**Экологические последствия оползня, произошедшего в Долине гейзеров 3 июня 2007 г. (первый сезон после природной катастрофы)**

Автор: **Лобкова Л. Е., Лобков Е. Г.**

***Лобков Е.Г., Лобкова Л.Е. Экологические последствия оползня, произошедшего в Долине гейзеров 3 июня 2007 г. (первый сезон после природной катастрофы) // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Доклады YIII международной научной конференции, посвященной 275-летию с начала Второй Камчатской зкспедиции (1723–1733 гг.). — Петропавловск-Камчатский: Изд-во Камчатпресс, 2008, с. 114–140.***

Площадь местообитаний, уничтоженных грязе-каменным потоком (2,2 кв. км) и подпрудным озером (0,15 кв. км) после оползня, произошедшего в Долине гейзеров 3 июня 2007 г., невелика, но потери в биоразнообразии Камчатки и Долины гейзеров существенны. Сильнее всего негативные последствия проявились на примере насекомых, в особенности у 53 термофильных видов (12% энтомофауны). Часть микропопуляций насекомых уничтожены, в том числе единственная из известных микропопуляций недавно описанного нового вида ногохвосток и территориальные группировки ряда видов с ограниченным распространением. У птиц и млекопитающих последствия не так катастрофичны, но отчетливо проявились в откочевке и перераспределении части населения, что вызвало необычную растянутость сроков размножения. В течение первых месяцев с момента катастрофы выявлены разнообразные признаки адаптации животных к новым элементам природного комплекса и стартовые этапы восстановления и формирования новых биологических сообществ. Пока восстановительные процессы не закончатся, в Долине гейзеров следует соблюдать щадящий режим экскурсионной деятельности.

Масштабы и характер природной катастрофы. 3 июня 2007 г. произошел оползень отрога левого борта долины Гейзерной у высоты 791 м. За считанные минуты грязе-каменная, глыбо-обломочная масса селевым потоком заполнила долину Водопадного смесью воды, снега, глыб, разного размера обломков и отложениями, содранными со склонов долины ручья, включая кусты и деревья. Мощность отложений (Пинегина и др., 2008) вдоль потока составила от 5 до 50 м, по долине Водопадного в основном от 30 до 50 м. Согласно произведенной реконструкции (по результатам видеосъемки и наблюдениям очевидцев) скорость движения потока составляла от 5 до 12 м/сек. В результате, на участках, где путь селю преграждали склоны и увалы, селевая масса буквально заплескивалась на высоту до 8–10 м, местами более того. Поток достиг устья ручья Водопадный и начал формировать каменнонабросную плотину, перегородившую долину реки Гейзерной.

Одновременно с гразе-каменным потоком в течение нескольких минут в верховьях Водопадного произошли гравитационные обрушения и обвалы уступов долины, вызвавшие обломочные лавины (Пинегина и др., 2008). В своем движении они отчасти повторяли трассу ручья Водопадного (главным образом, вдоль западного склона его долины), частью двигались по линии наибольшего уклона, достигли строений, принадлежащих Кроноцкому заповеднику на отметке около 500 м над уровнем моря, и завершили образование плотины, заполнившей нижнюю часть Гейзерной до самого ее впадения в Шумную. Длина плотины составила, таким образом, 300 м, а ширина в самом широком месте 200–250 м. Близ устья Гейзерной ширина плотины сузилась до 40–60 м, а ее мощность ниже скалистых утесов, которые назывались «Ворота», сократилась до нескольких метров. Значительный объем материала, вынесенного лавиной, достиг реки Шумной, в результате чего характер ее берегов заметно изменился на протяжении до гейзера Первенец и ниже его. Общий объем обрушенных пород во время катастрофы составляет порядка 20 млн. м3 (Проведение краткосрочного прогноза, 2008).

Вследствие образовавшейся на реке Гейзерной плотины высотой около 50 м, выше бывшего устья Водопадного образовалось подпрудное озеро, наполнявшееся более четырех суток. Скорость наполнения была высокой из-за узкого каньонообразного профиля долины реки. В день максимального 7 июня 2007 г. наполнения верхний урез озера находился выше так называемой «Королевской ванны» и гейзера Великан с абсолютной отметкой 435 м над ур. м. , его максимальная глубина составила около 30 м, а длина почти 2 км. На дне озера активно формировались и продолжают формироваться осадочные накопления.

С прорывом плотины 7.06.07 г. уровень озера уменьшился на 8,7 м за 4 часа, но затем более или менее стабилизировался и понижался очень медленно. С понижением уровня воды в озере до отметки 425 м, его длина уменьшилась до 1,8 км, а максимальная глубина — до 20 м. Сформировалось новое русло Гейзерной, врезанное в тело плотины на 8–10 м. С отступлением верхней границы озера к гейзеру Щель стали очевидными изменения в облике речных берегов: осадочные отложения скрыли низкие террасы, валуны, образовали песчаные отмели, остров и косу. После прорыва плотины произошло также перераспределение отложений в низовье Гейзерной. Ниже скалистых утесов «Ворота», которые, по сути, приостановили 3.06.07 г. головную часть лавины, мощность отложений составила более 20 м и постепенно уменьшилась до 3–4 м еще ниже по течению реки, где ее русло сместилось к левому берегу. Гейзер Первенец оказался погребен под отложениями мощностью около 5 м, которые со временем постепенно размываются.

Уже в первые дни после обрушения склонов ручей Водопадный начал промывать новое русло в верхнем течении за счет талых и холодных подземных вод, что привело к образованию нескольких холодных озерков, соединенных протоками (Пинегина и др., 2008). Причем вода текла внутри обвальных отложений. На поверхности ручей появился 12.06.07 г. в средней и нижней части долины Водопадного, где за счет скрытой разгрузки термальных вод из крупнообломочных отложений стал вытекать мощный поток, нагретый до 640. Постепенно он сформировал на поверхности грязе-каменных отложений цепочку небольших термальных озер, разгрузка которых происходит в подпрудное озеро. С конца июля температура этих вод заметно уменьшилась, к зиме озера остыли и были занесены снегом.

В результате всего этого, природный облик центральной части Долины гейзеров существенно изменился. Вместо живописнейших долины ручья Водопадного и низовий Гейзерной порядка 1,5 км² территории (в плане) занимает крупноглыбовая, неровная грязе-каменная поверхность селевого потока и обломочных лавин. Мощность грязе-каменных отложений в течение лета постепенно сокращалась из-за таяния снега, уплотнения материала и выноса мелкозема водами. За 2 месяца высота кромки лавины у визитерского центра уменьшилась в 2–2,5 раза. Осевая часть тела потока заметно просела. В самой центральной части Долины гейзеров на месте узкого русла реки Гейзерной находится теперь живописное озеро зеленоватого цвета, температура воды в котором с уменьшением поступления талых вод и разгрузкой термальных источников повысилась от 11–12ºС в июне до 18–22ºС в декабре.

Изменения в природном облике не могли не сказаться на состоянии биологического разнообразия одного из уникальных природных уголков Камчатки, каким является Долина гейзеров. Мы даем оценку последствиям на примере насекомых, птиц и млекопитающих.

Материал и методика. В основу статьи положены материалы, собранные в Долине гейзеров в течение июня — декабря 2007 г. Е.Г. Лобков в качестве эксперта участвовал в обследованиях природного комплекса после природной катастрофы 4 июня 2007 г., в организации и проведении заседаний и в подготовке решений Комиссии по чрезвычайным ситуациям (КЧС) Администрации Камчатской обл. 6 и 8 июня 2007 г. и в работе Межведомственной комиссии Департамента Росприроднадзора по Дальневосточному Федеральному округу Российской Федерации (ДВФО) по оценке ущерба, которая работала в Долине гейзеров 7 и 8 июня 2007 г. В последующем, провел полевые обследования путем неоднократных однодневных вылетов в сентябре и декабре 2007 г. Л.Е. Лобкова организовала стационарные полевые исследования с 6 по 15 июня 2007 г., с 30 июля по 2 августа и обследовала Долину Гейзеров в декабре 2007 г.

Описаны новые элементы в природном комплексе Долины гейзеров (тело грязе-каменного пока и подпрудное озеро), собрана информация, позволяющая судить о динамике их внешнего облика, состоянии (мощность, температура) в течение лета и осени и отношении к ним животных, обследованы и сфотографированы трансформированные оползнем и незатронутые им места обитания, произведены учеты птиц в фоновом субальпийском ландшафте долины Гейзерной, на традиционных маршрутах и в границах пробной площади в районе туристической тропы, собраны сведения по биологии термофильных видов насекомых и птиц. Отобраны первые гидробиологические пробы из поверхностных слоев подпрудного озера, которые обработаны по нашей просьбе гидробиологами КамчатНИРО Л.А. Базаркиной и Т.В. Бонк. Изучены материалы экспертов, которые были использованы в работе Межведомственной комиссии Росприроднадзора ДВФО РФ по оценке ущерба, нанесенного природной катастрофой, и информация очевидцев события. Все это позволило составить целостную картину произошедшего и проанализировать разнообразие аспектов экологических последствий природной катастрофы, наметить векторы начальных этапов восстановления трансформированных, уничтоженных ценозов и формирования новых биологических сообществ (Лобкова, 2007; Лобков, 2007).

