в 45° с падением от экосистемы, что способно предупредить вероятное воздействие буровых и иных работ на экосистему термопроявления, способных вызвать ее нарушение. При крутизне склона, по которому падает плоскость границы, больше 45° границей является контакт рыхлых отложений и коренных пород на склоне.

Границы зон особой охраны на дневной поверхности определялись с учетом особенностей рельефа, гидросети, расположения термальных площадок в ландшафте. В качестве границ принимались естественные, созданные природой рубежи, способные остановить либо ограничить антропогенное воздействие. Таковыми признавались водоразделы, берега водотоков, кромка обрывов террас либо их подошва, моренные гряды. Учитывалось также вероятное развитие гидротермальных зон по разломам, контактам, вероятность взаимосвязи гидротермальных зон с интрузивными образованиями. Выявлялись гидротермально измененные породы в обнажениях, учитывалось их вероятное простираие под их перекрывающими отложениями.

Вариант границ зон особой охраны экосистем термопроявлений, представленный в данной работе (Бурый и др., 2012), нельзя рассматривать как раз и навсегда установленный. По мере освоения рекреационного потенциала верховьев р. Анавай, а следовательно, увеличения антропогенной нагрузки, эти границы могут (и должны) уточняться. Эту работу разумно проводить с привлечением всей необходимой информации, с детальным изучением экосистем термопроявлений специалистами разных областей естествознания, как биологами, так и геофизиками, гидрогеологами, геохимиками. Данную работу не-

обходимо провести до того, как резко увеличится антропогенная нагрузка на экосистемы термоявления вследствие каких-либо конкретных действий в этом направлении. В частности, перед тем, как приступить к проектированию и строительству стационарных рекреационных объектов.

Охранный режим и правовой статус зон особой охраны экосистем термоявления

При установлении охранный режим на территории выделяемых зон особой охраны экосистем термоявления необходимо учитывать то обстоятельство, что охранный режим на данных территориях должен обеспечивать охранные функции как в отношении термальных источников, лечебных грязей, так и в отношении уникальных термальных биотопов, развитых на них и на периферии термальных площадок. Таким образом, данная охранный зона должна учитывать охранный специфику всех подлежащих охране компонентов экосистемы термоявления.

Обеспечить требуемый охранный режим на территории такой зоны применительно к термальным источникам, создаваемым ими физическо-химическим параметрам термальных площадок, представляется возможным организацией округа горно-санитарной охраны. В пределах таких округов выделяют до 3 зон режима горно-санитарной охраны. Наиболее жесткий охранный режим – в первой зоне.

Охранный режим и существенное ограничение антропогенного воздействия, принятое для первых зон горно-санитарной охраны, все же не обеспечивают необходимые условия сохранности альгофлоры и редких (эндемичных) видов на термальных площадках и их периферии. Представляется необходимым в пределах 1-ых зон ввести ограничения антропогенного воздействия требованиями режима зон особой охраны. В пределах 1-ых зон режима горно-санитарной охраны возможно выделение эталонных площадок развития термофильных, редких и эндемичных видов. Границы данных площадок, включающие ряд термальных площадок целиком, должны быть зафиксированы определением координат и вынесены на местность (количество реперов – в зависимости от размеров и конфигурации площадки, но не менее 2-х). Охранный режим эталонных площадок должен быть сформулирован и закреплён в «Положении» данного округа горно-санитарной охраны.

Но в «Положении об округах санитарной и горно-санитарной охраны лечебно-оздоровительных местностей и курортов федерального значения» пункт 13, 1-й абзац:

«Режим 2-й зоны устанавливается для территории, с которой происходит сток поверхностных и грунтовых вод к месторождениям лечебных грязей, минеральным озерам и лиманам, пляжам, местам неглубокого залегания незащищенных минеральных вод, для естественных и искусственных хранилищ минеральных вод и лечебных грязей...».

Выделяемые зоны особой охраны экосистем термоявления являются, исходя из вышеизложенного, а также принципов и методов определения границ зон особой охраны (гл. 4), вторыми зонами режима горно-санитарной охраны. Но в приводимом «Положении» (п. 12, абз. 5 и 6) относительно границ первой зоны режима горно-санитарной охраны указано следующее:

«Для скважин, источников и др. очагов разгрузки минеральных вод границы первой зоны устанавливаются в зависимости от степени естественной защищенности месторождения, но на расстоянии не менее 15 метров от оголовка скважины или контура очага разгрузки;

для месторождений лечебных грязей границы первой зоны устанавливаются в зависимости от естественной защищенности месторождения, его типа и гидрологического режима, но на расстоянии не менее 25 метров от нулевых границ залежи или от линии максимального многолетнего уровня водоема».

То есть границы первой зоны, согласно «Положения об округах санитарной и горно-санитарной охраны...», устанавливаются, исходя из природных особенностей локализации конкретных бальнеологических объектов, их естественной защищенности, и имеют лишь минимальные параметры расстояний от границы охранный зоны до бальнеологического объекта. На исследованных нами экосистемах имеем следующее:

1. Термоявления очень динамичны, изменчивы по параметрам как в пространстве, так и во времени, причем эти изменения практически непредсказуемы.
2. Термоявления крайне уязвимы для разного рода воздействий как природного, так и антропогенного характера, что уже проявлено в истекшие несколько десятков лет.
3. Располагаются в пределах современного вулканогенного пояса, в сейсмоопасной зоне.
4. Локализованы в сложных геологоструктурных условиях, зонах развития гидротермальных процессов в приповерхностных горизонтах земной коры.
5. Находятся в сложных морфоструктурных условиях, в пределах селавиноопасных зон, развития склоновых, мерзлотно-солифлюкционных и др. процессов, имеющих следствием довольно динамичную перестройку ландшафта.
6. В пределах экосистем термоявления, на термальных площадках и их периферии развиты редкие, в т. ч. эндемичные, флоро-фаунистические и альгобактериальные сообщества, нуждающиеся в осо-

бой охране, в эталонных площадках и охранный (буферной) зоне этих площадок.

7. Аппапелские ключи признаны особо ценным природным объектом (Илюшкина, Завадская, 2008). Предлагается границы охранный зоны экосистемы термопроявления руч. Аппапель признать границами памятника природы.

На основании выше перечисленного считаем вполне обоснованным границы зон особой охраны экосистем термопроявлений, определяемые на основе принципов и методов, изложенных в главе 4, считать границами режима первой зоны горно-санитарной охраны.

Аппапелское термопроявление (рис. 2)

Термопроявление расположено в правом борту р. Анавгай, в ее верховьях. Проявляется на дневной поверхности двумя группами источников и с ними связанных термальных площадок: Нижнеаппапелскими, развитыми по правому борту Анавгай под высокой (7–15 м) надпойменной цокольной террасой, и в нижней части склона сопки техногенными выходами термальных вод на дне разведочных канав; Аппапелскими, развитыми в верховьях руч. Аппапел, в его пойме и правом борту. Данные источники, наряду с Оксинскими – используемый местным населением объект «стихийной бальнеологии». Используются в лечебных целях не только воды источников, но изредка лечебные грязи и газовые эманации Аппапелских ключей, насыщенная биологически активными компонентами альгофлора Нижнеаппапелских ключей.

В пределах экосистемы Аппапелского термопроявления вполне уверенно выделяются две экосистемы подчиненного порядка – долины руч. Аппапел и Нижнеаппапелское, которое сформировано вдоль надпойменной террасы правого борта долины р. Анавгай. Эти экосистемы, в свою очередь, представляют собой сочетание экосистем подчиненного порядка, формирующихся сближенными термальными источниками либо отдельными выходами термальных вод (термальные площадки) с участками дневной поверхности, не затронутыми геотермальными процессами, либо со следами таких процессов в прошлом («холодные» термальные площадки).

Термопроявление долины руч. Аппапел. Данное термопроявление располагается в трогообразной долине верховьев руч. Аппапел, вниз по течению, где источники термальных вод не обнаруживаются, переходящей в V-образную. Ручей Аппапел дренирует разлом субмеридионального простирания, пересекаемый субширотным разломом. Оба разлома секут интрузию липаритов (госгеолкарта М. 1 : 200 000, лист О-57 XXXIV). Термальные источники, в т. ч. кипящие, развиты от узла пересечения разломов вниз по руч. Аппапел, причем к нижней части трогообразной долины, где развиты термальные болотца, температура и дебит источников коренным образом не меняются. В долине ручья выявлено 44 источника (Новограбленов, 1929), из них 6 со всей определенностью можно признать кипящими. В. Семенов выделяет 9 кипящих грифонов (Лодис, Семенов, 1993). На запад, на протяжении 150–200 м от узла пересечения разломов, по субширотному разлому, дренируемому небольшим, пересыхающим в лето ручьем, наблюдается около десятка «холодных» термальных площадок.

