

А.Г. Филиппов, Г.Н. Мавлянов

Karst Research Inc., Эйрдри, Канада; Институт Гидрогеологии и Инженерной Геологии, Ташкент, Узбекистан

ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИОАКТИВНОСТИ В ПЕЩЕРЕ-РУДНИКЕ КАН-И-ГУТ И ЕГО ОКРЕСТНОСТЯХ В 1949-1950 ГГ.

A.G. Filippov, G.N. Mavlyanov

Karst Research Inc., Airdrie, Canada; Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, Tashkent, Uzbekistan

RADIOACTIVITY STUDY IN THE CAVE MINE KAN-I-GUT AND ITS VICINITY IN 1949-1950

Summary

The study of natural radioactivity of host limestone, sulphide and oxide ores was conducted in the ancient Kan-i-Gut cave mine and surrounding area in Kirgizia in 1949-1950. Around 10 % of available cave passages and adits were studied. Radioactivity varies in wide range. Attempts to find the reason for elevated level of host rocks radioactivity and cave air ionization have failed. The hypothesis was proposed on correlation between increased radioactivity in the cave mine and accumulation of supergene Uranium minerals.

Введение

Пещера-рудник Кан-и-Гут была одной из первых в Российской Империи, где были осуществлены исследования природной радиоактивности и поиски радиоактивных минералов. Наблюдения были проведены доцентом Московского университета А.Н. Снесаревым и ассистировавшим ему студентом того же университета А.Н. Дементьевым 28 и 29 июня 1914 г. (Белов и др., 1969: 283; Снесарев, 1926) как часть полевых работ Московской Радиевой экспедиции (Щербаков, 1924). Исследования радиоактивности проводились путём измерения полярной проводимости пещерного воздуха с помощью прибора Гердиена в первом тёмном гроте, а также в седьмом и десятом расширениях (гротах) пещеры (Снесарев, 1926). Была выявлена аномально высокая ионизация воздуха пещеры (Снесарев: 1926: с. 121, 171-185; Преображенский, 1926: 89) – большая, чем на срубе над главной шахтой Тюя-Муюнского радиевого рудника по определениям с тем же прибором, однако причину этого явления выяснить не удалось (Снесарев, 1926: 185; Щербаков, 1924). Все отобранные пробы руд и минералов оказались не радиоактивными или слабо радиоактивными (Преображенский, 1926: 94). Объяснение этому участники экспедиции видели в возможном присутствии радиоактивных веществ в неисследованных более глубоких слоях (ходах) пещеры (Щербаков, 1924; Преображенский, 1926: 94, 101).

В последующие годы Кан-и-Гут изучался неоднократно различными ведомствами (Filippov, Tsibanov, 2013), но данные об исследовании радиоактивности пещеры-рудника больше не публиковались.

Целью настоящей статьи является публикация материалов ревизионных работ, проведённых Комплексной экспедицией треста Средазцветметразведка Министерства Цветной Metallургии СССР в 1949 и 1950 гг., по исследованию радиоактивности вмещающих пород и руд пещеры-рудника Кан-и-Гут, разрезов скважин, пробуренных на месторождении и его окрестностях, а также естественных выходов горных пород на поверхности вдоль субмеридиональных профилей, проходящих через пещеру-рудник.

Геологическое строение пещерного участка

Характеристика геологии участка расположения пещеры дается по материалам неопубликованного отчёта А.Г. Карелина за 1950 г, базирующимся на предварительных данным детальной разведки Кон-и-Гутского серебряно-полиметаллического месторождения, выполненной Кон-и-Гутской геолого-разведочной партией в 1948-1950 гг. Уместно заметить, что такой вариант написания названия пещеры («Кон-и-Гут») вошел в обиход после публикаций статей об экспедиции Батенина-Бокия, организованной правительством Туркестанской республики в 1920 г. (Кон-и-Гутская..., 1920; Попов, 1924) и широко использовался геологами-рудниками в 1930-х – 1950-х годах. От него произошли несколько имён собственных, вошедших в официальные документы и ряд публикаций: Кон-и-Гутская партия, бывший рудничный посёлок Кон-и-Гут, Конигутский надвиг, месторождение Кон-и-Гут. В таком написании название месторождения до сих пор используется в литературе и ведомственных кадастрах.

