

**LATE PLEISTOCENE CYCLE OF EROSION DISSECTION AND INFILLING  
OF THE DRAINAGE NETWORK ON THE NORTH-EASTERN STAVROPOL' E  
(PAPER I. THE NETWORK OF HOLLOW)**

**A.V. PANIN, E.A. YEREMENKO, I.V. KOVDA**

**Summary**

Systems of hollows were detected on satellite images in the north-eastern Stavropol Upland. Their density is several times greater than that of the recent erosion network. Spatial pattern of the systems evidence their fluvial origin. A case study of one of the hollows in the Aigurka River catchment included field investigation of its morphology and geological composition and laboratory study of the hollow sedimentary infill. We have concluded that the hollow systems represent upper reaches of an ancient erosion network, which were filled with deluvial and solifluction deposits during the Valdai (Vistulian) cold epoch in the Late Pleistocene.

УДК 551.435.6(470.1/.25)

© 2011 г. Ф.А. РОМАНЕНКО, А.А. ЛУКАШОВ, О.С. ШИЛОВА

**КАТАСТРОФИЧЕСКИЕ ГРАВИТАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ НА СЕВЕРЕ  
ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ И ОПЫТ ИХ АБСОЛЮТНОГО ДАТИРОВАНИЯ<sup>1</sup>**

Катастрофические природные процессы привлекают особое внимание исследователей просто в силу своего существования. Они имеют значительный рельефообразующий эффект и часто опасны для людей и антропогенных объектов. Поэтому необходимость составления подробной летописи таких событий, т.е. эндогенных и экзогенных процессов значительной интенсивности, быстро изменяющих природную систему, весьма очевидна.

При разработке подобной летописи едва ли не важнейшую роль играет абсолютное датирование, которое в последние годы испытывает существенный подъем. Уже введены в методический арсенал несколько десятков изотопных методов, временной охват которых – от сотен миллионов лет до десятилетий. Многие из этих методов дают пока не всегда воспроизводимые результаты. Однако, для позднего плейстоцена и голоцена имеется хорошо разработанный и надежный метод радиоуглеродного датирования, значение которого для подобных исследований трудно переоценить. Например, он давно и очень успешно применяется в вулканических районах, где с помощью датирования прослоев тефры составлены подробные летописи извержений вулканов в позднем плейстоцене и голоцене практически на весь период работы данного изотопного хронометра. Также приближается к совершенству метод составления летописи цунами.

Датирование гравитационных процессов проводится существенно реже, т.к. здесь сложнее обнаруживать пригодный для определения радиоуглеродного возраста материал. Нами предприняты такие работы в двух северных районах Европейской России – в Хибинском массиве (макс. выс. 1200 м, г. Юдычвумчорр) на Кольском полуострове и в южной части Тиманского кряжа в районе г. Ухты.

**Катастрофические процессы в пределах и по периферии Хибинского  
горного массива**

Хибинский горный массив – один из самых известных очагов катастрофических природных процессов в Субарктике. Его лавинам, водо-снежным потокам, сейсмодислокациям посвящена обширная литература [1–7, и др.]. Многократно наблюдались в природе лавинные и селевые процессы, хронология и цикличность которых изучались с различных точек зрения [8–10].

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 08-05-00932).

Заметно меньше информации о возрасте форм, созданных гравитационными процессами, которые для Хибин также чрезвычайно характерны в связи со значительным распространением крутых (до 50–60° и более) склонов, большим количеством образующихся в результате морозного выветривания обломков, заметной сейсмической активностью недр (землетрясение в августе 1999 г. силой более 5 баллов и др.). В бортах ущелий каждый год появляются различные виды сейсмических деформаций: сколы, выколы, надломы и т.п. [11], но в целом они не достигают значительных размеров. Между тем, можно считать установленным, что в течение голоцена сейсмические события были чаще и сильнее, что проявилось, например, при образовании системы ущелий на южном склоне Хибин [4] или в их северо-восточной части [12]. Создавшие их землетрясения, по крайней мере, в позднем голоцене, согласно реконструкциям, достигали силы 8–9 баллов и должны были сопровождаться активизацией гравитационных процессов.

