

Er.5.12

EESTI NSV TEADUSTE AKADEEMIA GEOLOGIA INSTITUUDI UURIMUSED
ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ АКАДЕМИИ НАУК ЭСТОНСКОЙ ССР

XI

МЕТЕОРИТИКА

ТАЛЛИН 1963 TALLINN

НОВЫЕ ДАННЫЕ О СТРОЕНИИ ИЛУМЕТСАСКИХ КРАТЕРОВ

А. О. ААЛОЭ

Как известно, кроме Каалиской группы метеоритных кратеров, в Эстонии находится еще одна группа кратеров, в отношении которых уже раньше высказывалось предположение о возможном их метеоритном происхождении. Эти кратеры находятся в юго-восточной части Эстонии, в Пыльваском районе, недалеко от остановки Илуметса на железнодорожной линии Тарту—Петсери. Здесь на относительно ровной местности находятся два крупных, хорошо заметных на поверхности углубления, окаймленные земляными валами. Кроме них, в северо-западном направлении от названных углублений известны еще отдельные воронкообразные формы рельефа меньших размеров. Интересен тот факт, что оба крупных кратера как по морфологии, так и по строению очень сходны между собой. Наиболее крупный кратер Пыргухауд («Котлован ада») (табл. I, фиг. 1), который находится на расстоянии 0,95 км к юго-юго-западу от остановки Илуметса, представляет собой округло-овальную воронку диаметром в среднем 50 м (рис. 1). Диаметр всего кратера по гребню вала достигает 80 м. Общая глубина кратера 12 м; максимальная высота вала 4 м. На дне кратера находится залежь торфа мощностью до 3 м (см. рис. 6). Меньший кратер Сювахауд («Глубокий котлован») (табл. I, фиг. 2) находится в 900 м к югу от кратера Пыргухауд. Диаметр его по гребню вала 50 м, глубина 5,4 м (рис. 2); максимальная высота вала около 1,5 м (табл. II, фиг. 2).

Илуметсаские кратеры были обнаружены в 1938 году при геологической съемке. Хотя по инициативе проф. А. Луха, который впервые высказал предположение об их метеоритном происхождении, еще в том же году был составлен топографический план большого кратера и заложен шурф на дне меньшего кратера, систематическое изучение Илуметсаских кратеров началось только в 1956 году, когда сотрудниками Института геологии Академии наук Эстонской ССР были проведены здесь первые полевые работы для выяснения природы этих кратеров. На внутреннем склоне кратера Пыргухауд были заложены одна 12-метровая (№ 2 на рис. 1) канава, два шурфа (№ 1 и 3 на рис. 1) и в обоих кратерах несколько скважин зондировочного бурения. В результате проведенных работ автор этой статьи пришел к заключению, что Илуметсаские кратеры могли возникнуть, вероятнее всего, от взрыва. Учитывая при этом геологическое строение окружающей местности, а также возраст кратеров, который, по данным пыльцевого анализа, не менее двух тысяч лет, можно было заключить, что взрыв произошел «при ударе о грунт падающего с северо-запада метеорита» (Аалоз, 1960).