Следует иметь в виду, что хотя с тех пор проведены многочисленные работы по доизучению геологии района и представления о геологическом строении существенно изменились и пополнились, они до сих пор являются остро дискуссионными и противоречивыми (Белоусов, 1998). Вместе с тем, приводимые здесь геологические данные имеют определённый интерес с точки зрения истории геологического изучения Кан-и-Гута.

Район пещеры-рудника сложен палеозойскими породами – известняками, конгломератами, сланцами, песчаниками, спилитами и порфиристыми диабазами. Породы в различной степени дислоцированы, разбиты надвигами и сбросами, в ряде случаев искажившими нормальную стратиграфическую последовательность. Наиболее древними породами являются отложения песчано-сланцевой толщи кембрия, сложенной глинистыми сланцами и известково-слюдистыми песчаниками с прослойками кремнистых сланцев и известняков. На прилагаемой к отчёту геологической карте и в легенде к ней показаны лишь кембрийские битуминозные известняки (рис. 1).

Образования силура представлены кремнистыми и песчано-глинистыми сланцами, узкой полосой обнажающимися у подножья гор Сары-Таш к востоку от Кан-и-Гута.

Наибольшим развитием в районе пользуются массивные известняки среднего девона – нижнего карбона, слагающие горы Шодымир-Тау, Кан-и-Гут-Тау и Сары-Таш. Простираение известняков преимущественно северо-западное, с углами падения от 30° до 60° на юго-запад и северо-восток, мощность – около 2 км. Пещера-рудник Кан-и-Гут приурочена к массивным известнякам, слагающим восточную часть горы Кан-и-Гут-Тау. Известняки этого массива образуют крыло синклинали с падением слоистости к юго-востоку под углами 36-50°. С севера и востока известняки гор Кан-и-Гут-Тау имеют тектонические контакты. С юга и запада на размытой поверхности известняков, по представлениям В.Н. Петрова, трансгрессивно залегает конгломерато-песчаниково-сланцевая толща намюрского яруса нижнего карбона, сложенная (снизу вверх): 1) перемежающимися слоями конгломератов, гравелитов, крупнозернистых песчаников и глинистых сланцев мощностью 20-50 см; 2) кремнистыми сланцами; 3) известняками. Мощность всей толщи составляет 250-300 м.

В районе пещеры-рудника закартирована песчаниково-сланцевая толща предположительно среднего карбона, представленная пачками известковистых песчаников и глинистых сланцев, тонкоплитчатых известняков, черных кремнистых сланцев (рис. 1).