Методики полевых описательных и учетных работ являются общепринятыми и традиционно используются нами в Долине гейзеров уже много лет (Лобков, 1986; Лобков, 2002; Лобкова, 2002; 2004; Лобкова, Лобков, 2003; Лобкова, Кривошеина, 2006; Пащенко, Лобкова, 1990 и др.). Выполненную работу можно считать «точкой отсчета» в последующем мониторинге природного комплекса Долины гейзеров.

Видовое и ценотическое разнообразие растений и животных в Долине гейзеров изучены, главным образом, научными сотрудниками Кроноцкого заповедника в течение последних 35 лет (1972–2006 гг.). В той или иной мере (разной для разных компонентов биоты) результаты многолетних исследований опубликованы в коллективной монографии «Растительный и животный мир Долины гейзеров» под научной редакцией Е.Г. Лобкова (2002), которую авторы используют в качестве сравнительного материала, оценивая биоразнообразие и облик природного комплекса «до природной катастрофы» и «после нее».

Пониманию масштабов последствий природной катастрофы помогли материалы аэрофотосъемки Долины гейзеров, которую произвели 12 июля 2007 г. сотрудники Института вулканологии и сейсмологии (ИВиС) ДВО РАН. Мы имели возможность ознакомиться с их отчетом (Проведение краткосрочного прогноза, 2008), обработать необходимые нам снимки и воспользоваться разработанными карто-схемами, за что искренне признательны, прежде всего, В.А. Дрознину, В.Л. Леонову, В.Н. Двигало и И.Ф. Делеменю.

Особенности биологического разнообразия Долины гейзеров (по результатам многолетних исследований до природной катастрофы). Биологическое разнообразие долины Гейзерной весьма велико для той относительно небольшой площади, какую занимает бассейн этой реки (всего 31,5 км²). Здесь произрастает около 300 видов растений, что составляет примерно 29% флоры полуострова и 37% флоры Кроноцкого заповедника. В Долине гейзеров отмечено 82 вида птиц (порядка 30% авифауны Камчатки и 37% фауны птиц заповедника), 27 видов млекопитающих (67,5% всей наземной териофауны полуострова Камчатка и 82% наземной фауны млекопитающих заповедника), 431 вид насекомых (свыше 30% известной энтомофауны Камчатки). Пожалуй, трудно отыскать на Камчатке другой небольшой по площади участок местности со столь представительной для региона флорой и фауной.

Флора и фауна Долины гейзеров — в общем, обычные для среднегорья Камчатки. Но есть и виды, нигде более в нашем регионе, кроме как в Долине гейзеров, не встречающиеся. Относительно высокое биологическое разнообразие на ограниченной площади объясняется разнообразием условий обитания, которые создает здесь гидротермальная деятельность на границе лесной и субальпийской зон. Горячие участки поверхности и источники чередуются со слабоотепленными и фоновыми (холодными) площадками, создавая мозаику и широкий спектр разнообразных биотопических сочетаний, отличающихся градиентами температуры и других физико-химических параметров среды. Складываются условия, удовлетворяющие экологическим требованиям разных живых организмов. Природный комплекс Долины гейзеров — наглядная модель характерных для Камчатки термальных биогеоценозов, но с уникальным, присущим только Долине гейзеров, обликом. Ее своеобразие и уникальность определяются географическим положением каньона, физико-химическими особенностями гидротермальной системы, сочетанием обитающих здесь биологических видов и особенностями их пространственного размещения. К числу важнейших особенностей этого своеобразия можно отнести следующие:

1. Благодаря термальным местообитаниям, долина Гейзерной выглядит своеобразным «оазисом» в среднегорье, который отличается ранними сроками снеготаяния, ранней вегетацией растительности, соответственно, — ранними сроками периодических явлений в жизни животных (Растительный и животный мир Долины гейзеров, 2002). Термальные местообитания, благодаря повышенной температуре, более узкому и стабильному диапазону ее динамики, позволяют животным легче переживать неблагоприятные погодные условия, когда такие случаются (своеобразные «стации переживания»). В какой-то мере, их можно рассматривать отдаленным аналогом южных местообитаний, но в умеренных и северных широтах. По этой причине в фауне беспозвоночных животных Долины гейзеров немало видов более южного происхождения, имеющих ограниченное распространение не только на Камчатке, но даже в масштабах ареалов. Долина гейзеров, как одно из наиболее масштабных геотермальных местообитаний — если не единственное место, то одно из немногих мест на Камчатке, где такие виды способны закрепиться в условиях полуострова (Лобкова, 2003). Действительно, общая площадь термоаномалий, оконтуренная изотермой +20º С на глубине 1 м, составляет в Долине гейзеров 1,3 км² (Леонов и др., 1991).

2. Животные, обитающие в термальных местообитаниях, в том числе в Долине гейзеров, способны адаптироваться к специфическим, подчас экстремальным физико-химическим особенностям среды (высокой температуре, влажности, кислотности, высоким концентрациям различных химических соединений). Таких адаптаций нигде более на Камчатке, кроме как на термальных полях и в термальных источниках, не наблюдается. Некоторые адаптации насекомых и птиц, установленные нами в Узон-Гейзерном районе, носят биологически уникальный характер (Лобков, 1999; 2002; Лобкова, 2004; Лобкова, Лобков, 2003; Лобкова и др., 2007).

3.Термофильные виды по причине мелкоочагового характера их распространения и подчас экстремальным (на «грани возможного») условиям обитания необычайно уязвимы. Способность к долговременному устойчивому существованию их микропопуляций поддерживается целостностью пространственной и социальной структуры их населения в каждом из очагов, в том числе в Долине гейзеров. Термальные местообитания занимают небольшую часть всей площади долины реки Гейзерной, территориально преобладают зональные субальпийские места обитания. Поэтому каждый значительный по площади участок «термалей» является важным для поддержания целостности пространственной структуры микропопуляций термофильных видов. Но особо значимы ключевые термальные местообитания, где сосредоточено наибольшее биоразнообразие термофилов. В их числе — долина крупнейшего притока Гейзерной — ручья Водопадного и нижнее течение реки Гейзерной. Здесь были сосредоточены территориальные группировки насекомых, отличавшиеся высокими и наивысшими показателями плотности размещения и гнездились птицы, адаптированные к размножению в условиях высокой температуры грунта. Кроме того, по берегам Водопадного регулярно зимовали горные дупели *(Gallinago solitaria) -* один из редких и малоизученных видов в авифауне России (Лобков, 2002).

Важнейшие последствия воздействия оползня. Селевый поток и обломочные лавины уничтожили прежние места обитания живых организмов в долине Водопадного, в самом низовье Гейзерной, по Шумной от устья Гейзерной до гейзера Первенец и чуть ниже него на площади порядка 2,2 км² (учитывали не только площадь потока «в плане», но и поверхность закрытых им склонов). Около 40% этой площади следует отнести на термальные местообитания, представляющие особую ценность с позиции сохранения биоразнообразия, поскольку в их границах существовали микропопуляции термофильных видов микроорганизмов, растений и животных, ограниченных в распространении на Камчатке, в том числе, известных только или преимущественно из Долины гейзеров. Порядка 60% площади представлены зарослями субальпийских кустарников (в основном, ольховым стлаником), рединой каменной березы и субальпийскими лугами, которым характерны типичные для Камчатки зональные биологические сообщества.

Хотя в абсолютном выражении площадь уничтоженных местообитаний, казалось бы, не велика, но для природного комплекса Долины гейзеров и биоразнообразия Камчатки эта потеря оказалась существенна. Грязе-каменный поток накрыл многие микропопуляции растений, микроорганизмов и мелких беспозвоночных животных.  
У животных, принадлежащих разным систематическим группам, мы находим не только одни и те же, но и разные аспекты последствий природной катастрофы в соответствии с особенностями биологического разнообразия, размещения и образа жизни этих животных.

**Насекомые.**

Гибель микропопуляций насекомых и мест их обитания под грязе-каменными отложениями. Биотопический комплекс долины ручья Водопадного играл важную роль в качестве мест обитания микропопуляций ряда редких и ограниченных в распространении видов насекомых, а также некоторых вполне широкораспространенных видов, но примечательных своеобразными экологическими адаптациями. Некоторые из микропопуляций, игравшие ключевую роль в состоянии вида в Долине гейзеров, на Камчатке или даже в масштабах ареала, исчезли. Для других существенно сократились места обитания. Для их выживания в Долине гейзеров возросло значение термальных участков, расположенных в границах туристической тропы.