В поисках их свидетельств в 2003–2006 гг. авторами была обследована западная часть так называемой Южно-Хибинской зоны сейсмодислокаций, и в том числе верхнее течение левого притока р. Б. Белой (Энемайок), названного нами р. Титанией, т.к. она вытекает из озера у восточного подножия обособленного скального массива г. Сев. Титан высотой 544.6 м (рис. 1А). С запада в долину р. Титании открывается короткая (400 м) и широкая (до 100 м) тектоническая ложбина с плоским заболоченным днищем, слабо наклоненным на восток (рис. 1Б). В месте выхода днища в долину реки последняя делает резкий поворот на восток. К днищу ложбины приурочено несколько небольших (до 70 м длиной) озер, разделенных торфяными болотистыми перемычками. Мощность озерно-болотных отложений, выстилающих днище, достигает 2.3 м.

Вдоль этой ложбины, немного севернее, проходит интрузивный контакт между нефелиновыми сиенитами Хибинского щелочного массива (хибиниты  $\xi_4 PZ_2$ ) и вмещающими метавулканогенно-метаосадочными породами серии Имандра-варзуга ( $PR_{2n}$ ). Оба борта ложбины образованы скальными уступами, сложенными массивными протерозойскими метадиабазами. У подножий уступов наблюдаются коллювиальные скопления остроугольных обломков. В бортах ущелья р. Титании прослеживается постепенный переход хибинитов в роговики, а затем и в метадиабазы. Вниз по течению ущелье меняет свой профиль (рис. 2).

При выходе р. Титании из ущелья к подножию горного массива находится сложно построенный лопастевидный в плане конус выноса. На наклонной к югу поверхности веерообразно расходятся гряды высотой до 2 м и шириной до 30 м (рис. 3), сложенные несортированной песчано-валунно-глыбковой толщей. Гряды вытянуты вдоль оси конуса и их высота максимальна в его вершине. Ниже она уменьшается, и гряды постепенно сливаются с основной поверхностью.

Образование достаточно значительного по размерам (120×80 м) конуса выноса не могло не отразиться в строении рельефа долины р. Титании. Ее течение было отжато к правому борту долины, а подходившая с запада долина правого притока – подпружена, что привело к заболачиванию днища ложбины и формированию озерков. В случае постепенного формирования конуса вода подпруженного притока сумела бы промыть русло и продолжала бы свободно впадать в р. Титанию. Но этого нет. По-видимому, конус сформировался внезапно и отрезал правый приток р. Титании, образовав “сухую” долину. Это позволяет полагать, что конус выноса в устье р. Титании возник в результате мощного выплеска воды и обломочного материала (сея) из моренно-подпрудного оз. Длинного в ее верхнем течении, и образование водоемов и заболачивание днища долины бывшего притока началось вскоре после этого события. Последнее дает основание полагать начало торфонакопления его верхним временным рубежом.

Образование сея в верхнем течении р. Титании мы связываем с обрушением в озеро крупных масс обломочного материала со склонов, что и привело к выплеску воды. Обвал мог быть вызван, как это уже давно считается возможным в Хибин-

нах, одним из землетрясений, которые существенно изменили рельеф периферии Хибин.

Радиоуглеродный возраст подошвы озерно-болотных отложений дна ложины (рис. 4) составил  $5730 \pm 150$  (ГИН-13129), что после калибровки с помощью стандартной методики (программа OxCal 3.10, Bronk Ramsey 2005) дает возраст 3940–3630 л. до н.э.

Таким образом, примерно в указанное время (еще до объединения древнего Египта под властью первого царя первой династии), в долине р. Титании в южных Хибинах произошел катастрофический обвал горной массы в верхнем течении реки, что вызвало мощный сель и заметные изменения рельефа. Это подтверждает высокую сейсмичность Хибинского горного массива в середине голоцена. Главной причиной возникновения сейсмических событий видится нам разрядка напряжений в породах при непрерывном воздымании массива.

