

ПРОБЛЕМА
ТУНГУССКОГО МЕТЕОРИТА
(СБОРНИК СТАТЕЙ)

ПРОВАЛЬНЫЕ (ТЕРМОКАРСТОВЫЕ) ДЕПРЕССИИ НА КРУПНОБУГРИСТЫХ ТОРФЯНИКАХ РАЙОНА ПАДЕНИЯ ТУНГУССКОГО МЕТЕОРИТА

Ю. А. ЛЬВОВ, Г. М. ИВАНОВА

Рассматривая географическое распределение вечной мерзлоты, Б. Н. Городков (1928) указывал, что область вечномерзлых грунтов расчленяется в плоскостном и вертикальном направлениях на три зональные полосы: 1) полоса сплошной мерзлоты в минеральных и торфяных грунтах; 2) полоса спорадической мерзлоты в минеральных грунтах и сплошной в торфяниках и 3) полоса спорадической мерзлоты в торфяниках. Первый тип залегания мерзлоты типичен для тундры, второй характерен для лесотундры и северного редколесья, а спорадическая мерзлота в торфяниках наблюдается в северной тайге. Им же установлено, что ландшафтные признаки разных типов вечной мерзлоты весьма четко проявляются в строении торфяников (Городков, 1928, 1930, 1944). Мелкозалежные низинные тундровые болота отличаются или полигональной расчлененностью, или же мелкобугристой поверхностью; сплошь мерзлые торфяники подзоны северного редколесья и лесотундры характеризуются плоскобугристым рельефом, а на южной границе области вечной мерзлоты распространен крупнобугристый комплекс.

Отмечая эти особенности строения вечномерзлых болот, Б. Н. Городков указывает, что подобная закономерность распределения мерзлоты наблюдается на севере Восточной Европы и Западной Сибири, в восточных же областях Евразии, начиная со Средней Сибири, она нарушается, поскольку вечномерзлые минеральные грунты наблюдаются здесь южнее полосы крупнобугристых болот.

Работами геоморфологов (Попов, 1953; Земцев, 1959; Земцев, Шацкий, 1959) установлено, что вечная мерзлота в Западной Сибири двуслойна и разделена значительным слоем талика. А. А. Земцев определяет нижний слой как реликт ледниковой эпохи плейстоценового возраста, образование прослойки талика относят к периоду термического максимума, а верхний слой мерзлоты считает более поздним, образовавшимся в голоцене. Таким образом, полоса крупнобугристых торфяников является южной границей верхнего молодого слоя мерзлоты, нижний же слой продвинул к югу гораздо дальше, чем верхний.

Границы зоны западносибирских крупнобугристых болот легко прослеживаются. В 1959 г. одному из авторов настоящей статьи, участвовавших в работах Западносибирской торфоразведочной экспедиции, пришлось, производя аэровизуальные наблюдения, многократно пересекать эту зону в различных направлениях. Располагаясь на гребне водораздела, крупнобугристые торфяники залегают здесь в блюдцеобразных неправильной формы неглубоких депрессиях рельефа, во многих случаях бессточных. Бугристый комплекс составляет до 80% площади массива, причем в центре массива бугры обычно крупнее; как правило,

они овальной формы. Определенной закономерности в распределении их по площади массива не наблюдается, лишь на одном из массивов в окрестностях оз. Синьягунлор была отмечена четкая ориентация бугров длинной осью тангентально центру массива; по периферии комплекса ориентация нарушалась.

В растительном покрове бугров преобладают лишайниковые или лишайниково-моховые группировки, моховые группировки отмечались при наземных исследованиях, главным образом на склонах бугров. Весьма часто на буграх замечаются нарушения растительного покрова. Пятна обнаженного черного торфа наблюдаются почти на четверти всего количества бугров. В среднем площадь таких мертвопокровных участков составляет $1/5$ — $1/6$ площади бугра, и они расположены обычно на юго-восточной стороне бугров.

Крупнобугристые болота узкой полосой тянутся по гребню сибирских увалов. Ширина этой полосы не велика: так, в районе верховьев Тром-егана южная граница этой зоны колеблется в пределах $62^{\circ}50'$ с. ш. — 63° с. ш., а северная зафиксирована на широте $63^{\circ}35'$. К востоку уже в верховьях Пура ширина ее несколько увеличивается, более заметно, видимо, это расширение на междуречье Таза и Ваха. В пределах Средней Сибири зона расплывается; южная ее граница по правобережью Енисея круто спускается к югу, доходя до Подкаменной Тунгуски, а северные местонахождения крупнобугристого комплекса наблюдаются в значительно более высоких широтах, чем в Западной Сибири (Шумилова, 1931, 1933; Кузнецов, 1932; Кац, 1948; Попов, 1953; Земцев, 1959).

