

УДК 581. 502/. 507 (471. 65)  
DOI: 10.23671/VNC.2013.3.55539

## ФИТОИНДИКАЦИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ СХОДА ЛЕДНИКА КОЛКА 20 СЕНТЯБРЯ 2002 ГОДА – ИНСТРУМЕНТ ДОЛГОСРОЧНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ГЛЯЦИАЛЬНЫХ КАТАСТРОФ В ДОЛИНЕ РЕКИ ГЕНАЛДОН

© 2013 А. Л. Комжа, к.б.н.

Центр геофизических исследований ВНЦ РАН и РСО-А,  
Россия, 362002, г. Владикавказ, ул. Маркова 93а, e-mail: [cgi\\_ras@mail.ru](mailto:cgi_ras@mail.ru),  
Северо-Осетинский государственный природный заповедник,  
Россия 363240, г. Алагир г, ул. Ч. Басиевой, 1.

Изучение последствий гляциальных катастроф в долине р. Геналдон и прогнозирование этих катастроф базируются, как правило, на абиотических индикаторах. Между тем, для этих целей можно использовать целый ряд биологических индикаторов (в особенности, фитоиндикаторов).

В контексте геоэкологического мониторинга долины р. Геналдон нами проведен поиск фитоиндикаторов, маркирующих в ландшафте последствия схода ледника Колка 20.09.2002 г. и предшествующих гляциальных катастроф. В результате установлена возможность эффективного использования некоторых растительных сообществ, достаточно четко идентифицируемых в ландшафтах, для фитоиндикации последствий гляциального события 20.09.2002 г. и долгосрочного прогнозирования гляциальных катастроф в долине Геналдона. Ниже приводятся краткие итоги проведенных исследований.

**Ключевые слова:** фитоиндикаторы, лавинообразный поток, гляциальный сель.

**Терминология.** Мы используем термин «лавинообразный поток», следуя более ранним профильным публикациям [Васьков, Гончаров, 2006; Никитин и др., 2006; Никитин 2007]. Лавинообразный поток (ЛП), разгрузив в Канийской котловине основную часть своей каменно-ледовой составляющей, трансформировался ниже Кармадонских Ворот в гляциальный сель (ГС).

### 1. Нижнее течение р. Геналдон

1.1. Молодой пойменный лес (доминирующая древесная порода – ольха серая), сформировавшийся после катастрофы 20.09.2002 г. в нижнем течении Геналдона, представляет собой одновозрастный древостой (рис. 1). Подобная возрастная структура не характерна для естественно (в течение многих десятилетий) сформированного сообщества, которое характеризуется присутствием (в определенных пропорциях) деревьев разного возраста – от сеянцев до старовозрастных. Данная возрастная структура (массовый молодой подрост при полном отсутствии деревьев старших возрастных групп) указывает на то, что в недалеком прошлом имело место поражение данной долины мощным ГС, который уничтожил всю пойменную растительность, после чего заселение поймы началось с начальных стадий формирования растительного покрова. Обращает на себя внимание и чрезвычайно высокая плотность древостоя, становящегося год от года все более труднопроходимым.

Выявленная закономерность позволяет не только зафиксировать сам факт поражения долины ГС в прошлом, но и датировать время его прохождения. Датиров-

ка предшествующей катастрофы устанавливается посредством подсчета годичных колец на кернах древесины, высверленных возрастным буром, или на поперечных спилах у оснований стволов наиболее крупных деревьев различных пород.

Возможность фитоиндикации последствий прохождения последнего ГС будет возможна, как минимум, в течение нескольких десятков лет. Она сохранится даже при достижении нынешними молодыми деревьями ольхи серой предельного возраста: возрастная структура этих древостоев, возникших в процессе посткатастрофической сукцессии, все еще будет отличаться от структуры естественно сформированных сообществ.



*Рис. 1. Молодой лиственный лес, сформировавшийся в пойме р. Геналдон после уничтожения прежней древесной растительности гляциальным селем 20.09.2002 г.*

1.2. Наличие характерных повреждений коры и древесины на нижних частях стволов деревьев, растущих у подножия склонов, является индикатором, указывающим на прохождение в прошлом по долине мощного ГС. Эти повреждения обусловлены присутствием в селевом потоке твердых компонентов (камней, льда), которые травмировали кору и древесину нижних частей стволов деревьев, оказавшихся в зоне поражения.

