

# Jama Krubera (–2080 m), prva jama na svijetu dublja od 2000 metara

Alexander Klimchouk, Yury Kasjan i Nikolaj Solovjev

Novija istraživanja jame Krubere (Voronje) izvedena su u sklopu projekta »The Call of the Abyss«. Ovaj višegodišnji projekt pokrenut je radi istraživanja dubokih jama u već dobro poznatim karbonatnim masivima Aladaglar u istočnom Taurusu (Turska) i Arabika na zapadnom Kavkazu (Abhazija). Osnovni cilj projekta, službeno prihvaćenog 2000. godine, bilo je otkrivanje, istraživanje i obrada prve jame na Zemlji dublje od 2000 m. Projekt je pokrenuo Speleološki savez Ukrajine (Ukrainian Speleological Association, u daljnjem tekstu Ukr.S.A.), u koji su uključene institucije, speleolozi i znanstvenici iz Ukrajine, Turske, Velike Britanije, Francuske, Španjolske, Moldavije, Rusije i Abhazije. Novija istraživanja izvedena u ljeto 2004. godine potpomognuo je National Geographic Society, USA.

## EKSPEDICIJA U KOLOVOZU 2004.

Arabičko gorje na zapadnom Kavkazu dobro je poznato među speleolozima, ponajviše po brojnim dubokim jamama koje su na tom području istražene od 1980. godine. Na širem području masiva nalaze se jama Sarma (–1530 m), sustav Iljukhina (–1240 m), sustav Arabikskaja (Kujbyshevskaja – Gemikhova Bezdna; –1110 m), jama Dzou (–1080 m) i jama Moskovskaja (–970 m). U posljednjih nekoliko godina pokazalo se posebno zanimljivim područje ledenjačke doline Ortobalagan, gdje se pored već spomenutog sustava Arabikskaje, nalazi i jama Krubera (Voronja), koja je 2001. godine, s dubinom od 1710 m, postala najdublja poznata jama svijeta (Speleolog, 48/49). Budući da su trasiranja podzemnih tokova izvedena 1984-85. godine pokazala da je hidrogeološki potencijal tog dijela masiva i preko 2300 m, istraživanja su bila nastavljena.

U kolovozu 2003. godine ekspedicija tima CAVEX (International Cave Exploration Team), istražujući uski bočni prolaz u glavnom kanalu jame (prema tadašnjem dnu na –1710 m), pronašla je iza sifona na dubini od 1440 m novi odvojak jame. U srpnju 2004. godine, neposredno prije ekspedicije Speleološkog saveza Ukrajine, istražili su taj odvojak

moskovski speleolozi. Kanal završava novim sifonom, koji se prema njihovoj procjeni nalazio na dubini od 1830 m. Ovaj podatak značio je i novi svjetski rekord.

Ekspedicija Ukr.S.A. organizirana je u kolovozu 2004., a na njoj su pored ukrajinskih sudjelovali i speleolozi iz Moldavije, Španjolske, SAD-a, Britanije, Rusije i Abhazije. Tijekom ekspedicije ponovo je istraživan i topografski snimljen spomenuti odvojak. Mjerenja su pokazala da se završni sifon nalazi na dubini od 1775 m, a ne 1830 m. Sifon je i ronilački istraživan, što je ronilačka akcija izvedena na najvećoj dubini u nekom speleološkom objektu u svijetu. Dubina ronjenja bila je svega 10 m, a daljnje napredovanje sprečava suženje kanala, premda se u nastavku vidi širok vertikalni kanal. S postignutom dubinom zarona, konačna je dubina ovog odvojka jame 1785 m.

Istovremeno su istraživani bočni odvojeci u kanalu između ova dva sifona, gdje se dogodilo najveće otkriće. Dana 24. kolovoza istraživači su se uspjeli probiti kroz vrlo zahtjevan bočni prolaz u prošireni kanal, koji zaobilazi sifon na –1775 m i postupno vodi na još veću dubinu. Dan poslije, 25. kolovoza, ekipa s 4 ukrajinska, te po jednim francuskim i španjolskim speleologom (Gennadij Samokhin, Denis Kurta, Dmitry Fedotov, Julia Timoshevskaja, Bernard Tourte i Sergio Garcia Dils), spustila se do novog sifona na dubini od 1840 m, postavivši tako novi dubinski svjetski rekord. Premda je duž novo istraženog kanala primijećen niz perspektivnih bočnih odvojaka, za njihovo istraživanje više nije bilo vremena.