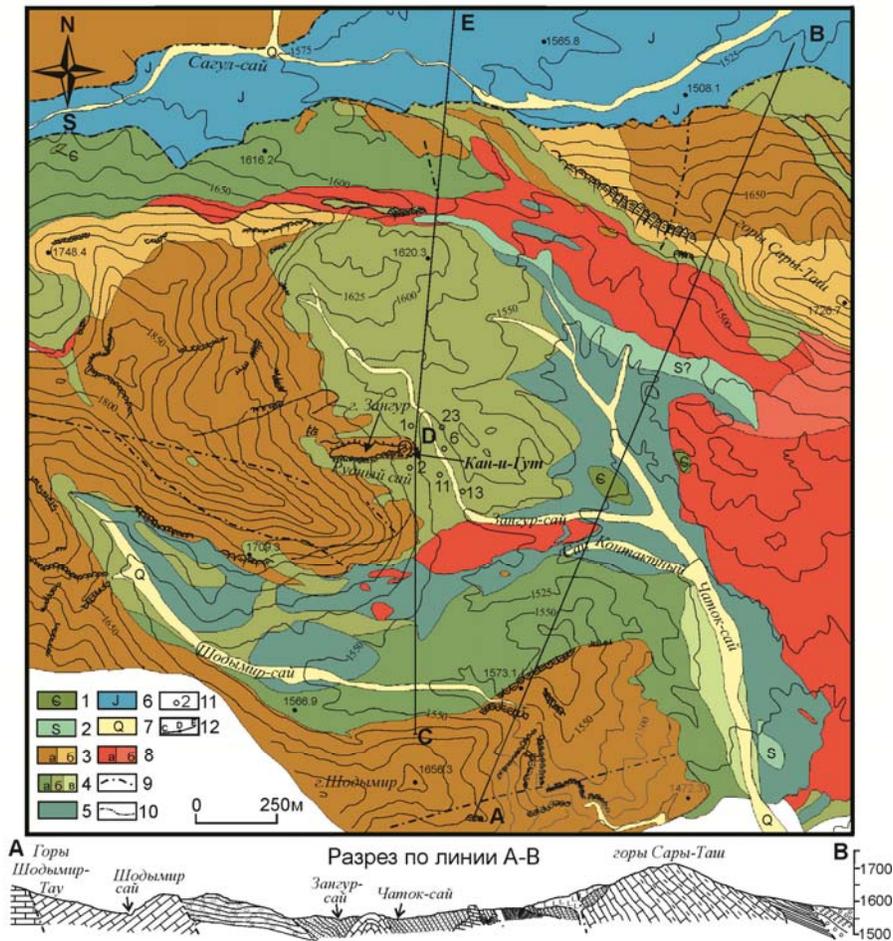


Рис. 1. Геологическая карта района пещеры-рудника Кан-и-Гут, по В. Давыдову, с упрощениями (Карелин, неопубликованный отчёт, 1950). За основу В. Давыдовым взята неопубликованная предварительная карта В.Н. Петрова.

К востоку от Чаток-сай широким распространением пользуются спилиты, порфириновые диабазы и их брекчии, возраст которых и взаимоотношения с окружающими породами не были выяснены на момент производства работ по изучению радиоактивности.

На севере района, в сухой долине Сагул-сай, распространены пестроцветные глины и глинистые сланцы, песчаники и конгломераты юры.

Современные отложения представлены галечными и песчаными отложениями саев.

Рудные и гидротермальные проявления в районе пещеры-рудника приурочены к линиям тектонических нарушений или литологическим контактам. Среди проявлений известны сульфидные и окисленные руды, сидеритовые скопления, бурые железняки и окислы марганца (железные шляпы сульфидных залежей), кварцевые и кварц-баритовые безрудные жилы.