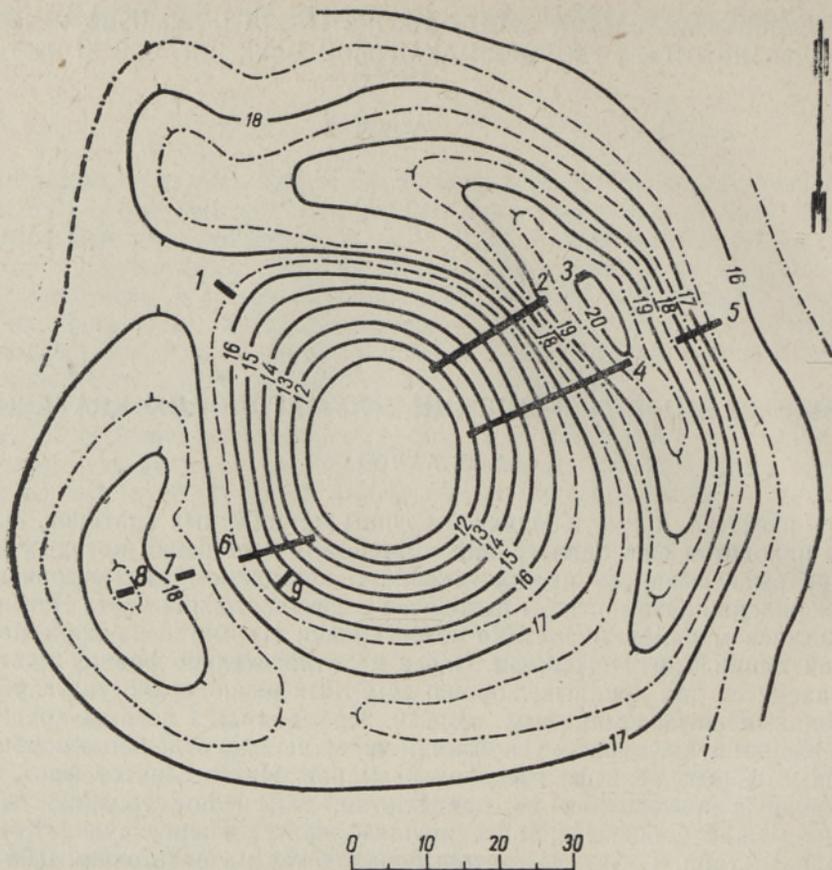


Рис. 1. План кратера Пыргухауд с обозначением проведенных раскопок.
Цифры 1—9 обозначают номера канав и шурфов.

Во время первых полевых работ было собрано и некоторое количество магнитного материала, который в дальнейшем, при химическом и спектрографическом анализе, оказался неметеоритного происхождения, так как содержание никеля в найденных, сильно окисленных магнитных частицах было менее 0,001%.

Для более тщательных поисков метеоритного материала летом 1957 года старшим научным сотрудником Института геологии Академии наук Эстонской ССР Э. Побулом была произведена микромагнитометрическая съемка отдельных частей Илуметсаских кратеров (см. Побул, 1963). В результате этой съемки были установлены небольшие (в среднем до 10 γ) микроаномалии. При этом им были составлены более точные планы обоих кратеров. На основании результатов съемки осенью того же года были начаты раскопки, но эти работы ввиду длительных дождей были прекращены и остались неоконченными. Были получены лишь некоторые дополнительные данные о строении кратеров и найдена еще одна кратероподобная ложбина в 1 км к западу от кратера Пыргухауд. Эта ложбина — Тондихауд («Чертов котлован») — целиком заполнена торфом (табл. II, фиг. 1). По своей форме она овальная; длина ее 28 м, ширина 19 м и глубина, по данным зондирования, около 2 м. Местами по краям ложбины намечается слабо выраженный вал.

Последние работы более широкого масштаба в Илуметса производились летом 1959 года. Задачей этих работ было выявить детали строения кратера Пыргухауд. Были заложены три радиальные канавы и несколько небольших шурфов (№ 4—9 на рис. 1). Хотя собранные в процессе раскопок материалы еще окончательно не обработаны, но на основе имеющихся данных уже можно получить общее представление о строении кратера.