В 1960 г. при выполнении болотоведческих работ в районе падения Тунгусского метеорита в составе комплексной экспедиции СОАН СССР мы попытались засечь эту границу с самолета по линии Кежда (на Ангаре) — Ванавара. Однако при аэровизуальных наблюдениях на междуречье Ангарты и Подкаменной Тунгуски не было отмечено ни одного крупнобугристого массива, в то время как на междуречье Подкаменной и Нижней Тунгусок крупнобугристые комплексы широко распространены. Г. А. Боровиков (1911, 1913), исследовавший растительность Заангарья в 1909 и 1910 гг., также не указывает их для Катанга — Ангарского междуречья. Обследованные им торфяные болота в лучшем случае имели крупнокочковатый рельеф. Боровиков отмечает малую мощность (1—1,5 м) торфяной залежи заангарских болот и преимущественное развитие их в долинах рек. Только в одном случае в долине р. Заари в непосредственной близости от Подкаменной Тунгуски он отмечает небольшой торфяной бугор высотой около 1,5 м. Остальные описанные им крупнобугристые массивы находятся уже в правобережье Катанги. В то же время вечномёрзлые грунты в Заангарье широко распространены. Зондировка шупом и прикопки, произведенные Боровиковым (1911, 1913) и Драницыным (1913), показали мощность деятельного слоя в конце лета более 2—3 м на песчаных грунтах и минимальную под слоем мха в густых ельниках — 20—25 см.

Эти авторы рассматривают почвенную мерзлоту в Заангарье как продукт современной физико-географической обстановки: «Почвенная мерзлота появляется даже в южной части района при условиях, благоприятствующих ее образованию... На маломощных почвах, особенно сформировавшихся на продуктах выветривания диабазы, мерзлота не сохраняется» (Драницын, 1913). И далее отмечают, что в долине Катанги «мерзлота уже господствует»*.

* По данным глубокого бурения (Земцев, 1959) верхняя граница нижнего слоя мерзлоты в Западной Сибири находится на глубине 60—200 метров. Объяснить ее та-

Не вдаваясь в причины расположения зоны мощных крупнобугристых болот к северу от границы распространения выходящей на поверхность вечной мерзлоты в минеральных грунтах, попытаемся изложить некоторые наблюдения, произведенные в 1960 г. на бугристых болотах окрестностей пос. Ванавара и места падения Тунгусского метеорита.

Эти наблюдения излагаются нами в свете следующих предпосылок: 1. Район обследования залегает на южной границе распространения крупнобугристых болот в Средней Сибири, в результате чего влияние климатических или иных факторов, влияющих на состояние мерзлоты, наиболее энергично сказывается на процессах развития или деградации бугров. 2. Крупнобугристые торфяники — продукт послеледниковой эпохи. Следовательно, и мерзлота их бугров в значительной своей части современного происхождения.

Летом 1960 г. болотоведческой группой комплексной экспедиции были обследованы следующие крупнобугристые торфяные массивы: четыре торфяника, лежащие вдоль тропы Кулика по линии Ванавара — заимка Кулика; болота Куликовской котловины, расположенной в центре района катастрофы; так называемое Западное болото, лежащее в 45 км к ЮЗ от котловины. Кроме того, были произведены облеты значительной территории в разных направлениях от котловины, во время которых было установлено, что прочие бугристые болота района идентичны обследованным наземными методами.

На всех обследованных торфяниках производили описание растительности, подробный сбор косвенных сведений (главным образом на основании растительного покрова) о характере мерзлотных явлений в торфянике, зондировку термокарстовых мочезин буром Гиллера с одновременным отбором проб торфа, на буграх долбили шурфы до минерального грунта и производили послойный отбор образцов, отбирали спилы деревьев разных пород, растущих на буграх, одновременно учитывалось нахождение торфяника в мезорельефе, его морфологические особенности и пр.

Морфологически крупнобугристые болота обследованного района представляют собой комплекс мерзлых бугров, занятых олиготрофными моховыми или лишайниковыми растительными группировками, и обводненных межбугорных понижений.

Глубина межбугорных понижений — мочезин — может быть весьма значительной — 4—6 м. В большинстве случаев происхождение этих мочезин связано с термокарстом — протаиванием отдельных частей бугров и в связи с этим просадки торфа и грунта. Процесс этот может происходить на разных этапах развития болота, так что в одном и том же крупнобугристом комплексе мы можем наблюдать мочезины различного возраста. Однако несомненен и тот факт, что часть наиболее развитых мочезин не термокарстового происхождения, эти участки являются тальми все время своего существования. Первоначально такие участки, возможно, являлись ложбинами стока.