Tijekom ekspedicije istraživači su imali podzemne logore na dubinama od 700, 1200, 1400 i 1637 m. Neki od članova boravili su u podzemlju neprekidno i po 14 dana. Ukupno 12 speleologa istraživalo je na dubinama ispod prvog sifona (–1440 m). Pored glavnih otkrića, istraživani su i brojni drugi dijelovi jame, izvedena su detaljna topografska snimanja, prikupljena je bogata foto i video dokumentacija, te su izvršena znanstvena mjerenja i opažanja.

## EKSPEDICIJA U LISTOPADU 2004.

Nova ekspedicija organizirana je već u razdoblju od 1. do 28. listopada 2004. Njezin je vođa bio Yury Kasjan, a sudjelovali su članovi speleoloških klubova iz Jalte, Kijeva, Harkova i Užgoroda (Igor Ishchenko, Sergey Bogutsky, Dmitry Furnik, Kyryl Gostev, Ilija Lapa, Ekatarina Medvedeva, Emil Vash i Shantor Cherits). Glavni cilj bilo je istraživanje sporednih kanala u odvojkju otkrivenom na prethodnoj ekspediciji.

Bazni logor postavljen je iza prvog sifona na dubini 1640 m. Skupina od pet speleologa pronašla je novi odvojak približno 55 m iznad tada završnog sifona, na dubini od 1840 m. Novo otkriveni dio, nazvan »Windows«, sastoji se od niza kosih kanala i vertikalnih skokova dubine do 40 m. Ovaj morfološki složeni kanal dug je 1070 m i dubok 290 m. U njemu se nije naišlo na aktivan vodeni tok. Kanal završava suhom dvoranom nazvanom »Game Over«, zapunjenom pjeskovito prašinstim sedimentom. Duž »Windowsa« ponovno je primijećen niz bočnih otvora koji otvaraju mogućnost otkrivanja novih kanala, pa i daljnjeg napredovanja u dubinu. Na temelju standardnih topografskih mjerenja (Suunto kompas i padomjer, DisoLite laser distometar; BCRA stupanj 3-4) donjeg dijela jame ispod prvog sifona (–1440 m), izvedenih u kolovozu i tijekom ove ekspedicije, te s obzirom na nacrt prethodno snimljene cijele jame, njena konačna dubina je 2080 m. Granica od 2000 m i samo dno Krubere dosegnuti su 19. listopada 2004.

S obzirom na to da je nadmorska visina ulaza oko 2250 m n.m., dno jame nalazi se približno 170 m iznad razine mora, ali još nije dosegnuta gornja granica freatske zone, odnosno vodno lice podzemnih voda. Sustav je hidrogeološki povezan s glavnim izvorima uz obalu Crnog mora koja je udaljena između 12 i 16 km. Izvori se pretežito nalaze na kotama od 1 do 50 m n.m., a dio je potopljen (vrulje). Ovako mali hidraulički gradijent (<170 m/13.000 m) upućuje na mali hidraulički otpor dubljih dijelova masiva, što je vjerojatno posljedica dobro razvijene pukotinske poroznosti formirane pri nižim razinama mora tijekom pleistocena, kada je i razina drenažnog područja bila znatno niža.

## POSLEDNJA ISTRAŽIVANJA; VELJAČA – OŽUJAK 2005.

Posljednja ekspedicija Ukr.S.A. u sklopu projekta »Call of the Abyss« izvedena je u razdoblju od 9. veljače do 16. ožujka 2005. godine. Vođa je ponovno bio Yury Kasjan, a sudjelovali su speleolozi iz Kijeva (N. Solovjev, M. Bondarenko) i Novaje

Kakhovke (D. Fedotov i E. Kononov). Glavni cilj ekspedicije bilo je sustavno istraživanje najdubljih dijelova jame odnosno kanala »Windows« između područja »Big Junction« na dubini od 1790 m i završne dvorane na dnu jame (–2080 m).