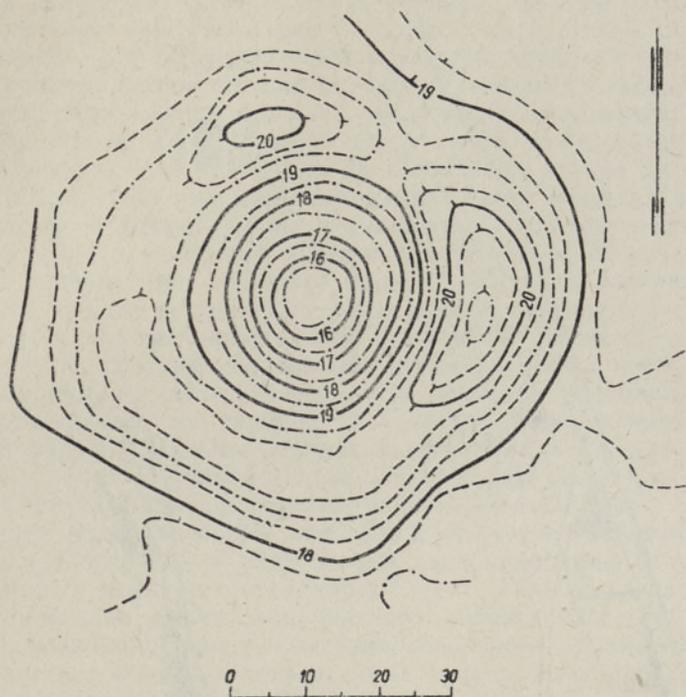


Рис. 2. План кратера Сювахауд.

Кратер Пыргухауд расположен на месте вырубленного леса, и поэтому условия его изучения значительно лучше, чем соседнего кратера Сювахауд, покрытого густым лесом. Геологический разрез прилегающей местности следующий: внизу залегают рыхлые девонские песчаники мощностью около 100 м, покрытые глинистой основной мореной мощностью до 2 м; над основной мореной имеется маломощный (до 0,5 м), прерывистый покров зандровых песков. Западная часть кратера образовалась на невысоком, пологом, почти незаметном в рельефе возвышенном месте, где мощность основной морены достигает 3 м и где покрывающий слой песков отсутствует. Эти данные установлены в 1956 году при помощи шурфа, заложеного в северо-западной части кратера на месте, где вал почти отсутствует (шурф № 1 на рис. 1). Таким образом, западная, более плоская часть вала кратера (табл. III, фиг. 1) слагается почти одним моренным материалом и содержит лишь отдельные небольшие включения песка. Тонкий слой песка залегает и на поверхности вала. Восточная, более высокая и более крутая часть вала (табл. III, фиг. 2) слагается песком, содержащим многочисленные линзы и включения другой формы основной морены.

Первая канава, заложённая летом 1959 года на восточном склоне

Рис. 3. Разрез восточной части склона и вала кратера Пыргухаул в канаве № 4.
 1 — почва; 2 — основная морена; 3 — песок, перемешанный с основной морской; 4 — рыхлый девонский песок; 5 — девонские песчаники в коренном залегании; 6 — валун из кристаллических пород. Легенда — общая для всех разрезов, приведенных в данной статье.