К наиболее существенным потерям в биоразнообразии насекомых следует отнести следующие:

— под толщей грязе-каменной массы на ручье Водопадном исчезла микропопуляция только что (в 2005 году) описанного нового вида ногохвосток *(Collembola, Isotomidae) Pachyotoma termoaquatica* Potapov, Lobkova, Shrubovich, 2005), примечательного особой морфологической адаптацией: значительным увеличением длины коготков на лапках, что позволяет им удерживаться на термофильных водорослях при поверхностном стоке воды. Этот вид был найден пока только на ручье Водопадном. И если при последующих исследованиях его нигде более не удастся обнаружить, может быть, что вид, едва став известным, окажется утерян навсегда;

— здесь же по Водопадному утеряны места обитания, где были известны единственные для Камчатки микропопуляции тлей*Pleotrichophorus glandulosus (Kalt.)*и *Protrama radicis (Kalt.) (Homoptera, Aphidinea);*последний примечателен тем, что его камчатская находка в Долине гейзеров находится на огромном расстоянии от основного ареала (дизъюнкция ареала до Тувы);

— пострадала популяция эндемика Камчатки майки *Meloe laevipennis Brandt (Соleoptera, Meloidea).*Этот вид и без того — редкий в Долине Гейзеров, теперь утрачена существенная часть ее местной микропопуляции;

— под отложениями были уничтожены места обитания и значительная часть микропопуляций многих видов Долины гейзеров: конька *Chortipus biguttulus maritimus Mistsh. (Ortoptera, Acrididae)* жужелиц *(Carabidae, Соleoptera): Poecilus fortipes Chaud.*(вид с ареалом в Восточной Сибири, известный с Камчатки только в Узон-Гейзерном районе), скакуна *Cicindela restricta Fisch.,* пчелы *Halictus rubicundus Christ. (Hymenoptera, Halictidae),*тли *Paramyzus longirostris Miyaz. (Homoptera, Aphididae),*известной, кроме того из района Семячикского лимана и из Японии. Колониям этих видов на термальных поверхностях грунта характерны адаптации к повышенной температуре;

— больше всего пострадали гидробионты, адаптированные к повышенной температуре, и развивающие в водоемах Долины гейзеров высокую (даже — самую высокую из известных) численность: 15 видов ручейников *(Trichoptera),*плотность населения которых в подходящих местах не имела себе равных на Камчатке (до 80 особей на 1 дм² ), и двукрылые *(Diptera),*развивавшиеся в мелких термальных водоемах с богатой альгобактериальной взвесью: 4 вида береговушек *(Ephydridae),*в том числе *Scatella costalis Hendel*— эндемик Камчатки (Узон-Гейзерные и Тюшевские гидротермы) и Командор (остров Беринга), а также *Paracoenia fumosalis Cresson,* найденная в Узон-Гейзерном районе впервые в Палеарктике, 2 вида лимониид *(Limoniidae),*2 вида долгоножек *(Tipulidae),*9 видов журчалок *(Sirphidae)*и львинка *Odontomyia microleon L. (Stratiomyiidae).*

Трансформация местообитаний в местах «заплеска» грязе-каменного потока. В процессе движения и в местах «заплеска» потока вдоль его верхней кромки, места обитания насекомых в той или иной степени трансформированы (сломаны деревья и кустарники, поврежден растительный и почвенный покров, лежат крупные глыбы, поверхность покрыта глинистыми отложениями) до 8–10 м, а местами и более. Протяженность линии трансформированных биотопов составляет не менее 5 км. Экологический баланс в зоне нарушен. Установлено, что листья каменных берез, произрастающих вдоль гребня водораздела Водопадного и Гейзерной, как раз вдоль линии трансформированных местообитаний, к 1 августа 2007 г. оказались интенсивно повреждены долгоносиком *Anoplus plantaris Naezen (Сoleoptera, Curculionidae)*и мелкими двукрылыми - галлицами *(Cecidomyidae),*чего прежде здесь не отмечалось. Ольховый стланик гораздо больше, чем в прежние годы, поражен молями — пестрянками *Caloptilia betulicola (Hering, )* и *Caloptilia suberinella (Tengstrom) (Lepidoptera, Gracillariidae).*

Трансформация мест обитания выражается еще и в том, что с грязе-каменным потоком в центральную часть Долины гейзеров переместились небольшие очаги растительности и почвы со склонов каньона, расположенных на 100–250 м выше. Действительно, на поверхности потока по всей его длине вдоль Водопадного и частью вдоль Гейзерной (вплоть до новообразованного теплого озера над погребенными гейзерами Тройной, Сахарный и Сосед) хорошо видно множество мелких и более или менее объемных дерновин и почвы с сохранившимся травянистым покровом, с кустами ольхового стланика и отдельными каменными березами, которые оказались жизнедеятельны в течение всего лета. В августе 2007 г. на том же гребне водораздела Водопадного и Гейзерной зарегистрированы дневные бабочки, которые ранее здесь не отмечались: чернушка *Erebia ligea kamtschadalus Goltz. (Lepidoptera, Satyridae)*и горно-степная белянка *Synchloe callidice Esp. (Lepidoptera, Pieridae).*Эти виды характерны для субальпийских лугов и горных тундр, расположенных выше, чем центральная часть Долины гейзеров. Возможно, их куколки были вынесены оползневой массой на теле потока вместе с дерновинами естественной растительности.

Гибель микропопуляций насекомых и мест их обитания под водой. Озеро затопило нижнюю часть склонов реки Гейзерной от Витража вниз по течению на протяжении примерно 1000 м. Площадь залитой поверхности, и таким образом, уничтоженных биотопов (с учетом поверхностей склонов), составила порядка 0,15 км², они представлены, главным образом, термальными местообитаниями, в границах которых были известны места обитания многих термофильных микроорганизмов, растений, насекомых.

У подножия Витража и в устье ручья Горячий оказалась под водой единственная известная на Камчатке микропопуляция цикадки *Pentastiridius leporinus L. (Cixiidae, Homoptera,),*примечательная тем, что ее находка в Долине гейзеров находится на огромном расстоянии от основного ареала (дизъюнкция до Тувы). Пострадали отепленные заболоченные стации, которые предпочитает жужелица *Pterostichus diligens St.—*эндемик Камчатки и Курил. Из 15 видов ручейников, известных прежде, сохранились, но лишь в районе «Витража», *Hydropsyche nevae Kol.*и *Hydropsy kozhantshikovi Martche (Trichoptera, Hydropsychidae),*остальные 13 видов в течение сезона не были найдены.

Огромное множество мертвых насекомых с первых дней образования озера мы ежедневно наблюдали на поверхности воды. Это были, в основном, личинки скакунов, бегунчики и другие жужелицы *(Coleoptera, Carabidae),*жуки-коровки *(Coleoptera, Coccinellidae),*клопы-сальдиды *(Hemiptera, Saldidae),*многочисленные цикадки *(Homoptera, Cicadinea),*разнообразные мухи *(Diptera).*Преобладали муравьи *Formica picea (Hymenoptera, Formicidae),*смытые с береговой полосы. Часть из них не покидали своих норок, пока вода не затапливала их окончательно, мы находили их активными и после стремительного схода воды. Погибли разнообразные насекомые, населявшие выположенную часть речной террасы в устье ручья Горячего: личинки мух-береговушек *(Diptera, Epherdridae)*и львинок *(Diptera, Stratiomyidae),*многочисленные ногохвостки, цикадки, тли и клопы.

Перемещение насекомых в безопасные места. При том, что множество личинок насекомых, застигнутых водой, погибли, взрослые жужелицы, такие подвижные, как скакуны и многочисленные бегунчики, переместились в подходящие биотопы. Взрослые мухи — береговушки с приближением уровня воды, постепенно перемещались вверх по руслу ручья Горячего, найдя в его верховьях и на озерном участке приемлемые места обитания. Они приступили к размножению в тот же сезон и уже к 10–15 июня отложили яйца в новых местах обитания, мониторинг покажет, смогут ли они здесь закрепиться.  
Птицы и млекопитающие.

Гибель птиц, млекопитающих и мест их обитания под грязе-каменными отложениями, распугивание животных. Биотопический комплекс долины ручья Водопадного играл важную роль в качестве мест обитания птиц и млекопитающих, определяя целостность их сообществ в Долине гейзеров. Здесь время от времени гнездились кряква *(Anas platyrhynchos),*свиязь *(Anas penelope),*монгольский зуек *(Charadrius mongolus)* и фифи *(Tringa glareola);*только здесь были известны в Долине гейзеров встречи с бекасом *(Gallinago gallinago).* В устье Водопадного неоднократно (в своем роде — традиционно) гнездились каменушка *(Histrionicus histrionicus)*и перевозчик *(Actitis hypoleucos).*Эти виды птиц всегда были представлены в долине реки Гейзерной единичными или немногими парами. Теперь места их («традиционного») обитания сократились. Кроме того, берега ручья Водопадного играли существенную роль для зимовки горного дупеля (Лобков, 2002).

Гибель позвоночных животных суши, по сравнению с насекомыми, была невелика и, практически, не сказалась на состоянии их популяций ни в бассейне реки Гейзерной, ни тем более на Камчатке, в целом.  
Большинство птиц, с их подвижностью, способностью к быстрому перемещению в случае опасности, могли успеть покинуть долину Водопадного и низовье Гейзерной по мере их заполнения грязе-каменным потоком (особенно, если принять во внимание, что потоков было, по сути, три, и наибольший — второй по очереди). Однако, учитывая высокую скорость движения грязе-каменной массы, можно предполагать гибель небольшого количества взрослых особей (прежде всего, тех, кто не покидал гнезда «до последнего»). И конечно - гибель самих гнезд с кладками и птенцами. Вопрос в том, сколько гнезд могло быть на момент катастрофы в зоне оползня и потока?