Do ulaza u jamu ekipa je prebačena helikopterom 14. veljače. Dva dana poslije krenula je na istraživanje koje je trajalo idućih 19 dana. Ekipa je ponovo izašla na površinu 6. ožujka. Narednih šest dana proveli su čekajući helikopter koji nije mogao doletjeti zbog vrlo loših vremenskih uvjeta.

Tijekom spuštanja i penjanja kroz jamu imali su logore na dubinama od 700, 1215, 1410 i 1640 m. Ukupno 8 dana bilo je potrebno za popravke i poboljšanja postave jame, te za transport opreme i materijala do najnižeg logora u području »Big Junction«, na dubini od 1790 m. Idućih 6 dana ekipa je provela u istraživanju najdubljih dijelova jame, a izlazak na površinu trajao je idućih 5 dana. Rezultati istraživanja bili su sljedeći:

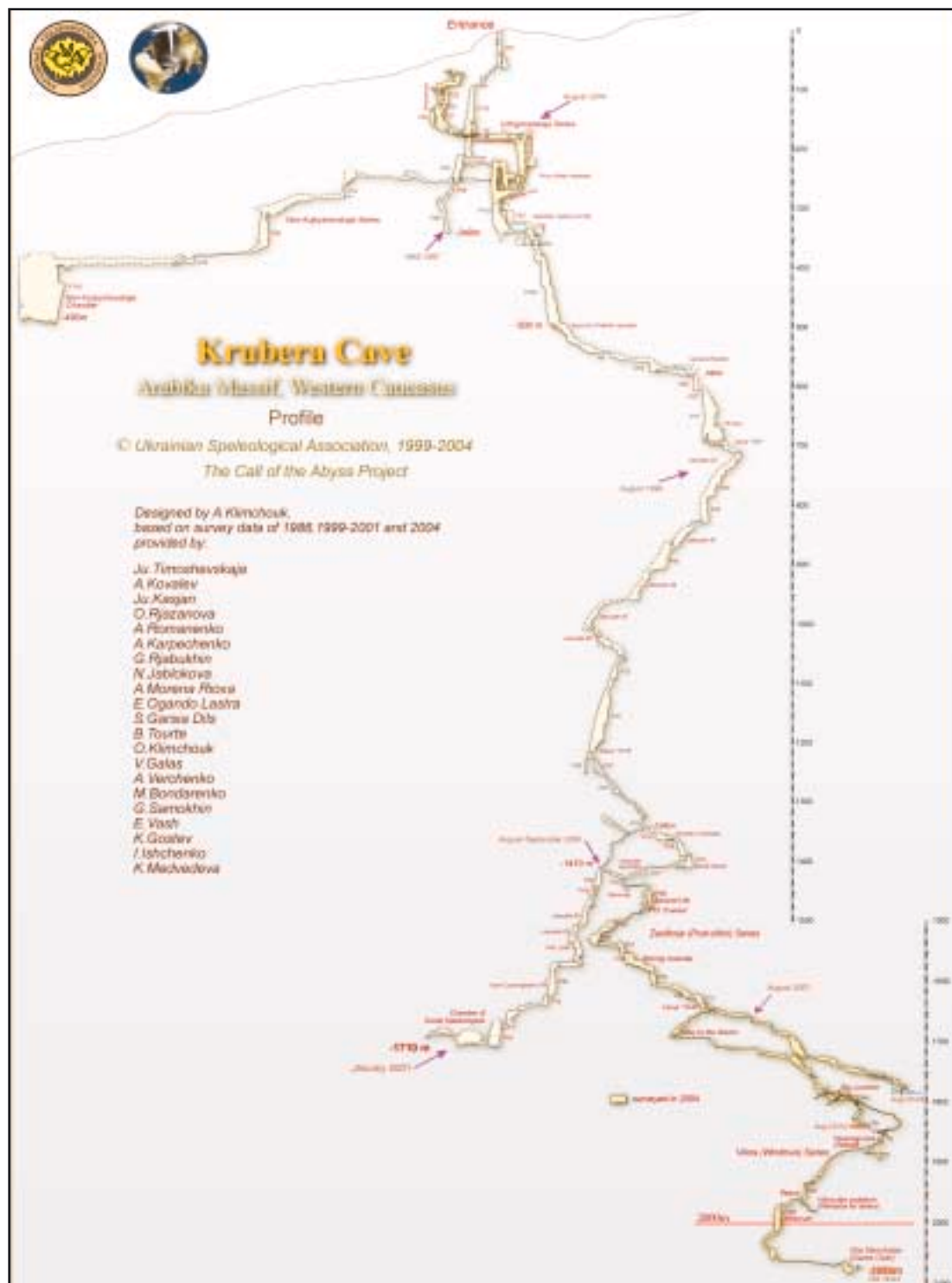
1. Pregledani su mnogobrojni bočni kanali i otvori u intervalu od 1700 do 2080 m. Većina ovih prolaza spaja se s već poznatim kanalima ili vertikalama, a dio ih završava neprolaznim suženjima. Provjeren je i jedini prozor (otvor) vidljiv u završnoj dvorani (Game Over) desetak metara iznad dna i utvrđena njegova potpuna zatvorenost.