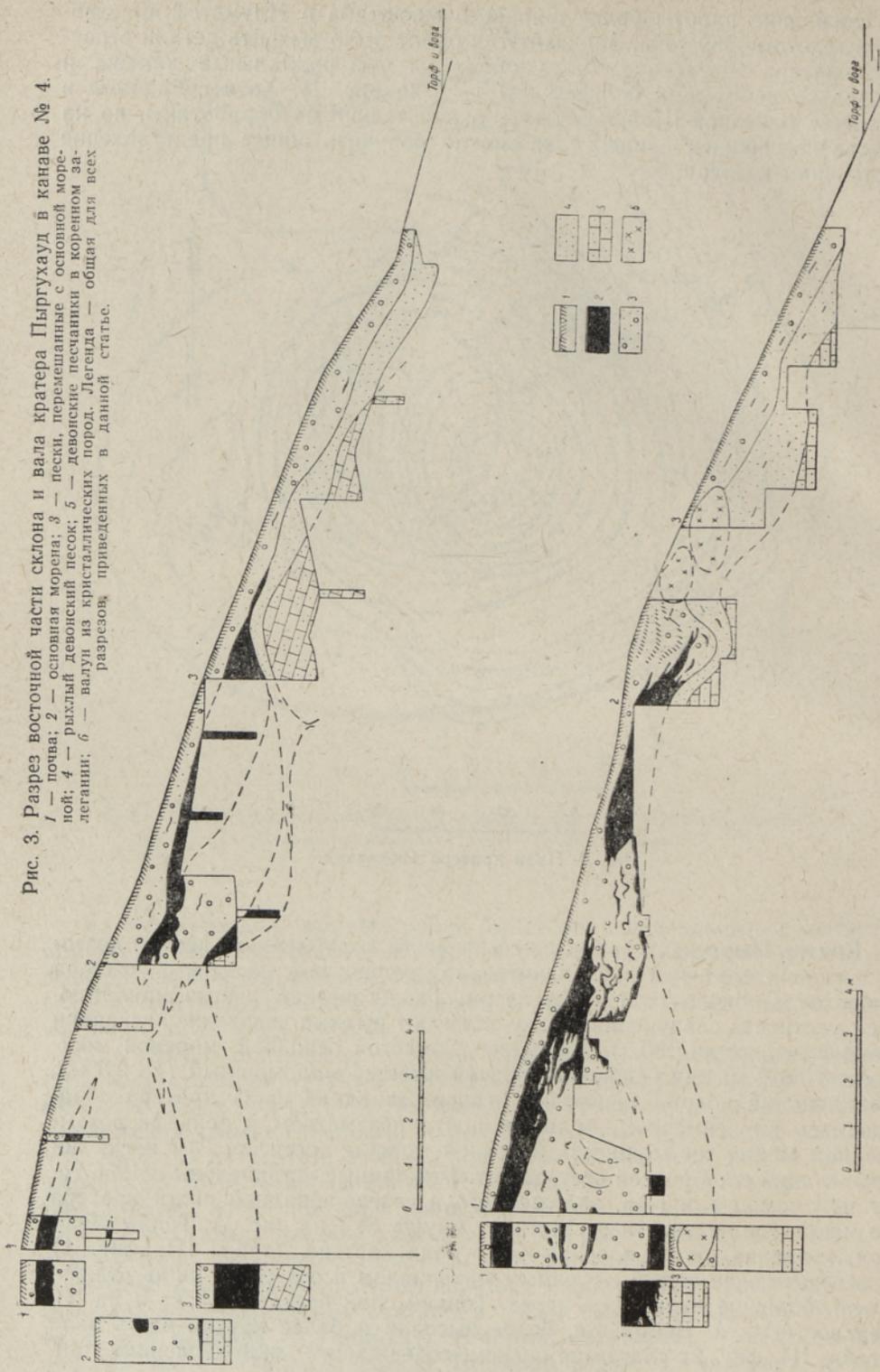


Рис. 4. Разрез канавы № 2 в северо-восточной части склона и вала кратера Пыргухаул.

вала (№ 4 на рис. 1), начинается почти с самого гребня. Длина этой канавы 23 м и глубина до 4 м. Не затронутая взрывом основная морена была здесь вскрыта на глубине 3,8 м. Как видно из рис. 3, кровля основной морены здесь, по всей вероятности, приподнимается под углом в 20° , напоминая приподнятые пласты доломита в Каалиском кратере.

В западном направлении от этого места, в средней части канавы, встречена отдельная крупная линза основной морены. Падение этой линзы более или менее совпадает с уклоном вала. Линза, по-видимому, представляет собой какую-то часть ранее приподнятого здесь слоя морены. В разрезе данной канавы вал кратера состоит в основном из рыхлого песка, содержащего большое число галек кристаллических пород из морены. Кроме того, в песке встречаются многочисленные линзы основной морены (табл. IV, фиг. 2). Небольшие из них залегают либо горизонтально, либо под незначительным углом; более крупные линзы имеют сложную конфигурацию и наклонены к центру кратера. Состав моренных линз в некоторой степени отличается от состава первичной основной морены: они содержат больше песчаного материала в виде включений. В вале встречаются и единичные, сильно разрушенные обломки девонского песчаника (табл. VI, фиг. 2). Таким образом, в данном месте вал кратера образовался путем смешения девонских и четвертичных песков и основной морены. В западной, расположенной ниже вала части канавы, на глубине 1—2 м от земной поверхности, под основной мореной вскрыты девонские песчаники в коренном залегании (табл. V, фиг. 1). В данной канаве они залегают более или менее горизонтально со слабыми признаками дислоцирования (табл. VI, фиг. 1), но в канаве, вскрытой в 1956 году (№ 2 на рис. 1), девонские песчаники были представлены в виде сильно дислоцированных глыб, падение слоев которых местами составляло 20° (рис. 4). Над песчаником в коренном залегании лежит слой рыхлого девонского песка мощностью 1—1,5 м, возникший при разрушении девонского песчаника. Над этим слоем залегает осыпь из четвертичных песков, смешанных с основной мореной. Мощность осыпи около 1 м.