Экосистема термопроявления долины руч. Аппапел представляет собой крайне неустойчивую геотермальную экосистему (геосистему) в отношении вероятного антропогенного воздействия. В ее пределах, как на термальных площадках, так и на их периферии, располагаются местообитания эндемичных и исчезающих видов растений, в том числе занесенных в Красную книгу (Красная книга Камчатки, 2007; Черныгина, Якубов, 2009). Для определения возможностей использования территории в рекреационных, (познавательных-просветительских) целях и предельно допустимой антропогенной нагрузки, необходимы дополнительные исследования, в том числе разломной тектоники, характера и режима гидротермального процесса в приповерхностной зоне, под чехлом рыхлых отложений. В настоящее время вблизи термопроявления проблематичен даже выбор места для смотровой площадки экскурсионного обслуживания.

Нижнеаппапелское термопроявление. Термопроявление приурочено к крупному разлому, развитому вдоль цокольной террасы правого борта р. Анавгай, перекрытому аллювиальными отложениями поймы. В северо-восточном фланге термопроявления, в нижней части трех разведочных канав имеются три термоминеральных источника. Явно техногенного происхождения. Зоной разгрузки подземных вод на данной площади является высокая надпойменная терраса, ее кровля и подошва при обрыве. По краю кровли наблюдаются несколько высачиваний термальных вод, одно довольно обильное. В подошве террасы, в ее северо-восточной части, имеется несколько «холодных» термальных площадок со слаботермальными и холодными источниками.

Вниз по течению Анавгай, под обрывом террасы, выходит на поверхность источник со сравнительно высокой (78 °С) температурой воды и с дебитом 0,5 л/сек (Лодис, Семенов, 1993). Воды этого источника смешиваются с водами холодных и термальных низкотемпературных источников, и в примитивной купальне, сооруженной ниже по ручью, вода достигает вполне комфортной температуры около 40 °С. В воде источника в изобилии присутствуют термофильные водоросли.

В 150 м от указанного выше источника вниз по пойме Анавгай, под террасой, переходящей в склон

сопки, располагается обширное поле сближенных «холодных» термальных площадок. Сколь-либо значительных источников не наблюдается. Характерна обильная обводненность, заболоченность, которая, вероятно, вызвана наличием скрытой разгрузки вод Аппапельского ручья.

Зона особой охраны экосистемы Аппапельского термоявления (рис. 3). В пределах указанной охранной зоны предлагается установить режим 1-й зоны горно-санитарной охраны. На территории таких зон запрещено проживание, осуществление всех видов хозяйственной деятельности, за исключением работ, связанных с исследованиями и использованием природных ресурсов в лечебно-оздоровительных целях при условии применения экологически безопасных и рациональных технологий. На Нижнеаппапельском термоявлении рекомендуется сохранить для бальнеопроцедур существующую купальню, в которой сочетаются вполне комфортная температура воды с обилием альгофлоры, имеющей лечебные свойства, чем и ограничить в настоящее время рекреационное использование термоявления (рис. 2). Для этой цели представляется возможным изъять необходимую площадь из зоны особой охраны термоявления.



Рис. 2. Аппапельские термоявления

В пределах данной охранной зоны (первой зоны горно-санитарной охраны) недопустимо производство любых буровых работ, в т. ч. связанных с извлечением термальных вод в целях отопления и бальнеолечения, поскольку скважинами легко нарушить природный режим термальных вод, что приведет к изменению физ-хим параметров источников, сокращению их дебита до полного исчезновения. Как следствие – вероятное снижение бальнеологической ценности источников, гибель ценных термофильных растительных и альгобактериальных сообществ, развитых в образованных ими экосистемах (экотопах).

Под капитальное и временное строительство в целях рекреационного освоения Аппапельского термоявления предполагаются терраса по левому берегу р. Анавгай, сложенная ледниковыми образованиями, либо площадка под рекреационное освоение Опалькинского термоявления в левом борту руч. Опалька.

Экологические и правовые ограничения антропогенного воздействия освоения рекреационного потенциала Аппапельского термоявления. В целях освоения рекреационных ресурсов Аппапельского

термопроявления целесообразным представляется террасу левого берега р. Анавгай напротив термопроявления выделить как третью зону режима горно-санитарной охраны. Но такой вариант невозможен по следующим причинам:

1. Данная терраса представляет собой область стока поверхностных и подземных вод в отношении расположенного ниже по течению Опалькинского термопроявления, расстояние до которого от подошвы террасы менее 1 км. Таким образом, эта территория, согласно «Положению об округах санитарной и горно-санитарной охраны ...», п. 13, абз. 1 (см. гл. 5), относится ко второй зоне режима горно-санитарной охраны Опалькинского термопроявления.

2. Аппапельское термопроявление представляет собой близповерхностную обширную гидротермальную зону со слабой степенью естественной защищенности, на флангах которой необходима буферная территория (зона) со значительными ограничениями по антропогенному воздействию. Таковой может рассматриваться вторая зона режима горно-санитарной охраны.

При сооружении рекреационной базы – санаторно-лечебно-туристического центра (СЛТЦ) в трактовке работы «Подготовка атласа карт и условия размещения термальных и холодных минеральных источников Камчатской области, перспективных для хозяйственного освоения» (Кириченко и др., 2005), необходимо учитывать ограничение по санитарно-эпидемиологическим и экологическим нормам на сброс сточных вод, сводящее к их фактическому запрету: в законе РФ «О природных лечебных ресурсах, лечебно-оздоровительных местностях и курортах» от 23 февраля 1995 года № 26-ФЗ (действующая редакция на 15 января 2010 г.), ст. 16 «Организация санитарной (горно-санитарной) охраны природных лечебных ресурсов, лечебно-оздоровительных местностей и курортов» п. 3, абз. 3 указано: «На территории второй зоны запрещается размещение объектов и сооружений, не связанных непосредственно с созданием и развитием сферы курортного лечения и отдыха, а также проведение работ, загрязняющих окружающую природную среду и приводящих к истощению природных лечебных ресурсов...».

Размещение объектов и сооружений, связанных непосредственно с созданием и развитием базы рекреационного освоения Аппапельского термопроявления, предполагает обязательным соблюдение соответствующих санитарно-гигиенических, противозoonиологических норм, что невозможно без сооружения систем канализации (сбора), очистки и сброса стоков. Возможен вариант сооружения септиков с вывозом сточных вод и их доочисткой и сбросом за пределами второй зоны режима горно-санитарной охраны, либо канализационного трубопровода до очистных, располагаемых в третьей зоне. Вариант очистки и утилизации сточных вод – на усмотрение контрольных органов (Росприроднадзора, Ростехнадзора, Санэпиднадзора) по обследованию данной площадки (террасы левого борта р. Анавгай), изучению состава, мощности, свойств (в т. ч. фильтрационных) рыхлых отложений и верхнего горизонта их подстилающих коренных пород гидрогеологами.

В связи с вышеизложенным предлагается ограничить антропогенное воздействие на террасу левого борта Анавгай (площадка под временное и капитальное строительство) сооружением на ней грузовых площадок, остановочного пункта, трансформаторной подстанции и иных объектов, необходимых для рекреационной деятельности на Аппапельском термопроявлении. Численность персонала, постоянно пребывающего на данной территории, должна свестись к минимуму. Из рекреационных учреждений – только пансионаты (базы), ориентированные строго на лечебно-бальнеологическую деятельность. Размещение туристов и персон, ориентированных на бальнеологические процедуры общеоздоровительного характера, а также части персонала, обслуживающего рекреационную деятельность на Аппапельском термопроявлении, следует производить на площадке под рекреационное освоение Опалькинского термопроявления (лев. борт руч. Опалька), либо за пределами второй зоны (база геологов «Снежная» и ниже по Анавгаю).

Все соображения, изложенные выше, возможно принять во внимание только по проведении дополнительных исследований на термопроявлении и предполагаемой под капитальное и временное строительство террасы левого борта долины р. Анавгай: разломной тектоники, состава и свойств коренных и перекрывающих коренные рыхлые пород, размещения и параметров гидротермальных очагов, гидрогеологических характеристик пород, миграции подземных вод и т. д. В настоящее время, на основе имеющейся информации, террасу левого борта напротив термопроявления можно считать приемлемой только для размещения временных палаточных лагерей.