2. Nikolay Solovjev preronio je sifon »Kvitochku« u bočnom kanalu (Windows for divers) na dubini od 1980 m. Sifon je dug 10 i dubok 4 m, a nakon kraćeg kanala nastavlja se novim vertikalnim skokom. To je sada glavno područje za buduća istraživanja. Treba istaknuti da je ronjenjem u ovom sifonu postavljen novi rekord u dubini mjesta ronjenja u speleološkim objektima.

3. Provjereni su i dva sifona u bočnim odvojcima u području »Big Junction«. Jedan od njih ronjen je u dužini od 7 i dubini od 3 m, a nastavlja se uzlaznim krakom. Drugi sifon dug 6 i dubok 2 m povezan je s već poznatim kanalom jame. Dosadašnji najniži sifon na dubini od 1840 m nije istraživan jer je očito da je povezan s već poznatim kanalom u području Windowsa.

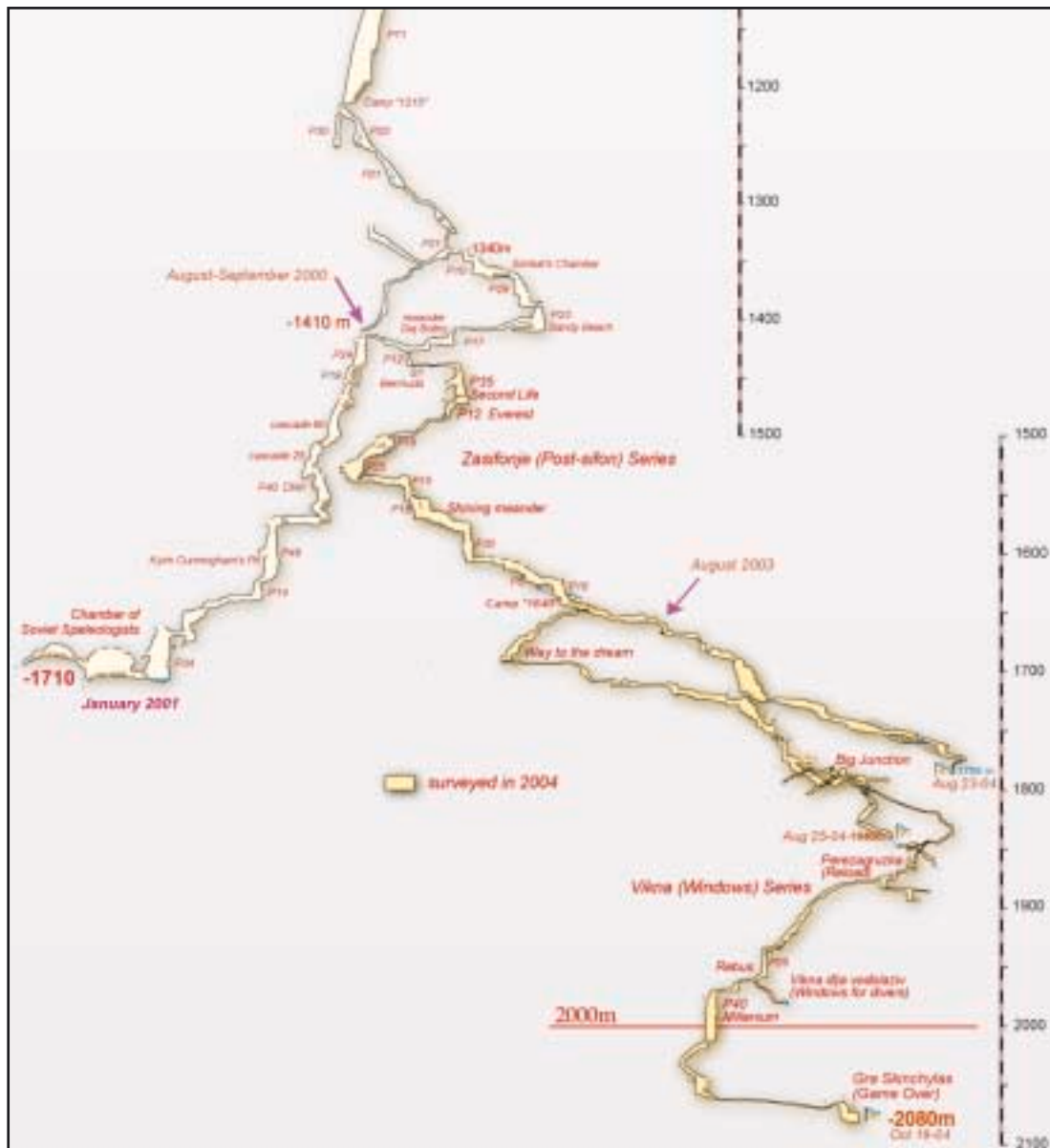
4. Tijekom istraživanja mjerena je temperatura zraka u jami. Zabilježen je postupni porast temperature od početnih 2,1 °C na dubini od 90 m do 7,7 °C na dnu jame na –2080 m, što daje prosječni termički gradijent od 0,28 °C/100m.

