

По заказу Министерства Культуры Перу



**ПЕРУ**

**Саксайуаман**

**июль 2012**

**Отчет подготовили:** А. Верьянов (GEO y Asociados), Н. Бердников (ИТИГ ДВО РАН),

**Сбор образцов и фотоматериалов:** И. Алексеев, Луис Гевара.



В последние годы сотрудниками археологического комплекса Саксайуаман были замечены деструктивные процессы на некоторых участках комплекса, которые выражались в образовании крупных щелей в кладке основных стен, смещении отдельных блоков и даже обвалах (примеры на рисунках).



Подобные тенденции могут привести к неузнаваемому и необратимому изменению облика важнейшего памятника наследия инков. Эта проблема потребовала проведения исследований для установления причин продолжающегося разрушения комплекса Саксайуаман. При всей развитости современной геологии и геофизики очень сложно было найти технологию, которая позволила бы заглянуть вглубь земной поверхности и с полной ясностью увидеть причины развития тех негативных процессов, которые происходят с сооружениями комплекса.

Для помощи в поиске причин и методов решения данной проблемы, в начале июля 2012 года Министерством культуры Перу была приглашена группа геофизиков из фирмы Geo & Asociados SRL. В группу был включен и исследователь из России - Игорь Алексеев.

В ходе экспедиции были проведены георадарные исследования крепости Саксайуаман и прилегающих к ней территорий. Ход работ экспедиции широко освещался в [перуанских СМИ](#). Помимо георадарных исследований, экспедицией были собраны образцы породы блоков, формирующих стену крепости, а также образцы из карьера, где предположительно шла заготовка тех самых блоков.











## Geofísicos rusos investigan estabilidad de suelos en Sacsayhuamán

## Российские геофизики исследуют проблемы Саксайуамана

**CUSCOPERU.COM**  
travel guide

**La Industria.pe**

**Región Sur**  
La Republica.pe


**NACIONALES**


**andina**  
agencia peruana de noticias

Descarga de foto



 **Guardar**  
 Equipo de instituto ruso en Sacsayhuamán. Foto: ANDINA/Percy Hurtado Santillán.

**Приведем перевод содержания новостей из Перуанских СМИ от 25 июля 2012 года:**

**Исследовательская группа в составе:** Рамон Сотомайор, Игорь Алексеев, Александр Дроздов, Андрей Верьянов.

Куско. Российские геофизики института [ВНИИ СМИ](#) исследуют стабильность почв в археологической зоне Саксайуаман, для выяснения причин, вызывающих подвижку мегалитической кладки стен, начавшейся 15 января 2010, в секторе Иллапа.

Андрей Верьянов, член исследовательской группы, сотрудник фирмы Geo Assosiadос сообщил, что на протяжении двух недель проводились работы по георадарному сканированию почвы основной зоны Саксайуаман с помощью двух георадаров, глубина сканирования которых составляет от 20 до 200 метров.

Он пояснил, что показания георадаров автоматически записываются на жесткий диск с последующей передачей полученного материала на компьютер для дальнейшей расшифровки данных.

Результаты георадарного сканирования будут переданы в Москву в лабораторию института [ВНИИ СМИ](#), где они будут обработаны для получения 2D и 3D снимков подземной части комплекса Саксайуаман.

Он также сообщил "Информационному Агенству Анд", что целью проводящейся в данный момент работы является изучение внутренних слоев почвы и стабильность залегающих пластов, а также планирование дальнейших исследований по результатам ожидаемых анализов.

"Наша работа состоит в том, чтобы результаты исследований, проведенные нашим оборудованием, были переданы Министерству Культуры Перу, историкам и археологам. Данная работа крайне необходима для выяснения причин разрушения, а в дальнейшем, для принятия мер по предотвращению этого явления, в целях сохранности исторического памятника Саксайуаман", сообщает Андрей Верьянов.

Со своей стороны, заместитель директора Министерства культуры Куско, Альфредо Мормонтой, отметил важность работы исследовательской группы, работающей в Саксайуамане.

Он пояснил, что особое внимание уделялось исследованию первых трех уровней крепости Иллапа, Эспланады и области, известной как резервуар Коча.

"Начатая исследовательская работа очень важна для того, чтобы иметь возможность подробно изучать Саксайуаман с геологической и археологической стороны. Мы надеемся на продуктивные исследования и объективные результаты," сообщил в заключении Андрей Верьянов. (конец цитаты.)

Технология георадарного сканирования, использованная в исследовании проблем крепости Саксайуаман, была разработана в российском институте ВНИИСМИ и не имеет аналогов в мире.











# http://www.vniismi.ru

## ОАО "Институт механизированного инструмента" (ВНИИСМИ)

Статус

■ 38 лет на рынке механизированного инструмента.  
■ 5 лет на рынке георадаров - приборов, позволяющих успешно решать большое количество уникальных задач для геологии, строительства

Перспективы

■ Расширение спектра услуг в области инженерно-геологических изысканий и геофизических исследований в различных сферах деятельности.



Документы

- Сообщение об изменении адреса страницы в сети Интернет, используемой ОАО ВНИИСМИ для раскрытия информации [здесь](#).
- Годовой отчет ОАО ВНИИСМИ за 2011 год [здесь](#).
- Сообщение об утверждении годовой бухгалтерской отчетности акционерного общества за 2011 год [здесь](#).
- Информация о проведении общих собраний акционеров ОАО ВНИИСМИ [здесь](#).
- Годовая бухгалтерская отчетность ОАО ВНИИСМИ за 2011 год [здесь](#).
- Годовой отчет ОАО ВНИИСМИ за 2010 год [здесь](#).
- Сообщение об утверждении годовой бухгалтерской отчетности акционерного общества за 2010 год [здесь](#).
- Информация о проведении общих собраний акционеров ОАО ВНИИСМИ [здесь](#).
- Годовая бухгалтерская отчетность ОАО ВНИИСМИ за 2010 год [здесь](#).
- Уведомление о смене Регистратора Общества [здесь](#).
- Годовой отчет ОАО ВНИИСМИ за 2009 год [здесь](#).
- Сообщение об утверждении годовой бухгалтерской отчетности акционерного общества за 2009 год [здесь](#).
- Годовая бухгалтерская отчетность ОАО ВНИИСМИ за 2009 год [здесь](#).
- Список аффилированных лиц ОАО ВНИИСМИ [здесь](#).
- Сообщение об утверждении годовой бухгалтерской отчетности акционерного общества за 2008 год [здесь](#).
- Годовой отчет Открытого акционерного общества "Институт механизированного инструмента" (ВНИИСМИ) за 2008 год [здесь](#).
- Годовая бухгалтерская отчетность акционерного общества за 2008 год [здесь](#).

О КОМПАНИИ | ВИДЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ | ГЕОРАДАРЫ | КАК НАС НАЙТИ



Руководитель



Беркут  
Андрей Ильич  
Директор по развитию,  
доктор технических наук

Партнеры



- Многочисленные строительные организации г. Москвы, Санкт-Петербурга, Сургута, Нижневартовска, Ханты-Мансийска, Уфы, Екатеринбурга и др. городов
- МОСОБЛГАЗ
- МОСТРАНСПГАЗ
- ТРАНСТЕЛЕКОМ
- Ведущие зарубежные фирмы-производители электронного инструмента:
  - "BOSH" (Германия),
  - "Black & Decker" (США)

Георадары серии «Лоза» позволяют исследовать геологическую структуру земли на глубину до 200 метров.



По полученным радарограммам специалисты ВНИИСМИ могут выявлять места повышенной влажности, трещины и разломы, локализованные подземные объекты и многое другое. Итак, давайте рассмотрим подробно результаты георадарного исследования Саксайуамана. Сканирование проводилось на всех 4-х ярусах крепости.



Оранжевым обозначены значительные щели между блоками, красным - места обрушений. В процессе исследований было измерено 4 профиля на основных ярусах комплекса. Для максимальной подробности, измерения выполнялись с минимальным шагом в 10 см (точность шага обеспечивалась измерительной рулеткой).





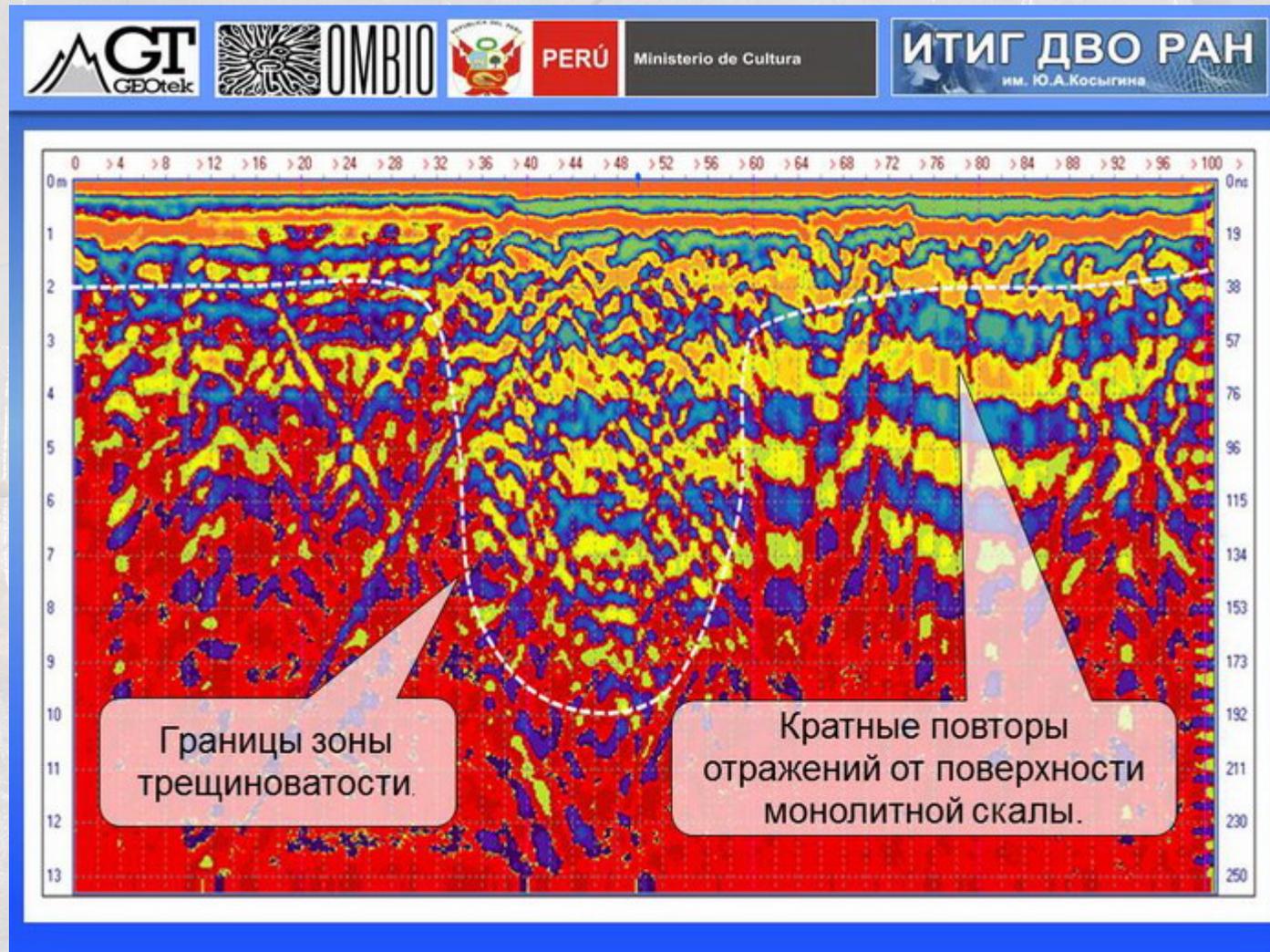


Результаты измерений были отосланы в российский институт ВНИИСМИ для анализа и интерпретации. Обработку данных производил Павел Морозов – главный специалист ВНИИСМИ по георадарам.