### Современные катастрофические гравитационные процессы в горах – аналоги древних хибинских селей

Катастрофические выплески больших объемов воды из горных озер (и водохранилищ), порождающие сели, подобные древним хибинским – нередкое явление в современную эпоху. Такое событие, только несколько более масштабное, произошло, в частности, в соседних с Хибинами горах – Ловозерских тундрах (Луяврурт) в 80-х гг. XX столетия. Непосредственно к югу от господствующей вершины массива Ангвундасчорр (1126 м) обвалом с северо-западной стенки ледникового трога из чаши морено-подпрудного оз. Сенгисъявр была выбита большая часть его водной массы. Порожденный переклестнувшим через гребень моренного вала паводком сель пронесся по западным Ловозерам, пройдя путь около 15 км до восточного берега Умбозера. Там грубообломочные селевые наносы распластались на побережье веерообразным конусом выноса длиной 4.5 км при ширине 3 км. Удар селя о насыпь железной дороги, проложенной по западному подножию Ловозер к городу Ревда, перекошил полотно, что вскоре вызвало в этом месте “уход” под откос грузового состава (сбро-

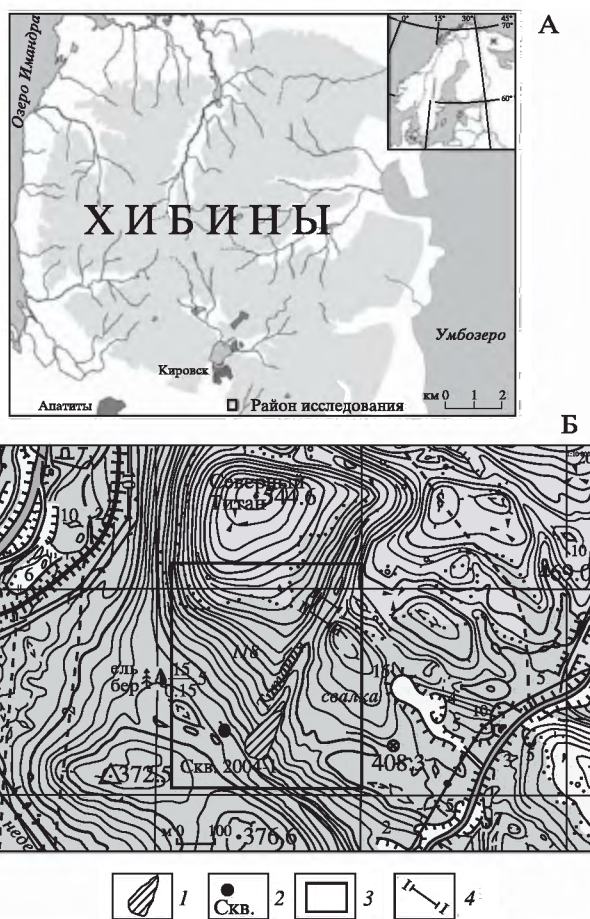


Рис. 1. Расположение исследованного участка в южных Хибинах (А) и его карта (Б)

1 – конус выноса гравитационного селя, 2 – скважина ручного бурения, 3 – граница района исследования, 4 – линии профилей (на рис. 2)

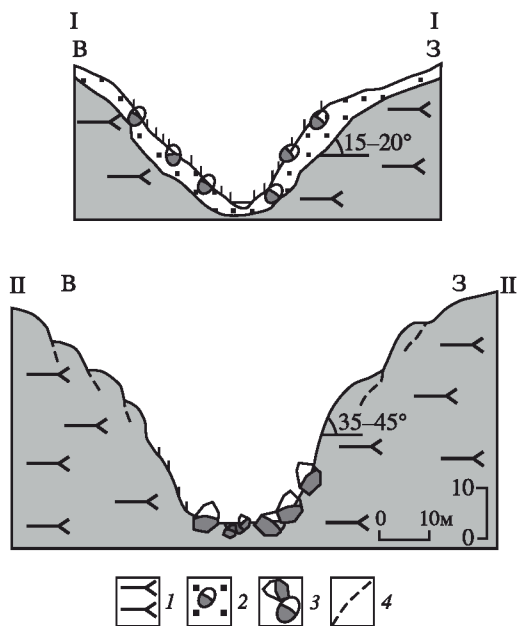


Рис. 2. Изменение поперечного профиля верхнего течения р. Тигании (вверху – в верхнем течении, внизу – в нижнем)

1 – щелочные породы хибинской интрузии, 2 – несортированные песчано-валунные отложения, 3 – валуны и глыбы, 4 – тектонические рвы