Опалькинское термопроявление

Термопроявление располагается в 2 км на юг от Аппапельского, при впадении руч. Опалька в р. Анавгай, левом борту р. Анавгай, правом борту руч. Опалька. Связано с весьма вероятным разломом северо-восточного простирания, перекрытым аллювиальными, ледниково-флювиогляциальными рыхлыми образованиями, верхнеплейстоценовыми эффузивами. Ниже по течению руслом р. Анавгай разработан узкий, в ширину русла, и глубокий, до 15 м, живописный каньон в эффузивном покрове, перекрывающем долину реки. Цоколь террасы левого высокого берега руч. Опалька сложен, очевидно, этими породами.

Термопроявление представляет собой группу сближенных выходов (высачиваний) на надпойменной террасе правого берега руч. Опалька, близ берегового обрыва русла р. Анавгай. Надпойменная терраса руч. Опалька сложена аллювиальными, флювиогляциально-аллювиальными рыхлыми отложениями, местами заболочена, с хорошо развитым травяным покровом, кочкарником. Древесно-кустарниковая растительность представлена куртинами ивняка, ольховостланика, одиночными кустами. Термальная площадка по площади не превышает первые сотни квадратных метров. Отложения хемогенных осадков крайне незначительны. Площадка прогревается восходящим из недр тепловым потоком, на ее поверхности развита термофильная флора.

Термопроявление изуродовано дорогой, проложенной гусеничной техникой и автомобилями повышенной проходимости. Полоса вдоль берегового обрыва р. Анавгай сравнительно сухая, не пропитанная водой термальных источников. Но почва на ощупь здесь со стороны источников сравнительно прогрета. Очевидно, имеет место скрытая разгрузка термальных вод в р. Анавгай.

Зона особой охраны экосистемы Опалькинского термопроявления (рис. 3). Использование термоминеральных вод затруднено характером разгрузки (высачивания). Представляется возможным отбор термоминеральных вод для бальнеологии и термального водоснабжения (отопления) сравнительно не-



Рис. 3. Зоны особой охраны термопроявлений

большого рекреационного центра из буровой скважины. Параметры термопроявления, и в частности эксплуатационный ресурс, позволяют на это рассчитывать (Кириченко и др., 2005; Кириченко О., Кириченко В., 2006). При этом необходимо поставить задачу сохранения термальной площадки и, несмотря на значительное расстояние до Аппапельских ключей, учесть вероятность возможной гидравлической взаимосвязи Аппапельского и Опалькинского гидротермальных бассейнов. Необходимо, до исполнения буровых работ, провести изучение особенностей строения гидротермальных очагов термопроявлений, разломной тектоники, фильтрационных, водоупорных свойств горных пород и геологических структур геофизиками и гидрогеологами. Под буровые работы, эксплуатацию скважины изъять из зоны особой охраны термопроявления минимально необходимую площадь, либо забуриваться вне пределов

зоны особой охраны. В пределах данной охранной зоны предлагается установить режим 1-й зоны горно-санитарной охраны.

Под капитальное и временное строительство для целей рекреационного освоения Опалькинского и Аппапельского термопроявлений вполне подходит цокольная терраса левого берега руч. Опалька. Коренные породы на террасе, как можно судить по каньону р. Анавгай, залегают на сравнительно небольшой глубине, что должно позволить строить надежные, устойчивые здания. Привлекательны также живописная горно-лесная местность, близость рекреационного объекта (Опалькинское термопроявление), сравнительно небольшое расстояние до Аппапельских ключей.

По оценке специалистов (Кириченко и др., 2005; Кириченко О., Кириченко В., 2006), Опалькинское термопроявление является несколько более перспективным к рекреационному освоению в сравнении с Аппапельским. Представляется обоснованным его первоочередное освоение, и с накопленным опытом экологически грамотного, рационального освоения рекреационно-бальнеологического потенциала, с уже созданной базы на Опальке, подступать к освоению Нижнеаппапельского термопроявления. Но следует отметить, что сходство бальнеологических характеристик Опалькинских и Аппапельских термальных вод (Кириченко и др., 2005) позволяет ограничиться рекреационным освоением Опалькинского термопроявления.

К освоению Опалькинского термопроявления. К площадке под капитальное и временное строительство на данном объекте вполне актуальны те же вопросы и ограничения, что и для площадки капитального и временного строительства на Аппапельском термопроявлении. Статус данной площадки как третьей зоны режима горно-санитарной охраны неправомерен, поскольку эта территория в геологическом плане является приразломной зоной.

В связи с вышеизложенным для расположения сооружений сбора, очистки и утилизации сточных вод возможна южная и юго-западная часть площадки под капитальное и временное строительство, вне водоохранной зоны основных водотоков (рр. Анавгай, Агликич, руч. Опалька). Либо по правому берегу р. Анавгай, вниз от разбитого моста, что вблизи устья р. Агликич. То есть в пределах третьей зоны режима горно-санитарной охраны. Выбор места для этих сооружений и методов сбора, очистки и утилизации сточных вод по дополнительному обследованию данной территории.

Также, как и на Аппапельском термопроявлении, именно вопросы сбора, очистки и сброса (либо транспортировки) сточных вод являются определяющими по установлению предельно допустимого антропогенного воздействия, ограничивают масштабы освоения данного термопроявления – СЛТЦ по трактовке «Отчета ...» (Кириченко и др., 2005). Что необходимо учитывать при проектировании работ по освоению рекреационного потенциала Опалькинского термопроявления. По этой причине места постоянного пребывания (проживания) персонала, не задействованного непосредственно на рекреационном (лечебно-бальнеологическом) обслуживании посетителей Опалькинского и Аппапельского термопроявлений и обеспечении функционирования служб и систем жизнедеятельности и безопасности этих СЛТЦ, представляется целесообразным вывести за пределы второй зоны режима горно-санитарной охраны, на базу «Снежная».

Агликичское термопроявление (рис. 3)

Данное термопроявление располагается на расстоянии около 1 км на юг от Опалькинского, за высокой цокольной надпойменной террасой правого берега р. Агликич, в небольшом распадке в подножии сопки. Связано, вероятно, с тем же разломом субмеридионального (северо-восточного) простирания, что и Опалькинское, далее простирающимся на юг, в долину р. Агликич, перекрытым в районе термопроявления ледниковыми образованиями. Существование такого разлома подтверждается обнажением в береговом обрыве р. Агликич, южнее термопроявления, мощной зоны интенсивного гидротермального метаморфизма.

Термопроявление представляет собой термальную площадку, на которой происходит высачивание слаботермальных неминеральных (общая минерализация 0,2 г/дм³) (Кириченко и др., 2005) вод, слабое, неустойчивое отложение травертинов. Расположено в неглубоком живописном распадке с хорошо развитой древесно-кустарниковой растительностью, травостоем на хорошо развитом почвенном покрове. Воды термопроявления втекают в небольшой холодный пресный ручей, истоки которого располагаются в этом же распадке. К распадку ведет множество звериных троп, в т. ч. копытных. Сколь-либо ощутимого антропогенного воздействия на экосистему термопроявления и окрест не выявлено.

Термопроявление практически не изучено, на воду Агликичского источника нет и предварительного бальнеологического заключения. При обеспечении достаточно надежного контроля экологической ситуации в пределах данной охранной зоны, возможно смещение границы зоны к дороге (далее), обозначенной точками 2 и 11 (Бурый и др., 2012). В настоящее время максимум, что возможно на указанном участке охранной зоны, – установка временных палаточных лагерей. В пределах данной охранной зоны предлагается установить режимы 1-й зоны горно-санитарной охраны, особой охраны.

Оксинское термоявление

Располагается по левому борту долины р. Анавгай, в северном подножии сопки Чемпура, против заброшенной базы геологов «Снежная» на правом берегу Анавгая. Превышение над дном долины Анавгая – 100–150 м. Приурочено к зоне пересечения субширотного разлома, дренируемого р. Анавгай, разломами субмеридионального простираия. Наиболее массово используемый объект «стихийной бальнеологии» в Оксинско-Аппапельской группе источников.