Вторая канава, длиной в 7 м и глубиной до 2,5 м, была заложена за пределами кратера, на подножии вала (№ 5 на рис. 1). Она вскрыла лишь пески, перемешанные с моренным материалом. Только в наиболее глубокой части канавы были встречены тонкие линзы основной морены. Углубить эту канаву до явно первичного залегания основной морены не удалось.

Третья канава, длиной в 11 м и глубиной до 3 м, была заложена на западном склоне кратера Пыргухауд, ниже вала (№ 6 на рис. 1). Здесь

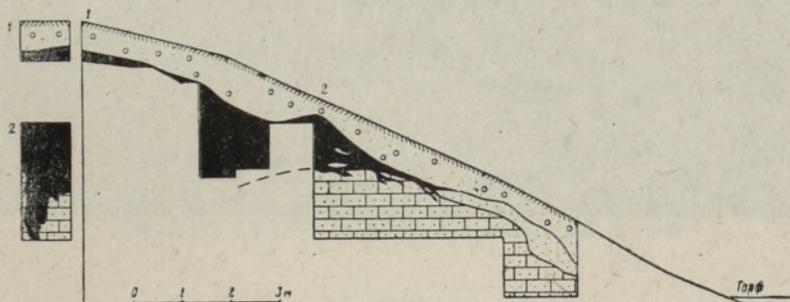


Рис. 5. Разрез канавы № 6 в юго-западной части склона кратера Пыр-гухауд.

был заложен и один шурф; два других шурфа были заложены на вале кратера (№ 7, 8 и 9 на рис. 1). Как уже было отмечено, вал кратера в этом секторе слагается моренным материалом, содержащим редкие линзы и включения песка. Полную мощность незатронутой основной морены здесь не удалось установить, но она достигает, по-видимому, 2,5—3 м. В канаве на склоне кратера непосредственно под основной мореной был вскрыт девонский песчаник в коренном залегании (рис. 5). В песчанике обнаружена трещина шириной до 0,5 м, заполненная основной мореной (табл. V, фиг. 2). Подобная же трещина была обнаружена и в шурфе № 9, расположенном в 5 м к югу от канавы. Можно предположить, что эти трещины доходят до глубины 4—5 м. Вообще кажется, что коренные песчаники на западном склоне кратера Пыргухауд разбиты трещинами на крупные блоки.

В нижней части третьей канавы наблюдалась такая же картина, что и в канаве на противоположном склоне кратера: в самом низу здесь залегали слабо дислоцированные коренные песчаники, выше следовал рыхлый девонский песок мощностью до 1,5 м, а над ним находилась осыпь из смешанного материала, мощностью до 0,5 м.

Суммируя изложенное, можно сказать, что результаты раскопок 1959 года подтверждают высказанное нами ранее мнение о том, что Илуметсаские кратеры образовались при взрыве (Аалоз, 1960) или при взрывообразном процессе, вызванном, наверное, интенсивным расколом метеорита. На это указывает наличие у обоих кратеров вала, состоящего из перемешанного материала, приподнятость основной морены и трещиноватость и дислоцированность коренных пород, а также наличие рыхлого девонского песка на склонах кратера. Этот рыхлый песок покрывает коренное ложе кратера и в этом смысле может быть сравним с доломитовой мукой Каалиских кратеров.

В кратере Сювахауд в 1959 году никакие раскопки не производились, но уже раньше шурфами и зондировочным ручным бурением установлено, что большая часть вала и склона кратера сложена также песками, перемешанными с моренным материалом и содержащими линзы основной морены.