Выявленная закономерность позволяет не только зафиксировать сам факт поражения долины ГС в прошлом, но и определить (по верхнему уровню повреждений на стволах деревьев) высоту поражения бортов долины этим ГС. При более детальном изучении характерных повреждений возможна датировка прохождения ГС посредством подсчета годичных колец на кернах древесины, высверленных возрастным буром, или на поперечных спилах у оснований стволов деревьев. Наиболее длинный ретроспективный ряд поражений ГС долины Геналдона можно реконструировать при соответствующем изучении старовозрастных деревьев.

В зависимости от продолжительности жизни деревьев различных пород, возможность фитоиндикации последствий прохождения ГС будет сохраняться от нескольких десятков лет (для ольхи, березы) до первых сотен лет (для бука, граба, ясеня).

## 2. Среднее течение р. Геналдон

2.1. Наблюдения, проведенные на отвесных известняковых скалах Кармадонских Ворот (южная оконечность теснины р. Геналдон в Скалистом хребте), позволили выявить ряд признаков, указывающих на то, что эта часть долины Геналдона и ранее подвергалась поражению ЛП. В числе ведущих признаков, свидетельствующих о периодичности подобных катастроф, установлены следующие:

2.1.1. Очень низкий показатель общего проективного покрытия растительности на отвесных скальных поверхностях Кармадонских Ворот (у входа реки в узкую часть долины). Он существенно ниже, чем на вышележащих скалах, не подверженных поражению ЛП.

2.1.2. Отсутствие на скалах Кармадонских Ворот крупных (старовозрастных) особей гипсолюбок – подушковидных растений, отличающихся значительной (до нескольких сотен лет) продолжительностью жизни, тогда как на вышележащих скалах (не подверженных поражению ЛП) они присутствуют.

Эти признаки интерпретированы нами как фитоиндикаторы, обусловленные последствиями катастрофы 1752 г. – ближайшим аналогом гляциального события 20.09.2002 г. [Комжа, 2007, 2009]. Таким образом, они сохранялись в растительном покрове в течение 250 лет (до 20.09.2002 г.). Их можно было наблюдать до того, как 20.09.2002 г. Кармадонские Ворота были погребены под каменно-ледовым завалом. Эти же признаки стали доступны для наблюдения в последние годы, по мере освобождения скал Кармадонских Ворот из-под каменно-ледового завала. Очевид-



Рис. 2. Ивовые заросли, маркирующие верхнюю границу каменно-ледового завала (северная часть Канийской котловины)

но, они являются фитоиндикаторами гляциальных катастроф, периодически повторяющихся в долине Геналдона.

Вполне логично предположить, что отсутствие развитого растительного покрова (в том числе, отсутствие крупных особей гипсолюбок) на отвесных скалах Кармадонских Ворот закономерно и перманентно. Более высокие показатели уровня видового разнообразия сосудистых растений и общего проективного покрытия растительности на этих скалах не могут быть достигнуты в принципе, пока периодически имеет место сход ЛП, сопоставимых с тем, что прошел по долине Геналдона 20.09.2002 г. Они неизбежно будут прерывать посткатастрофическую сукцессию, после чего она снова будет начинаться с чистого листа.

2.2. В Канийской котловине (зона разгрузки ЛП) молодые ивовые заросли, образованные различными видами ивы (*Salix* spp.) маркируют узкими протяженными полосами на склонах долины первоначальную верхнюю границу каменно-ледового завала, образованного при остановке ЛП 20.09.2002 г. (рис. 2). К настоящему времени из-за проседания завала (последствие таяния ледовой составляющей) его верхняя граница на склонах имеет гораздо более низкий гипсометрический уровень.

Особенно отчётливо принадлежность к данной древесной породе проявляется осенью, когда листья различных видов ивы приобретают рыжеватый оттенок. Таким образом, протяжённые (применительно к данной долине – меридионально и субмеридионально ориентированные) заросли ивы на бортах ущелий являются биоиндикатором такой важной характеристики подверженных ударам ЛП долин как высота поражения бортов долин при движении ЛП. Датировка предшествующей катастрофы устанавливается посредством подсчета годичных колец на кернах древесины, высверленных возрастным буром, или на поперечных спилах у оснований стволов наиболее крупных деревьев.