Основной интерес вызвала область под 3-м и 4-м ярусом Саксайуамана, находящаяся в 60-70 метрах от обвала в западную сторону.

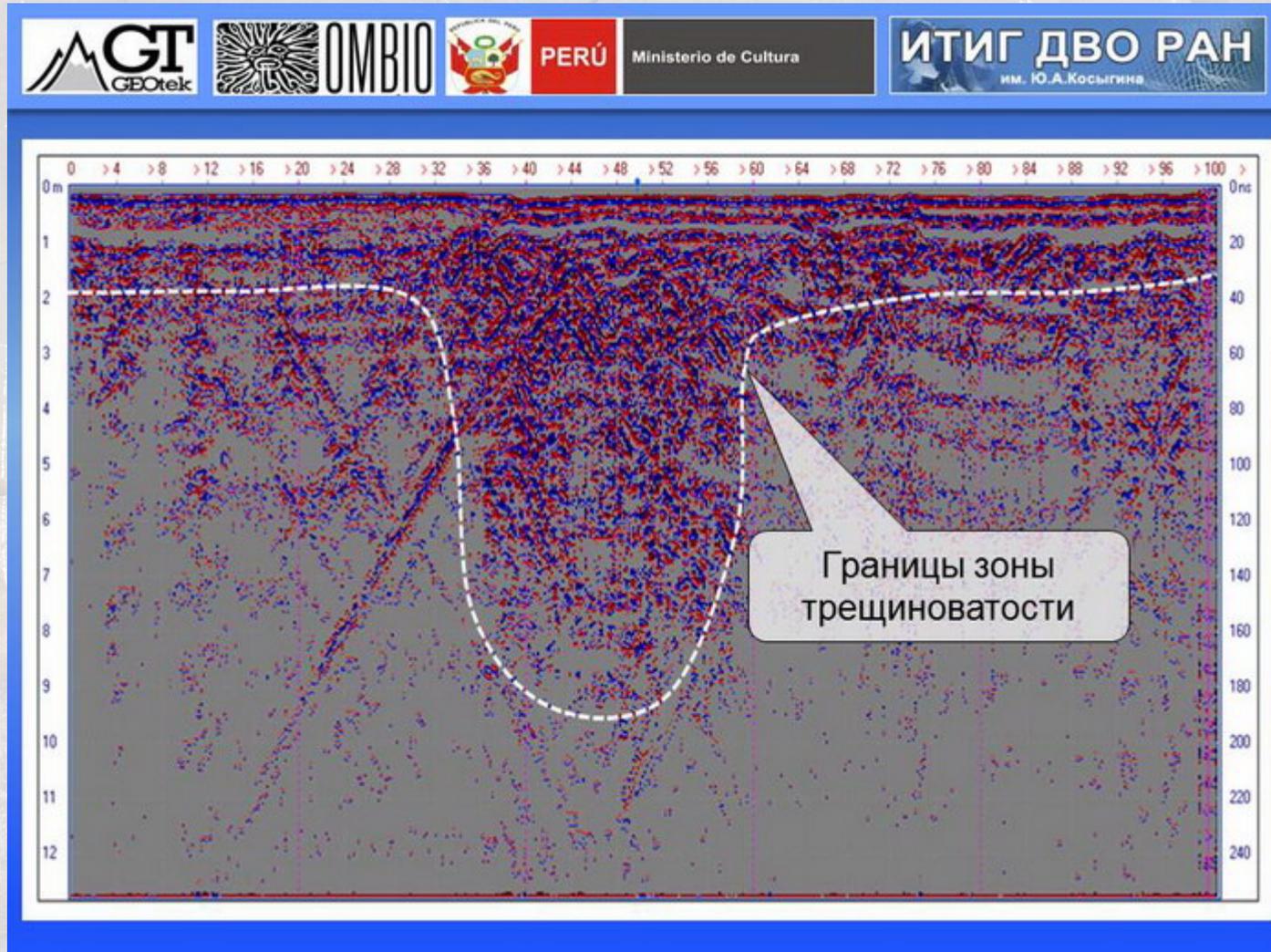


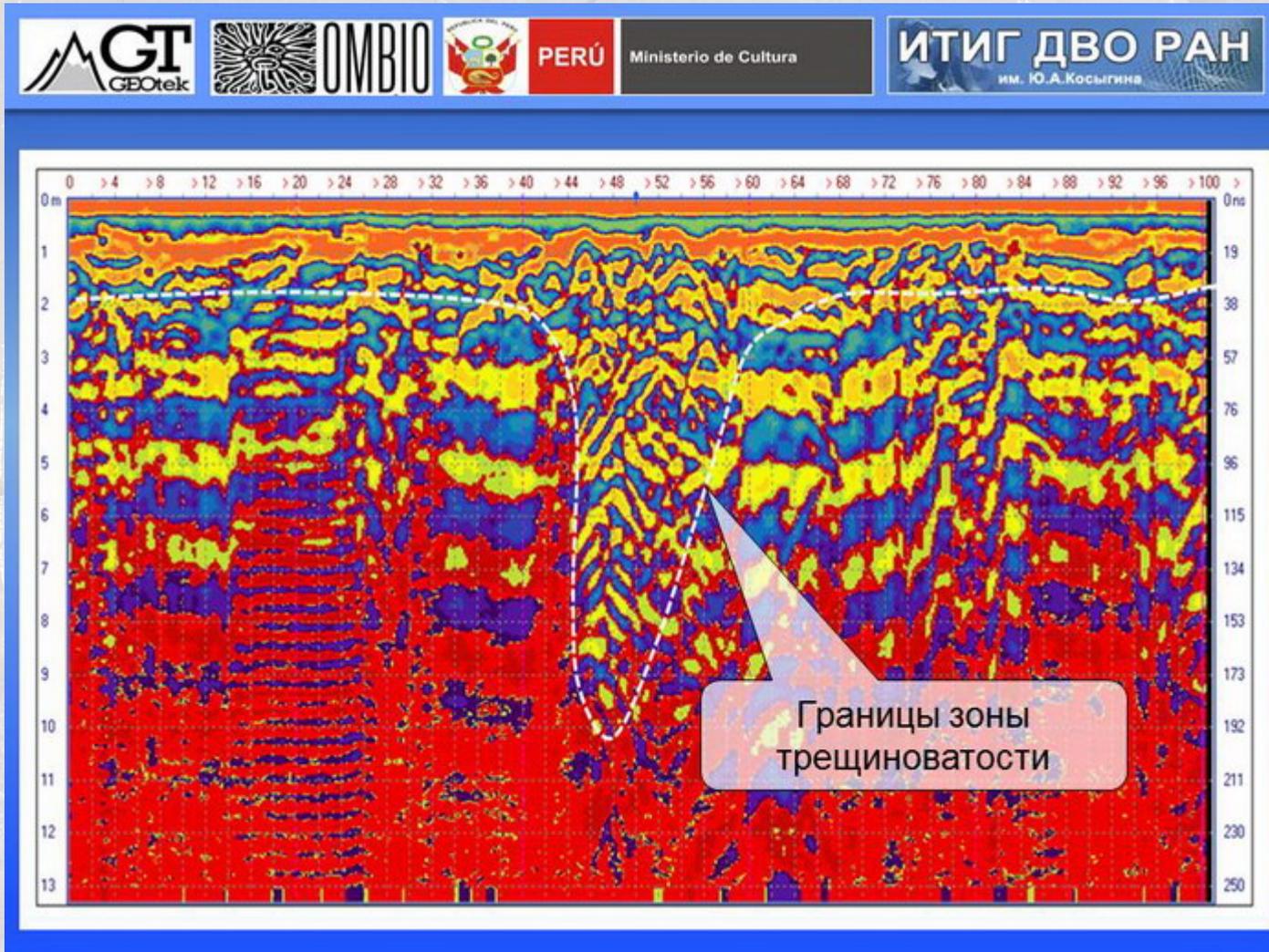
На георадарном снимке мы видим следующее:



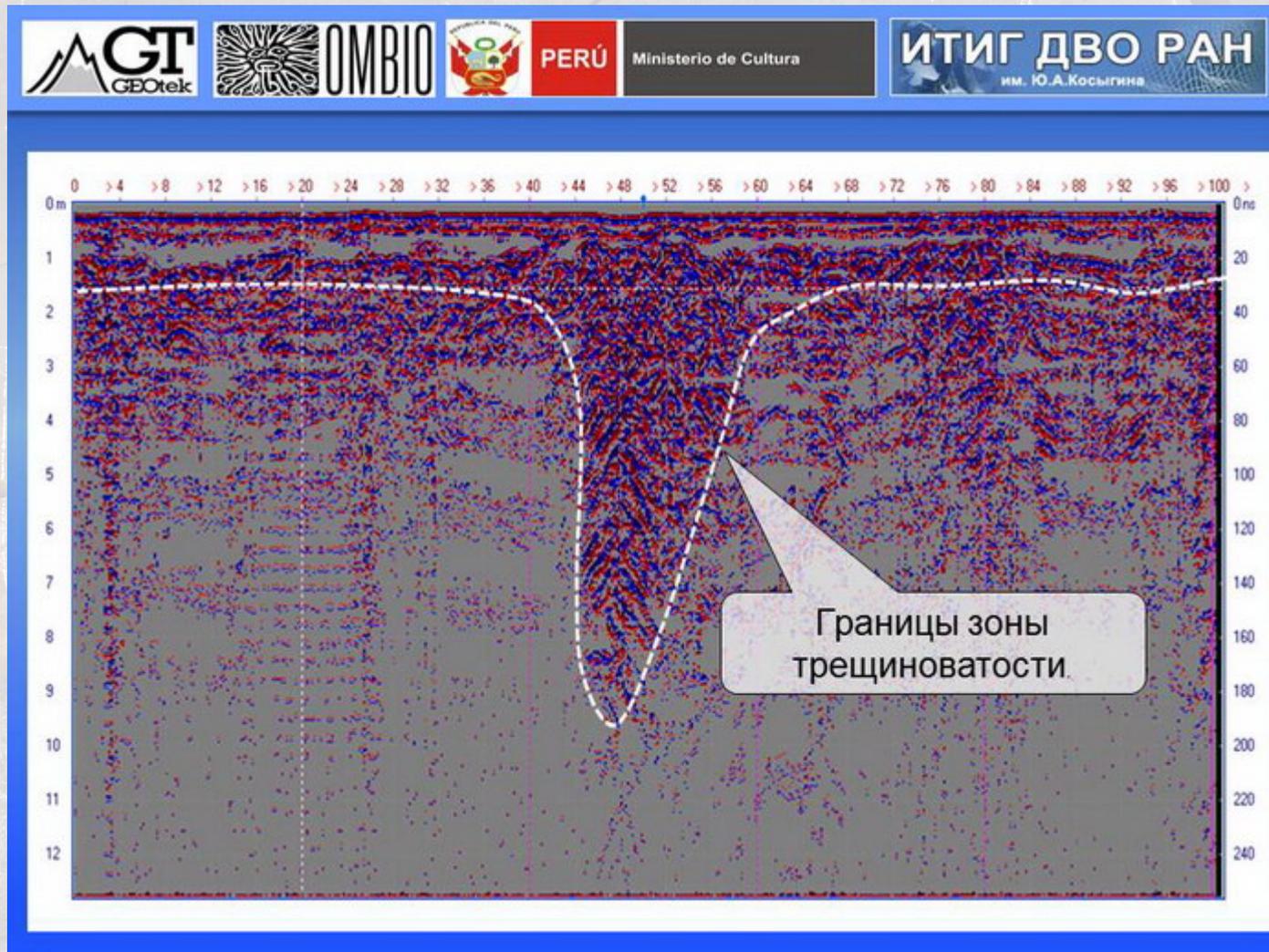
Как видно, в области 4-го яруса регистрируется обширная зона трещиноватого скального грунта. Глубина зоны трещиноватости регистрируется до 10-12 метров.