Положительные элементы рельефа крупнобугристых болот — бугры — представляют собою мерзлое минеральное ядро или основание,

кое опускание на глубину можно, учитывая, что потепление климата (термический максимум) сочеталось с действием большой массы воды, сформировавшей современный рельеф на значительной площади Западной Сибири (грядистый рельеф песчаных отложений в бас. р. Конды на западе низменности, бас. р. Кети на востоке и пр.). А так как в Средней Сибири, ввиду особенностей рельефа, историко-геологической и климатической обстановки, не происходило значительного скопления талых вод в период отступления ледника, то и мерзлота, видимо, деградирована незначительно. Верхняя граница ее не опустилась так глубоко, как в Западной Сибири.

возвышающееся над уровнем воды в соседней мочегине на 4—6 м и, как шапкой, прикрытое слоем торфа мощностью от 70 до 300 см. Как видно из прилагаемой схемы (рис. 1 а, б, в), строение торфяной залежи бугров очень пестрое; нет достаточно близкого сходства в строении залежи даже в близко расположенных шурфах. Главной причиной этого являются мерзлотные процессы. Даже небольшое поднятие локального участка молодого болота должно вызвать изменение растительного покрова, что и фиксируется в торфяной залежи в виде маломощных и резко отличающихся от соседних слоев торфа.

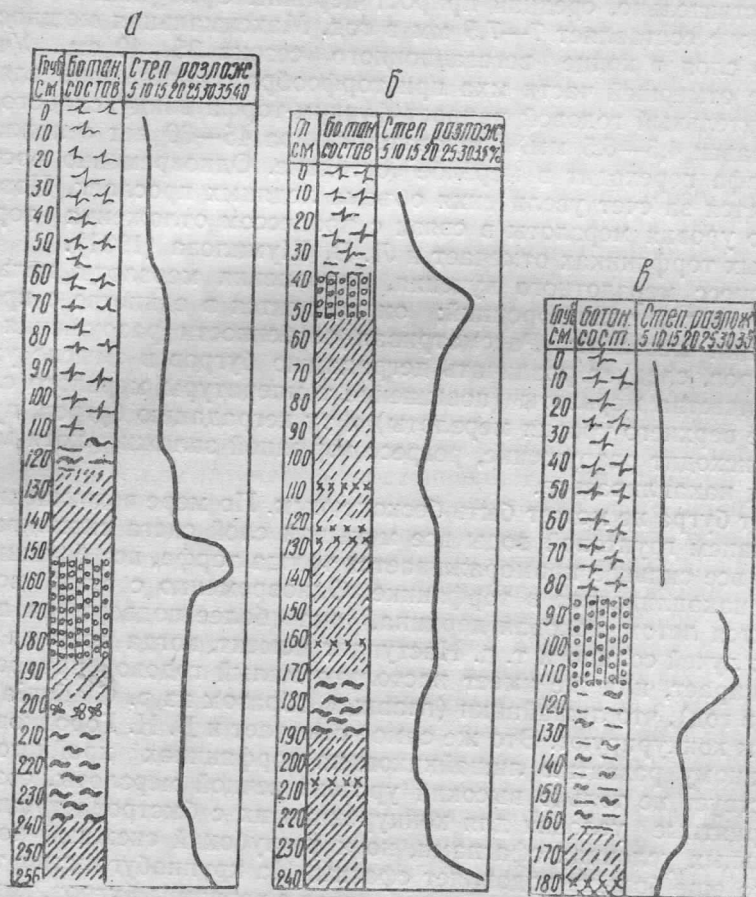


Рис. 1. Послойные показатели ботанического состава и степени разложения торфяной залежи Северного болота: а. скв. 21; б. скв. 22; в. скв. 23. Условные обозначения на вклейке после стр. 42 (см. предыдущую статью).

Общей характерной чертой почти для всех бугров (кроме некоторых, торфяная залежь которых в верхних горизонтах разложена и выветрена) является двуслойность строения залежи. Ботанический состав торфа бугров показывает, что нижние ее горизонты сложены низинными торфами, отложенными растительными группировками, развивающимися в условиях богатого грунтового или намывного водно-минерального питания. Верхние же горизонты залежи сложены остатками верховой, олиготрофной растительности, причем граница между этими двумя группами торфов очень резкая, свидетельствующая о быстрой смене во времени болотной растительности. Несомненно, что наиболее вероят-

ной причиной подобной смены послужило мерзлотное поднятие участка болота выше уровня грунтовых вод. Дальнейший рост бугра шел интенсивнее в результате зарастания положительных элементов рельефа, вышедших из-под влияния грунтовых вод, плотной дерниной олиготрофных сфагнов, преимущественно *Sphagnum fuscum* Klinggg. С одной стороны, верховые сфагны более мощные торфообразователи, чем растения низинных группировок, с другой, — они более надежные теплоизоляторы. В результате с момента поселения сфагнов верхняя граница мерзлоты в торфе бугра неуклонно повышается.