Рис. 3. Верхняя граница каменно-ледового завала маркируется коренной растительностью – разреженными сообществами вечнозеленого можжевельника обыкновенного (северная часть Канийской котловины)



Рис. 4. Сообщества астрагала козлятниковидного маркируют границу заплеска лавинообразного потока. Левее них – нетронутый катастрофой ландшафт (левый борт долины р. Геналдон под с. Нижний Кани)

2.3. Помимо молодых ивовых зарослей, сформировавшихся после катастрофы 20.09.2002 г., первоначальная верхняя граница каменно-ледового завала маркируется в северной части Канийской котловины коренной растительностью – разреженными сообществами вечнозеленого можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis* L.), которые сохранились выше зоны поражения ЛП. Расположенные выше молодых ивовых зарослей, они четко выделяются на склонах в любое время года, благодаря темно-зеленым кронам. Собственно говоря, граница между молодыми ивовыми зарослями и коренными можжевельниковыми сообществами и является здесь первоначальной верхней границей ледово-каменного завала. Особенно актуально использование вечнозеленых зарослей можжевельника в качестве фитоиндикатора зимой, когда ива сбросила листву и ее заросли плохо различимы на местности (рис. 3). Благодаря значительной продолжительности жизни особей можжевельника обыкновенного, возможность фитоиндикации этой границы может сохраняться на протяжении нескольких веков.

2.4. Кроме видов ивы отмечено еще одно растение, которое можно использовать в качестве фитоиндикатора – астрагал козлятниковидный (*Astragalus galegiformis* L.). Наблюдениями установлено, что сообщества этого многолетнего травянистого растения семейства бобовые (*Fabaceae*) достаточно четко маркируют заплески жидких фракций лавинообразного потока на остепненных луговых склонах Канийской семиаридной котловины (рис. 4). Обширные заросли этих высокорослых (до 1,5 м и более) растений с крупными и достаточно ярко окрашенными соцветиями видны издали. В период массового цветения они четко идентифицируются невооруженным глазом с расстояния нескольких сотен метров. Исходя из продолжительности жизни особей этого вида и позиции, занимаемой им в растительном покрове района, мы полагаем, что такая возможность будет сохраняться не менее 20 лет.

## 2. Верхнее течение р. Геналдон

3.1. В верхнем течении р. Геналдон (зона транзита ЛП), на более узком участке долины, ивовые заросли маркируют широкими протяженными полосами на склонах высоту зоны поражения ЛП (рис. 5). Датировка предшествующей катастрофы устанавливается посредством подсчета годичных колец на кернах древесины, высверленных возрастным буром, или на поперечных спилах у оснований стволов наиболее крупных деревьев.

3.2. Южнее описанного (3.1) участка верхнего течения р. Геналдон, нижняя граница коренных березняков, уцелевших выше зоны транзита ЛП 20.09.2002 г., маркирует высоту поражения правого борта долины ЛП (рис. 6). Надежным индикатором, свидетельствующим о поражении долины ЛП в недалеком прошлом и наличии потенциальной опасности повторения этого в будущем, станет в ближайшей перспективе безлесность нижней части этого склона.

Позднее (по мере восстанавливается почвенно-растительного покрова, уничтоженного лавинообразным потоком), индикатором, выявляющим верхнюю границу потенциально опасной зоны, станут возрастные различия между коренными (старовозрастными) и возрожденными (молодыми) древостоями. Они будут отчетливо видны на протяжении нескольких десятилетий. Датировка предшествующей катастрофы устанавливается посредством подсчета годичных колец на кернах древесины, высверленных возрастным буром, или на поперечных спилах у оснований стволов наиболее крупных деревьев возрожденных (молодых) древостоев.



*Рис. 5. Ивовые заросли протяженными полосами маркируют высоту зоны транзита лавинообразного потока на левом борту долины р. Геналдон под с. Тменикау (южная оконечность Канийской котловины)*

В более поздний период, когда различия между коренными и восстановленными древостоями уже не будут фиксироваться при дистанционном визуальном об-

следовании, их можно будет выявлять при наземном прохождении маршрутов на поперечных профилях долины. Еще дальше (предположительно, до полутора веков) будут прослеживаться различия в возрастной структуре этих древостоев.