Термальные площадки расположены в долине двух сближенных ручьев, ниже впадающих в р. Анавгай, в пределах зоны развития травертинов, достигающих мощности 7–8 м. Отложение травертинов связано с перенасыщением углекислотой вод Оксинских источников. Зона основной разгрузки – небольшое озерцо, по берегам заболоченное, в юго-западном углу термоявления (рис. 4). В 150 м на восток от основной разгрузки, в левом борту ручья, располагается несколько мелких выходов термальных (слаботермальных) вод с ничтожным дебитом. Выше них – травертиновый купол диаметром ~ 10 м с бедным растительным покровом, с малodeбитными термальными источниками в его основании. 3 слаботермальных малodeбитных источника расположены в 100 м ниже по ручью.



Рис. 4. Рекреационная база на Оксинских ключах. Главная разгрузка Оксинских термоявлений.
Фото В.В. Бурого

Почвенный и растительный покров в пределах поля развития травертинов развит слабо, за исключением периферии, в частности, вокруг озерца основной разгрузки, где хорошо развитый почвенный слой, мощная травяно-кустарниковая растительность. Древесная растительность – за пределами поля травертинов, единичные деревья – на периферии.

Совокупность выше указанных особенностей геологического строения (отложения травертинов, термоминеральные источники с образуемыми ими термальными площадками) и биоценоза (специфичный почвенный покров и развитые на нем растительные сообщества), отличающие рассматриваемое термоявление от его окружающих биотопов (биогеоценозов), позволяют рассматривать его как экосистему термоявления. Граница (переходная зона) экосистемы в ее проявлении на дневной поверхности выражена внешней границей отложений травертинов с прилегающей зоной подстилающих пород, несколько расширенной на северном фланге (три отдаленных источника в пойме ручья).

Об охранной зоне экосистемы Оксинского термоявления (рис. 3). Выделение зоны особой охраны и установление в ее пределах режима первой зоны горно-санитарной охраны не представляется возможным по причине сооружения в пределах экосистемы термоявления, непосредственно на травертинах, базы для приема и рекреационного обслуживания посетителей. Строения располагаются по верхнему флангу термальной площадки, в линию от основной разгрузки, ниже источника основной разгрузки (озерца), приблизительно в 15–20 м от него, на восток, в направлении травертинового купо-

ла (рис. 4). Три строения двухэтажные. Основной материал несущих конструкций – оцилиндрованные бревна. Самое крупное из них занимает площадь около 100 м². Около десятка крытых купален, бассейны и фундаменты некоторых врыты в травертины. По территории периодически (но с известной осторожностью) передвигается колесный (квадрациклы) транспорт, здесь же его место стоянки и обслуживания. Здесь же постоянно проживает обслуживающий персонал базы.

В предшествующий период, в течении 20-го столетия, здесь располагалась довольно большая полуземлянка с ванной и до десятка ванн на поверхности, вырубленных в травертине (Новограбленов, 1932), которыми пользовалось сравнительно небольшое число посетителей, в т. ч. геологи, база которых располагалась в 1 км, на правом берегу Анавгая. Антропогенное воздействие на экосистему термопроявления было сравнительно небольшим, вряд ли могло вызывать какие-либо опасения относительно ее целостности. В создавшейся ситуации остается уповать на добросовестность, экологическую грамотность, ответственность обслуживающего персонала.

В отчете «Атлас термоминеральных вод...» (Кириченко и др., 2005), в прил. 9: «Оксинский СЛТЦ рекомендуется организовать в 1 км ниже от Оксинских проявлений термальных вод, в живописной, относительно широкой долине р. Анавгай», что указывает на вполне конкретное место – базу геологов «Снежная». Можно было бы счесть приемлемым вариант сооружения данной базы на левом берегу Анавгая, на террасе, ниже термопроявления. Сооружение ее на травертинах – несомненный риск сохранению целостности и стабильности экосистем термопроявлений, включая вероятность потери отдельных источников, обеднения видового состава термофилов.

Бытовые стоки собираются в два септика, погруженных в грунт в 10–12 метрах от жилых и хозяйственных построек. Септики импортные, снабжены системами очистки загрязненных сточных вод. Санитарное состояние территории вполне удовлетворительное.

В пределах поля развития травертинов, на термальных площадках и вблизи них должен иметь место режим 1-й зоны горно-санитарной охраны. Де-факто имеем здесь режим 2-й зоны. Установление режимов 1-й и 2-й зон горно-санитарной охраны экосистемы Оксинского термопроявления, уточнение границ этих зон возможно после детального обследования Оксинского термопроявления гидрогеологами, геофизиками, геоботаниками, почвоведом, инспекциями Ростехнадзора, Росприроднадзора.

Верхне-Анавгайский округ горно-санитарной охраны (рис. 5)

Верховья р. Анавгай являются местообитанием редких видов флоры, в т. ч. встречающихся на термальных площадках (Кириченко, Чернягина, 2004; Чернягина, Якубов, 2009), лихенофлора «богатая и интересная» (Кузнецова, Гимельбрант, 2006). Термальные источники признаны перспективными к рекреационному освоению, воды четырех групп (Оксинские, Аппапельские, Нижнеаппапельские, Опалькинские) признаны высоколечебными (Кириченко и др., 2005).

Поскольку экосистемы термопроявлений являются наиболее важными объектами природной среды, подлежащими охране в верховьях р. Анавгай, и поскольку имеет место их использование в рекреационных целях, представляется необходимым установление режима горно-санитарной охраны в пределах долинной экосистемы верховьев р. Анавгай, с охватом прилегающей к ней территории в границах бассейна верховьев Анавгая. Эта граница, отвечая экосистемному подходу к определению границ такого рода территорий, должна проходить по водоразделам верховьев этой реки, охватывая верховья Анавгая в пределах Быстринского хребта. Обоснование и описание границы – в «Отчете о полевых работах... в верховьях р. Анавгай в 2010–2012 гг.». На указанной территории предлагается ввести режим 3-й зоны горно-санитарной охраны, за исключением двух кластеров режима 2-й зоны, являющихся буферными к выделенным 1-ым зонам, а также областями стока поверхностных и подземных вод к термопроявлениям (см. гл. 5 «Охранный режим и правовой статус зон особой охраны экосистем термопроявлений»). В пределах 2-й и 3-й зон режима горно-санитарной охраны – режим зоны рекреационного использования. Зоны обслуживания посетителей – в пределах 2-й (терраса лев. борта руч. Опалька при его устье; прав. борт большого ручья на Оксинских источниках) и 3-й зон (база «Снежная», 12–15 га). Уточнение границ, размеров зон обслуживания посетителей – по рекреационному освоению района.

Правовые вопросы организации округов горно-санитарной охраны решаемы на региональном уровне приданием территории статуса лечебно-оздоровительной местности регионального значения. Эту работу необходимо проводить на территориях, перспективных к рекреационному использованию до их освоения, абы избежать риска деградации, либо утраты экосистем, ценных и как коммерческий рекреационный ресурс.

В целях обеспечения сохранности ценных в отношении видового разнообразия, рекреационном, средостабилизирующем, хозяйственном и др., экосистем верховьев р. Анавгай, и прежде всего – экосистем термопроявлений, их изучения, назрела необходимость создания постоянно действующего охранного поста (кордона) в данном районе. На кордоне необходимо обеспечить постоянное пребывание инспектора (возможно, из штата инспекторов природного парка «Вулканы Камчатки», северного кластера, бази-

рующегося в с. Эссо). Инспектор должен иметь навыки ведения мониторинга природной среды, в т. ч. термальных площадок. На кордоне необходимо создать условия для размещения и работы небольшой исследовательской (контрольно-ревизионной, инспекционной) группы из 4–6 человек. Охранный режим на данной территории введен основным ресурсопользователем – ООО «Алней», имеющим охранный пост на дороге, у брода через р. Иларман.

Предложения по рекреационному освоению верховьев р. Анавгай

Необходимо ввести запрет на эксплуатацию гусеничного транспорта в верховьях р. Анавгай в летнее время, за исключением выездов на пожар либо по иным чрезвычайным ситуациям. Поскольку уже имеется созданная в предшествующее время автотракторная дорога (рис. 5), представляется возможным проезд на квадроциклах, принадлежащих предприятиям и организациям, ведущим обслуживание посетителей и обеспечивающим природоохранный контроль, строго по установленным путям сообщения. Возможна организация пеших, конных маршрутов, доставка посетителей вертолетами. Допуск посетителей (экскурсантов) на термопроявления должен проводиться только организованными группами, в сопровождении гидов-проводников, прошедших подготовку по проведению маршрутов экскурсионно-познавательного характера по экосистемам термопроявлений, обязательную при сертификации их как гидов-проводников. Подготовка должна включать прохождение термопроявлений маршрутом в сопровождении специалистов (биолог, гидрогеолог, эколог) либо сотрудников парка, специалистов персонала ООО «Алней», имеющих достаточную квалификацию. Необходимо обустройство лагерных стоянок с местами для костровищ, сбора мусора для его последующего вывоза, площадок стоянки транспорта. Автотранспорт, доставляющий посетителей, должен оставаться на охранном посту либо у брода через р. Анавгай.