В долине Водопадного и в низовье Гейзерной под грязе-каменным потоком могли оказаться, как минимум, 3–4 гнездовых участка рано размножающихся камчатской трясогузки *Motacilla lugens*(15–20% всех пар, гнездящихся в Долине гейзеров) и 1–2 участка - горной трясогузки *Motacilla cinerea.* Их места обитания, приуроченные к берегам ручьев и к самой нижней части склонов долин, пострадали больше других. Что касается лесных (включая кустарниковых) и луговых птиц, то их видовой состав к началу природной катастрофы был неполным: почти четверть видов (23%) к 3 июня еще даже не прилетели. Из тех, кто уже прибыл в Долину, к размножению могли приступить порядка 12–13 видов (35–38% авифауны). С учетом средних показателей плотности их популяций возможные потери составляют порядка 50–60 гнезд.

Большинство птиц, оказавшиеся в момент схода оползня и грязе-каменного потока в долине Водопадного и в самом низовье Гейзерной, еще не приступили к размножению, но отличались активным брачным поведением, формировали пары, самцы активно пели. Эти птицы, скорее всего, перелетели на соседние участки местности в подходящие для них биотопы, где в последующем приступили к размножению. В общей сложности речь может идти максимум о 150–200 перераспределившихся пар.

К началу июня в центральной части Долины гейзеров регистрировали от 8 до 12 бурых медведей, причем, по крайней мере, одна брачная пара и одиночная особь держались на Водопадном. Учитывая быструю скорость прохождения потоков, можно предполагать гибель нескольких особей медведей под грязе-каменной массой в долине Водопадного. Очевидной стала откочевка медведей из центральной части Долины в день катастрофы. 4 июня мы не наблюдали ни одного медведя, ни поблизости от потока, ни вдали от него и не обнаружили вдоль грязе-каменной лавины ни одного их следа. Безусловно, они были напуганы шумом и движением оползневой массы.

Гибель птиц, млекопитающих и мест их обитания под водой. Учитывая, что подпрудное озеро наполнялось в течение более, чем четырех суток, птицы, даже те, кто успел выстроить гнезда у реки и отложить яйца, с подъемом воды покидали гнездовые участки. Кладки и птенцы погибали, но взрослые птицы оставались живы и, по крайней мере, часть из них приступали затем к повторному гнездованию. На прогретых лужайках прибрежных речных террас погибли, как минимум, 3–4 гнезда камчатских трясогузок (одно из них было залито под Витражом), 2 гнезда горных трясогузок и одно гнездо желтой трясогузки *(Motacilla flava)*. Кроме того, из числа тех, что удалось обнаружить, залиты водой гнездо каменушки на береговом склоне у гейзера Конус, горного вьюрка *(Leucosticte arctoa)* в нижней части склона карликовых гейзеров, пятнистого конька Anthus hodgsoni на лугу вблизи гейзера Щель и другие. Всего под водой погибло не менее 20 гнезд.

4 и 7 июня 2007 г. мы произвели учет гнездовых участков птиц в границах модельной площади, заложенной в 1991 г. в целях мониторинга орнитологического комплекса в границах туристической тропы (Лобков, 2002). Оказалось, что за 3 суток население этого участка местности, в который попадает значительная часть долины Гейзерной, залитой озером, сократилось на 19,5% за счет того, что не стало птиц, гнездившихся вдоль речных берегов и на прибрежных террасах Гейзерной от гейзера Малый до Витража.

В процессе наполнения озера погибло и некоторое количество млекопитающих. Едва ли их было много. 7 июня на воде у кромки заливаемого луга обнаружен трупик красно-серой полевки (Clethrionomys rufocanus), и в этот же день на склоне, освободившемся от воды с падением уровня озера, найден свежий труп медвежонка-сеголетка.

О территориальном перераспределении птиц и млекопитающих в центральной части Долины гейзеров после природной катастрофы. На примере птиц нам, возможно, удалось зафиксировать последствия откочевки животных из мест, уничтоженных грязе-каменным потоком и подпрудным озером. Так, численность лесных видов в центральной части Долины гейзеров, не затронутой природной катастрофой, в период гнездования летом 2007 г. несколько увеличилась, и мы связываем это с откочевкой особей из «зоны воздействия». Подтверждением тому — следующие факты:

— в период с 1983 по 2000 гг. на заросшем каменноберезовым лесом и ольховым стлаником гребне, разделяющем долины Водопадного и Гейзерной, на маршруте протяженностью 0,45 км в полосе 60 м, мы находили от 7 до 12 видов птиц (в среднем, 8 видов) общей численностью от 11 до 18 пар, в среднем 15 пар. 7 июня 2007 г. на этом же маршруте, но чуть меньшей длины (0,4 км), поскольку часть гребня была перекрыта отложениями, мы нашли 21 пару 13 видов; соответственно, плотность населения лесных птиц оказалось выше аналогичных показателей прошлых лет, как минимум, на 20%;

— в среднем на 16–17% (у отдельных видов, например, у пятнистого конька до 35%) по сравнению с данными за 1993–2000 годы увеличилась в 2007 г. максимальные показатели плотности населения птиц в фоновом субальпийском ландшафте долины Гейзерной: в ольховых стланиках и на субальпийских лужайках, расположенных выше грязе-каменного потока и озера; данные получены по результатам маршрутных учетов (табл. 1);

Таблица 1.

**Показатели суммарной плотности населения птиц в субальпийском ландшафте Долины  
гейзеров «до природной катастрофы» и «после нее»**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Плотность населения птиц в парах на 1 кв. км | | |
| До природной катастрофы: 1993–2000 гг. По: Лобков, 2002 2007 г. | | 2007 г. (после оползня) |
| Максимальный показатель | В среднем |
| 262,1 | 197,7 | 305,3 |

 — показательны результаты учета гнездовых участков в границах модельной площади, заложенной в целях мониторинга; при том, что количество занятых птицами участков в период с 4 по 7 июня, как мы отмечали, сократилось из-за гибели тех, что залиты водой, общая численность птиц, сосредоточившихся на площади 0,7 км², оказалась в этом сезоне наибольшей за все 10 лет наших наблюдений; в период с 1991 по 2001 гг. в границах этой площади мы учитывали от 30 до 47, в среднем 38 пар (Лобков, 2002), а в 2007 г. — 55 пар (табл. 2) .

Таблица 2.

**Численность птиц, гнездящихся на модельной площади в границах настильной туристической тропы и вокруг нее в 1991–2007гг. Площадь учета 0,7 км² (по: Лобков, 2002 с добавлением материалов 2007 г.).**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Виды | Численность в парах | | | | | | | | | |
|  | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 2000 | 2001 | 2007 |
| Кряква | - | 1 | - | 1 | - | 1 | 1 | - | - | - |
| Чирок-свистунок | - | - | - | 1 | 1 | - | - | - | - | 1 |
| Свиязь | 1 | - | 1 | - | - | - | - | 1 | - | - |
| Каменушка | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 |
| Фифи | - | - | - | 1 | 1 | - | - | - | - | - |
| Перевозчик | 1 | - | - | - | 1 | - | - | 1 | - | - |
| Обыкновенная кукушка | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | - | 1 | - | 3 |
| Глухая кукушка | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | - | 1 | 1 | - | - |
| Пятнистый конек | 1 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 | - | 5 |
| Желтая трясогузка | 4 | 4 | 3 | 4 | 8 | 5 | 4 | 1 | 2 | 5 |
| Горная трясогузка | - | 1 | - | 1 | - | 1 | 1 | - | 1 | 3 |
| Камчатская трясогузка | 6 | 6 | 5 | 4 | 3 | 4 | 4 | 6 | 4 | 5 |
| Сибирский жулан | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - |
| Сорока | - | - | - | - | - | 1 | 1 | - | - | - |
| Черная ворона | - | - | - | - | - | 1 | - | 1 | - | 1 |
| Охотский сверчок | 7 | 6 | 3 | 1 | 2 | - | 6 | 11 | 7 | 6 |
| Пятнистый сверчок | - | - | - | - | - | 2 | - | 1 | - | 1 |
| Пеночка-таловка | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 3 | 3 |
| Малая мухоловка | 2 | 2 | 3 | 1 | 3 | 2 | 3 | 4 | 1 | 4 |
| Соловей-красношейка | 3 | 3 | 4 | 2 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | - |
| Синехвостка | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 |
| Оливковый дрозд | - | - | - | - | 1 | - | 1 | - | - | 2 |
| Бурый дрозд | - | - | - | 3 | 2 | 1 | - | - | - | 3 |
| Пухляк | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 |
| Поползень | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Юрок | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - |
| Китайская зеленушка | 3 | 3 | 1 | 2 | 2 | - | 3 | 1 | 3 | 2 |
| Обыкновенная чечетка | 1 | 2 | - | 4 | 4 | 1 | - | 1 | 2 | 3 |
| Тундряная чечетка | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - |
| Горный вьюрок | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 |
| Чечевица | 5 | 4 | 2 | 2 | 1 | 3 | 2 | 4 | 4 | 4 |
| Аспидная овсянка | 1 | - | 2 | 1 | - | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| Овсянка-ремез | 1 | 3 | 2 | 4 | 2 | 2 | - | 4 | 1 | 2 |
| Все виды в сумме | 42 | 43 | 33 | 40 | 42 | 31 | 34 | 47 | 30 | 55 |

Более высокие показатели численности птиц на 15–20% не могут быть статистически достоверными, так как разница в результатах учета, по нашему опыту, находится в рамках методических погрешностей. Тем не менее, мы не отвергаем результат, поскольку разные варианты учета в разных местах показали одну и ту же тенденцию: небольшое увеличение численности, которая, на наш взгляд, может быть, прежде всего, следствием местной откочевки птиц, что произошла после природной катастрофы.