Рассмотрим снимки более подробно:

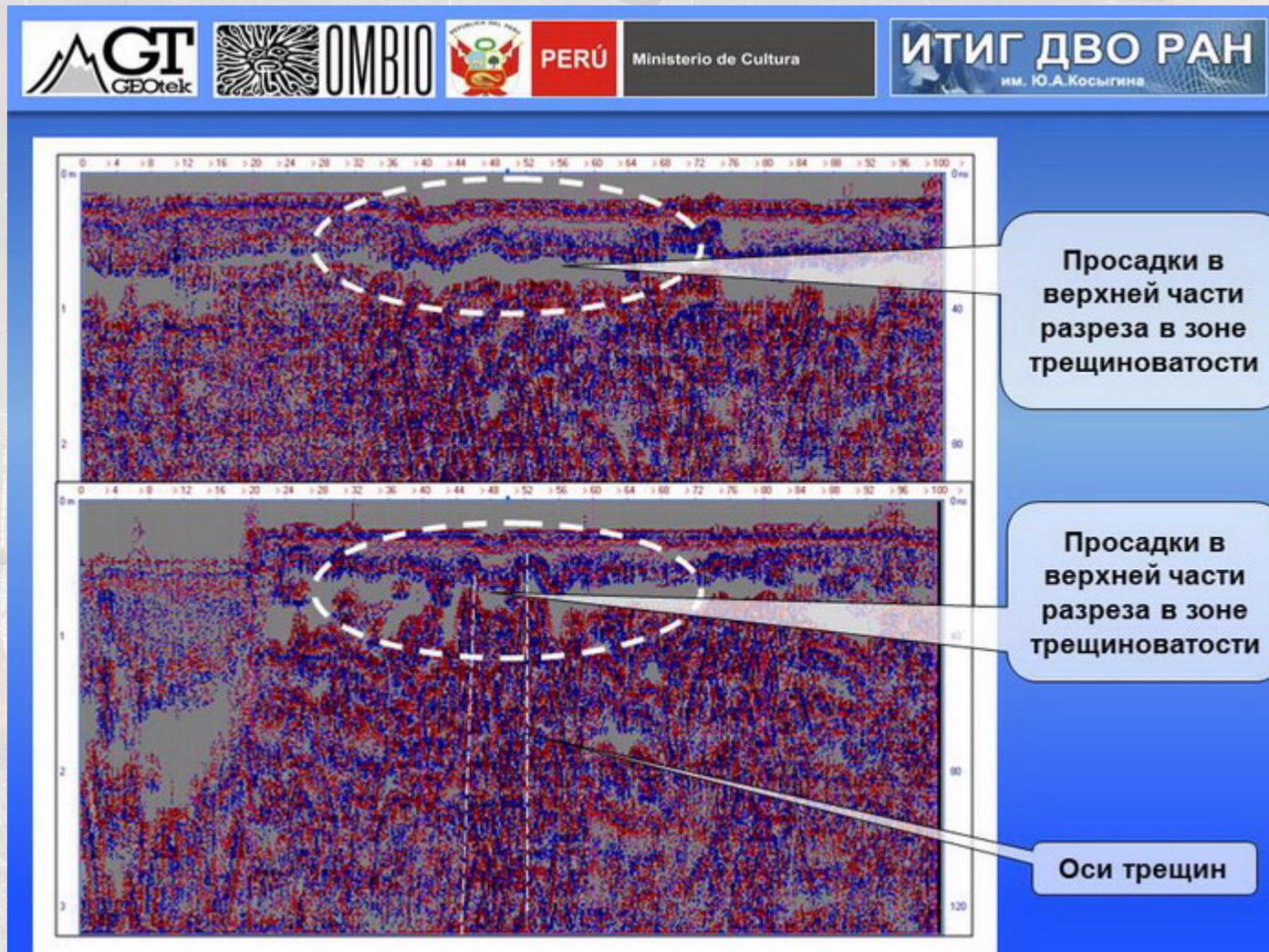




В области 3-го яруса также регистрируется обширная зона трещиноватости:



Обширная зона трещиноватости пересекает основание стены. Присутствие такой зоны трещиноватости под стеной играет роль водосбора и канала движения грунтовых вод вниз по естественному уклону. Неконтролируемое локальное движение грунтовых вод под основанием стены приводит к выносу легкорастворимых фракций верхнего слоя грунта с потерей несущей способности фундамента стены.



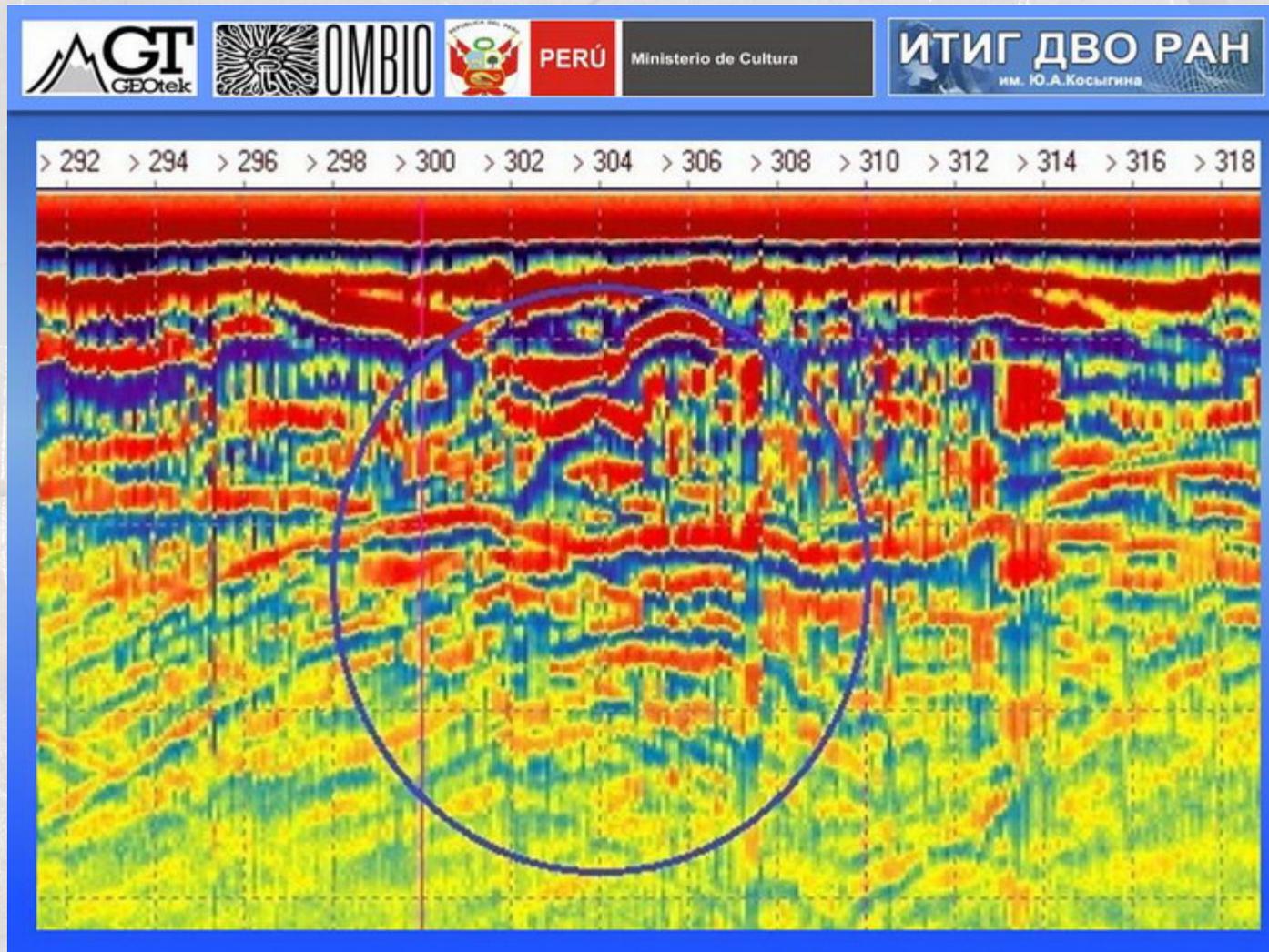
При увеличении, в верхней части разреза хорошо видны участки провалов и просадок грунта непосредственно под фундаментом стены.

Стоит отметить, что это далеко не единственная область трещиноватости. Ниже приведено несколько подобных примеров на разных ярусах.