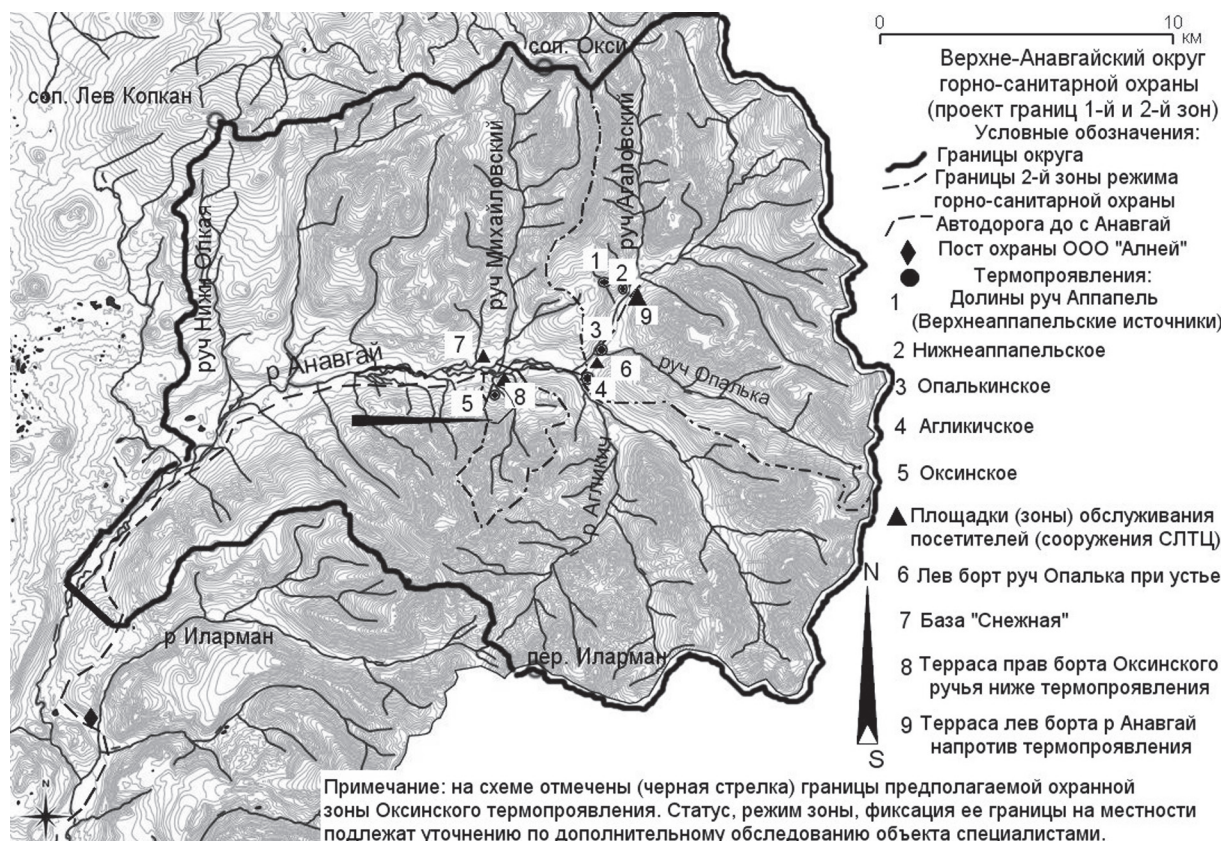


Рис. 5. Верхнеанавгайский округ горно-санитарной охраны (проект границ)

Со временем, по обустройству автодороги, сооружению мостов, представляется возможным движение ограниченного количества единиц автотранспорта для доставки посетителей, обслуживания СЛТЦ (санаторно-лечебно-туристических центров) по графику и по утвержденным маршрутам. В зимний период возможен завоз основной массы грузов для нужд строительства и функционирования СЛТЦ гусеничным транспортом и движение снегоходов.

Вся хозяйственная и иная деятельность на данной территории должна осуществляться в рамках требований Положения о природном парке «Вулканы Камчатки» и Верхнеанавгайскому округу горно-санитарной охраны (после его организации). Эти требования должны быть доведены до сведе-

ния всех лиц, организаций, предприятий, ведущих хозяйственную или иную деятельность на данной территории, осуществляющих здесь же природоохранные либо иные функции; органов власти, в чьем административно-правовом ведении находится территория (администрации Быстринского района и Аनावгайского сельского поселения) и указаны в договорах аренды лесных участков для осуществления рекреационной деятельности (в документах, выданных ООО «Алней» в 2008 году, нет упоминания, что выделяемые участки находятся в пределах ООПТ).

Следует отметить, что в этом вопросе многое зависит от уровня экологических стандартов в России, которые на сегодняшний день на крайне низком уровне, поскольку не обеспечены законодательно: «Несмотря на научные дискуссии, в российском законодательстве комплексный правовой подход к регулированию защиты земель ООПТ отсутствует, что обуславливает недостаточную эффективность правового регулирования отношений в указанной сфере. Само по себе законодательное закрепление в специальном федеральном законе особого правового статуса таких территорий еще не означает реализации охранительных идей на практике. Для решения этой сложной задачи требуются конкретные меры охраны и экологическая направленность не только природоохранного законодательства, но и законодательства смежных отраслей» (Иванова, 2010).

Рекреационное освоение верховьев р. Аनावгай необходимо проводить комплексно, в оптимальном сочетании рекреационной нагрузки (количество посетителей, объем оказываемых рекреационно-бальнеологических, экскурсионно-туристических, транспортных и иных услуг), средств и методов природоохранного контроля и мониторинга экосистем, прежде всего, экосистем термопроявлений в отношении их глубинного строения, изучения функционирования и свойств, в т. ч. бальнеологических. Необходимо уже по результатам начального этапа освоения рекреационных ресурсов определить предельно допустимую рекреационную (антропогенную) нагрузку на всю долину Аनावгай в его верховьях, и на экосистему каждого термопроявления в отдельности, не допускать ее превышения. Принять за правило увеличение антропогенной нагрузки обеспечивать мерами по снижению негативного антропогенного воздействия на экосистемы, гарантирующими их стабильность и сохранность в целом и каждого составляющего компонента экосистем в отдельности.

Нуждающиеся в охране виды растений планируемого округа горно-санитарной охраны

Впервые Верхне-Аनावгайские термальные источники (Оксинские, Верхне- и Нижнеаппальские) были обследованы П.Т. Новограбленовым в начале XX в., им была отмечена высокая бальнеологическая ценность источников, дано ботаническое описание. Среди интересных для этих мест видов растений приводятся два вида Ужовников: аляскинский и тепловодный (Новограбленов, 1932). В рамках комплексной экспедиции КФ ТИГ ДВО РАН 2003 г. проведена инструментальная (с применением GPS-приемника) привязка источников, а также ботаническое обследование горячих источников долины р. Аनावгай и р. Крерук (Кириченко, Чернягина, 2004; Кузнецова, Гимельбрант, 2006, Чернягина, Якубов, 2009), начаты работы по выявлению особенностей экологии растений этих термопроявлений (Фукуда Т. и др., 2007). Материалы исследований прошлых лет стали основой для ботанических работ по планированию создания округа горно-санитарной охраны.

В рамках мониторинга состояния редких и краснокнижных видов растений территории КГБУ «Природный парк „Вулканы Камчатки“» в 2010 г. проведено обследование территории планируемого округа горно-санитарной охраны (Нестерова, 2010). В ходе исследования территории термальных источников уточнены места произрастания и закартированы популяции (см. рис. 6–8) следующих видов растений, занесенных в Красную книгу России и Красную книгу Камчатки (Красная книга, 2007):

Ужовник аляскинский – *Ophioglossum vulgatum* l. var. *alascanum* (E. Britt) C. Chr. (статус VU – уязвимый) – Агликичские, Оксинские, Верхнеаппальские, Нижнеаппальские и Опалькинские (Нестерова, 2010) термальные источники;

Ужовник тепловодный – *Ophioglossum thermale* Kom. (статус VU – уязвимый) – Верхнеаппальские термальные источники;

Венерин башмачок крупноцветковый – *Cypripedium macranthum* Sw. (статус VU – уязвимый) – Оксинские и Верхнеаппальские термальные источники;

Венерин башмачок Ятабе – *Cypripedium yatabeanum* Makino (статус VU – уязвимый) – Верхнеаппальские термальные источники.