Временное перераспределение произошло у бурых медведей: они откочевали на несколько дней из центральных районов Долины гейзеров, где обычно в мае и июне проходит их гон, в верхнюю часть бассейна этой реки. Но уже 6 июня (через 3 суток) медведи вновь стали появляться в районе туристической тропы, проявляли любопытство к озеру и грязе-каменному потоку. 7 и 8 июня их замечали все чаще, медведи ходили по плотине и даже купались в теплом озере, образовавшемся на поверхности потока над погребенными гейзерами Тройной, Сахарный и Сосед. В последующие дни медведи стали вполне обычны в центральной части Долины гейзеров, хотя по наблюдениям очевидцев их было меньше, чем в прошлые сезоны. 27 июля 2007 г. в Долине гейзеров появилась известная медведица «Темнолапка» с медвежонком. В эти сроки она обычно появлялась и в прежние годы. Наблюдали, как они переплывали озеро в самом широком месте.

О признаках привыкания и адаптации птиц и млекопитающих к новым элементам природного комплекса. Первая реакция бурых медведей и птиц, вызванная шумом, движением оползня, заполнением долины Водопадного грязе-каменной массой и уничтожением привычных мест обитания, была вызвана испугом и вызвала их откочевку. Но очень скоро (птицы — уже на следующие сутки, медведи — через трое суток) животные не избегали новых элементов природного комплекса, а, скорее, с осторожностью, проявляли к ним любопытство и даже извлекали пользу.

Грязе-каменный поток. Уже 4 июня 2007 г. мы наблюдали на поверхности плотины, перекрывшей Гейзерную, пару камчатских трясогузок, которая собирала на поверхности грязе-каменных отложений травинки в качестве строительного материала для гнезда. Здесь же на глыбах глинистых пород мы наблюдали их брачные демонстрации и спаривание. Гнездо все же строили не на потоке, а на склоне долины.  
На парящей поверхности потока возле устья Водопадного камчатская трясогузка ловила двукрылых, явно привлеченных теплым воздухом остывающих пород. Несколько раз на наших глазах на поверхность потока на границе с озером садился бурый дрозд *(Turdus eunomus),*также пытавшийся ловить крупных насекомых.

Один из самцов пятнистого конька на гребне вдоль долины Водопадного исполнял токовый полет, совершая посадки не только на деревьях, но и на одну из выступающих крупных глыб в 20 м от опушки леса. У самого края грязе-каменной плотины и озера токовал самец горной трясогузки, перелетая с поверхности потока на склон и обратно.

7 сентября 2007 г., то есть в период осенней миграции, камчатские трясогузки время от времени посещали озера, образовавшиеся на поверхности грязе-каменного потока, заполнившего долину Водопадного. К этому времени в озерах в большом количестве развились зеленые водоросли, над водой летали мелкие двукрылые, которых трясогузки ловили в воздухе и собирали на берегу и на камнях.  
Бурые медведи, появившиеся после нескольких дней вновь в центральной части Долины гейзеров, по наблюдениям очевидцев, порой прохаживались вдоль грязе-каменного потока, осматривая его и принюхиваясь. 6 июня 2007 г. один из них решился перейти поток на Водопадном, но провалился в яму с жидкой грязью и, едва выбравшись, вернулся (И. Шпиленок).

Подпрудное озеро. Уже 3 июня, практически сразу с образованием озера, камчатские трясогузки, обитавшие в центральной части Долины, обратили на себя внимание характерной особенностью трофического поведения. Они активно поедали насекомых, которые по мере затопления берегов рек Гейзерной, в большом количестве оказались на поверхности озера. Трясогузки собирали насекомых на поверхности озера и вдоль кромки «вода-суша». При этом, обычно садились на ветошь (ветки, кору, мусор), в большом количестве плававший на поверхности воды, или схватывали добычу с поверхности воды налету. Это продолжалось в течение всего времени, пока вода затапливала все новые и новые убежища насекомых. Такую же картину мы наблюдали и 7 июня.

Озеро привлекло в Долину в летнее время лебедей-кликунов *(Cygnus cygnus)*: уже 6–7 июня и в последующие дни лебеди садились на озеро неоднократно. Речь идет не о попытке их гнездования (таких условий здесь нет), но о временной остановке кочующих особей. Раньше (Лобков, 2002) кликуны бывали на реке Гейзерной только в период пролета и зимой.

Вдоль берегов расширенного русла Гейзерной на ее повороте от Витража до гейзера Щель сформировались песчано-галечниковые косы, которых здесь ранее не было. Это произошло по причине того, что скорость течения реки Гейзерной при «впадении» в образовавшееся озеро в этом месте резко сократилась, и на дне реки и по ее берегам образовались мощные отложения из взвеси, которую несли талые воды. Осадочные накопления оказались на столько мощными, что скрыли огромные валуны, до того заполнявшие в этом месте берега. Песчаные отмели и косы привлекли куликов. Здесь охотно теперь кормятся гнездящиеся неподалеку перевозчики и ранние мигранты — сибирские пепельные улиты *(Heteroscelus brevipes),*а к зиме появились горные дупели.

**Растянутость сроков размножения у птиц, как следствие гибели части гнезд.**

Птицам, размножающимся на Камчатке, в том числе в Долине гейзеров, свойственна растянутость сроков размножения (Лобков, 2002). Но то, что мы наблюдали после природной катастрофы, можно уподобить природному феномену. 7 июня на небольшом участке местности в границах туристической тропы можно было одновременно наблюдать камчатских трясогузок, находящихся на разных стадиях размножения. Одни птицы отличались активным гамосематическим (формирование пар) и эпигамическим (спаривание) поведением. Другие насиживали кладки, самцы токовали и активно защищали участки. Третьи уже носили корм птенцам (по наблюдениям И. Шпиленка 1–2 июня на прогретой поверхности у гейзера Жемчужного было найдено гнездо с птенцами, готовыми к вылету). Такое «смешение» сроков размножения мы объясняем тем, что примерно 30–40% пар этого вида птиц потеряли гнездовые участки, первые кладки и птенцов. Но, поскольку природная катастрофа пришлась на начальный период их размножения, большинство пар (а может быть и все) быстро приступили к повторному гнездованию, взамен неудачному, на новых участках, не пострадавших от оползня и озера. Это способствовало разнообразию разных этапов размножения у разных пар в одно и то же время и еще большей, чем обычно, растянутости сроков их размножения.

**Общая оценка последствий катастрофы на примере животных. По состоянию населения насекомых, птиц и млекопитающих в течение первого сезона после произошедшего оползня, выявлены следующие важнейшие его последствия:**

**Прямой (как правило, негативный) эффект**

* Гибель части населения (у разных видов животных), в том числе гибель микропопуляций, являющихся ключевыми в населении вида в Долине гейзеров, на Камчатке и в некоторых случаях даже для видов в масштабах их ареалов (у насекомых);
* Уничтожение части прежних местообитаний, в том числе игравших важную роль в поддержании структуры местных популяций (для насекомых) и являвшихся традиционными для обитания отдельных особей и семейных пар (у птиц и млекопитающих);
* Трансформация части местообитаний (для всех животных).
* Перенос с грязе-каменным потоком некоторого количества выживших особей в нехарактерные им места обитания (у насекомых).

**Косвенные (экологические) последствия**

* Перераспределение части населения в центральной части Долины гейзеров, вследствие откочевки животных из пострадавших мест (у разных видов);
* Нарушение пространственной и социальной структуры микропопуляций (у разных видов, прежде всего, у термофилов);
* Нарушение экологического баланса в биологических сообществах на трансформированных местах обитания (зафиксировано у насекомых);
* Растянутость репродуктивного периода вследствие повторного участия в размножении особей, покинувших пострадавшие места (у птиц и насекомых);
* Вертикальное смещение части мест обитания: перенос оползнем и потоком в центральную часть Долины гейзеров элементов биотопов, лежащих на 100–250 м выше (у насекомых);
* Появление взамен прежних — новых по облику мест обитания, до того не свойственных природному комплексу (для всех животных).

**Признаки восстановления природного облика Долины гейзеров:**

* Экологические и поведенческие адаптации: привыкание местных животных и видов-мигрантов к новым элементам природного комплекса, извлечение из них хотя бы временной пользы (у птиц и млекопитающих);
* Появление в Долине гейзеров видов животных, которых привлекают новые элементы природного комплекса (у птиц);
* Заселение новых мест обитания, стартовые этапы сукцессий и формирования новых микропопуляций (у насекомых и других беспозвоночных).

Таким образом, последствия, которые оказала природная катастрофа на биологическую составляющую природного комплекса в Долине гейзеров, локальны по пространственным масштабам, но разнообразны и весьма значимы с позиции сохранения биоразнообразия животных. Наибольший негативный эффект обнаружен у насекомых. У птиц и млекопитающих он не так значителен.