*Рис. 6. След лавинообразного потока 20.09.2002 г., срезавшего почвенно-растительный покров на правом борту долины р. Геналдона. Нижняя граница коренного лиственного леса (пунктирная линия), сохранившегося выше зоны транзита, маркирует высоту поражения склона долины лавинообразным потоком*

В заключение следует отметить, что вышеперечисленные фитоиндикаторы, маркирующие последствия гляциальной катастрофы 20.09.2002 г., несомненно, проявлялись в ландшафте и после предыдущих катастроф, причем их спектр определялся тем, на каком участке долины происходила остановка ЛП. Некоторые из этих фитоиндикаторов сохранялись весьма продолжительное время и вполне могли быть соответствующим образом идентифицированы профильными специалистами. Однако отсутствие квалифицированных геоботаников в составе различных экспедиций и поисковых отрядов, работавших в прошлом в долине Геналдона, явилось причиной того, что следы прежних катастроф, зафиксированные в ландшафте на днище и бортах долины, оставались без соответствующей интерпретации. Между тем, посредством дешифровки этих следов (главным образом, по высоте поражения бортов долины ЛП) можно было бы сделать не только аргументированное заключение о масштабах ближайших из предшествующих катастроф (1902 и 1752 гг.), но и сделать прогноз относительно масштабов предстоящей гляциальной катастрофы, на неизбежность которой указывали многие исследователи. Вышеизложенное убедительно доказывает актуальность методов фитоиндикации в выявлении последствий гляциальных катастроф и их прогнозировании.

Выявленные закономерности могут быть использованы в качестве инструмента прогноза для выявления долин, потенциально опасных в отношении поражения катастрофическими селями, в различных горных регионах.

### Литература

1. Васьков И. М., Гончаров В. И. К вопросу о признаках и возможности прогнозирования природных катастроф типа Геналдонской в горной Осетии // Тр. / Сев.-Кавк. горно-металлург. ин-т (Гос. технол. ун-т). – 2006. – Вып. 13. – С. 239-254.
2. Комжа А. Л. Гляциальные катастрофы в долине р. Геналдон (Центральный Кавказ, Северная Осетия) и их фитоиндикация // Тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф. «Опасные природные и техногенные геологические процессы на горных и предгорных территориях Северного Кавказа». – Владикавказ, 2007. – С. 56-57.
3. Комжа А. Л. Катастрофические пульсации ледника Колка и возможность их фитоиндикации в каньоне реки Геналдон (Центральный Кавказ) // Тр. Междунар. науч.-практ. конф. «Опасные природные и техногенные геологические процессы на горных и предгорных территориях Северного Кавказа». – Владикавказ, 2008. – С. 374-385.
4. Никитин М. Ю., Гончаренко О. А., Галушкин И. В. Динамика и стадийность развития Геналдонского ледово-каменного потока на основе дистанционного анализа // Вестн. Владикавк. науч. центра. – 2007. – Т. 7. – № 3. – С. 2-15.
5. Никитин М. Ю., Хуггель К., Шварц М., Гончаренко О. А., Галушкин И. В. Дешифрирование дистанционных материалов для реконструкции процесса обрушения ледника Колка // Докл. Междунар. конф. «Предупреждение опасных ситуаций в высокогорных районах». – Владикавказ; М., 2006. – С. 156-160.

DOI: 10.23671/VNC.2013.3.55539

## THE FITOINDICATION OF CONSEQUENCES OF 20 SEPTEMBER 2002 GLACIER KOLKA COLLAPSE – AS A TOOL FOR LONG-TERM FORECASTING OF GLACIAL CATASTROPHES IN THE VALLEY OF THE RIVER GENALDON

**A. L. Komzha, Sc. Candidate (Biol.)**

Center of Geophysical Investigations of VSC RAS and RNO-A,  
e-mail: [cgi\\_ras@mail.ru](mailto:cgi_ras@mail.ru), The North-Ossetian State Nature Reserve

Investigation of the glacial catastrophes effects in the Valley of Genaldon and prediction of these catastrophes are based generally on abiotic indicators. Meanwhile, one can also use a number of biological indicators (especially fitoindicators).

In the context of Genaldon Valley geoeological monitoring we searched the fitoindicators, which mark in the landscape the consequences of the 20.09.2002 glacier Kolka fall, and earlier glacial collapses. In a result the possibility of effective usage of some plant communities, clearly identifiable in landscapes, for fitoindication of the 20.09.2002 event consequences, and long-term forecasting of glacial collapses in the Valley of Genaldon was established. The summary of the investigations performed is given below.

**Key words:** fitoindicators, avalanche, glacial mudflow.