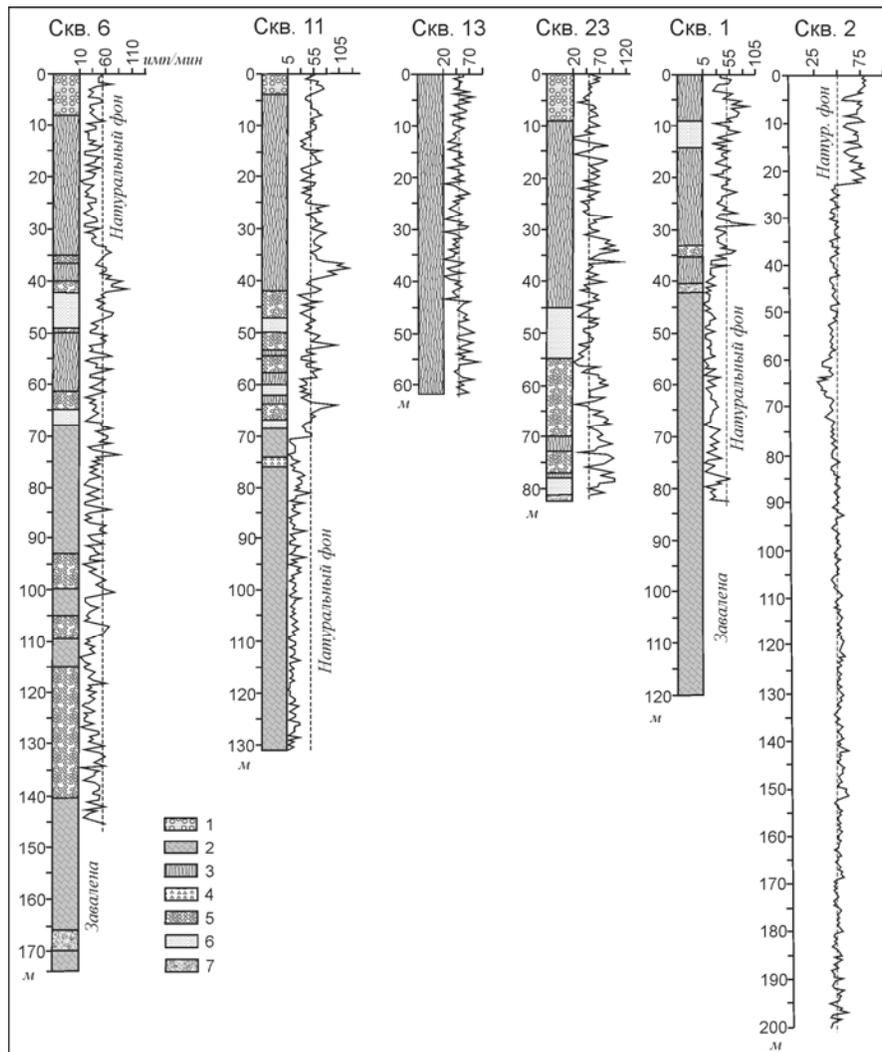


Рис. 2. Гамма-каротажные кривые по скважинам №1, 2, 6, 11, 13 и 23, пробуренным близ пещеры-рудника Кан-и-Гут, по В. Давыдову (Германова, неопубликованный отчет, 1950; Карелин, неопубликованный отчет, 1950). 1 – современные наносы; 2 – известняки; 3 – сланцы; 4 – брекчии; 5 – конгломераты; 6 – песчаники; 7 – сульфидные руды.

Работы 1949 г.

Исследования осуществлены сотрудниками геофизической группы Комплексной геолого-разведочной экспедиции треста Средазцветметразведка, а также сотрудниками Сардобского геофизического отряда (начальник А.П. Федорчук) того же треста. Выбор объектов для изучения был сделан главным геологом Кон-и-Гутской геолого-разведочной партии В.Н. Петровым. Результаты изложены в неопубликованном отчете: Германова Е.П. Отчёт по ревизионным работам за 1949 г. на месторождениях Кон-и-Гут,

Алмалык и др. – Ташкент: Средазцветметразведка, 1959. – 17 с. Автор отчёта отмечает, что в полевом изучении месторождения она не принимала участия и отчёт составлен на основании предоставленных материалов. Объём выполненных работ невелик: промерено 46 проб руд, 100 образцов вмещающих пород, проведен каротаж 336 м колонковых скважин.

Промер рудных проб осуществлён с использованием бета-метода на приборе СГМ-2. Сравнение сделано по урановому эталону с содержанием урана 0,031 %. Во всех 46 исследованных пробах руд содержания урана были ниже порога чувствительности прибора.

Исследования образцов вмещающих пород проводились гамма-методом с помощью прибора ПР-6. Мерой активности являлся натуральный фон счётчика, равный 70 импульсам в минуту. Промер одного образца осуществлялся в течение одной минуты. При промере образец устанавливался непосредственно на гильзе и вместе с гильзой экранировался свинцовым экраном с внешней стороны. Из 100 промеренных образцов только 4 показали повышенную радиоактивность – до 125 % натурального фона (до 88 имп/мин), активность остальных была меньше натурального фона.

Гамма-каротаж проведен в колонковых скважинах №№1 и 2, пробуренных Кон-и-Гутской геолого-разведочной партией. Измерения проводились через 0,5 м, время на замер равнялось 2-3 минутам. Мерой активности являлись импульсы гамма-счётчика.

В скважине 1 каротаж проведен от поверхности до 145 м. Радиоактивный фон на поверхности составлял 50-75 имп/мин. Такие значения сохранялись примерно до 30 м, а ниже активность упала до 25 имп/мин; лишь в интервале от 130 до 135 м она вновь увеличилась до 50 имп/мин.

В скважине 2 каротаж сделан до 200 м (рис. 2). Радиоактивность у устья скважины составляла около 75 имп/мин и сохраняла свои значения до глубины 25 м. Ниже активность пород не превышала 50 имп/мин.

Изучение радиоактивности в 1950 г.

Исследования радиоактивности горных пород пещеры-рудника были проведены геофизическим отрядом Комплексной экспедиции под руководством В. Давыдова. Результаты изложены в неопубликованной работе: Карелин А.Г. Отчёт о проведении ревизионных работ на месторождении Кон-и-Гут в 1950 г. – Ташкент: Средазцветметразведка, 1950. – 26 с.

Измерения под землёй осуществлены в Светлом гроте, камерах №27 и 28, в расщелке №1, пройденной из древней выработки (рис. 3), и штольнях №1, 3 и 4 (рис. 4), пройденных Кон-и-Гутской геолого-разведочной партией при детальной разведке месторождения в 1948-1950 гг. (Петров, неопубликованный отчёт, 1951). Промеры радиоактивности проводились по обеим противоположным стенкам пещерных ходов и выработок с интервалом в 1 м. За меру активности принималось количество импульсов в минуту. Участок для контрольного замера натурального фона был выбран в известняках, где количество импульсов не превышало 100. Соответственно, активность пород изученных подземных объектов выражалась в единицах натурального фона (рис. 3 и 4).