На рис. 6 изображен сводный геологический профиль через кратер Пыргухауд. Данный профиль является пока еще предварительным, так как он содержит ряд неточностей. Истинное строение Илуметсаских кратеров можно выяснить только путем горных буровых работ более широкого объема. Надеемся, что уже в ближайшем будущем мы смо-

ТАБЛИЦА I

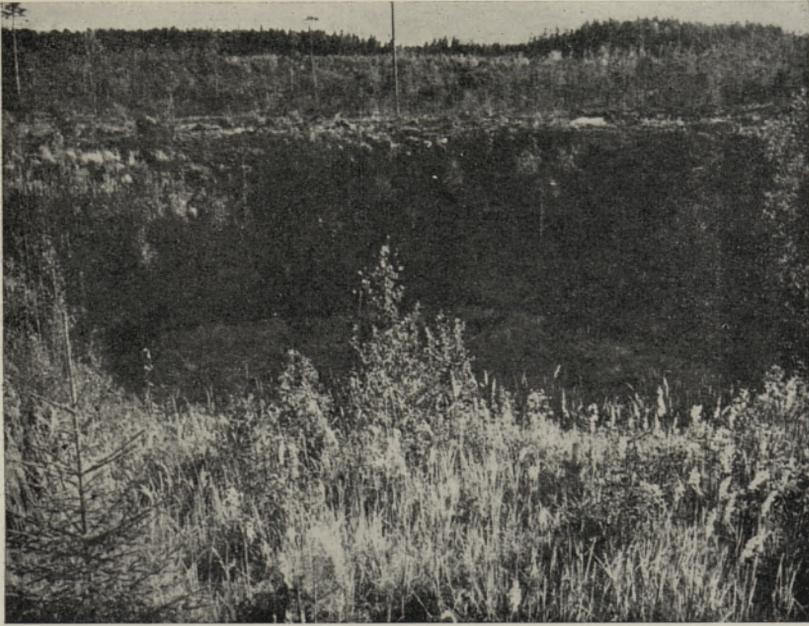
Фиг. 1. Вид кратера Пыргухауд с севера.
Фиг. 2. Вид кратера Сювахауд с юга.

ТАБЛИЦА II

Фиг. 1. Кратероподобная ложбина Тондихауд, целиком заполненная торфом.
Фиг. 2. Восточный участок вала кратера Сювахауд.

ТАБЛИЦА III

Фиг. 1. Западный, более плоский участок вала кратера Пыргухауд.
Фиг. 2. Восточный участок вала кратера Пыргухауд.



1



2



1



2



1



2

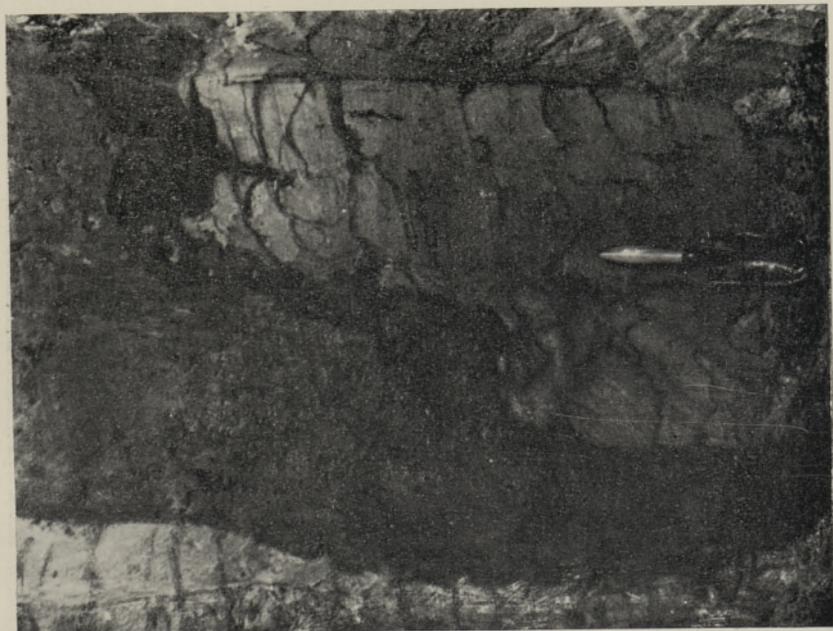
ТАБЛИЦА IV



2



1



2



1



1



2

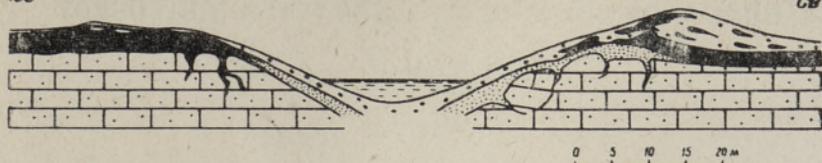


Рис. 6. Предварительный сводный профиль через кратер Пыргухауд.