Tijekom 2005. godine Ukr.S.A. planira nastaviti istraživanja Krubere, ali i drugih jama na području doline Ortobalagan u Arabičkom gorju. U sklopu projekta »Call of the Abyss« planira se i nova ekspedicija na područje masiva Aladaglar u Turskoj, gdje su u proteklih nekoliko godina također posti-



gnuti iznimni rezultati. Najznačajniji uspjeh svakako je prodor do dubine od 1400 m u jami Kuzgun Cave i nailazak na splet prostranih kanala u nastavku. S obzirom na to da se hidrogeološki potencijal ovog

masiva procjenjuje na 2500–2900 m, može se u skoro vrijeme očekivati postizanje još nevjerovatnijeg dubinskog rekorda.



*Povećani profil donjeg dijela jame s novoistraženim kanalima*

## **KRUBERA CAVE (–2080 m) – THE FIRST CAVE DEEPER THAN 2000 m IN THE WORLD**

During 2004, the Ukrainian Speleological Association informed speleologists around the world about a historic accomplishment: the first 2000 m+ cave on Earth became a reality. The 2000 m milestone in deep cave explorations has been vanquished in Krubera Cave, Arabika Massif, Abkhazia, during the third expedition of »The Call of the Abyss« project conducted between October 1–28. The expeditions of the Project this summer have been supported by the National Geographic Society, USA.

»The Call of the Abyss« Project is a multi-year project aimed to the exploration and study of deep caves in the two outstanding limestone massifs: Aladaglar massif in the Eastern Taurus (Turkey) and Arabika massif in the Western Caucasus (Abkhazia). An ultimate goal of the Project, officially adopted in 2000, was to discover, explore and study the first 2000 m+ deep cave on Earth. The project is run by the Ukrainian Speleological Association, and involves institutions, individual cavers and karst scientists from Ukraine, Turkey, Britain, France, Spain, Moldova, Russia and Abkhazia.

The paper is review of explorations during several expeditions conducted in 2004 that lead to the new world's depth record, as well as a presentation of activities performed at the beginning of 2005.

In the summer of 2003, the expedition of the CAVEX team found a new branch behind a siphon at –1440 m in a small passage that diverges from the main route to the –1710 bottom. In July of 2004, immediately before the Ukr.S.A. expedition, the expedition of Moscow cavers briefly explored the post-siphon section and ended at another siphon at the depth which they estimated to be –1830 m. This figure had been claimed as the new world's record.