(Pacific) – южной половине Берегового хребта – в результате обвалов концов ледников Cumberland и Diadem частично оказались выплеснуты из своих чаш. В обоих случаях было “выпущено” по 6.5 млн. м<sup>3</sup> воды, что возымело следствием прохождения селевых паводков на дистанции в десятки километров и далее наносоводных паводков на расстояние 100–115 км от озер. Смещенная волна в оз. Куин Бесс, насыщенная грубообломочным материалом, захлестнула противоположный борт троговой долины на высоту 25 м, а волна паводка из озера дошла до берега океанского зал. Бут в устье р. Хоматко (Homathko). Поскольку прорывы сопровождалась глубинной и боковой эрозией естественных плотин, постольку были мобилизованы и перемещены, соответственно, 1.5 и 0.28 млн. м<sup>3</sup> рыхлого несортированного материала.

### Осыпи Тиманского кряжа

Причина возникновения катастрофических процессов на Кольском полуострове более или менее объяснима – длительное (около 2 млрд. лет) воздымание, на которое наложились процессы гляциоизостазии, усилившие напряжения пород, разрядка которых и привела к сейсмическим событиям. Но гравитационные процессы протекают и на более стабильных в тектоническом отношении участках, например, в средней, неплененизированной (преобладающие высоты 140–220 м) части Тиманского кряжа.

В крутом (около 20°) левом борту глубокой (до 50 м) асимметричной долины небольшой р. Чуть (левый приток р. Ухты выше г. Ухта) вскрыта слоистая толща (рис. 5). Чередование слоев дернины мощностью до 10 см, содержащих древесные остатки, и прослоев щебня девонских сланцев мощностью до 20 см говорит о периодическом осыпании последних. Выше по склону они обнажаются в отвесном обрыве, подножие которого прикрито коллювиальным шлейфом. Такое строение разреза говорит о дву-

шенный с путей опрокинутый тепловоз можно видеть и поныне).

Другим, воистину катастрофическим процессом подобного характера были сравнительно недавно отмечены окрестности озера Палькаоча в Кордильере Бланка (Перу). 13 декабря 1941 г. обвал скальных пород с горных склонов в озеро привел к формированию паводка, трансформировавшегося в сель. В горняцком и одновременно курортном городе Уарас (Huarás) – административном центре департамента Анкаш на реке Санта, в 300 км ССЗ от Лимы – в пультеле селевого конуса погибло от 5 до 7 тыс. человек.

“Селепорождающие” выплески из горных озер могут вызываться и обрушениями крупных масс льда с прилегающих ледников. По данным С. Дж. Эванса, в Британской Колумбии в июле 1983 и в августе 1997 г. воды двух подпрудных озер, испытавших ударное воздействие, прорвали свои плотины – моренные валы эпохи “малого ледникового периода”, вызвав мощные селевые паводки [13]. Озера Ностетуко (Nastetuko) и Куин Бесс (Queen Bess Lake) в Тихоокеанском хребте