жем дать более точную и детальную картину строения этих кратеров.

Возникает еще вопрос о нахождении в Илуметса метеоритного материала. Необходимо отметить, что соответствующие поиски пока еще не увенчались успехом. Илуметсаские кратеры образовались в болотистом районе, в песках. Если предположить, что метеорит был железным, то в течение тысячи лет мелкие осколки его могли целиком окислиться. Поэтому в будущем надо обратить особое внимание на поиски более крупных метеоритных масс за пределами кратеров, в северо-западной части предполагаемого эллипса рассеяния, при помощи геофизических методов.

*Институт геологии
Академии наук Эстонской ССР*

ЛИТЕРАТУРА

- Аалоз А. 1960. Илуметсаские кратеры Эстонской ССР. Метеоритика, вып. XVIII.
Побул Э. А. 1963. Применение геофизических методов при исследовании метеоритных кратеров Эстонской ССР. Тр. Ин-та геол. АН ЭССР, XI.

ТАБЛИЦА IV

Фиг. 1. Строение вала кратера Пыргухауд в канаве № 4. Темный цвет — основная морена.
Фиг. 2. То же, деталь.

ТАБЛИЦА V

Фиг. 1. Граница между девонскими песчаниками и основной мореной в канаве № 4. Самые верхи девона — более рыхлые.
Фиг. 2. Трещина в девонских песчаниках, заполненная основной мореной. Кратер Пыргухауд, канава № 6.

ТАБЛИЦА VI

Фиг. 1. Слабо дислоцированные девонские песчаники в канаве № 4.
Фиг. 2. Глыба дислоцированного девонского песчаника среди смешанных песков в вале кратера Пыргухауд; канава № 4.

UUSI ANDMEID ILUMETSA KRAATRITE EHTUSEST

A. AALOE

Resümee

1938. aastal avastatud Ilumetsa kraatrid paiknevad Kagu-Eestis Ilumetsa raudteepeatuse lähedal. Suurem kraater — Põrguhaua, mis on 12 m sügavune ja kuni 4 m kõrguse valliga piiratud kooniline lohk (tahv. I, foto 1), paikneb Ilumetsast lõunaedela suunas 0,95 km kaugusel (joon. 1). Kraatri läbimõõt on 80 m, põhi on kaetud kuni 3 m paksuse turbalasundiga. Kraater Süvahaua (tahv. I, foto 2), mis paikneb eelmisest 0,9 km lõuna pool on 50 m läbimõõduga ja 5,4 m sügavune kooniline lohk, mis on piiratud kuni 1,5 m kõrguse valliga. 1 km Põrguhauast lääne suunas on veel üks kraatriladne lohk — Tondihaua (tahv. II, foto 1). Selle mõõtmed on 28×19 m ja sügavus 2 m. Lohk on täitunud turbaga.

Kõige paremini on uuritud Põrguhaua ehitus. Viimase lähema ümbruse geoloogiline läbilõige on järgmine: all lamavad pudedad devoni liivakivid paksusega üle saja meetri, neil lasub kuni 2 m paksune savika põhimoreeni kiht ning seda katab kuni 0,5 m paksuselt sanduriline liiv. Kraatri läänepoolne osa on kujunenud lameda põhimoreense rühma kohale, kus kvaternaarse liivade kate puudus. Seetõttu koosneb kraatri valli läänepoolne madalam osa põhimoreenist, sisaldades vaid üksikuid liivaläätsi. Valli kõrgem, idapoolne osa koosneb seevastu peamiselt moreense materjaliga segunenud devoni ja kvaternaari liivadest, milles leidub arvukalt põhimoreeni läätsi ja pesi (tahv. IV, foto 1, 2). Valli piirkonnas on primaarne põhimoreeni kiht ilmselt kuni 20° nurga all üles paisatud. Põhimoreeni all lamav devoni liivakivi on erinevates kraatri osades erineva intensiivsusega dislotseeritud ning kraatri edelaveerul läbitud kuni 0,5 m laiuste põhimoreeniga täitunud lõhedega (tahv. V, foto 2). Kraatri aluspõhjalisi osi katab keskmiselt 1,5 m paksune lahtise devoni liiva kiht, millel lasub põhimoreeniga segunenud liivadest koosnev varikalle (joon. 7).