Действительно, известная энтомофауна Долины гейзеров насчитывает 431 вид (Лобкова, 2002; Летопись природы Кроноцкого заповедника за 2002–2006 гг.). Практически все они собраны из центральных районов Долины в зоне влияния термальных полей, так что природная катастрофа затронула, если не всю известную фауну насекомых, то ее значительную часть. Для 53 термофильных видов (12% энтомофауны), урон микропопуляциям мы нашли существенным, и для их устойчивого восстановления в новых условиях потребуется не одно поколение. В некоторых случаях, когда погибли ключевые места обитания и колонии, быть может, потери окажутся невосполнимыми.

Из 52 видов птиц, гнездящихся в Долине гейзеров, в большей или меньшей степени пострадали местные популяции и условия обитания, как минимум, 20 видов (38,5%). Но ни одна из этих популяций не исчезла, и ни для одной из них погибшие особи, кладки, птенцы не были решающими в поддержании структуры местного населения, если не принимать во внимание виды, представленные в Долине гейзеров единичными парами. Спасшиеся взрослые особи птиц приступили к повторному циклу размножения, и в той или иной мере восстановили потерянные выводки в результате успешного повторного гнездования в тот же сезон в новых местах по соседству с уничтоженными.

Что касается млекопитающих, то, как известно (Мосолов, Никаноров, 2002; Николаенко, 2005), важнейшая особенность Долины гейзеров в том, что она является традиционным местом гона бурых медведей. Природный облик Долины гейзеров изменился, и в какой-то мере это, возможно, скажется на численности и размещении медведей в брачный период. Вопрос в том, насколько существенными будут эти изменения? Это станет ясным по истечении хотя бы нескольких сезонов.

**Начальные этапы восстановления трансформированных и уничтоженных ценозов.**

Произошедший 3 июня 2007 г. оползень, хотя и признается крупнейшим в историческое время, но не является уникальным геологическим событием в Узон-Гейзерном районе. На космических снимках и аэрофотоснимках «читаются» следы и других аналогичных событий, происходивших в прошлые эпохи (Леонов, в печати). Тем самым, представляет большой научный интерес изучение состояния биологических компонентов природного комплекса в Долине гейзеров в многолетней динамике.

Наблюдения за насекомыми, птицами и млекопитающими свидетельствуют о довольно быстрой адаптации животных к новым условиям обитания. Признаки такой адаптации стали замечать практически сразу после окончания природной катастрофы. Процессы адаптации прогрессируют, и мониторинг покажет: какими путями и темпом будут формироваться новые биологические сообщества на грязе-каменных отложениях, в подпрудном озере и на освобождающихся от отложений и воды склонах?

По окончании сезона, первого после природной катастрофы, можно отметить несколько принципиально важных моментов:

1. Восстановление трансформированных и формирование новых биологических сообществ началось в тот же сезон, как произошла природная катастрофа. Это касается, прежде всего, закрепления в новых местах животных, переселившихся из пострадавших участков. Но также — и начальных этапов формирования совершенно новых сообществ на поверхности грязе-каменного потока. Восстановлению биологических сообществ способствуют благоприятные условия обитания, какими отличается Долина гейзеров, и то, что природная катастрофа произошла на относительно ранних этапах весеннего оживления, у многих животных было время «начать все заново»

2. Восстановление биологических сообществ на поверхности грязе-каменного потока происходит несколькими процессами, дополняющими один другого. Важнейшую роль играют процессы восстановления растительности, причем основные векторы начальных восстановительных смен напоминают аналогичные процессы начального зарастания вулканогенных отложений (пеплов и лав).

Действительно, с одной стороны, на поверхности потока, при всей ее неровности и крупноглыбовой структуре, сохранились многочисленные жизнедеятельные куртины растительности, вынесенные грязе-каменным материалом. Это — более или менее крупные фрагменты почвенного покрова вместе с куртинами луговой растительности, расположенные на поверхности или среди крупных обломочных глыб, а также куртины ольхового стланика и каменные березы с травяным покровом и с почвой в вывороченной корневой системе. 7 сентября 2007 г. их общее проективное покрытие на поверхности потока вдоль долины Водопадного в его среднем и нижнем течении мы оценили местами не менее, чем 0,15–0,2, а на небольших участках поверхности до 0,3. Многие растения в наиболее крупных куртинах отцвели, плодоносили и могли стать источниками расселения.

С другой стороны, к концу лета на поверхности потока в разных местах появилось множество всходов растений более, чем 20 видов, типичных для окружающих растительных ассоциаций: вейника *(Calamagrostis sp.),*черемши *(Allium ochotense),*чемерицы *(Veratrum oxysepalum),* шеломайника *(Filipendula camtschatica),*майника *(Maianthemum dilatatum),*волжанки *(Aruncus dioicus)*, борщевика *(Heracleum lanatum),*полыни (Artemisia arctica), крестовника *(Senecio cannabifolius)* и многих других растений. Они часто произрастали одиночными экземплярами или небольшими группами (сообществами) на большом расстоянии одно от другого, нередко находились в угнетенном состоянии. Вероятно, их всходы стали возможными, благодаря почве, уцелевшей близ поверхности грязе-каменных отложений на небольшой глубине. Особенно высокой плотность растений была вдоль границы селевого потока и обломочных лавин в полосе их заплеска, где мощность глинистых отложений невелика. На многих из них (особенно в сохранившихся куртинках) замечали насекомых, в том числе, фитофагов.

Восстановлению биологических сообществ «помогают» озера, сформировавшиеся на поверхности потока, заросшие зелеными водорослями, и привлекающие водных беспозвоночных (прежде всего, водных двукрылых), а с ними — и птиц.

Биотопическое зонирование поверхности грязе-каменных отложений селевого потока и обломочных лавин и их орнитологическое освидетельствование. Аэрофотосъемка, произведенная 12 июля 2007 г. сотрудниками ИВиС ДВО РАН позволила произвести биотопическое зонирование поверхности грязе-каменных отложений селевого потока и обломочных лавин с позиции возможных этапов и векторов зарастания растительностью и формирования в новых растительных сообществах животного населения. Условно на теле отложений, под которыми погребены долина ручья Водопадного и низовье Гейзерной, сверху вниз мы выделяем 4 биотопических зоны, на которых в июне мы произвели орнитологическое освидетельствование.

1). Арена горного обвала (стена обрыва). Это — по сути, рухнувший склон. Поверхность в основном носит крупнообломочный и глыбовый характер. У северной стены обрыва вскрылись термальные площадки в виде глубоких расселин с интенсивным парением. И все же в границах горного обвала (главным образом, в его южной части) сохранились небольшие куртины растительности. На аэрофотоснимках в пределах этой зоны можно выделить порядка 150–170 куртин, в основном небольшого размера (от менее 1 м до 20 м в поперечнике). Их размещение несомкнутое, большинство куртин пространственно изолированы одна от другой, а их общее проективное покрытие составляет порядка 1%. Каких-либо птиц в границах этой зоны мы не наблюдали ни в первые дни после катастрофы, ни потом.

2). Аллохтон — хорошо выраженный в рельефе крупный участок поверхности склона, сползший на заключительной стадии обрушения (Проведение краткосрочного прогноза, 2008). Благодаря плавному сползанию, на поверхности этой части потока максимально сохранился растительный покров, характерный для нижней части склонов долины Гейзерной — заросли ольхового стланика, субальпийские лужайки, отдельные каменные березы и даже небольшие березовые куртины. Однако сплошного единого массива растительность не образует, отчетливо заметно дробление тела аллохтона, а с ним фрагментация растительного покрова на более или менее крупные участки и куртины. Их общее проективное покрытие составляет примерно 25%, а в центральной части этой зоны не менее 60–70%. В этой части потока в июне временами звучали отдельные голоса пятнистого конька, таловки *(Phylloscopus borealis)* и овсянки-ремеза *(Emberiza rustica).*Их численность была крайне мала и едва ли превышала 10–12 особей птиц на всю площадь, занимаемую зоной. Можно предполагать, что, по крайней мере, часть этих птиц могла размножаться. Увеличилась ли их численность к июлю, осталось неизвестным.

3). Долина ручья Водопадного. Самая протяженная часть грязе-каменного потока, разнообразная по характеру отложений и их происхождению. В границах этой зоны образовалось большинство озер и формируется новое русло ручья. Вдоль долины Водопадного неравномерно разбросаны сотни, а всего около тысячи куртин растительности самого разного размера с общим проективным покрытием порядка 10–15%. Размещение растительных куртин ориентировано, главным образом, вдоль линии движения потока. К нижней границе зоны, расположенной ниже устья Водопадного, количество куртин все более уменьшается. Последние мы нашли в районе термального озера, образовавшегося над погребенными гейзерами Тройной, Сахарный и Сосед. Мы неоднократно замечали птиц, садившихся на короткое время на поверхность отложений, на сохранившиеся стланики и деревья. Но размножения птиц в растительных куртинах в 2007 г. не было.

4). Низовье реки Гейзерной. Это — фронтальная часть потока, достигшая реки Шумной. С прорывом плотины в этой части потока произошло перераспределение отложений, в связи с чем здесь нет растительности и соответственно птиц.