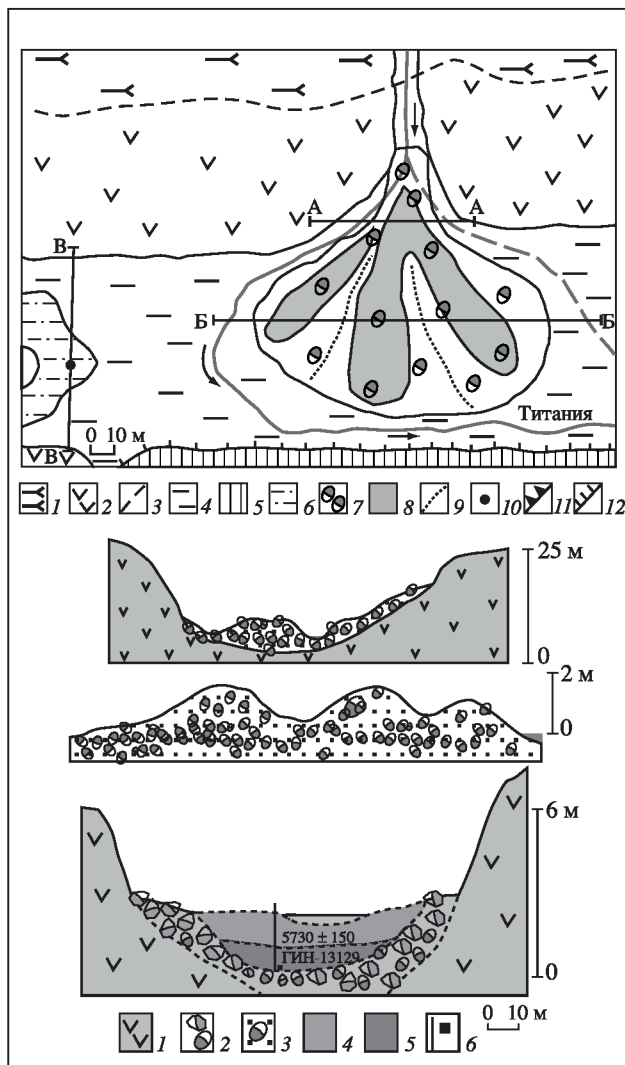


Рис. 3.

Рис. 3. План (вверху) и серия профилей (сверху вниз: А-А, Б-Б, В-В) через конус выноса катастрофического выплеска в долине р. Титании в Южных Хибинах

На плане: 1 – выходы щелочных пород хибинской интрузии; 2 – вмещающие метадиабазы протерозоя и 3 – условная линия контакта между ними; 4 – плоское днище тектонической ложбины; 5 – терраса высотой до 3 м; 6 – болото; 7 – тело конуса выноса; 8 – гряды на поверхности конуса; 9 – межгрядовые ложбины; 10 – буровая скважина; обрывы: 11 – скальные, 12 – сложенные рыхлыми отложениями.

На профилях: 1 – метадиабазы, 2 – валуны и глыбы в осыпях и в днище ложбины, 3 – валунно-песчано-щебнистые отложения конуса выноса, 4 – торф, 5 – сапрпель, 6 – буровая скважина и точка отбора образца на радиоуглеродное датирование

Рис. 4. Разрез скважины 2004-1 в Южных Хибинах

1 – вода, 2 – неконсолированные осадки, 3 – торф, 4 – сапрпель оторфованный, 5 – сапрпель, 6 – песок, гравий, 7 – валуны, 8 – остатки травянистых растений, 9 – корни современных растений, 10 – литологические границы (а – резкие, б – постепенные)

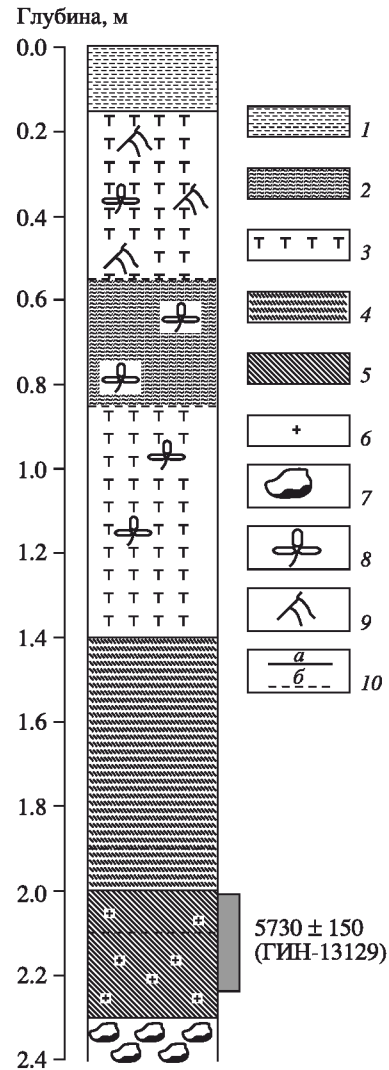


Рис. 4.

Литология	Описание слоя	Возраст отложений		
		Номер образца	Радиоуглеродный	Калиброванный
0	Современная дернина	Современный		
0.2	Светло-серые аргиллит-алевролитовые карбонатные сланцы в осыпи	ГИН-12624	370 ± 40	1570-1630 (1600)
0.4	Погребенная дернина с древесными остатками			
0.5	Светло-серые аргиллит-алевролитовые карбонатные сланцы в осыпи	ГИН-12625	360 ± 40	1460-1530 (1495)
0.7	Погребенная дернина с древесными остатками			
0.8	Серые и буровато-серые тяжелые суглинки, плотные и вязкие, практически без щебня			
1.2	Светло-серые аргиллит-алевролитовые карбонатные сланцы in situ			
1.6	Осыпи			