Действительно, средний прирост дернины *Sphagnum fuscum* в нашем районе составляет 7—7,5 мм в год. Максимальная мощность деятельного слоя в конце вегетационного сезона 35—40 см. Учитывая оседание отмершей части мха при торфообразовании, определяем, что приблизительный годовой прирост фускум-торфа ввиду слабого разложения равен 4,5—6,5 мм. Следовательно, за 45—80 лет отложившийся слой торфа переходит в мерзлое состояние. Одновременно рост бугра повышается за счет увеличения объема ледяных прослоек. Повышение верхнего уровня мерзлоты в связи с процессом отложения торфа на бугристых торфяниках отмечает и Л. В. Шумилова (1931).

Процесс мерзлотного пучения, накопления мерзлоты нельзя рассматривать как односторонний; он находится в единстве с процессом деградации мерзлоты. Рассматривая особенности разрушения торфяных бугров, следует различать деградацию бугров в смысле уменьшения количества мерзлоты (повышение температуры мерзлого слоя, понижение верхнего уровня мерзлоты) и ту деградацию бугров, при которой происходит разрушение, регресс торфяной залежи, хотя мерзлота может и накапливаться.

Рост бугра не может быть бесконечным. По мере возвышения бугра над уровнем грунтовой воды все меньший слой снега скапливается на бугре и все сильнее промораживается толща торфа, все больший запас холода накапливается в торфянике. Одновременно с этим все суше становится летом моховая дернина, она более подвержена действию прямых лучей солнца и т. д. Наступает момент, когда моховая дернина или отмирает, или же имеет настолько малый годовой прирост (3,5—5,5 мм в год), что лишайники (главным образом из р. *Cladonia*) успешно с ним конкурируют. Это же самое отмечает и Б. Н. Городков (1930): «Усиленному развитию лишайников на торфяниках крайнего Севера способствует не только высокий уровень вечной мерзлоты, создающий благоприятные условия для конкуренции их с быстрорастущими при нормальных условиях сфагнами, но и неглубокий снежный покров зимой, что еще больше подавляет сфагны. На крупнобугристых торфяниках зимой снег нередко нацело сдувается с вершины бугров, как это мы сами неоднократно наблюдали в Западной Сибири».

Появление лишайников или участков обнаженного торфа свидетельствует о некоей критической точке в росте бугров: с одной стороны, отсутствие или малая глубина снегового покрова способствует более сильному зимнему промерзанию, с другой, — разрушение мохового ковра вызывает понижение верхнего уровня мерзлоты летом за счет большей теплопроводности торфа по сравнению с моховой дерниной. Торф, в особенности верхний его слой, под действием биологических (микроорганизмы, лишайники, высшие растения) и физических факторов разрушается и уплотняется, что приводит к дальнейшему опусканию мерзлоты.

В районе падения Тунгусского метеорита наблюдаются торфяники, находящиеся на разных этапах развития и деградации бугров, на-

чиная от молодых с невыраженным бугристым рельефом верховых моховиков в долине рч. Макикты и кончая полностью деградировавшими буграми в восточной части Метеоритной котловины. Исследуя два близко расположенных торфяника «Цветковский» и № 2, мы обратили внимание на то, что в первом *Sphagnum fuscum* занимает в настоящее время сравнительно небольшие площади, находя себе приют на кочках под защитой кустарничков и на склонах бугра. На втором же торфянике все положительные элементы рельефа полностью покрыты дерниной этого сфагна. Находятся оба массива в равных условиях местоположения в рельефе, климата и т. д., различия состоят только в том, что торфяник № 2 более мал по площади и хорошо защищен от действия ветра стеной высокостелющегося леса. Следовательно, даже самые мало уловимые микроклиматические условия на границе распространения бугристых торфяников могут или способствовать росту бугра, или же вызывать деградацию его моховой растительности и его самого.

Наиболее наглядно деградация мерзлоты, точнее понижение ее верхнего уровня, наблюдается в явлениях термокарста. М. И. Сумгин (1940) указывает, что «в отдельных случаях ландшафтные признаки свидетельствуют о деградации вечной мерзлоты. Сюда относятся провальные озера, разрушения торфяных бугров, в особенности если те и другие явления многочисленны».