Судя по облику грязе-каменных отложений, скорость формирования новых биологических сообществ, в частности, птиц и их видовое разнообразие в разных участках селевого потока и обломочных лавин будут разными. Если не произойдет новых существенных изменений в облике отложений (их разжижение и связанные с ним, провалы, фронтальные подвижки, перемещения и перераспределение отложений), то, скорее всего, население птиц, наиболее близкое к естественному (фоновому) для долины Гейзерной, сформируется в границах аллохтона, где растительность сохранилась лучше, чем где-либо вдоль потока.

Начальные этапы формирования новой для природного комплекса Долины гейзеров экосистемы подпрудного озера «Гейзерное». С появлением подпрудного водоема на месте русла Гейзерной начала формироваться новая для природного комплекса Долины гейзеров озерная экосистема. В первое время озеро испытывало большой приток талых холодных вод, и температура поверхностного слоя воды в июне составила 11–13°С (конкретные замеры 4–7 июня: 11,4–13,2°С). В гидробиологических пробах, отобранных в это время, найдены лишь редкие простейшие беспозвоночные и микроводоросли, характерные для вод Гейзерной до природной катастрофы. Постепенно с таянием снегов доля поступления холодных вод в озеро уменьшалась, и в течение лета и осени температура воды за счет разгрузки термальных источников заметно увеличилась. 7 сентября температура воды в озере составила 17,8°С. А 25 декабря 2007 г., несмотря на морозную погоду, в реке Гейзерной при ее впадении в озеро температура воды достигла +18°С, а в средней части озера напротив гейзера Малый — +22°С.

Уже в июле озеро выглядело зеленым, что свидетельствовало о развитии зеленых микроводорослей. Большая часть берегов озера довольно обрывистые, лишенные мелководий и пляжей. И только в самой верхней левобережной части водоема береговая полоса отличается наличием низких террас, вышедших из-под уровня воды, и мелких временных заливчиков с альгобактериальными пленками и взвесями. На суше и в прибрежной полосе лежит множество погибших, гниющих стеблей травянистой растительности. Здесь мы наблюдаем наибольшее видовое разнообразие животных. К августу 2007 г. адаптировались, заселив верхнюю часть озера, личинки двух видов ручейников (из 15 видов, известных для энтомофауны долины Гейзерной) — *Hydropsyche nevae Kol.*и *Hydropsyche kozhantshikovi Martche (Trichoptera, Hydropsychidae).*На электрический свет в начале августа летели, как и обычно в это время, взрослые ручейники*Onocosmoetus flavus Mart. (Trichoptera Limnephilidae).*Вдоль береговой линии в изобилии летали разнообразные двукрылые — сапрофаги (толстоножки, береговушки, бабочницы), привлеченные запахами отмирающей растительности, формирующимися альго-бактериальными матами и повышенной температурой воды. В районе гейзера Большой 1 августа над прибрежной растительностью летала стрекоза коромысло*Aeschna subarctica Walk. (Оdonata, Aesсhnidae).*

В поверхностных планктонных пробах, отобранных в сентябре, обнаружено обилие детрита, что может свидетельствовать об активных процессах разложения органического вещества (вероятно, погребенных водой растений и животных). В устье Гейзерной при впадении в озеро, найдены диатомовые водоросли, а в центральной части водоема, кроме того, зеленые водоросли Closterium и Sphaerocyctis, а также подвижные инфузории и коловратки из простейших беспозвоночных. Несмотря на значительный прогрев к этому времени поверхностных вод, в пробах не оказалось сине-зеленых водорослей, что может свидетельствовать о том, что водные массы водоема достаточно насыщены кислородом и не подвержены эвтрофикации.

14 декабря 2007 г., уже в снежной обстановке и при отрицательных дневных температурах атмосферного воздуха найдены жизнедеятельными еще несколько видов водных насекомых. На береговых валунах под гейзером Щель обнаружено несколько особей взрослых ручейников *Arctopsyche ladogensis Kol. (Trichoptera, Arctopsychidae).*В прибрежной мелководной полосе (до 50–70 см от берега) среди слоя лежащих на дне стеблей погибшей растительности обнаружены:

* клопы - гребляки и их личинки разных возрастов *Callicorixa producta Fieb. (Corixidae Heteroperа),*которые питаются водорослями, — до 20 особей на 1 м береговой линии;
* личинки хирономид *(Chironomidae)* размером до 6–8 мм, которые в процессе питания фильтруют содержимое ила; до 15 особей выскакивали из-под ноги одновременно, стремительно зарываясь в ил;
* личинки комaров — лимониид *Symplecta sp. (Limoniidae),*питающиеся микроводорослями, в количестве — 2 личинки на 1 дм² альгобактериальной взвеси;
* личинки мух — береговушек *Scatella stagnalis Fallen (Ephedridae)* — 3 личинки на 1 дм². альгобактериальной взвеси.

На свободной от снега траве у самой кромки воды и на альгобактериальных пленках в мелководных заливах были обычными (по 1–5 особей) пауки и брюхоногие моллюски *(Limnаeidae, Gastropoda).*Вся песчаная литораль в этом месте на глубине до 7 см была «изрисована» следами горных дупелей, которые остались в Долине гейзеров на зимовку (как это и было раньше) и собирали здесь беспозвоночных. На озере плавал чирок-свистунок *(Anas crecca).*На склоне так называемых «карликовых» гейзеров время от времени кормились одиночные горные вьюрки *(Leucosticte arctoa).*

Судя по всему, в озере Гейзерное, благодаря высокой температуре, формируется термальная водная экосистема, в которой популяции беспозвоночных животных жизнедеятельны круглый год. Примеров термальных источников, в которых микропопуляции простейших беспозвоночных, пресноводных моллюсков, пауков и насекомых были бы жизнедеятельны весь год, включая самый суровый зимний период, на Камчатке не мало (они обнаружены в долине Паратунки, на Малкинских и Нижне-Семячикских источниках и в других местах). Но теплых озер такого большого размера, как Гейзерное, нет.

Трудно сказать, как долго будет существовать озеро. Река Гейзерная медленно, но постепенно размывает плотину, озеро сокращается в размерах и мелеет, кроме того, на дне озера увеличивается мощность осадочных накоплений.

Об использовании Долины гейзеров в эколого-просветительских целях в новых условиях. Долина гейзеров, как известно, является объектом эколого — просветительских экскурсий на территории Кроноцкого государственного природного биосферного заповедника. Основными объектами, привлекающими посетителей из разных регионов России и зарубежных стран, являются гейзеры. При этом, ни экскурсанты, ни организаторы туров часто не задумываются о том, что впечатление от экскурсии складывается на фоне целостного природного комплекса долины реки Гейзерной, включая его биологический компонент (растительность и животное население). С 1990 г. экскурсионная деятельность в Долине гейзеров осуществляется в границах маршрута, обустроенного настильными тропами и смотровыми площадками, охватывающими наиболее удобную, доступную и относительно безопасную часть Долины, в границах которой сосредоточены разнообразные объекты газо-гидротермальной деятельности, включая ряд крупных гейзеров, знаменитый «Витраж», места обитания термофильных видов живых организмов.

В первые дни после природной катастрофы российские средства массовой информации, комментируя событие, произошедшее 3 июня 2007 г., нередко использовали самые трагические формулировки: «Долина гейзеров уничтожена», «Уникального природного объекта Всемирного природного наследия на Камчатке больше не существует», «Знаменитая Долина гейзеров прекратила существование» и тому подобное. На самом деле, очевидно, что основные объекты, входившие в перечень природных достопримечательностей, которые осматривали посетители, не пострадали. Действительно, в результате природной катастрофы уничтожена долина ручья Водопадного, но экскурсионные группы туда не водили. По берегам реки Гейзерной селевый поток, обломочные лавины и подпрудное озеро погребли и затопили термальные площадки и такие крупные гейзеры, как Первенец, Тройной (а также Сахарный, Сосед) с уникальным гейзеритовым «плащом», Конус, ряд относительно небольших гейзеров. Но все они были расположены в нижнем течении реки вне границ экскурсионного маршрута. Гейзеры Большой, Малый, Щель, Малахитовый грот в день максимального наполнения озера оказались под водой, но с прорывом плотины и падением уровня озера все они, за исключением Малого, «вышли» из-под воды (одни раньше, другие позже) и остаются активными в характерном для них режиме извержения. Гейзеры и пульсирующие источники, включая знаменитый Витраж, Великан, Жемчужный и другие, расположенные вне подпрудного озера, вообще не пострадали и, как теперь становится понятным (Пинегина и др., 2008), их гидрологический режим также пока не претерпел существенных изменений. По сути, единственной заметной потерей среди природных достопримечательностей Долины гейзеров, которые осматривали посетители, является гейзер Малый, который до сих пор находится под водой. Малахитовый грот теперь серый по цвету из-за озерных наносных отложений, но от этого не стал менее привлекательным.

Озеро смыло часть настильных троп, а также мосты через реку Гейзерную, изменив ее берега, что не дает возможность организовать выход экскурсионных групп на правый берег реки напротив Витража. Но это не ограничивает возможности экскурсантам наблюдать с сохранившихся смотровых площадок все природные достопримечательности, которые сосредоточены в границах экскурсионного маршрута. Все, что видели экскурсанты раньше, они могут успешно наблюдать и сейчас (пока, за исключением, гейзера Малый).