В пещере-руднике Кан-и-Гут закартированы известняки, сульфидные и окисленные руды и кремнистые сланцы. Радиоактивность последних не измерялась. Попытка изучить активность пород, вскрытой всей пещерой-рудником, не удалась, так как для этого потребовались бы большие подготовительные работы для обеспечения безопасности наблюдений. Измерения были проведены лишь вдоль 63 м ходов и камер пещеры-рудника, расположенных в 31 м от Главного входа (рис. 3).

Активность известняков Входной камеры и камеры №27 не превышает одного натурального фона, в Светлом гроте составляет один-два натуральных фона, у 12 пикета и гроте №28 повышается до двух-трёх натуральных фонов, а в районе пикета 14 (возле

устья хода в камеру №30) имеет наивысшие значения – от 3 до 3,5 натуральных фонов (рис. 3). Окисленные руды в камере №27 и в районе пикета 11 характеризуются радиоактивностью от одного до трёх натуральных фонов, в Светлом гроте она составляет два натуральных фона. Активность сульфидных руд возле 11 пикета не превышает одного-двух натуральных фонов, в Светлом гроте варьирует от одного до трёх натуральных фонов, в ходе между 11 и 12 пикетами – от двух до трёх натуральных фонов (рис. 3).

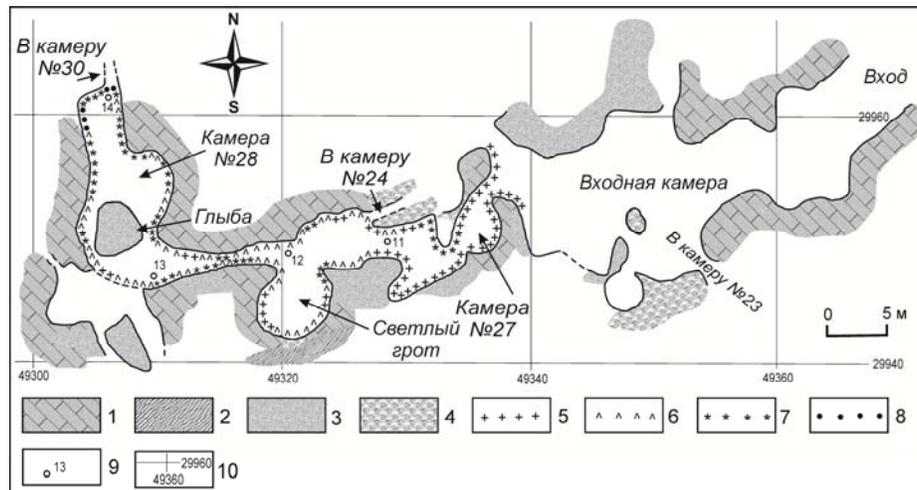


Рис. 3. Результаты гамма-съемки части пещеры-рудника Кан-и-Гут по В. Давыдову (Карелин, неопубликованный отчет, 1950). 1 – известняки; 2 – сланцы; 3 – сульфидные руды; 4 – окисленные руды; 5-8 – активность пород в единицах натурального фона: 5 – до 1; 6 – до 2; 7 – до 3; 8 – свыше 3; 9 – номера маркшейдерских пикетов Кан-и-Гутской партии; 10 – координатная сетка маркшейдерского плана пещеры-рудника, выполненного Кан-и-Гутской партией (Петров, неопубликованный отчет, 1951).

Интервалы с повышенной радиоактивностью подвергались дополнительному изучению и проводились тщательные поиски радиоактивных минералов. Несмотря на предпринятые усилия причину повышенной радиоактивности пород выяснить не удалось. Было сделано предположение о том, что увеличение радиоактивности связано с отложением гипергенных урановых минералов в ослабленных зонах.

Штольня №1 и вскрытые ею камеры №21 и 22 пещеры-рудника заложены в известняках. Активность их колеблется от одного до двух натуральных фонов (рис. 4). На отдельных участках, не превышающих по длине одного метра, активность повышается до трёх натуральных фонов.

Штольня №3 пройдена по известнякам и окисленным рудам (рис. 4). Активность в пределах всей штольни и пройденных из неё рассечек, штреков и других выработок не превышает одного натурального фона.

Штольня №4 вскрывает сланцы и известняки. Активность пород не превышает натурального фона за исключением части юго-западной стенки, где на протяжении около пяти метров активность повышается до двух натуральных фонов (рис. 4).