Помимо климатических изменений термокарст могут вызывать и местные причины, уменьшающие мерзлоту на небольшой территории, в пределах одного болота. Это могут быть и пожары, испепеляющие верхний подсохший слой торфа, и нарушения растительного покрова животными и человеком и пр., но, видимо, эти процессы все же могут вызывать устойчивый и продолжительный регресс мерзлоты только в благоприятной климатической обстановке. Так при осмотре строения залежи на стенке шурфа в толще верхового торфа часто обнаруживаем тонкие черные аморфные строения прослойки, представляющие собой горизонт фускум-торфа, переработанный и разрушенный лишайниками. На рис. 1-а в колонке показателей ботанического состава торфа на глубине 63—85 см видна прослойка мочежинного торфа — свидетель начавшегося, но прекратившегося процесса образования термокарстовой воронки. Любопытно, что пожар на торфяных буграх, уничтожающий верхний подсохший слой, не вызывает сам по себе заметного отступления мерзлоты. Нами исследован выгоревший, видимо, в недавнее время торфяной бугор, обнаруженный на Западном болоте. Во время пожаров торф тлеет, не образуя пламени, а на поверхности бугра сохраняется плотная, но проламывающаяся под ногой корочка обугленного мха. На осмотренном нами бугре пожар не вызвал значительного опускания мерзлоты (по сравнению с соседними буграми), а сохраняющий свою структуру выгоревший пласт предохраняет ее от воздействия солнца.

Как уже указывалось, процессы роста и деградации бугров (накопления и деградации мерзлоты) едины. В самом росте бугра кроется причина его последующего разрушения. Идущие одновременно процессы накопления и деградации мерзлоты чрезвычайно усложняют строение торфяной залежи, вызывают несогласное залегание пластов торфа и пр.

Наблюдения, произведенные в 1960 г. на болотах района падения метеорита, показали, что, видимо, в связи с современным потеплением климата на большинстве болот района, имеются изменения, говорящие о прогрессирующем термокарстовом процессе. Вопрос этот по отношению к болотам котловины имеет принципиальное значение, поскольку

до последнего времени (Кулик, 1939; Кринов, 1949; Вронский, 1960) появление термокарстовых мочежин связывалось в той или иной степени с падением метеорита. В связи с этим наблюдения над образованием и развитием провальных понижений на торфяных буграх производились нами как на болотах котловины, так и на болотах, удаленных от центра катастрофы до 30—50 км.

Наиболее подробно некоторые варианты и этапы развития термокарстовых мочежин были произведены на торфянике «Чамбинском», лежащем у тропы Кулика на правом берегу р. Чамбы. Здесь в центральной части крупнобугристого комплекса была описана серия мочежин различного возраста.

Микрорельеф бугров крупнокочковатый. Кочки высотой до 1 м разбросаны весьма неравномерно по поверхности бугра, в одних случаях скопляясь очень густо, так что кустарничковый ярус смыкается, а под пологом его развита плотная дернина *Sphagnum fuscum*, в других случаях кочки изолированы и находятся друг от друга на расстоянии 6—8 м. При этом моховая дернина сохранилась только на вершинах кочек, где густ ярус кустарничков, а поверхность бугра между кочками или затянута лишайниками, или мертвопокровна, центральная часть подобного межкочечного пространства понижена, и верхний уровень мерзлоты расположен здесь ниже, чем под кочками. Торф в таких понижениях с поверхности более высокой степени разложения, чем в более глубоких слоях. Разложение и протаивание его вызывают усадку верхних слоев, что приводит к большему опусканию уровня мерзлоты. В отдельных таких понижениях застаивается некоторое время теплая дождевая вода.

По нашим наблюдениям, для того, чтобы в подобной микродепрессии начался прогрессирующий термокарст, площадь ее должна быть не менее 10—15 кв. м, а площадь водосбора — в 10—20 раз больше. Летом солнечное тепло и дождевая вода активно опускают уровень мерзлоты, зимой же, ввиду переотложения снега ветром, промерзает такая зачинаящая мочежина меньше, чем соседние обнаженные от снега участки. При постоянном и обильном увлажнении дна такой депрессии лишайник, если он был, отмирает, а его место занимает кукушкин лен *Polytrichum juniperinum* Hedw. По мере дальнейшего углубления и расширения термокарстовой депрессии в наиболее увлажненных ее частях подселяется пушица влагалищная *Eriophorum vaginatum* L., а при стоянии уровня грунтовой воды выше поверхности торфа развивается дернина мочежинного водолюбивого сфагнового мха *Sphagnum amblyphyllum* Russ.