В 2012 г. проведено повторное обследование горячих источников. Состояние всех популяций отмеченных в 2012 г. в сравнении с 2010 г. (Нестерова, 2010) можно оценить как стабильное без видимых тенденций в сторону ухудшения или улучшения. По-прежнему вызывают опасения популяции ужовника аляскинского и венерина башмачка крупноцветкового на Оксинских источниках, расположенные в непосредственной близости от действующей купальни на территории базы отдыха. Популяция ужовника аляскинского на Опалькинских источниках не была обнаружена, что, по всей видимости, связано с поздними сроками обследования источников по сравнению с 2010 годом (Бурый, 2012).

В целях мониторинга состояния наиболее ценных популяций (популяция имеет большую площадь распространения в сравнении с другими популяциями или имеют ограниченное распространение на изученных горячих источниках) редких краснокнижных видов растений нами выделены 2 модельные площадки – на Верхнеаппальских (см. рис. 6) и Агликичских источниках.

В пределах первой модельной площадки расположена популяция ужовника тепловодного – единственная отмеченная в 2012 году популяция данного вида, занимает площадь менее 1 м²; в пределах второй – популяция ужовника тепловодного (самая крупная популяция данного вида среди изученных горячих ключей).

Модельная площадка на Агликичских источниках описывается следующими точками: точка (т.) М1 – N 56.29057°, E 159.23596°, h = 696 м; т. М2 – N 56.29119°, E 159.23665°, h = 697 м; т. М3 – N 56.29094°, E 159.23775°, h = 714 м; т. М4 – N 56.28956°, E 159.23654°, h = 704 м.

Часть территории у Оксинских источников площадью 3 га находится в аренде для рекреационного использования у ООО «Алней», и на ней возведено несколько строений (жилые коттеджи, хозяйственные постройки, беседки, купальни). К сожалению, у нас нет подробных данных о состоянии популяций ужовника аляскинского до начала строительства (до 2001 г.). По имеющейся информации, застройка прилегающей к источникам территории велась без предварительного ботанического обследования территории и без учета произрастания редких видов. Однако мы можем полагать, что места произрастания ужовника не были затронуты, т.к. постройки возведены в основном на травертиновых отложениях и сухих термальных площадках с разреженным растительным покровом, а ужовник встречен нами под пологом лабазника камчатского в не очень привлекательных для возведения построек местах (Нестерова, 2010).

В сравнении с 2010 годом не произошло увеличения площади, используемой под застройку на территории базы отдыха, однако постоянное антропогенное воздействие на Оксинские источники сохраняется, что может сказаться и на состоянии популяций ужовника аляскинского и венерина башмачка крупноцветкового (Бурый, 2012). Часть Аппальских источников также попала в границы арендуемой под рекреационное использование площади (здесь пока ничего не построено). Прямо по выходам термальных вод Опалькинских и Нижнеаппальских источников осуществляется проезд автотранспорта (Нестерова, 2010).

Все горячие источники вместе с популяциями, выявленными в ходе обследования территории, находятся в пределах планируемого округа горно-санитарной охраны. Результатом введения на территории режима горно-санитарной охраны в сочетании с режимом особой охраны в пределах первых зон режима горно-санитарной охраны станет сохранение термальных сообществ и охраняемых видов растений.

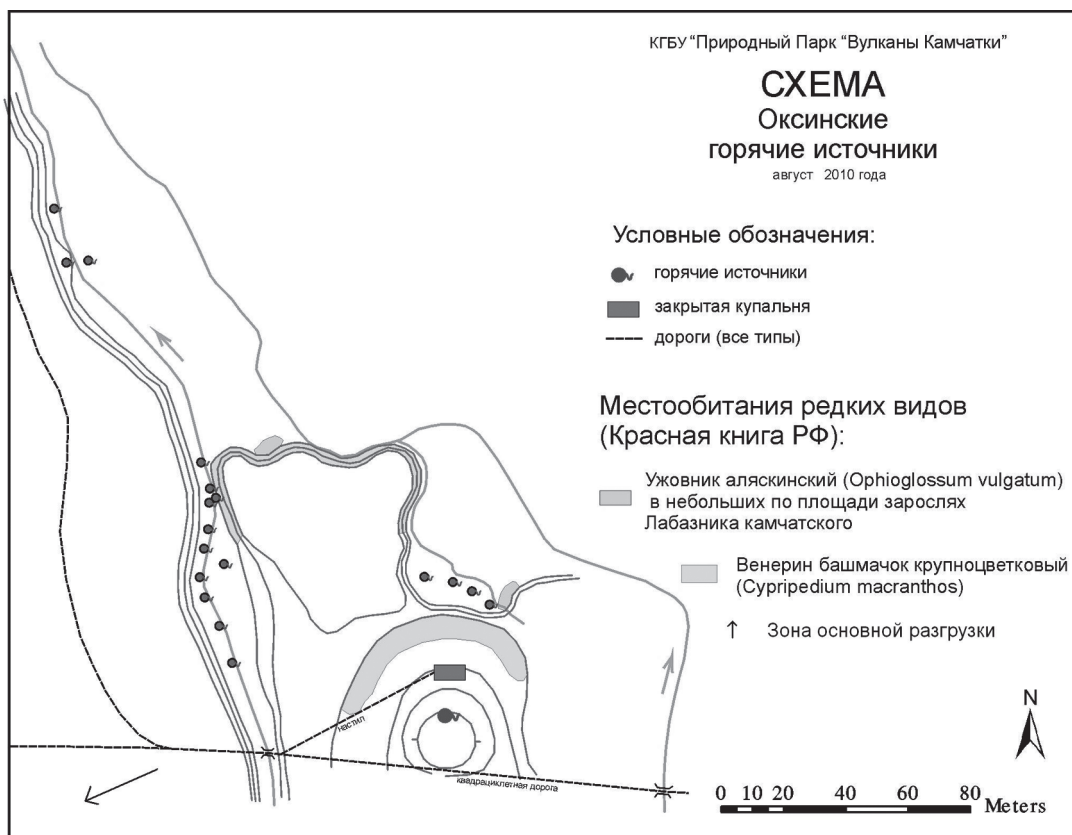


Рис. 6. Схема Оксинских горячих источников

Экосистемы термопроявлений современных вулканических поясов Камчатки

Геологическое строение, функционирование, строение термальных площадок, характеристики развитых на них биотопов термопроявлений верховьев р. Анавгай в основных чертах идентичны либо близки наиболее значительным термопроявлениям в пределах Срединного и других современных вулканических