Süvahaua ehitus sarnaneb sondeerimispuurimise andmetel Põrguhauaga.

Kraatrite vanus on õietolmu analüüsi andmetel vähemalt 2000 aastat.

Ilumetsa kraatrid on autori arvamise järgi tekkinud plahvatuselaadilisest protsessist, mille põhjustas loode suunast langenud meteoriidi löök pinnasesse, sest nimetatud kraatrite ehitus sarnaneb tüüpiliste löögikraatritega. Meteoriitset materjali ega ka impaktiite pole seni kraatritest leitud.

*Eesti NSV Teaduste Akadeemia
Geoloogia Instituut*

NEW DATA ON THE STRUCTURE OF ILUMETSA CRATERS

A. AALOE

Summary

Ilumetsa craters, discovered in 1938, are situated in Southeast Estonia, near Ilumetsa railway station. The largest crater, the so-called "Põrgu-*haud*" ("Hell's Grave"), is situated 0.95 kilometres from the station, in the SSW (figure 1) and is a deep conical depression (plate I, photo 1), with a depth of 12 m and surrounded by a wall amounting to 4 m. The crater is about 80 m in cross-section. The bottom of the crater is covered by a peat layer, whose thickness amounts to 3 m. The crater "*Süvahaud*" ("The Deep Grave") (plate I, photo 2), situated at 0.9 km to the south from the former, is a conical depression of 50 m in cross-section and 5.4 m in depth, and is surrounded by a 1.5 m-high wall. One kilometer west of "Põrgu-*haud*" is another crater-like depression "*Tondihaud*" ("Ghost's Grave") (plate II, photo 1). It is 28×19 m in cross-section and 2 m in depth. The depression is entirely covered with peat.

Best-investigated of all the three is the structure of the crater "Põrgu-*haud*". The geological section of its immediate surroundings is as follows: below are brittle Devonian sandstones, several hundred metres thick, on them is a 2 m-thick layer of boulder clay, which is covered by an up to 0.5 m-thick layer of glacy-fluvial sand. The western part of the crater is formed on the flat hill composed of boulder clay, where there was no Quaternary sand on the top. Therefore the western, lower part of the crater mound consists of the boulder clay containing but a few sand lenses. The higher, eastern part, on the other hand, consists of Devonian and Quaternary sands mixed with moraine matter, which contains numerous lenses and nests of boulder clay (plate IV, photos 1, 2). The primary layer of boulder clay in the wall area has been obviously lifted up at an angle of 20°. The Devonian sand under the boulder clay has been dislocated with varying intensity in different parts of the crater. The eastern border of the crater is intersected by up to 0.5m-wide cracks filled with boulder clay (plate V, photo 2). The Devonian sandstone of the crater is covered by an about 1—5m-thick layer of loose Devonian sand, which in its turn is covered by talus consisting of sands mixed with boulder clay.

According to boring data, the structure of the crater "*Süvahaud*" corresponds to that of "Põrgu-*haud*".

The age of the craters, according to the pollen analysis, is at least 2,000 years.

As to the origin of the craters, the author supposes that they have been formed as a result of an explosion-like process caused by the impact of a meteorite falling from a north-westerly direction on the surface of the earth. The structure of Ilumetsa craters corresponds to that of typical meteorite impact craters. In the craters, however, no meteorite matter or impactites have been found as yet.

*Academy of Sciences of the Estonian S.S.R.,
Institute of Geology*