Рассечка №1 пройдена по известнякам из древней выработки пещеры-рудника. Активность по всему периметру не превышает натурального фона, за исключением

четырёх метров вдоль южной стенки, где радиоактивность достигает двух натуральных фонов (рис. 4).

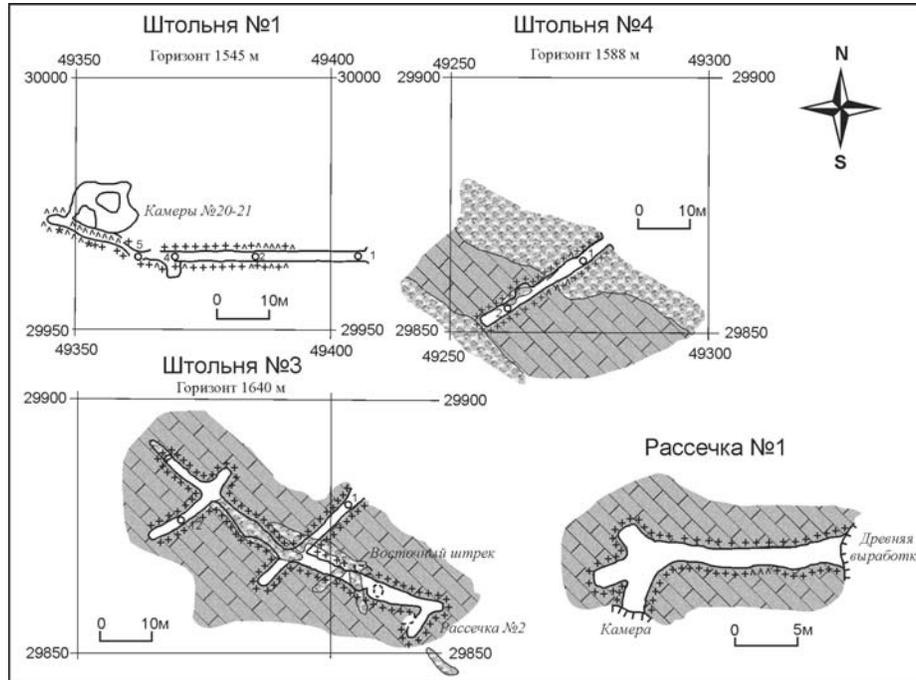


Рис. 4. Результаты гамма-съёмки штолен и рассечки, пройденных Кон-и-Гутской партией в 1948-1950 гг., по В. Давыдову (Карелин, неопубликованный отчёт, 1950). Условные обозначения на рис. 3.

Суммарная длина исследованных штолен и рассечки, пройденных Кон-и-Гутской геолого-разведочной партией, составляет 236 м.

На Центральном участке месторождения проведён гамма-картаж пяти скважин (№№1, 6, 11, 13 и 23), причем картаж скважины 1 сделан повторно (первый раз он был осуществлён в 1949 г.), но лишь до глубины 83 м: ниже скважина оказалась заваленной.

Активность известняков по данным каротажа скважин – наименьшая среди других типов пород: например, значения от 5 до 30 имп/мин характерны для 60 % мощности известняков, вскрытых в скважине 1, от 30 до 50 имп/мин – для 40 % мощности и лишь на глубинах 78 и 83 м достигают соответственно 58 и 56 имп/мин. В 11-й скважине 93 % мощности известняков интервала 68,5-131 м имеют активность от 5 до 30 имп/мин и только 7 % – от 30 до 50 имп/мин. Несколько более высокая радиоактивность известняков отмечена в скважине 6. Значения от 20 до 30 имп/мин зафиксированы лишь для 23 % мощности слоя известняков в интервале 68-93 м, тогда как активность от 30 до 50 имп/мин составляет 60 % мощности слоя, от 50 до 75 имп/мин – 15 %, а на долю активности от 75 до 90 имп/мин приходится 2 % мощности слоя (рис. 2).

Радиоактивность сланцев варьирует в пределах от 20 до 100 имп/мин, однако значения от 80 до 100 имп/мин встречены только в скважине 23. В целом преобладают значения от 30 до 80 имп/мин.