Ярус 1:



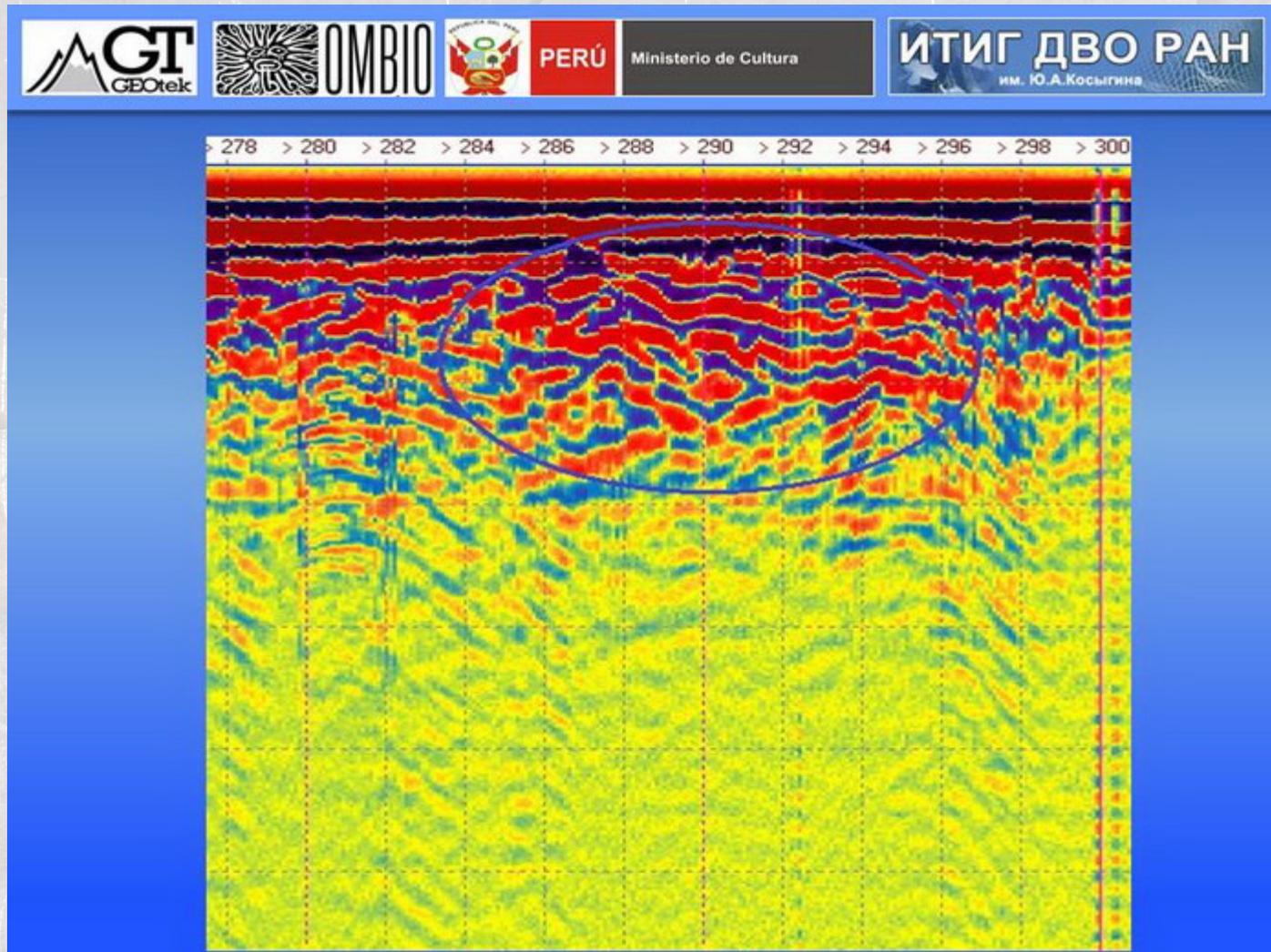
Георадарная съемка:



Ярус 2:



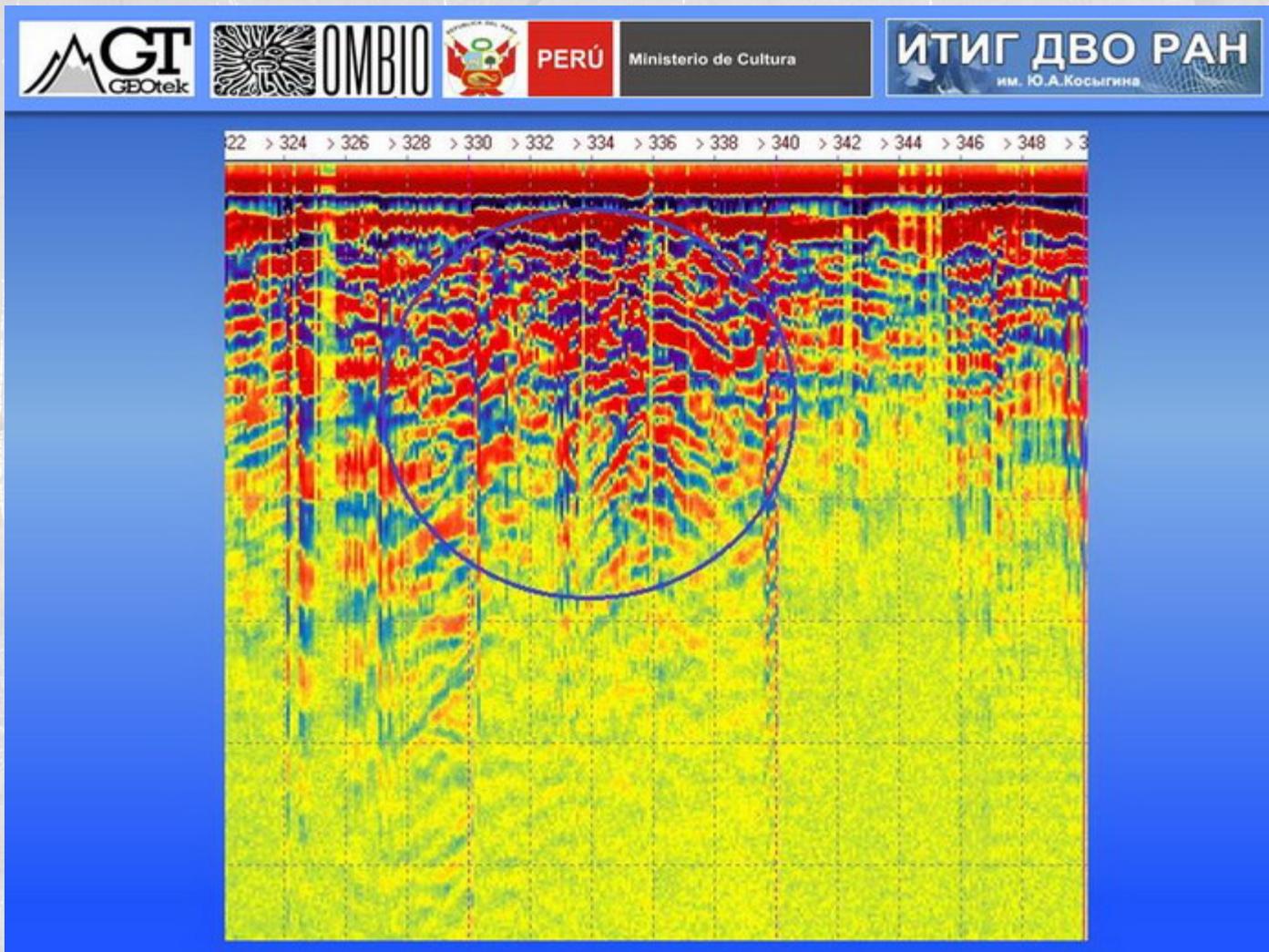
Георадарная съемка:



Ярус 3:



Георадарная съемка:



Общий характер разрушений:



На основании полученных данных, можно сделать вывод о том, что для предотвращения разрушений стены необходимо обследовать грунт в основании, выявить все зоны трещиноватости и проследить их продолжения. Используя данные о положении зон трещиноватости, собирающих поверхностные воды и дренирующих вниз по естественному уклону, необходимо организовать перехватывающий дренаж поверхностных вод и отведение его от основания стены.

Проведённые исследования показали наличие серьёзной опасности для археологического комплекса Саксайуаман. Под стенами основных ярусов обнаружены зоны трещиноватого скального грунта, которые способствуют неконтролируемому движению грунтовых вод, вымыванию легкорастворимых фракций верхнего грунта и потере несущей способности фундамента стены. Рассматриваются рекомендации по устранению негативного воздействия дефектов скального грунта.

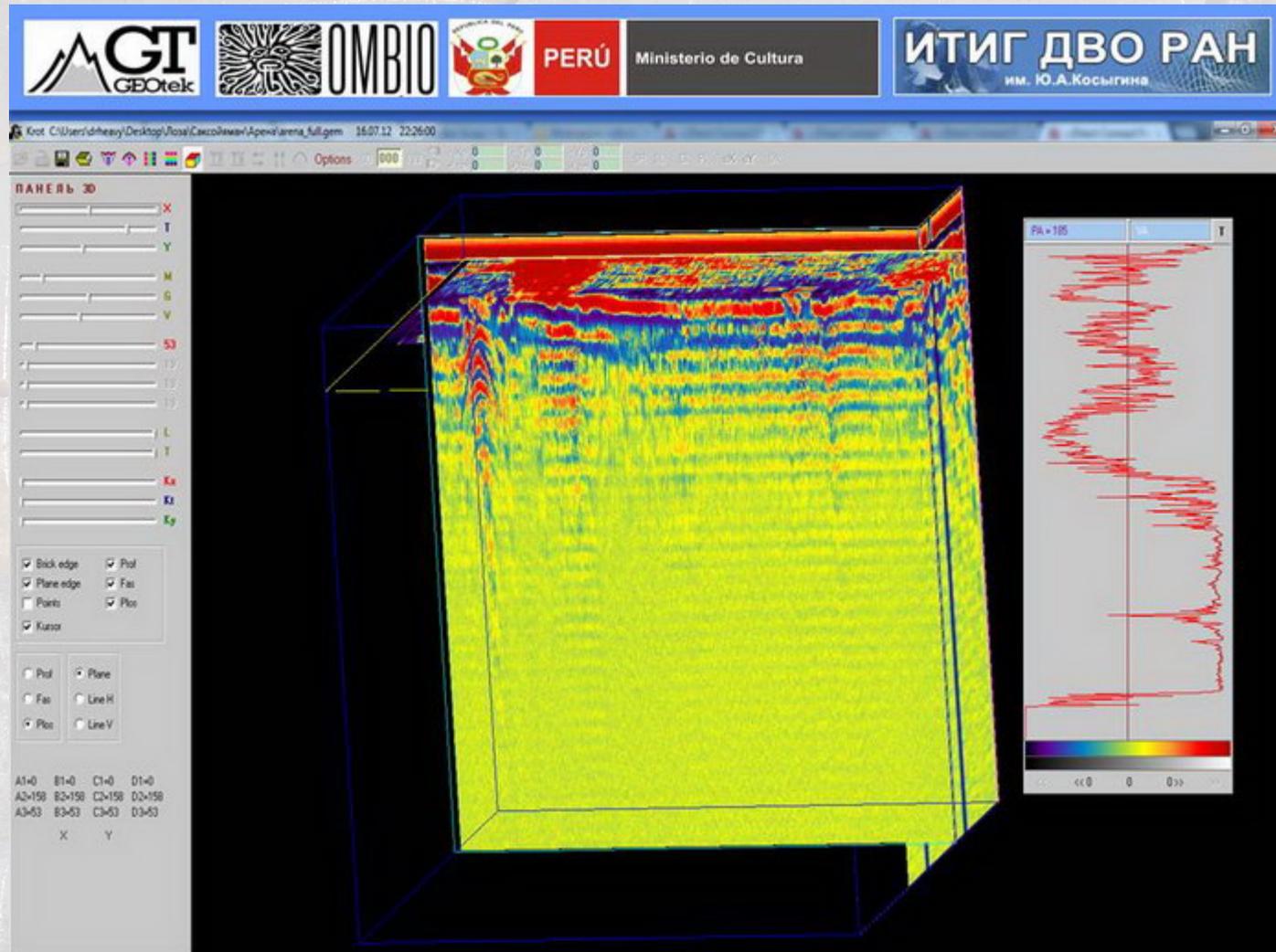
## Археологическое Исследование "Арены".