Более того, в Долине гейзеров появились новые элементы природного комплекса, которые могут быть объектами познавательных экологических экскурсий. Среди них — новые термопроявления у подножия горного обвала, ручей с озерами на теле грязе-каменного потока на Водопадном, эффектное термальное озеро над погребенными гейзерами Тройной, Сахарный и Сосед. Гидрогеологи не исключают появления новых гейзеров (Пинегина и др., 2008). Рекреационную ценность представляют цирки арены горного обвала, грязе-каменные отложения селевого потока и грубообломочных лавин, плотина, перегородившая долину реки Гейзерной, живописное подпрудное озеро, эрозионные оползни на термальных склонах, новообразованные наносные отложения на реке Гейзерной, изменившие ее берега после схода воды.  
Наглядны процессы восстановления трансформированных и формирования новых биологических сообществ на участках, пострадавших от природной катастрофы: зарастание их растительностью, роль в этом сохранившихся на теле грязе-каменного потока растительных куртин, становление экосистемы подпрудного термального озера.

Таким образом, Долина гейзеров, остается одним из объектов Всемирного природного наследия, имеющим выдающееся научное и эколого-познавательное значение, и ее ценность в этом отношении не только не уменьшилась, но возросла.

Другое дело, что разнообразие аспектов воздействия природной катастрофы на природный комплекс, наличие потенциально опасных природных явлений, возможные опасные направления динамики грязе-каменных отложений и склонов долины реки Гейзерной свидетельствуют в пользу необходимости проведения комплексных и детальных научно-исследовательских работ в плане мониторинга лавинных и оползневых процессов, угрожающих биоте и эколого-просветительской работе в Долине гейзеров.

Заключение. Оползень, произошедший в Долине гейзеров 3 июня 2007 г., по сути, поставил природный эксперимент, который требует всестороннего научного изучения и невмешательства со стороны человека. Биота долины Гейзерной после природной катастрофы находится, если можно так выразиться, в состоянии своеобразного экологического стресса. Мы наблюдали только начальные этапы восстановительных смен и адаптации животных к новым условиям обитания. Заселение термальных биотопов, новых и трансформированных природной катастрофой, будет происходить, главным образом, за счет микропопуляций, сохранившихся в центральной части Долины Гейзеров, которая будет и в дальнейшем выполнять роль своеобразного резервата термоадаптированной флоры и фауны.

Поэтому, пока не закончатся восстановительные процессы и сукцессии, в Долине гейзеров следует соблюдать щадящий режим экскурсионной деятельности. О расширении использования Долины гейзеров в туристических целях (имея в виду изменение старых и устройство новых дополнительных пешеходных троп и смотровых площадок, увеличение количества посетителей) пока не может быть и речи, поскольку это может препятствовать естественным путям восстановления биоты. В целях сохранения биоразнообразия Долины гейзеров, как уникального природного объекта, являющегося частью Всемирного природного наследия, можно говорить о необходимости своеобразного «моратория» на ее обустройство. Принципиальное значение приобретает соблюдение так называемых «месячников тишины», ежегодно устанавливаемых на период гона бурых медведей и гнездования птиц в мае и июне, поскольку в основном именно на этот период времени приходятся важнейшие этапы годового цикла жизнедеятельности животных, определяющих успешность их размножения. Участки, где будут происходить процессы заселение трансформированных биотопов, должны быть закрыты для посещений.

Судя по всему, для формирования более или менее стабильного облика природного комплекса в Долине гейзеров в новых условиях потребуется времени даже меньше, чем нам кажется. При этом, процессы восстановления трансформированных и формирования новых сообществ должны быть естественными. Необходим ежегодный комплексный экологический мониторинг, по результатам которого следует принимать решение о режиме экскурсионной деятельности на каждый сезон.

Благодарности. Авторы признательны И.П. Шпиленку и В.А. Злотникову (Кроноцкий заповедник), которые поделились интересной и важной для наших исследований информацией и фотографиями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

Леонов В.Л. В печати. Геологические предпосылки и возможность прогноза оползня, произошедшего 3 июня 2007 г. в Долине Гейзеров, Камчатка. // Материалы 1-й региональной научно-технической конференции «Проблемы комплексного геофизического мониторинга Дальнего Востока, г. Петропавловск-Камчатский, 11–17 ноября 2007 г.

Леонов В.Л., Гриб Е.Н., Карпов Г.А. 1991. Кальдера Узон и Долина гейзеров // Действующие вулканы Камчатки, т. 2. М: «Наука», с. 94–141.

Лобков Е.Г. 1986. Гнездящиеся птицы Камчатка. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. 304 с.

Лобков Е.Г. 1999. Экологические адаптации птиц к условиям гнездования на вулканогенных термальных полях // Биология и охрана птиц, вып. 1. М: «Диалог-МГУ», с. 122–124.

Лобков Е.Г. 2002. Фауна и население птиц // Растительный и животный мир Долины гейзеров. Петропавловск-Камчатский: кн. Изд-во «Камчатский печатный двор», с. 139–257.

Лобков Е.Г. 2007. Птицы и млекопитающие после оползня 3 июня 2007 г. и некоторые вопросы состояния биоразнообразия животных в Долине гейзеров (Восточная Камчатка)  
// Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Материалы VIII международной научной конференции, Петропавловск-Камчатский, 27–28 ноября 2007 г. Петропавловск-Камчатский: изд-во «Камчатпресс», 2007, с. 325–332

Лобкова Л.Е. 2002. Насекомые. // Растительный и животный мир Долины гейзеров. Петропавловск-Камчатский: кн. Изд-во «Камчатский печатный двор», с. 72–136.

Лобкова Л.Е. 2003. Влияние вулканизма на формирование энтомофауны Камчатки. // Разнобразие беспозвоночных животных на Севере: Тезисы докладов II Международной конференции (Сыктывкар, Республика Коми, Россия, 17–22 марта 2003 г.) — Сыктывкар, с. 46–47.

Лобкова Л.Е. 2004. Основные векторы адаптаций насекомых к условиям обитания на геотермальных полях Камчатки. // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Доклады IV научной конференции 17–18 ноября 2003 г. — Петропавловск-Камчатский: изд-во ООО «Камчатпресс», с. 96–99.

Лобкова Л.Е. 2007.Состояние биоразнообразия насекомых в Долине гейзеров (Восточная Камчатка) после оползня 3 июня 2007 г. // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Материалы VIII международной научной конференции. Петропавловск-Камчатский, 27–28 ноября 2007 г. Петропавловск-Камчатский: изд-во «Камчатпресс», с. 318–324.

Лобкова Л.Е., Лобков Е.Г. 2003. Экологические связи насекомых в биогеоценозах термальных полей Узона и Долины Гейзеров. // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей. Доклады III научной конференции 26–27 ноября 2002 г. — Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатНИРО, с. 87–99.

Лобкова Л.Е., Баринова Е.С., Дулов Л.Е., Гальченко В.Ф. 2007. Взаимоотношения личинок мух *Eristalinus sepulchralis*c микроорганизмами в гидротермах кальдеры Узон (Камчатка). // Микробиология, т. 76, с. 405–415.

Лобкова Л.Е. Кривошеина М.Г. 2006. Двукрылые в геотермальных водоемах южной Камчатки. // Геология. География. Биологическое разнообразнообразие Северо-Востока России. Материалы Дальневосточной региональной конференции, посвященной памяти А.П. Васьковского и в честь его 95-летия. (Магадан, 28–30 ноября 2006 г.). Магадан: СВНЦ ДВО РАН, с. 375–378.

Мосолов В.И., Никаноров А.П.. 2002. Млекопитающие. // Растительный и животный мир Долины гейзеров. Петропавловск-Камчатский: кн. Изд-во «Камчатский печатный двор», с. 258–282.

Николаенко В.А. 2003. Камчатский медведь. М: Логата, 120 с.  
Пинегина Т.К., Делемень И.В., Дрознин В.А., Калачева Е.Г., Чирков С.А., Мелекесцев И.В., Двигало В.Н., Леонов В.Л., Селиверстов Н.И. 2008. Камчатская Долина гейзеров после катастрофы 3 июня 2007 г. // Весник ДВО РАН, № 1 (в печати).

Пащенко Н.Ф., Лобкова Л.Е. 1990. К фауне тлей (Homoptera, Aphidinea) Камчатки // Новости систематики насекомых Дальнего Востока. Владивосток, с. 5–27.  
Проведение краткосрочного прогноза оползневых процессов в Долине гейзеров. 2008. Итоговый отчет: научный руководитель Н.И. Селиверстов, ответственные исполнители В.Н. Двигало, И.Ф. Делемень, координатор В.А. Дрознин. Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН. Петропавловск-Камчатский, 160 с.

Растительный и животный мир Долины Гейзеров. 2002. Под ред. Е.Г. Лобкова. Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор, 303 с.

Potapov M.B., Lobkova L.E., Shrubovich Yu.E. 2005. New and little known palaearctic Pachyotominae (Collembola: Isotomidae) // Russian Entomological Journal. 14(1). C.75–82.