Рис. 7. Схема Верхнеанапельских горячих источников

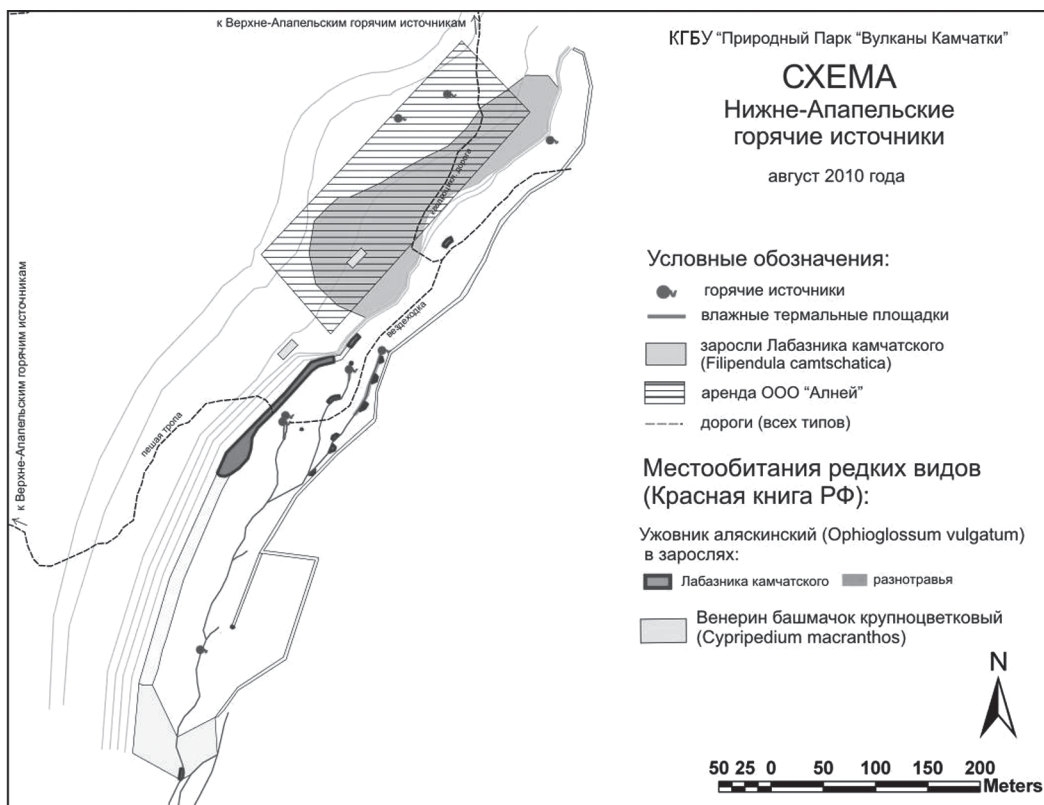


Рис. 8. Схема Нижнеанапельских горячих источников

поясов (зон) полуострова (Кирсанова, Юрова, 1982; Кириченко и др., 2005; Смазнова, 1982). Для многих термопроявлений, расположенных на этих территориях, характерны многочисленность выходов термальных вод, изменчивость их физических параметров (дебит, температура), ионного и газового состава, развитие термопроявлений на значительной площади. Все перечисленное с высокой степенью вероятности свидетельствует о сравнительно неглубоком заложении гидротермальных очагов (зон), их сложном строении, динамичном, изменчивом по физико-химическим параметрам ходе гидротермального процесса в недрах.

Термопроявления находятся также в сходных экзогенных условиях, определяемых сходством физико-географической обстановки (климат, ландшафт), сходными геотектоническими (развитием в приразломных зонах), морфоструктурными (в условиях сложного, часто альпинотипного, рельефа) условиями. Весьма часто сходны гидрологические (гидрогеологические) условия: долины водотоков, воздействие поверхностных и подземных сточных вод (Сугробова, Сугробов, 1985; Кириченко, 2005).

На многих термопроявлениях, непосредственно на термальных площадках и их периферии развиты флоро-фаунистические и альгобактериальные биоценозы, существование и развитие которых всецело зависит от функционирования термопроявлений (Чернягина, 2000). Эти биоценозы (биотопы) крайне чувствительны к изменениям физико-химических параметров термопроявлений, внешним воздействиям как природного (со стороны контактных им экосистем воздействием поверхностных и подземных сточных вод, селей, лавин, иных склоновых и мерзлотных процессов и пр.), так и антропогенного характера. В современном мире осталось немного таких термальных биоценозов, сохранившихся в первозданном виде. Они представляют несомненную научную ценность, ценность и значение этих объектов как рефугиумов редких и эндемичных видов, узлов генерации видообразования, к сожалению, не дооценивается.

Значительная часть термопроявлений не изучена должным образом, нет достаточно детальных схем (карт) их геологического строения. Их изучение осложняется тем, что не предоставляет современная наука достаточных сведений по строению и функционированию гидротермальных систем. Вопросы образования и миграции теплового потока от зоны аккреции магмы к земной поверхности освещены лишь на уровне гипотез.

Факторы, перечисленные выше, обязывают при определении границ зон особой охраны термопроявлений, развитых в молодых вулканогенных поясах (зонах) Камчатки, охватывать значительные территории в силу необходимости обеспечения должного охранного режима на термальных площадках, сведения к минимуму антропогенного воздействия на них. Сопоставимые по масштабам зоны особой охраны представляются необходимыми при других термопроявлениях, локализованных в условиях, сходных с термопроявлениями верховьев р. Анавгай: источники Северо-Мутновские, Дачные, Вилучинские, Двухюрточные. Приемлемый охранный режим обеспечивается первой зоной горно-санитарной охраны в сочетании с режимом особой охраны, что требует организации округов горно-санитарной охраны, включающих в себя зоны особой охраны сближенных пространственно термопроявлений, представляющих собой поверхностные проявления одного, отдельно взятого месторождения (проявления) термальных вод (паро-гидротермального). В частности, предполагаемый округ горно-санитарной охраны на термопроявлениях Киревны – Двухюрточной – Киреунская СЛТТ (Кириченко, 2005), охватит территорию, превосходящую по площади Анавгайский округ горно-санитарной охраны приблизительно вдвое.

При организации округов горно-санитарной охраны лечебно-оздоровительных местностей, представляющих собой неосвоенные и незаселенные территории, согласно «Положения об округах санитарной и горно-санитарной охраны лечебно-оздоровительных местностей и курортов федерального значения», раздела «Границы и режим округов санитарной и горно-санитарной охраны ...» (п. 11, абз. 2), допускается сокращение зон до одной второй зоны режима горно-санитарной охраны. Но режим второй зоны не в состоянии обеспечить сохранность биоценозов (биотопов), развитых на термальных площадках и их периферии. Также представляется недостаточным режим второй зоны и в целом для всей экосистемы многих термопроявлений, локализованных в сложных горно-геологических, ландшафтных и иных природных условиях (альпинотипный рельеф, селелавиноопасность, интенсивный приток к термальным площадкам поверхностных и подземных сточных вод с неясным характером и расположением зон скрытой разгрузки). На таких термопроявлениях даже сравнительно небольшое антропогенное воздействие, сопряженное с хозяйственной деятельностью, допустимой режимом второй зоны, способно привести к деградации не только флоро-фаунистических и альгобактериальных сообществ термальных площадок, но и всей экосистемы термопроявления в его приповерхностной зоне.

Экосистемы многих термопроявлений испытали ощутимое антропогенное воздействие до полной либо частичной потери некоторых термальных площадок (Налычевские, Уксичанские, Анавгайские). Каптажные сооружения, ванны для приема водных процедур, здания и сооружения для приема и обслуживания посетителей на некоторых термопроявлениях сооружены без соблюдения санитарных и технических требований, предъявляемых к таким объектам, и, естественно, без предусмотренной законом экспертизы проектов, поскольку на данных объектах не введен режим горно-санитарной охраны. Требования и нормы, предъявляемые к таким объектам, не чрезмерны и вполне осуществимы, доказательством чему –

вполне комфортный для посетителей, экологически безопасный вариант эксплуатации Тимоновских источников (водовод длиной около 1 км от источников к базе обслуживания и размещения посетителей).

В целях обеспечения сохранности экосистем термоявлений, в т. ч. биоценозов, развитых на термальных площадках и их периферии, как ценных объектов научных исследований и как не менее ценных объектов хозяйственной, прежде всего лечебно-бальнеологической, деятельности, необходима разработка, принятие и реализация на практике мер по их сохранности, исследованию и экологически грамотному и рациональному использованию. Начало такой работы в форме учета и инвентаризации термоявлений положено работами ООО «Аква» (Отчет по объекту «Подготовка атласа карт и условия размещения термальных и холодных минеральных источников Камчатской области, перспективных для хозяйственного освоения»). Необходимо продолжить работу, идентичную выполненной ООО «Аква», по термоявлениям Корякского округа.

Следующий этап – обеспечение сохранности экосистем термоявлений. Должен включать обследование термоявлений специалистами (геологами, гидрогеологами, геофизиками, ботаниками, почвоведом) с целью изучения геологического строения термоявлений, биотопов термальных площадок, определения границ зон особой охраны экосистем термоявлений. По исполнении данной работы выполняется отчет, в котором обосновываются необходимый охранный режим на данном термоявлении, границы зон (округа) горно-санитарной охраны, излагаются рекомендации (предложения) по дополнительному обследованию термоявления, его использованию, обеспечению его охраны. Работа выполняется с привлечением всей необходимой информации, с применением инструментальных (в частности, геофизических) методов исследований.

Обязательная составляющая этого этапа – организация охраны и мониторинга термоявлений. На неэксплуатируемых термоявлениях (сближенных группах термоявлений) представляется необходимым сооружение кордонов в незаселенных местностях с постоянным пребыванием инспекторов. На эксплуатируемых термоявлениях охранные функции допустимо возложить на ресурсопользователей при обеспечении свободного доступа к термальным площадкам специалистов, осуществляющих мониторинг, контрольные функции, научно-исследовательские работы.