Помимо основных исследований крепости, дополнительно было проведено также исследование участка округлой формы в северной части Саксайуamana (далее «Арена»). Он представляет большой интерес с археологической точки зрения. Для облегчения измерений был выделен участок прямоугольной формы.



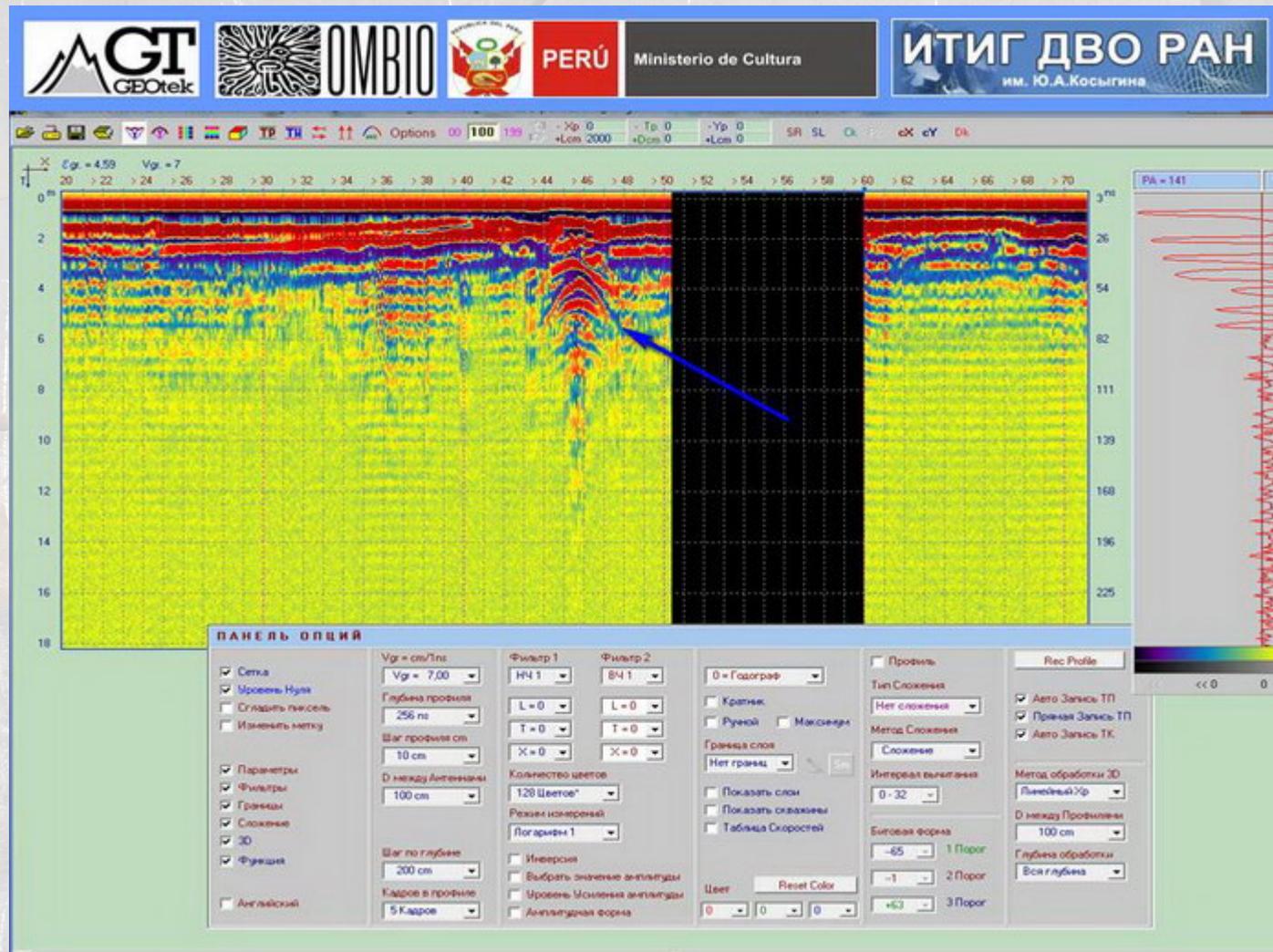
На представленном выше снимке, цифрами "1" - "4" отмечены границы области измерений. Всего было измерено 35 профилей по 50 метров каждый (первый профиль в направлении "1" к "2", второй "3" к "4"), расстояние между профилями – 1 метр. После первичной обработки данных стало возможно построение исследуемой области в 3D режиме:



Полученные данные были отправлены на обработку в институт ВНИИСМИ, где были выделены несколько интересных подземных объектов. Между отметками "2" и "4", практически у самой границы измерений, располагается плоская вершина большого камня, которая находится на уровне земли. (Показан ниже на снимке красной стрелкой).

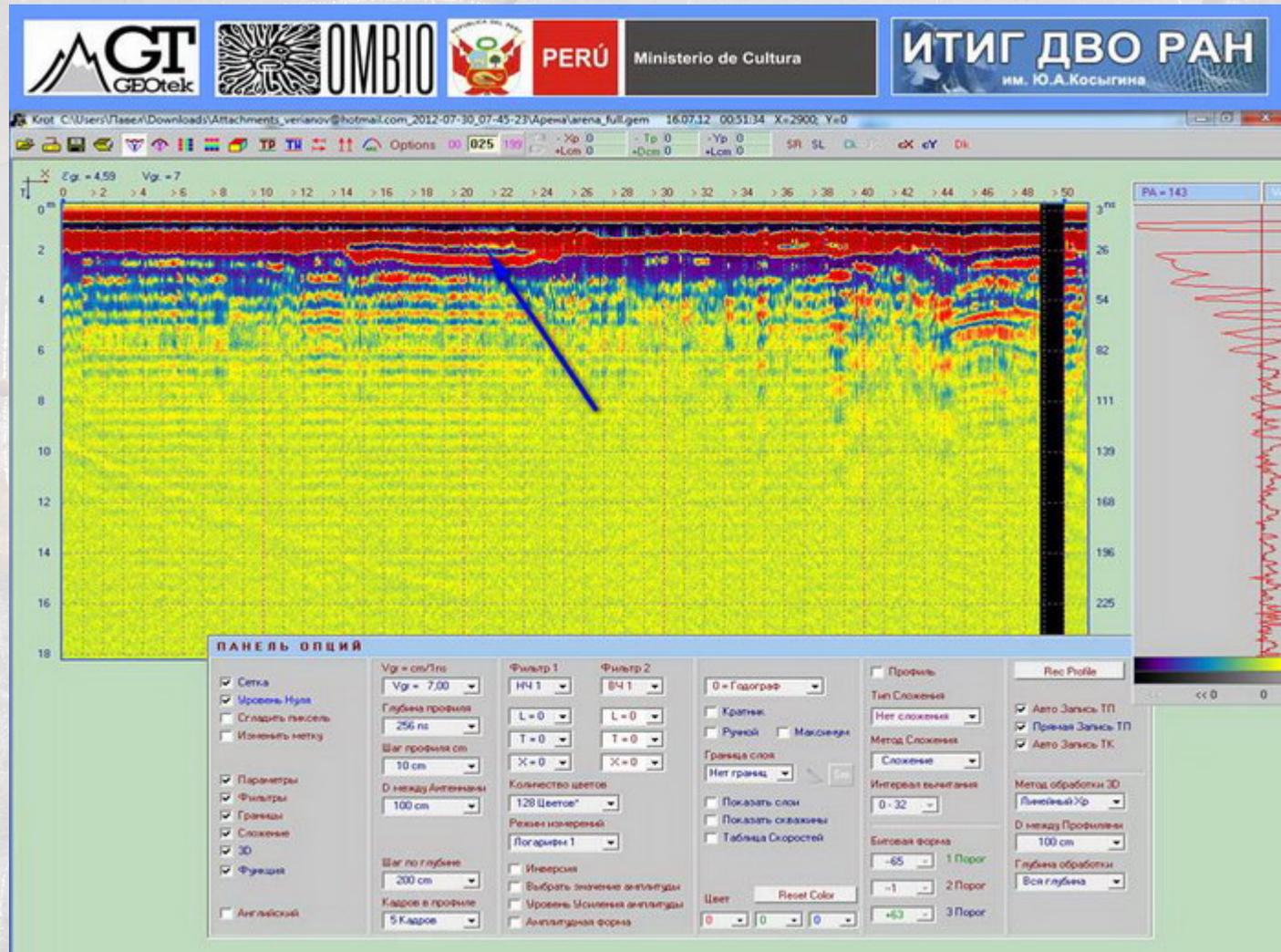


Ниже представлена радарограмма с этим объектом:

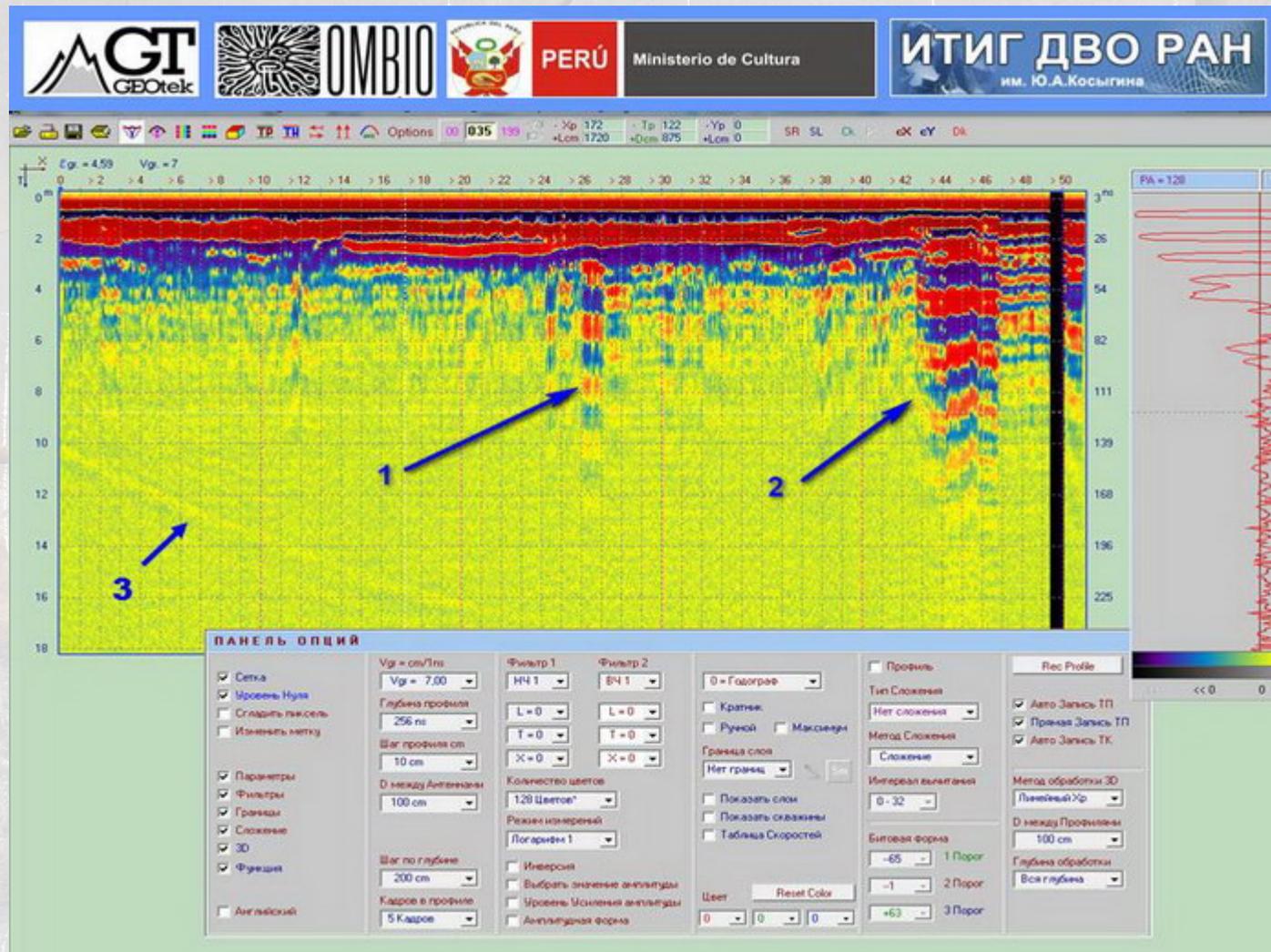


Специалист ВНИИСМИ однозначно трактовал этот объект, как подземный склеп, либо схожую по форме структуру.

Также, на большей части измеряемой зоны, с некоторым смещением в сторону отметки "1", был зарегистрирован котлован, расположенный на небольшой глубине (около 2 м) и меняющий свою протяжённость от 4 до 20 метров:



На 8-ом по счёту профиле, на значительной глубине, были обнаружены большой камень (на рисунке отмечен «1») и плита (на рисунке отмечена «2»):



Кроме того, по слабонаблюдающимся дугам в левом нижнем углу последних двух рисунков, можно предположить наличие у "Арены" чашеобразного дна (стрелка "3"). Однако имеющихся данных недостаточно, чтобы утверждать это однозначно, т.к. при измерениях был использован режим, рассчитанный на небольшую глубину.

## Часть 2. Геохимическое исследование блоков кладки крепости Саксайуаман.



Во время георадарных исследований, специалистами Geo & Asociados SRL была замечена существенная поверхностная эрозия многих каменных глыб Саксайуамана. Первый грубый анализ был проведён ещё во время георадарных измерений. Два образца были помещены в кислую среду (уксус). Через несколько часов образцы были практически полностью растворены, оставив после себя лишь незначительное количество осадка.



Несмотря на неизвестность точной химической формулы материала, на момент проведения эксперимента в полевых условиях, результат показал, что каменные блоки в стенах Саксайуamana могут постепенно растворяться под действием кислой среды. Кислотная среда часто наблюдается в дождевых осадках тех мест, где присутствуют предприятия тяжёлой промышленности, на которых производственный цикл с участием различных кислот осуществляется с нарушениями. (Например, горнодобывающая промышленность).

Для подтверждения данной версии, необходимы исследования химического состава дождевых осадков. В случае обнаружения даже незначительного процентного содержания каких-либо кислот в дождевой воде, следует принимать незамедлительные меры по защите археологического комплекса Саксайуаман современными методами (нанесение защитного покрытия на каменные блоки и др.)



Для выяснения причин этих процессов, по согласованию с сотрудниками археологического комплекса, были взяты образцы материала, не представляющие культурной ценности и переданы в Институт Тектоники и Геофизики Дальневосточного Отделения Российской Академии Наук. (ИТИГ ДВО РАН) для всесторонних анализов с целью выяснения точной геологической породы, характеристик, а также химической формулы взятых образцов.

**Цель исследования:** инструментальными методами показать сходство и различие в химическом составе и структуре образцов из блоков стен крепости Саксайуаман и карьера, откуда, предположительно, добывалась порода для строительства сооружения. Данное исследование необходимо для решения вопроса об источнике строительного материала и выяснения специфики процессов обработки материала блоков кладки.

### Методы исследования и аппаратура:

- 1. Оптическая микроскопия** (поляризационный микроскоп Axio Imager A2m, Карл Цейсс, Германия; бинокулярный микроскоп Discovery v. 12, Карл Цейсс, Германия).

The advertisement features a blue header with logos for GT GBOtek, OMBIO, PERÚ, Ministerio de Cultura, and ИТИГ ДВО РАН им. Ю.А. Косыгина. Below the logos, the text "ОПТИЧЕСКАЯ МИКРОСКОПИЯ" is displayed in white on a blue background. The main content is split into two panels. The left panel shows a Zeiss Axio Imager A2m polarizing microscope. The right panel shows a Zeiss Discovery v. 12 binocular microscope connected to a computer system. Below the left panel, the text reads "Поляризационный микроскоп Axio Imager A2m, Карл Цейсс, Германия." Below the right panel, the text reads "Бинокулярный микроскоп Discovery v. 12, Карл Цейсс, Германия." The Zeiss logo is centered between the two panels.

**ОПТИЧЕСКАЯ МИКРОСКОПИЯ**

Поляризационный микроскоп Axio Imager A2m, Карл Цейсс, Германия.

**ZEISS**

Бинокулярный микроскоп Discovery v. 12, Карл Цейсс, Германия.

Отличительной особенностью микроскопа **Axio Imager A2m**, фирмы **Карл Цейсс** является разработка осветительной системы с апохроматическим коллектором, обеспечивающим высокое качество светового потока, падающего на поверхность объекта и обеспечивающего точное воспроизведение его в изображении не только за счёт качественной оптики объектива, но и за счёт светового потока, формирующего изображение. Методы исследования в проходящем и отраженном свете: светлое поле, темное поле, поляризация, люминесценция, дифференциально-интерференционный контраст. Оптика скорректированная на бесконечность.

Для исследования **фазового состава** проб использовался оснащенный фотонасадкой бинокулярный автоматизированный микроскоп **Discovery V.12**. фирмы **Карл Цейсс**, с различными режимами подсветки. С его помощью изучались мелкие образцы и раздробленные до состояния мелкого песка пробы. Цель исследования – диагностировать минералы, которыми сложены образцы, и изучить их количественные соотношения.

## 2. Рентгено-флуоресцентный анализ химического состава (S4 Pioneer, Брукер, Германия).



**Рентгено-флюоресцентный анализ химического состава**

**S4 Pioneer, Брукер, Германия,**

Позволяет получить высокую чувствительность к легким элементам, достоверное определение следовых концентраций и высокую точность измерений. Прибор позволяет анализировать все элементы от бериллия до урана в жидких, твердых и порошкообразных пробах.



Рентгенофлуоресцентный анализ с применением последовательного волнодисперсионного спектрометра **S4 PIONEER**, мощностью 4 кВт позволяет получить высокую чувствительность к легким элементам, достоверное определение следовых концентраций и высокую точность измерений. Прибор позволяет анализировать все элементы от бериллия до урана в жидких, твердых и порошкообразных пробах.

### 3. Рентгено-фазовый анализ структуры (Miniflex II, Ригаку, Япония).











## Рентгено-фазовый анализ структуры



### Miniflex II, Ригаку, Япония

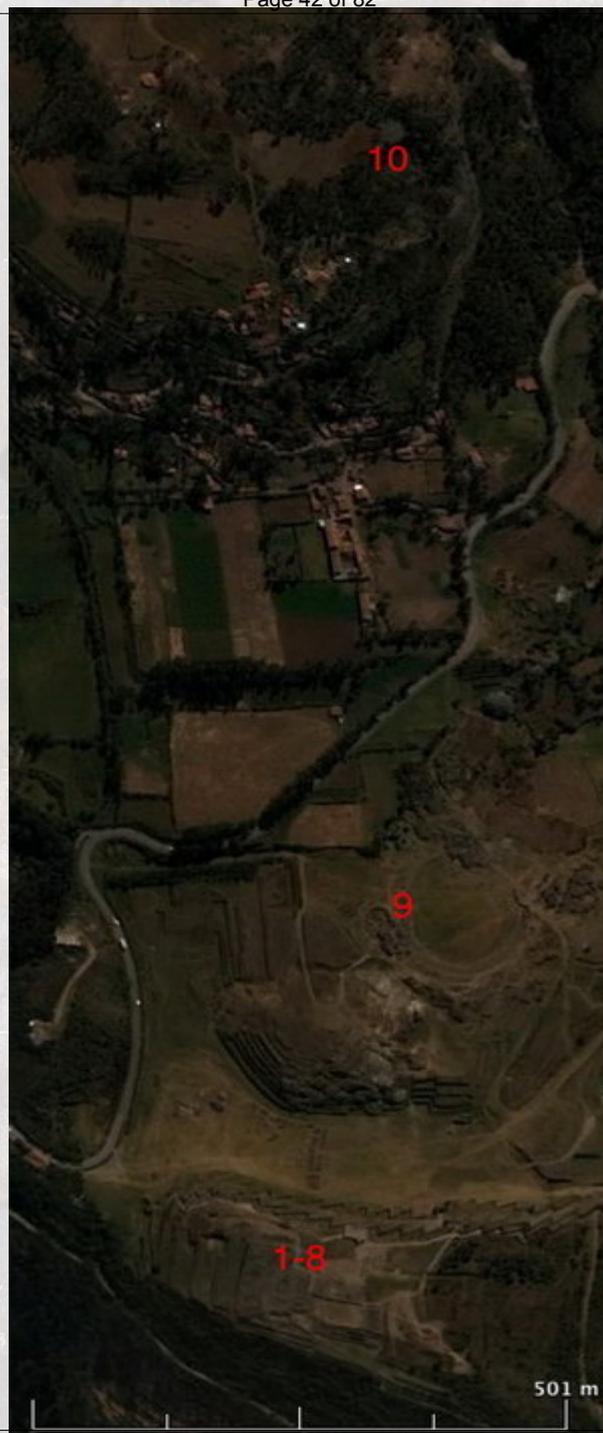
**Многофункциональный дифрактометр широкого назначения, предназначенный для проведения качественного и количественного фазового анализа поликристаллических материалов.**

MiniFlex – многофункциональный дифрактометр широкого назначения, предназначенный для проведения качественного и количественного фазового анализа поликристаллических материалов.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОХИМИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Места взятия образцов обозначены цифрами:





## ПЕРВЫЙ УРОВЕНЬ КРЕПОСТИ.

### №1. Западная стена Саксауйамана.



Место взятия образца:



Шлиф:



Описание:

Мелкокристаллический известняк без следов органических остатков.