Особенностью конгломератов и песчаников является их относительно повышенная радиоактивность, сопоставимая в ряде скважин с таковой сланцев. Наибольшие значения активности конгломератов зафиксированы в скважине 6 – от 75 до 110 имп/мин в интервале 40-42 м и в скважине 11 в интервале 64-67 м – от 50 до 105 имп/мин (рис. 2). Активность песчаников изменяется от 20 до 80 имп/мин, повышаясь в отдельных интервалах до 95 имп/мин (скважина 23, интервал 77,5 – 81 м) и до 105 имп/мин (скважина 11, интервал 64-67 м).

Окисленные руды имеют низкую радиоактивность (менее 30 имп/мин) в скважине 1 (рис. 2).

Кроме того была исследована радиоактивность пород, вскрытых канавами на поверхности на Центральном участке. Интервал замеров в канавах составлял 1 м. Активность известняков в канавах оказалась существенно выше таковой в скважинах: ее значения колебались от 45 до 75 имп/мин в канаве №97, от 50 до 60 имп/мин в канаве №121, от 70 до 95 имп/мин в канаве №20 и от 55 до 115 имп/мин в канаве №112а. Активность окисленных руд также колеблется в значительных пределах: от 40 до 70 имп/мин в канаве №122 и от 75 до 110 имп/мин в канаве №112в.

По двум субмеридиональным профилям – D-C и D-E, ориентированным вкрест простирания комплексов пород (рис. 1), проведено изучение радиоактивности пород в естественном залегании. Интервал между замерами в среднем составлял 5 м.

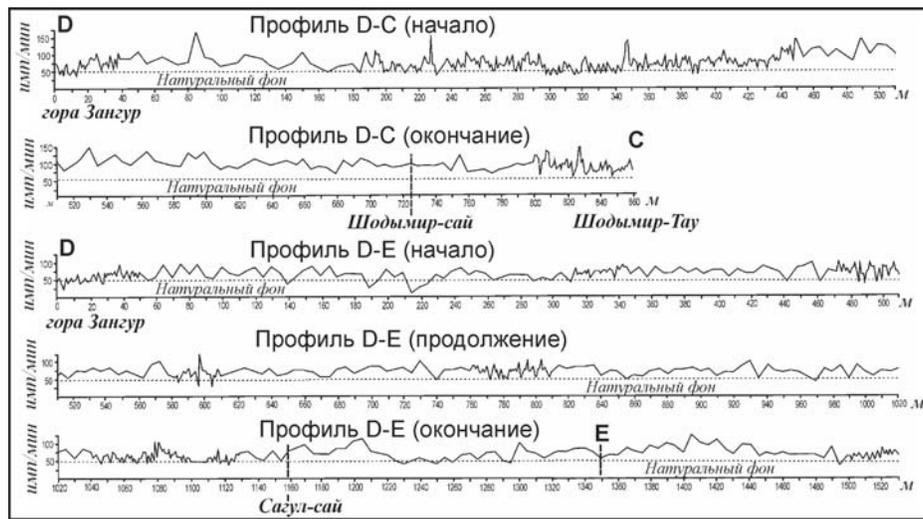


Рис. 5. Кривые радиоактивности пород на поверхности вдоль субмеридиональных профилей, проходящих через пещеру-рудник Кан-и-Гут, по В. Давыдову (Карелин, неопубликованный отчет, 1950).

Профиль D-E (рис. 5) начинается от пещеры-рудника Кан-и-Гут (гора Зангур), пересекает разнообразные палеозойские образования и пестроцветные терригенные толщи юрского возраста, обнажающиеся в сухой долине Сагул-сая. Окончание профиля находится на 250 м севернее рамки карты, показанной на рис. 1. Активность спилитов и порфиритовых диабазов колеблется от 50 до 100 имп/мин при преобладающих значениях от 60 до 75 имп/мин. Для силурийских сланцев характерны значения от 75 до 100 имп/мин. Радиоактивность известняков среднего девона-нижнего карбона колеблется в широких пределах – от 25 до 100 имп/мин при преобладающих значениях от 40 до 75

имп/мин. Активность конгломерато-песчано-сланцевой толщи нижнего карбона колеблется от 50 до 105 имп/мин при преобладающих значениях от 50 до 85 имп/мин. Кремнистые сланцы нижнего карбона характеризуются широкими вариациями активности – от 10 до 125 имп/мин при преобладающих значениях от 50 до 85 имп/мин. Терригенные образования юры в долине Сагул-сая показали вариации активности от 45 до 105 имп/мин при преобладании значений от 60 до 80 имп/мин.