The Ukr.S.A expedition in August re-explored and thoroughly surveyed this part, and found the second siphon to be at –1775 m instead of –1830 m. The attempt has been made to dive the second siphon, the deepest diving operation ever made in caves. By reaching a squeeze at a depth of 10m under water the depth of this branch was established at –1780 m. The siphon continues down almost vertically behind the squeeze. Meantime, the detailed investigation of side passages through the whole deep section between the two siphons gave the most important discovery. On August 24 the explorers broke through a nasty side passage to a large new section, which bypassed the siphon at –1770 m and steeply led to a still greater depth. On August 25 the team of four Ukrainians, one French and one Spanish (Gennadiy Samokhin, Denis Kurta, Dmitry Fedotov, Julia Timoshevskaja, Bernard Tourte and Sergio Garcia Dils) reached another siphon at –1840 m, establishing the new world's record for deep caves. The newly discovered section has many promising side leads still to be fully explored. It gives a good perspective for further depth advance.

The next expedition, conducted between October 1–28 of 2004, led by Yury Kasjan was composed of nine Ukrainian cavers representing caving clubs of Yalta, Kiev, Kharkov and Uzhgorod (Igor Ishchenko, Sergey Bogutsky, Dmitry Furnik, Kyryl Gostev, Ilja Lapa, Ekaterina Medvedeva, Emil Vash and Shantor Chervits). The main goal was to continue exploring the new section discovered by the previous Ukr.S.A. expedition in August. Based in the camp at –1645 m behind the first siphon, the group of five cavers explored a lead deviating from the main branch some 55 m above the terminal siphon. The newly explored part, named »Windows«, consist of a series of inclined passages and vertical pits (up to 40 m deep), which form a complex structure in plan and profile of the total length of 1070m and depth of 290 m. Based on a standard topographic survey made during the August and October expeditions (Suunto compass & clinometer and DisoLite laser distometer; BCRA Grade 3-4) of the post-siphon section below –1440 m, added to the previous Ukr.S.A. survey for the whole cave, the total depth of the cave is found to be of –2080 m. The 2000m mark and the lowest point were reached on October 19.

The last regular expedition of the Ukrainian Speleological Association to Krubera (Voronja) Cave has been carried out between February 9 - March 16, 2005. The expedition, led by Yury Kasjan and composed of cavers from Kiev (N. Solovjev and M.Bondarenko) and Novaja Kakhovka (D. Fedotov and E.Kononov). The main goal of the expedition was to systematically explore the deepest section of the cave discovered during the previous Ukr.S.A. expeditions in August and

October 2004. There were many open side leads left unchecked in the Windows Series between the Big Junction at –1790m and the Game Over Chamber, the deepest point at –2080m. The team have continuously worked in the cave during 19 days, since February 16. During descend and ascent the team used established camps at –700, –1215, –1410 and –1640 m. It took eight days to restore and improve all the rigging through the cave and to transport materials and supplies to the lowest camp set at the Big Junction at –1790 m. Six days were spent for the work in the lower section, and it took five days to get back to the surface.

The results of current explorations in the lower section of the cave can be briefly summarized as follows:

- 1) Many windows and side leads have been checked within the –1700 m — –2080m interval. Almost all of them have looped to the known passages and pits, while some ended by impenetrable squeezes. The only window in the bottom chamber (Game Over), visible in the wall at some ten meters above the floor, has been also checked (dead-ended).
- 2) The siphon («Kvitochka») in a side passage at –1980 m has been dived through by Nikolay Solovjev. The siphon 10 m long and 4 m deep gave a continuation explored to a next vertical pitch. This is now the main direction for the further exploration. The dive was the deepest diving operation ever made in caves.
- 3) Two siphons in side passages near the Big Junction (around –1800 m) have been tested. One of them has been dived for 7 m in length and 3 m in depth; it continues by an ascending leg. Another siphon (6 m long, 2 m deep) has connected to the known passage. The terminal siphon at –1840 m, which stopped the exploration in August 2004, has not been attempted as it apparently connects to a known passage in the «Windows» series.
- 4) The temperature measurements have been carried out through the cave to study temperature gradients. The air temperature rises through the cave from 2.1 grad C at –90m to 7.7 grad C at –2080 m, giving the overall gradient of 0.28 grad C/100 m.

During 2005 the Ukrainian Speleological Association will continue systematic explorations in Krubera Cave and other caves of the Ortobalagan valley in Arabika in August and September – October. Another expedition of the «Call of the Abyss» project is planned for July to the Aladaglar massif in Turkey.