## №2. Первый зубец.



Место взятия образца:



Шлиф:



Описание:  
Мелкокристаллический известняк без следов органических остатков.

### №3. Большой зубец.



Место взятия образца:



Шлиф:



Описание:

Мелкокристаллический известняк без следов органических остатков, сильно трещиноват и перекристаллизован.

Перекристаллизация предполагает растворение имеющихся в породе кристаллических (или аморфных) фаз и образование других (или тех же самых, но с другими характеристиками) кристаллов. Так, мелкозернистый известняк перекристаллизуется в мрамор - более крупнокристаллическую породу. Если процесс идет не в массе, а по трещинкам, где много растворителя - воды, то получаем структуры, как в наших шлифах: тонкозернистая (неперекристаллизованная) масса известняка пересекается жилками - трещинками, заполненными крупными кристаллами кальцита, по сути - мрамора. Кальцит может кристаллизоваться при очень низких температурах, было бы достаточно воды и времени.

**АРХЕОЛОГИЧЕСКАЯ ЗОНА. ТРЕТИЙ УРОВЕНЬ КРЕПОСТИ.**

**№4. Осколок блока. Обработанная поверхность с белыми точками:**





Шлиф образца:



Описание:

Органогенный известняк. Хорошо видны органические остатки.

№5. Осколок блока.



Место взятия образца:



Шлиф:



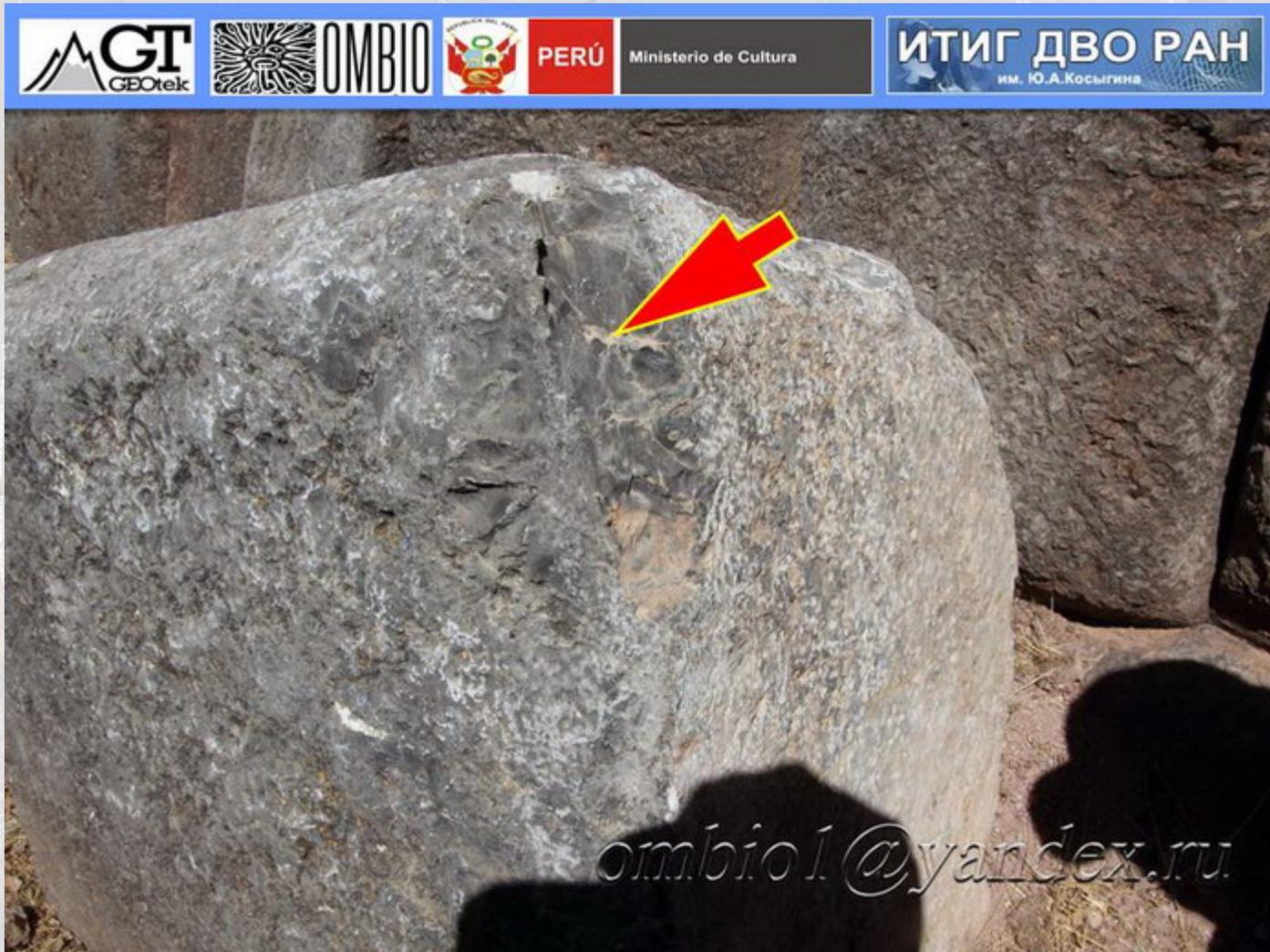
Описание:

Мелкокристаллический известняк. Возможно присутствие раздробленных фрагментов органических остатков.

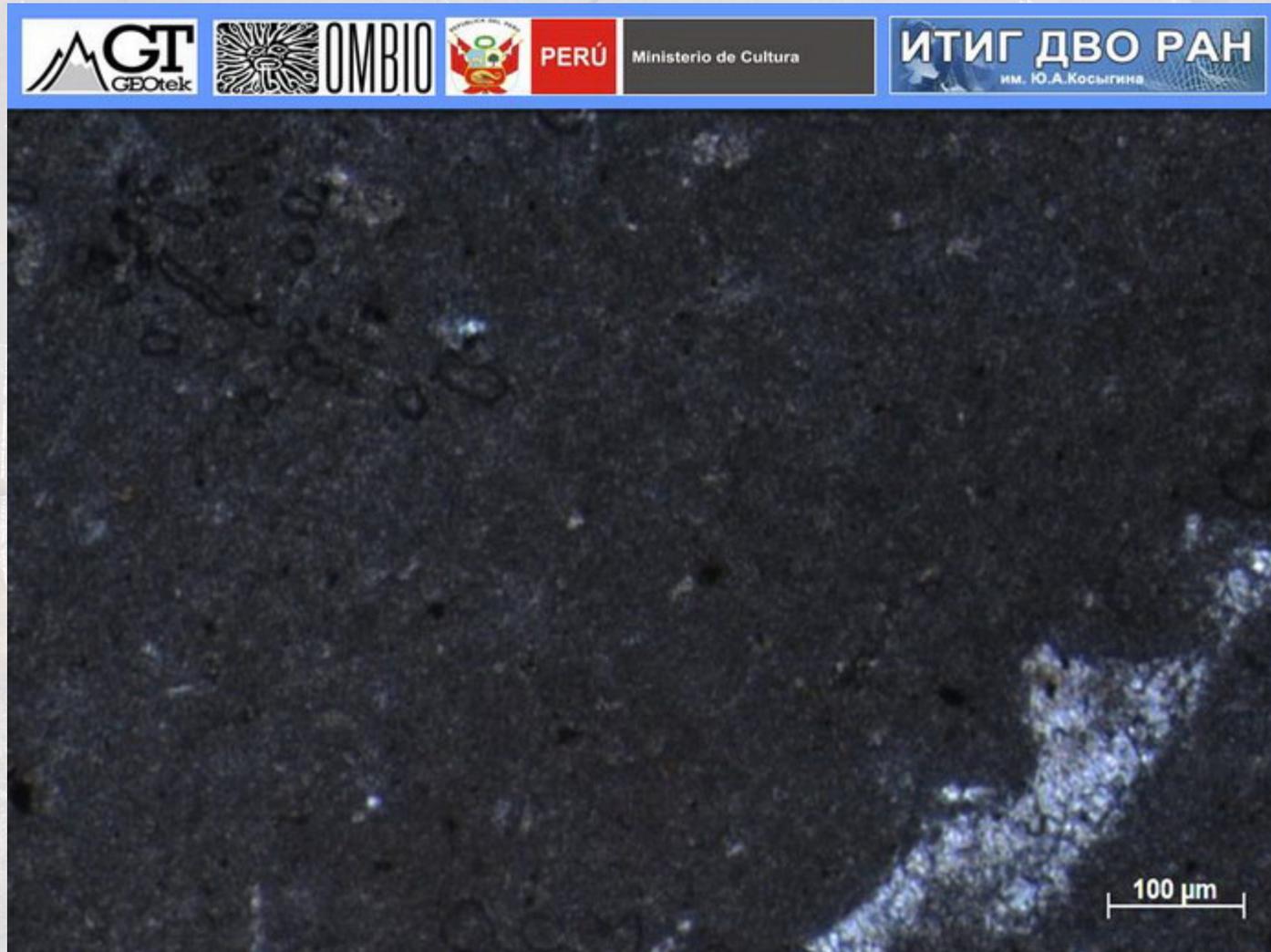
№6. Блок кладки.



Место взятия образца:



Шлиф:

Описание:

Мелкокристаллический известняк без следов органических остатков. Равномерно сложен микрокристаллами кальцита размером 1-10 мкм. Идентификация кальцита подтверждена рентгено-фазовым анализом. Местами в породе наблюдаются мелкие прожилки и линзочки, заполненные более крупнокристаллическим кальцитом.

СТЕНА СООРУЖЕНИЯ НА ВЕРШИНЕ ХОЛМА.

№7. Обработанная поверхность. Угол.