Рис. 5. Разрез склоновых отложений на левом борту долины р. Чуть (лев. приток р. Ухты, Респ. Коми)  
 1 – дернина, 2 – аргиллит-алевролитовые сланцы девона, 3 – погребенная оторфованная дернина, 4 – суглинки, 5 – осыпь, 6 – щебень сланцев, 7 – древесные остатки, 8 – точка отбора образца на радиоуглеродное датирование

кратном перекрытии новообразованной лесной подстилки (дернины) шлейфом обломков осыпающихся сланцев. Радиоуглеродное датирование позволило установить возраст обоих таких “погребений”. Датировки близки между собой, и для установления истинного времени осыпания полученные даты были калиброваны (с помощью той же программы OxCal 3.10). Выяснилось, что осыпание на левом борту р. Чути происходило с интервалом примерно в 100 лет около 1500 и 1600 гг. Есть исторические свидетельства [14, 15], что в центре Русской равнины в 1474 и в 1596 г. происходили землетрясения. Может быть, это их отголоски?

### Обсуждение и выводы

При изучении лавин в Хибинах [2, 10] была поставлена сходная задача – выявление временных интервалов, когда интенсивность склоновых процессов уменьшалась, что позволяло формироваться почвам. С разной степенью точности удалось установить три таких интервала: 2760–2120 гг. до н.э., 790–1560 гг., IV в. до н.э. – III в. н.э. В то же время наивысшая активность лавин отмечается во время “малого ледникового периода” XIV–XIX вв. (видимо, за счет увеличения количества снега). Главным фактором, влияющим на интенсивность лавинообразования и других склоновых процессов, служат климатические условия. Но усиление склоновых смещений также способны вызвать и землетрясения. Например, срывы дернины и рыхлого чехла с появлением голы скалы на склонах массива Рисчорр (Центральные Хибинны) образовались после антропогенных сотрясений в 1972 и 1982 гг. По традиционным представлениям, сейсмическая активность также достигает максимума в ходе максимально интенсивного гляциостатического подъема, т.е. на заключительном этапе разрушения последнего ледникового покрова (в Хибинах – 8–12 тыс. л.н.), а затем снижается. Изложенные выше материалы показывают, что сейсмические события происходили и позже, в среднем голоцене и, очевидно, также должны были влиять на склоновые процессы. Поэтому целенаправленные поиски следов этих событий в Хибинах должны принести

интересные результаты. Возможно, именно таким путем можно будет подойти к более точному определению возраста столь широко распространенных там тектонических ущелий, рвов и трещин различного ранга.

Приведенные примеры подтверждают тот факт, что масштабные обвальные процессы, затрагивающие зеркало и водную массу озер, то и дело приводят к возбуждению селей различной силы. В Ловозерских и Хибинских тундрах объемы гравитационно спровоцированных выплесков оказывались недостаточными для глубокого размыва моренных плотин и появления в них значительных прорезей. Тем сложнее восстанавливать ход процессов в отдаленном прошлом и тем важнее анализировать коррелятные событиям аккумулятивные образования. Их датирование с использованием методов абсолютной геохронологии позволяет выйти на временную шкалу катастрофических явлений в эволюции рельефа и рыхлых отложений.

Мощным инструментом для этого оказывается радиоуглеродный метод. Как показано выше, можно использовать в качестве материала для отбора образцов как органические горизонты в самих разрезах коллювия, так и разрезы коррелятных отложений, что требует тщательного геоморфологического анализа.