Помимо углубления талого слоя мочежины, происходит и увеличение ее площади. Пологие берега молодых мочежин подвержены термокарстовому опусканию. Наиболее четко просадочные явления видны, если на таком пологом склоне имеются деревья. Большинство из них наклонено в сторону мочежины, некоторые, стоявшие у уреза воды, обрушились в мочежину, другие остались стоять, но погибли. Часть из них оказалась в воде недавно и не успела загнить.

Растительный покров такой мочежины образован плавающей дерниной *Sphagnum amblyphyllum*, по которой обильна пушица рыжецветная *Eriophorum russeolum* Fr. По краю мочежины, где торф более плотен, рыжецветная пушица сменяется влагалищной *Eriophorum vaginatum*. По самой границе *amblyphyllum*-формации на стыке с группировками бугра наблюдается наполозание дернины мочежинного мха на опустившиеся лишайниковые или мертвопокровные участки. Определение скорости наполозания по стеблям самого мха показало, что расширение границ формации происходит со скоростью 1—1,5 см в год. Если

проседает более или менее крупный участок берега, то расширение мочежины происходит быстрее. При проседании кочки с живым *Sphagnum fuscum* мочежинный мох внедряется в его дернину, вызывая постепенное ее отмирание.

Наблюдая термокарстовые мочежины на разных этапах их развития, мы пришли к выводу, что процесс их разрастания в плоскостном направлении постепенно замедляется по мере изменения крутизны склона депрессии. В мочежинах с крутыми склонами термокарст прогрессирует лишь в области стока избыточных вод. Отдельные мочежины протоками сливаются друг с другом. Скорость разрастания и углубления подобных ложбин стока может быть очень велика. На северных островах Южного болота в небольшой ложбине стока молодые 15—20-летние березки имеют многократные изгибы стволов гелиотропического происхождения, связанные с просадкой и изменением крутизны борта ложбины. На этих же островах, а также на бугристом комплексе восточной части котловины мы неоднократно наблюдали различного размера, но неглубокие молодые термокарстовые депрессии, склоны которых поросли молодой березкой 15—25-летнего возраста. Полуразрушенные стволы березы обычно наблюдаются и в центре подобного понижения. В отдельных случаях можно пронаблюдать последовательный ряд стволов по склону мочежины к ее центру. Деревья, растущие выше уровня воды, имеют здоровый вид; находящиеся у самого уровня воды, заметно угнетены; а погруженные корневой шейкой в воду мочежины, погибли. Диаметр ствола этих деревьев как живых, так и погибших, приблизительно одинаков: 8—10 см. Наиболее разрушенные из них стоят в центре, по краю мочежины мертвые деревья имеют свежую древесину. Вся эта картина свидетельствует о том, что возраст подобной мочежины не превышает возраста деревьев. Подобный же результат мы получим, приняв во внимание скорость разрушения древесины тонкостольной березы с неудаленной корой.

Следует отметить, что физиономически близкая картина наблюдается по окраинам Южного болота на отчлененных прибрежными мерзлыми валами мелкозалежных мочежин. Однако, по-видимому, причина гибели деревьев в этом случае иная. Если в термокарстовых депрессиях бугров отмирание деревьев произошло в результате просадки протаявших слоев торфа и грунта, о чем свидетельствует правильно ориентированный «пьяный» лес, то во втором случае, видимо, гибель деревьев и расширение площади мочежинных группировок вызвано поднятием уровня Южного болота.

Каково же могло быть воздействие взрыва метеорита на строение болот района и как последствия его могут наблюдаться в настоящее время?

В литературе по Тунгусскому метеориту высказаны следующие предположения.

1. Глыбы метеорного вещества образовали кратеры на поверхности бугристого болота, наблюдаемые нами в настоящее время как заполненные водой и заросшие мхом воронки (мочежины) (Кулик, 1939). Бесплодные попытки найти метеорит в Сусловской воронке, магнитометрические исследования, произведенные экспедицией 1960 г., а также правильное понимание термокарстовой природы талых понижений бугристого комплекса позволяют отрицать эти предположения как не-реальные, не имеющие под собой фактической основы.