Профиль D-C (рис. 5), начинаясь также от пещеры-рудника Кан-и-Гут на горе Зангур, протягивается к югу, пересекает Шодымир-сай и заканчивается в горах Шодымир-Тау. Конгломерато-песчаниково-сланцевая толща нижнего карбона характеризуется изменениями активности от 75 до 150 имп/мин. Активность кремнистых сланцев нижнего карбона изменяется в больших пределах – от 35 до 175 имп/мин при преобладающих значениях на разных участках от 40 до 75 имп/мин и от 75 до 100 имп/мин. Известняки среднего девона – нижнего карбона в горах Шодымир-Тау имеют относительно высокую радиоактивность – от 50 до 150 имп/мин при преобладающих значениях от 60 до 100 имп/мин – существенно выше, чем в аналогичных известняках вдоль профиля D-E и известняках, вскрытых скважинами.

Заключение

В 1949-1950 гг. были предприняты производственные работы по изучению естественной радиоактивности пород и руд пещеры-рудника Кан-и-Гут, а также окружающей территории. В связи с невозможностью обеспечить безопасность наблюдений во всей пещере-руднике, было изучено лишь около 10% доступных ходов, включая штольни и рассечку, пройденные Кан-и-Гутской геолого-разведочной партией в 1949-1950 гг.

Радиоактивность вмещающих пород пещеры-рудника – известняков, сульфидных и окисленных руд – колеблется в широких пределах – от одного до 3,5 натуральных фонов. Как и исследователям Радиевой экспедиции 1914 г., так и геофизикам Комплексной экспедиции Средазцветметразведки не удалось выявить причину повышенной активности пород и руд пещеры-рудника, несмотря на тщательные поиски радиоактивных минералов. Была высказана гипотеза о связи повышенных ионизации воздуха и радиоактивности пород пещеры-рудника с накоплением гипергенных урановых минералов в ослабленных зонах.

В штольнях и рассечке, пробитых в 1948-1950 гг., активность пород оказалась ниже – в пределах одного-двух натуральных фонов. Лишь в штольне №1 на двух интервалах длиной не более одного метра, активность достигала трёх натуральных фонов.

Радиоактивность среднедевонских-нижнекарбонных известняков, вскрытых скважинами в районе пещеры-рудника, как правило не превышает натурального фона. В то же время намюрские конгломераты и песчаники нижнего карбона характеризуются повышенной радиоактивностью, сравнимой с активностью сланцев. Причина этого явления также не выяснена.

Изучение активности обнажений вдоль субмеридиональных профилей показало относительно широкие вариации радиоактивности пород, слагающих палеозойские толщи в районе Кан-и-Гута. Исследованные участки не представляют интереса в промышленном отношении, поскольку, основываясь на измеренной активности пород, содержание радиоактивных минералов в них не превышает тысячных долей процента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Белов Н.В., Вольфсон Ф.И., Коган Я.Б., ред. Дмитрий Иванович Щербаков: жизнь и деятельность, 1893-1966. – М.: Наука, 1969. – 287 с.

Белоусов В.И. О роли олистостромов и покровов в геологии Туркестано-Алая (Южный Тянь-Шань). Статья 2 // Геология и разведка. – 1998. – №6. – С. 33-45.

- Кон-и-Гутская экспедиция // Военная мысль. – Ташкент: Изд. Реввоенсовета Туркестанского Фронта, 1920. – Кн. 1. – С. 411.
- Попов М.Г. Пещера Кон-и-Гут в Ферганских горах // Изв. Туркестанского отд. русск. географ. об-ва. – 1924. – Т. XVII. – С. 179-184.
- Преображенский И.А. Месторождения радиоактивных минералов Западной Ферганы // Труды по изучению радия. Т. 2. – Ленинград, 1926. – С. 73-101.
- Снесарев А.Н. Материалы по распространению радиоактивности в западной части Ферганской Области // Труды по изучению радия. Т. 2. – Ленинград, 1926. – С. 121-186.
- Щербаков Д.И. Месторождения радиоактивных руд и минералов Ферганы и задачи их дальнейшего исследования. Материалы для изучения естественных производительных сил России. №47. – Л.: Изд-во АН СССР, 1924. – 59 с.
- Filipov A.G., Tsibanov V.V. Kan-i-Gut cave mine in Kyrgyzstan / La grotta miniera di Kan-i-Gut in Kyrgyzstan // Mine Caves / Grotte di Miniera. Memorie Istituto Italiano di Speleologia. – S. II. – 28. – 2013. – Pp. 79-95.