Также важную роль играет интерпретация данных датирования и методика работы с каждым конкретным образцом. Непосредственно в предварительной обработке материала в лаборатории для извлечения углерода и очистке образца от гуминовых кислот [16] можно использовать как горячую щелочь, так и холодную. Таким образом, из одного образца получаются две даты, что более убедительно позволяет определить истинный возраст. Не меньшую роль играет и процедура калибровки даты, определения календарного возраста образца, что позволяет, соблюдая корректность, более точно интерпретировать время конкретного события. То есть, внимательное отношение к радиоуглеродному датированию существенно расширяет возможности геоморфологов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карпов Н.Н. Следы послеледниковых тектонических разломов в Хибинских горах // Вестн. МГУ. Сер. 5. География. 1960. № 4. С. 61.
2. Снег и лавины Хибин / Г.К. Тушинский. М.: Изд-во МГУ, 1967. 356 с.
3. Инженерная география Хибин / С.М. Мягков. М.: Геогр. ф-т МГУ, 1985. 212 с. Деп. ВИНТИ. № 8279–В75.
4. Авенариус И.Г. Морфоструктурный анализ зоны новейших дислокаций на южном склоне Хибин // Геоморфология. 1989. № 2. С. 52–56.
5. Анянцев Г.С. Следы позднечетвертичных прорывных паводков в Хибинском горном массиве // Главнейшие итоги в изуч. четвертич. периода и основные направления исслед. в XXI в. СПб: ВСЕГЕИ, 1998. С. 311.
6. Водоснежные потоки Хибин / А.Н. Божинский, С.М. Мягков. М.: Геогр. ф-т МГУ, 2001. 167 с.
7. Корсакова О.П., Колька В.В., Савченко С.Н. Блочные структуры Кольского полуострова, их устойчивость в условиях природно-технических систем (на примере горных массивов Хибин и Ловозеро) // Вестн. МГТУ. 2009. Т. 12. № 3. С. 478–491.
8. Перов В.Ф. Опыт использования дендрохронологического метода для изучения частоты схода селей Хибин // Фитоиндикационные методы в гляциологии. М.: Геогр. ф-т МГУ, 1971. С. 42–49.
9. Мягков С.М., Вацалова Т.В., Мягкова А.С. Опыт применения лихенометрии для изучения истории склоновых процессов // Вестн. МГУ. Сер. 5. География. 1980. № 6. Деп. ВИНТИ. № 2851–1980.
10. Вацалова Т.В. Палеогеографический подход к реконструкции активности снежных лавин в целях долгосрочного прогноза на примере Хибин // Оценка и долгосрочный прогноз изменения природы гор. М.: Изд-во МГУ, 1987. С. 120–128.
11. Романенко Ф.А., Лукашов А.А., Шеремецкая Е.Д. и др. Формирование рельефа и рыхлых отложений Восточных Хибин в конце позднего плейстоцена и в голоцене // Изотопно-геохимические и палеогеографические исследования на Севере России. М.: Изд. ИГ РАН, 2003. С. 82–167.

12. Лукашов А.А., Кузнецов Д.Е., Романенко Ф.А. Геоморфологические признаки позднеголоценовой сейсмической активности восточной части Хибинского массива (Кольский полуостров) // Геодинамика и геологические изменения в окружающей среде северных регионов. 2004. Т. II. С. 25–29.
13. Clague J.J., Evans S.G. A review of catastrophic drainage of moraine-dammed lakes in British Columbia // Quaternary Science Reviews. 2000. V. 19. P. 1763–1783.
14. Борисенков Е.П., Пасецкий В.М. Экстремальные природные явления в русских летописях XI–XVII веков. Л.: Гидрометеоздат, 1988. 239 с.
15. Паришков В.Ф. Аномальные и катастрофические явления в Коми крае. Сыктывкар: Коми кн. изд-во, 2005. 128 с.
16. Арсланов Х.А. Радиоуглерод: геохимия и геохронология. Л.: Изд-во ЛГУ, 1987. 300 с.

Московский государственный университет  
 Географический факультет

Поступила в редакцию  
 27.11.2009

**CATASTROPHIC GRAVITATIONAL PROCESSES ON THE NORTH OF THE  
 EUROPEAN PART OF RUSSIA AND AN ATTEMPT OF THEIR ABSOLUTE AGE-  
 DATING**

**F.A. ROMANENKO, A.A. LUKASHOV, O.S. SHILOVA**

S u m m a r y

The results of radiocarbon dating of catastrophic gravitational processes in Khibiny Mts (Kola peninsular) and Timansky Ridge are represented. Huge seismogenic collapse in the Khibiny Mts caused mudflow, which changed the configuration of the channel in the valley. It happened 3940-3630 B.C. In the Chut' River valley (Timansky Ridge) two layers of turf overlaid by colluvium were dated about 1500 and 1600 A.D. These overlays supposed to be the tracers of seismic events in 1474 and in 1596. Absolute dating of catastrophic events requires correct geomorphologic analysis and calibration of dates.