Поскольку рекреационная деятельность рассматривается как одна из наиболее перспективных отраслей экономики Камчатского края, в сложившейся ситуации необходимо в срочном порядке разработать, принять и осуществить на практике программу проведения этого этапа – обеспечения сохранности экосистем термоявлений Камчатки, включающего:

- изучение, охрану и мониторинг экосистем термоявлений;
- внутреннее зонирование экосистем, выделение особо охраняемых эталонных площадок;
- обеспечение статуса лечебно-оздоровительных местностей для территорий, на которых развиты термоявления, с последующим установлением режима горно-санитарной охраны в их границах;
- проведение дополнительных исследований по изучению термоявлений, развитых на них биотопов, лечебно-бальнеологических свойств термальных вод и др. лечебных ресурсов термоявлений.

Разработка и реализация такой программы возможна с привлечением специалистов различных направлений естественных наук институтов и научных центров РАН на Камчатке, краевых министерств здравоохранения, экологии и природных ресурсов, депутатов краевого законодательного собрания, краевых природоохранных служб. Финансирование программы представляется возможным с включением Камчатки в число регионов с приоритетным развитием туризма и рекреационных технологий.

Благодарности

Авторы выражают глубокую признательность коллегам за помощь и консультации при планировании экспедиционных исследований и подготовке работы к печати: Владимиру Леонидовичу Леонову, ученому секретарю ИВиС ДВО РАН, Георгию Петровичу Пономареву, преподавателю КамГУ им. Беринга, Шамилю Газимовичу Хасанову, начальнику геологосъемочной партии ОАО «Камчатгеология», Николаю Владимировичу Казакову, ст. н. с. КФ ТИГ ДВО РАН, Константину Владимировичу Чумакову, специалисту администрации Быстринского района, Ольге Андреевне Чернягиной, ст. н. с. КФ ТИГ ДВО РАН, Вадиму Евгеньевичу Кириченко, н. с. КФ ТИГ ДВО РАН. Волонтеры Быстринского природного парка С.С. Огурцова и К.М. Чикалова благодарим за техническую поддержку.

Работа поддержана Камчатским филиалом ТИГ ДВО РАН в рамках НИР «Обеспечение мероприятий по ведению Красной книги Камчатского края» и проводилась при информационной и методической поддержке КФ ТИГ.

ЛИТЕРАТУРА

Бурый В.В. 2013. Верхнеанавгайские термальные источники – объект мониторинга состояния краснокнижных видов растений на территории Быстринского природного парка (Центральная Камчатка) // Экология Камчатки

и устойчивое развитие региона : материалы I Всерос. науч.-практич. конф. (Петропавловск-Камчатский, 22–23 окт. 2012 г.) / отв. ред. В.Ю. Горлачев; КамГУ им. Витуса Беринга. Петропавловск-Камчатский : КамГУ им. Витуса Беринга. С. 160–162.

Бурый В.В., Нестерова Н.И., Василевский Ю.А. 2012. Отчет о полевых работах, проведенных исследовательско-мониторинговой группой Быстринского природного парка в верховьях р. Анавгай в 2010 и 2012 гг. Северный кластер природного парка «Вулканы Камчатки», с. Эссо, 2012 г. Архив Быстринского природного парка, с. Эссо.

Дворов И.М., Дворов В.И. 1976. Термальные воды и их использование. М. : Просвещение. 128 с.

Закон РФ «О природных лечебных ресурсах, лечебно-оздоровительных местностях и курортах» № 26-ФЗ от 23.02.1995 г. (действующая редакция на 15.02.2010 г.).

Иванова Е.Н. 2010. Вопросы государственного кадастрового учета земель особо охраняемых природных территорий // Журн. российского права. № 12. С. 110–116.

Илюшкина Л.М., Завадская А.В. 2008. Памятники природы Камчатки. Петропавловск-Камчатский : Камчатпресс. 130 с.

Казаков Н.В., Василевский Ю.А., Савенкова Ю.В., Лагутина О.В. 2010. Отчет по теме: «Научно-исследовательские работы по обоснованию внутреннего зонирования природного парка „Быстринский“» Быстринского района Камчатского края». КФ ТИГ ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский. Архив КФ ТИГ ДВО РАН.

Кириченко В.Е., Чернягина О.А. 2004. Термоминеральные источники верхнего течения рек Анавгай и Крерук // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей : матер. V науч. конф. Петропавловск-Камчатский : Камчатпресс. С. 268–271.

Кириченко О.В., 2005. Отчет по объекту: «Подготовка атласа карт и условия размещения термальных и холодных минеральных источников Камчатской области, перспективных для хозяйственного освоения». ООО «Аква», г. Елизово.

Кириченко О.В., Кириченко В.Е. 2006. Электронный атлас термальных и холодных минеральных источников Камчатской области // Тр. КФ ТИГ ДВО РАН. Вып. 6. Петропавловск-Камчатский : Камч. печатн. двор. С. 186–192.

Кирсанова Т.П., Юрова Л.М. 1982. Термальные источники Шапинского грабена // Вопр. географ. Камчатки. Вып. 8. Петропавловск-Камчатский : Дальневост. книжн. изд-во, Камч. отд. С. 59–66.

Красная книга Камчатки. 2007. Т. 2. Растения, грибы, термофильные микроорганизмы / отв. ред. О.А. Чернягина. Петропавловск-Камчатский : Камч. печатн. двор. 341 с.

Кузнецова Е.С., Гимельбрант Д.Е. 2006. Лишайники окрестностей термоминеральных источников верхнего течения рек Анавгай и Крерук (Быстринский природный парк, Центральная Камчатка) // Тр. Камч. филиала ТИГ ДВО РАН. Петропавловск-Камчатский : Камч. печат. двор. Вып. 6. С. 24–35.

Лодис Ф.А., Семенов В.И. 1993. Камчатка – край лечебный. Петропавловск-Камчатский : Дальневост. книжн. изд-во, Камч. отд. 152 с.

Нестерова Н.И. 2010. О состоянии популяций редких видов растений на территории природного парка «Вулканы Камчатки» (кластер в Быстринском районе) // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Матер. XI междунар. науч. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения выдающихся российских ихтиологов А.П. Андрияшева и А.Я. Таранца. Петропавловск-Камчатский : Камчатпресс. С. 286–289.

Новограбленов П.Т. 1932. Путешествие к вулкану Анаун в Срединном хребте в 1929 г. // Тр. Тихоокеанск. комитета. Л. : АН СССР. С. 1–80.

Объяснительная записка к гос. геол. карте м-ба 1 : 200 000, лист О – 57 XXXIV. 1986. Сост. В.С. Шеймович, ред. М.И. Горяев. Москва.

Пийп Б.И. 1937. Термальные ключи Камчатки. М. ; Л. : Изд-во АН СССР. 268 с.

Положение об округах санитарной и горно-санитарной охраны лечебно-оздоровительных местностей и курортов федерального значения. Утверждено постановлением правительства РФ № 1425 от 7.12.1996 г. (с изм. на 15.02.2011 г.).

Смазнова В.П. 1982. Геоботанические признаки термопроявлений Камчатки // Вопр. географ. Камчатки. Вып. 8. Петропавловск-Камчатский. С. 76–78.

Сугробова Н.Г., Сугробов В.М. 1985. Изменения режима термопроявлений Долины Гейзеров под влиянием циклона «Эльза» // Вопр. географ. Камчатки. Вып. 9. Петропавловск-Камчатский. С. 88–94.

Фукуда Т., Чернягина О.А., Карпов Г.А. 2007. Материалы к экологии растений термальных местообитаний // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей : матер. VIII междунар. науч. конф., посвящ. 275-летию с начала Второй Камчатской экспедиции (1732–1733 гг.). Петропавловск-Камчатский : Камчатпресс. С. 117–120.

Чернягина О.А. 2000. Флора термальных местообитаний Камчатки // Тр. Камчатского института экологии и природопользования ДВО РАН. Вып. 1. Петропавловск-Камчатский : Камч. печатн. двор. С. 198–227.

Чернягина О.А., Якубов В.В. 2009. Флора природного парка «Быстринский» (Центральная Камчатка) // Тр. Камчатского филиала ТИГ ДВО РАН. Вып. VII. Петропавловск-Камчатский : Камчатпресс. С. 217–270.