2. Более осторожное и учитывающее возможность термокарста предположение высказал Б. И. Вронский (1960). Он считает, что многие провальные депрессии вызваны падением небольших кусков метео-

рита, пробивших до значительной глубины мерзлую толщу. Отверстие, оставленное метеоритом, по мнению Вронского, могло явиться очагом последующего термокарста. Как уже нами указывалось выше, для прогрессирования термокарста нужен целый комплекс факторов и условий: соответствующая климатическая обстановка, значительная (10—15 кв. м) свободная от моховой растительности поверхность торфа и поверхностный приток с соседних площадей теплой дождевой воды. Шурф диаметром 1,5 м и глубиной 3 м, пробитый летом 1959 г. на Центральном торфянике, за промежуток в один год заполнился водой, но никаких признаков того, что он явится очагом термокарстовой депрессии, мы не смогли обнаружить. Наоборот, опыт строительства промышленных и жилых сооружений, практика фундаментостроения в мерзлотных районах показывают (Цветкова, 1954, 1960; Луга, 1946; Лукин, 1952), что искусственно образованные, даже пропаренные с помощью паровой иглы отверстия по истечении некоторого времени восстанавливают свое мерзлое состояние.

3. Высказанная в последние годы гипотеза высотного взрыва метеорита (Флоренский, 1960; Фесенков, 1960) с расчетными показателями энергии взрыва 10^{23} — 10^{28} эрг заставляет рассмотреть вопрос о возможных последствиях теплового и механического воздействия взрыва подобной мощности на болота котловины.

Тепловое воздействие взрыва (лучистый ожог, по выражению Л. А. Кулика) не могло оказать существенного влияния на строение бугристых болот. Наиболее заметно действие теплового излучения на деревьях (ожог ветвей и коры) и на кустарничках. По устному сообщению Л. В. Шумиловой ветки карликовой березки обожжены с образованием «птичьего коготка», чего в настоящее время не наблюдается. Моховая же растительность или не пострадала совсем, или пострадала в очень малой степени. При макроскопическом исследовании горизонта фускум-торфа, включающего слой 1908 г., не обнаруживается следов какого-либо бывшего повреждения моховой дернины.

Мощный тепловой импульс, действовавший короткое время, должен был вызвать в лучшем случае испарение влаги с поверхности моховой дернины и сварить живую часть мха на участках, доступных прямому действию тепловых лучей. Однако Л. В. Шумилова, детально изучавшая растительный покров бугров котловины «Цветковского» торфяника (1930), отмечает пышное развитие на торфяниках *Sphagnum fuscum*.

Механическое действие вызванной взрывом воздушной волны должно было, несомненно, оказать более сильное влияние на строение растительного покрова, главным образом в результате повала росших на буграх деревьев. Корневая система деревьев, растущих на торфяно-болотных почвах, в особенности корневая система сосны (Вомперский, 1959), залегает близко к поверхности, но распространяется на большую площадь. Радиально отходящие от ствола корни, ввиду своих анатомо-морфологических особенностей, обладают высокой прочностью на излом. Поэтому при выворачивании, повале деревьев воздушной волной значительные участки — порядка 10—15 кв. м — моховой дернины могут удаляться вместе с корневой системой.

На Северном болоте в момент взрыва росло, судя по количеству сохранившихся выворотней, малое количество деревьев, и влияние воздушной волны здесь сказалось слабо (отмечаем, что здесь почти не выражен современный термокарст). Зато быстро текущие термокарстовые процессы на Северных островах Южного болота, где торфяной слой лишен моховой дернины, деформирован и подвергается выветри-

ванию, где имеются молодые мочезины и прочее, мы объясняем явной стимуляцией их воздействием взрыва.

Подобное же влияние оказала воздушная волна и на строение мерзлотных бугров-валов, развитых в истоках Чургима и регулирующих сток Южного болота, а также, видимо, и на восточный язык болотного комплекса котловины, где термокарстовые явления имеют максимальное развитие.

ЛИТЕРАТУРА

- Боровиков Г. А., 1910. Восточное Заангарье Енисейской губ., Предв. отчет о бот. исслед. в Сиб. и Туркест. в 1909 г., СПб.
- Боровиков Г. А., 1911. Растительность Западного Заангарья, предв. отчет о бот. исслед. в Сиб. и Туркест. в 1910 г., СПб.
- Боровиков Г. А., 1912. Очерк растительности Западного Заангарья, Тр. почв.-бот. экспедиции, Бот. исслед. 1909 г., СПб.
- Боровиков Г. А., 1913. Очерки растительности Западного Заангарья, Тр. почв.-бот. экспедиции по исслед. колониз. р-нов Аз. России, ч. 2, СПб.
- Вомперский С. Э., 1959. Особенности строения корневых систем *Pinus silvestris* L. на осушенных торфяных почвах, Б. Ж., т. XI, вып. 2.
- Вронский Б. И., 1930. Тайна Тунгусской катастрофы, Природа, № 3.
- Городков Б. Н., 1928. Крупнобугристые торфяники и их географическое распространение. Природа, № 6.
- Городков Б. Н., 1930. Вечная мерзлота и растительность. Сб. «Вечная мерзлота», изд. АН СССР.
- Городков Б. Н., 1932. Вечная мерзлота в Северном крае. Тр. СОПС, серия северная, вып. 1.
- Городков Б. Н., 1944. Тундры Обь-Енисейского водораздела. Сов. бот., № 3, 4—5.
- Драницын Д. А., 1911. Западное Заангарье, Предв. отч. по исслед. почв Аз. России в 1910 г., СПб.
- Драницын Д. А., 1913. Почвы Западного Заангарья Енисейской губ., Тр. почв.-бот. экспедиции по исслед. колонизац. р-нов Аз. России, ч. 1, Почв. исслед. 1910 г., вып. 1; СПб.
- Земцев А. А., 1959. Реликтовая мерзлота в Западно-Сибирской низменности; Сб. «Ледниковый период на территории Евр. части СССР и Сибири», изд. МГУ.
- Земцев А. А., Шацкий Ф. Б., 1959. К вопросу о геоморфологическом районировании северо-восточной части Западно-Сибирской низменности. Сб. «Ледниковый период на территории Евр. части СССР и Сибири», изд. МГУ.
- Кац Н. Я., 1948. Типы болот СССР и западной Европы.
- Кринов Е. Л., 1949. Тунгусский метеорит.
- Кузнецов (Владимирский) Н. И., 1932. Лайды в низовьях р. Енисея, их строение, образование и место в классификационной системе болотно-лесных образований. Тр. полярн. комиссии, 12, АН СССР.
- Кулик Л. А., 1939. Данные по Тунгусскому метеориту к 1939 году. ДАН СССР, т. XXII, № 8.
- Кушев С. А., 1939. Морфология и генезис бугристых марей и их географическое распространение. Тр. комитета по вечн. мерзлоте, 8, АН СССР.
- Луга А. А., 1946. Забивка свай в мерзлые грунты. «Техника железных дорог», № 1.
- Лукин Г. О., 1952. Опыт устройства в г. Якутске свайных фундаментов с пропариванием мерзлого грунта. Сб. «Исслед. вечн. мерзлоты в Якутской респ.», вып. 3, АН СССР, М.
- Попов А. И., 1945. Происхождение бугристых торфяников Енисейско-Тазовского междуречья. Реф. н.-и. работ за 1944 г., отд. геол.-геогр. наук АН СССР, М.—Л.
- Попов А. И., 1953. Вечная мерзлота в Западной Сибири, Изд. АН СССР.
- Пьявченко Н. И., 1949. О генезисе бугристого рельефа торфяников с. в. части Евр. России. Почвоведение, № 5.
- Пьявченко Н. И., 1955. Бугристые торфяники, Изд. АН СССР, М.
- Сумгин М. И., 1937. Вечномерзлые почвы в пределах СССР. Учпедгиз.
- Сумгин М. И., Качурский С. Н. и др., 1940. Общее мерзлотоведение. АН СССР.
- Фесенков В. Г., Кринов Е. Л., 1960. Новое о Тунгусском метеорите, Изд. АН СССР.
- Флоренский К. П. и др., 1960. Предварительные результаты работ Тунгусской метеоритной экспедиции 1958 г.

Цветкова С. Г., 1960. Определение срока вмерзания свай в толщу многолетне-мерзлых грунтов при погружении ее с помощью паровой иглы. Материалы к основам учения о мерзлотных зонах земной коры, вып. VI, изд. АН СССР.

Шумилова Л. В., 1931. О бугристых торфяниках южной части Туруханского края. Изв. Томск. отд. Русск. бот. об-ва, т. 1—11.

Шумилова Л. В., 1933. Материалы по изучению оленьих пастбищ в районе оз. Пясино и Норильских гор в Туруханском крае. Материалы по изучению Сибири, т. IV, Томск.

Thermocarst depressions on the largehilled peat—bogs in the region of Tungus meteorite fall.

Iu. A. Lvoff and G. M. Ivanova.

Observations conducted in the year 1960 on the swamps of meteorite fall region showed that in connection with present climate warming alterations took place on the majority of swamps manifesting a progressive thermocarst — process.

The processes of production and degradation of hills seem to be uniform. In the very growth of hill is concealed the reason of its subsequent destruction. The authors describe the process of thermocarst development.

On the basis of observations on the thermocarst evolution accross the swamps of meteorite crater as well as accross the swamps remotod from the explosion centrum the authors consider a natural thermocarst origin of peat microdepressions and criticize the hypothesis that the reason of peat microdepressions production might be the meteorite fragments fall.