Место взятия образца:



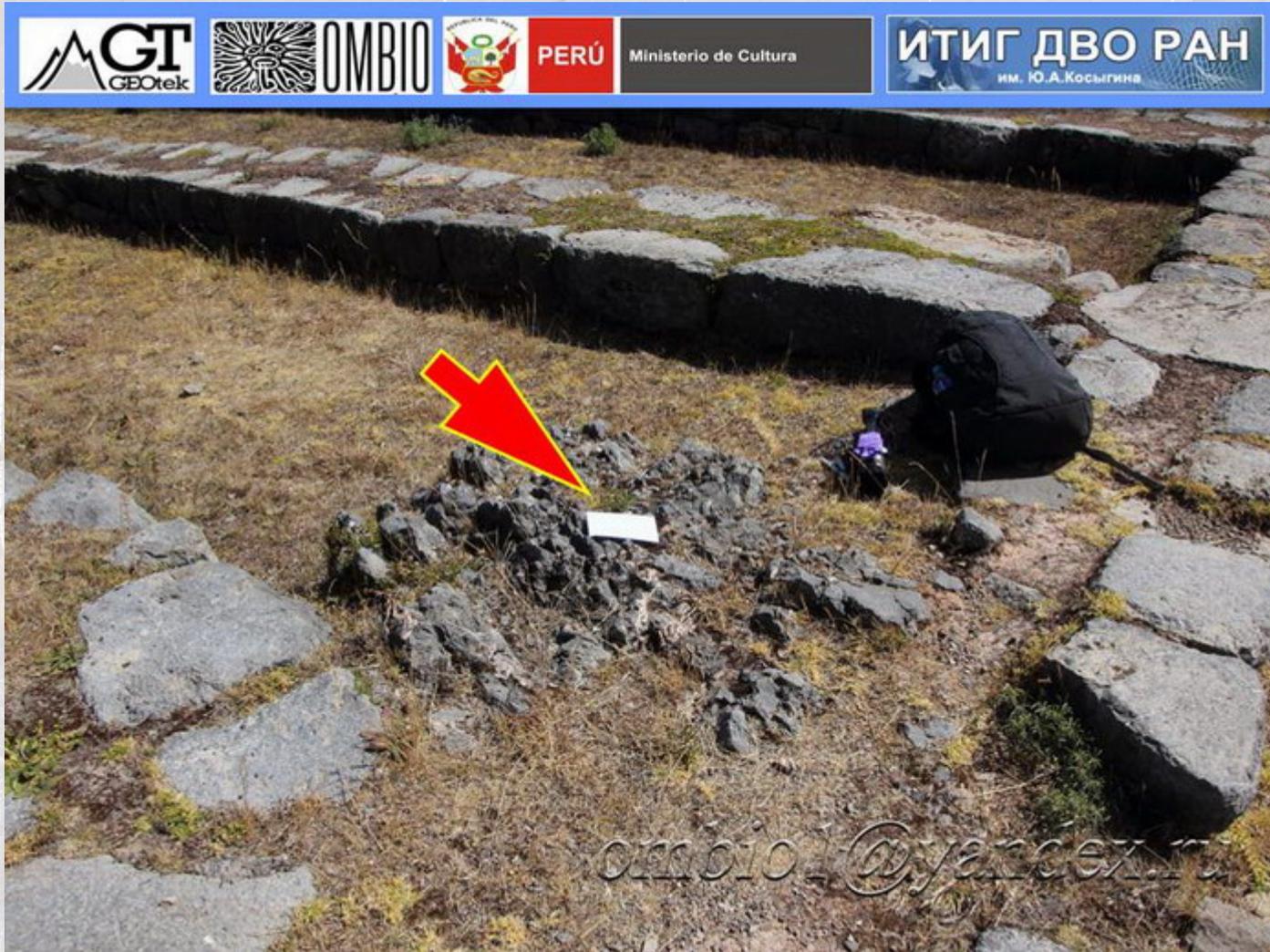
Шлиф:



Описание:

Мелкокристаллический известняк без следов органических остатков.

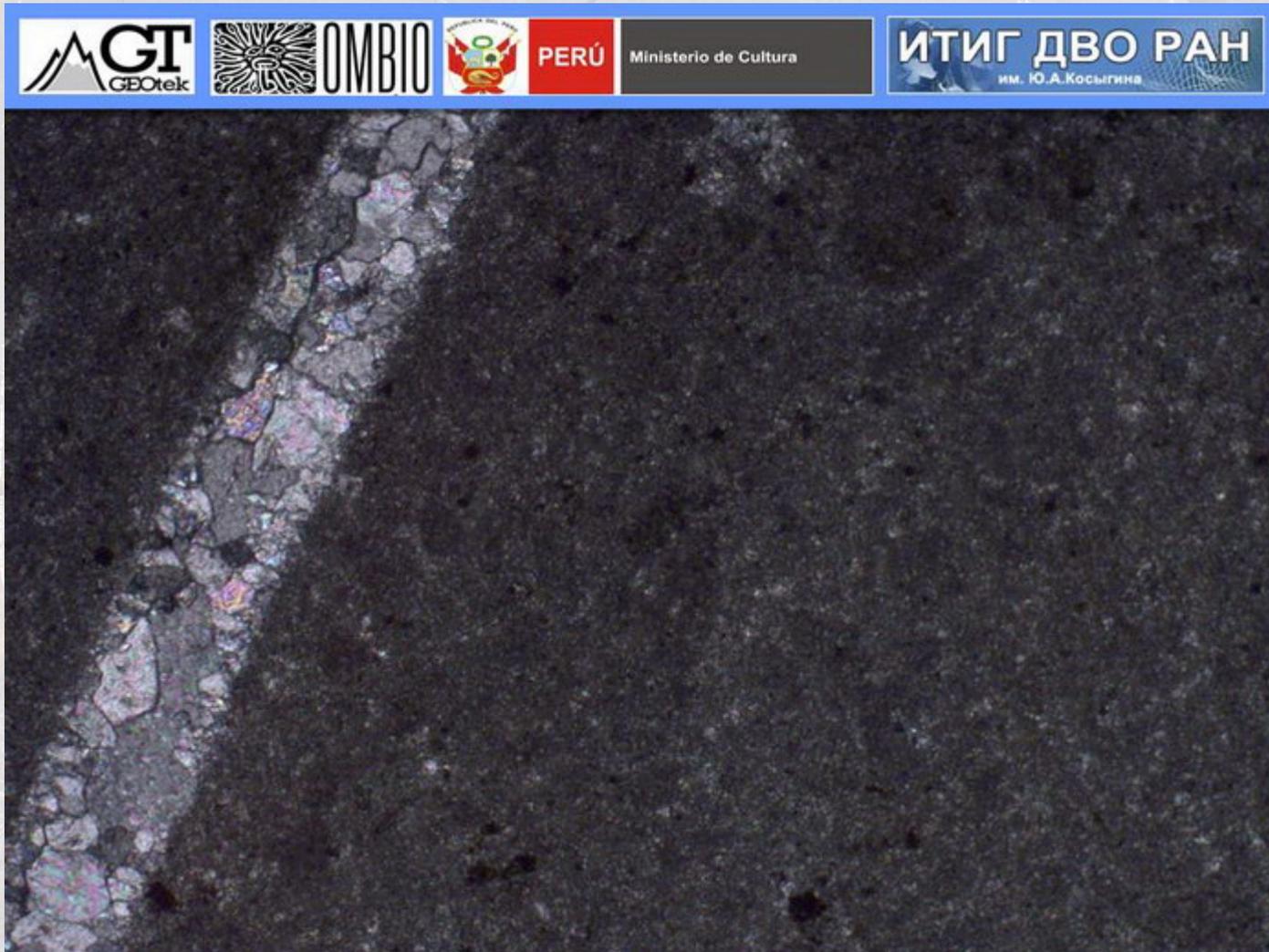
№8. Также, был взят образец бесформенного выступа породы, на вершине башни:



Место взятия образца:



Шлиф:



Описание:

Мелкокристаллический известняк без следов органических остатков, по трещинам перекристаллизован.  
Это свидетельствует, о том, что вещество выступа идентично веществу блоков.

**№ 9. Образец камня со следами, напоминающими работу по пластичному материалу.** Сам камень находится вблизи крепости Саксайуаман. Рассмотрим этот камень подробно:

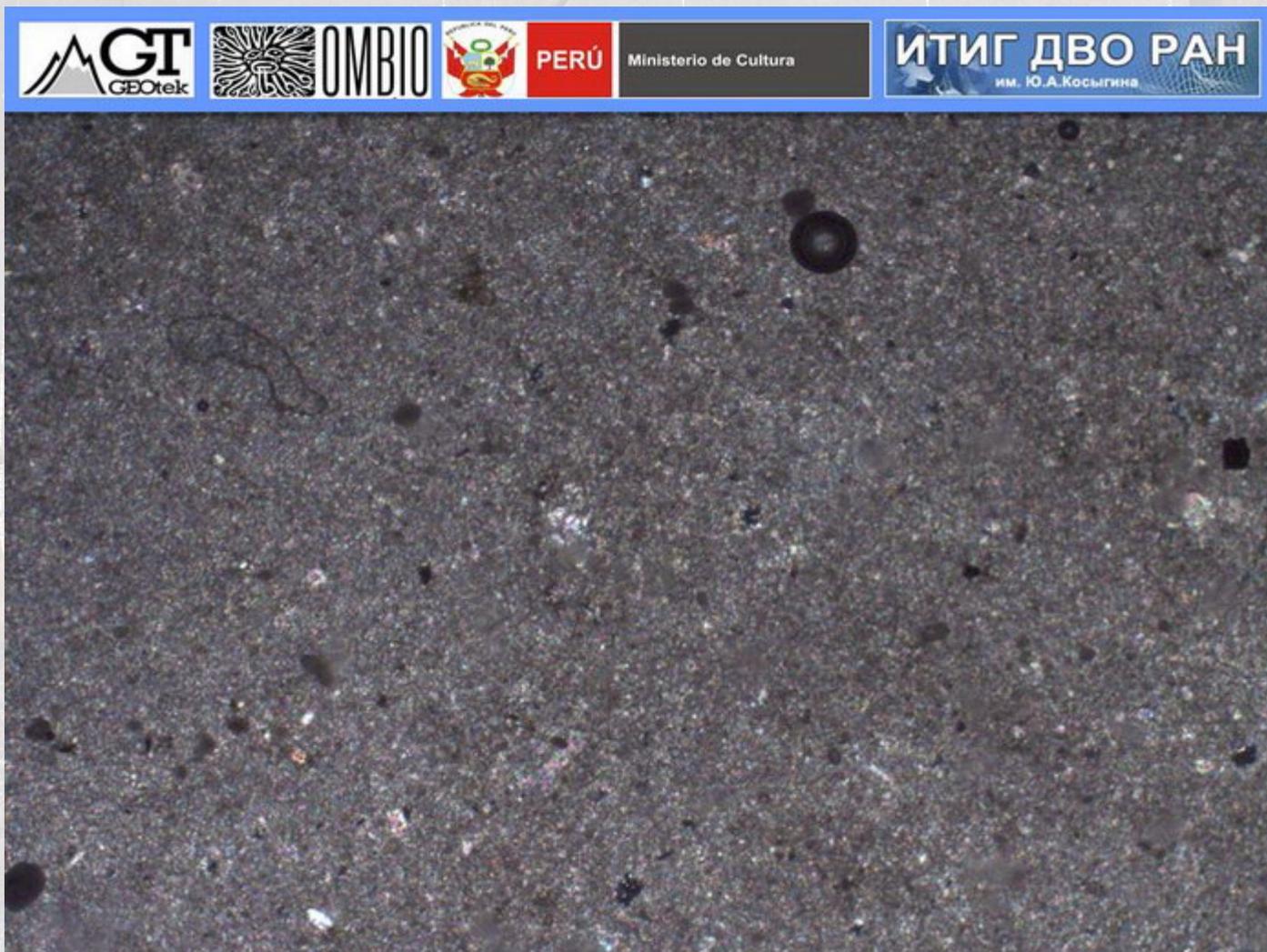






На приведенных выше фото, мы видим камень со следами похожими на работу по пластичному материалу.

А шлиф образца, как и шлифы блоков, показывает «мелкокристаллический известняк без следов органических остатков», как и в случае результатов анализа блоков кладки стен крепости.



**№ 10. Образец из карьера, где, предположительно, мог браться материал блоков для строительства крепости.**

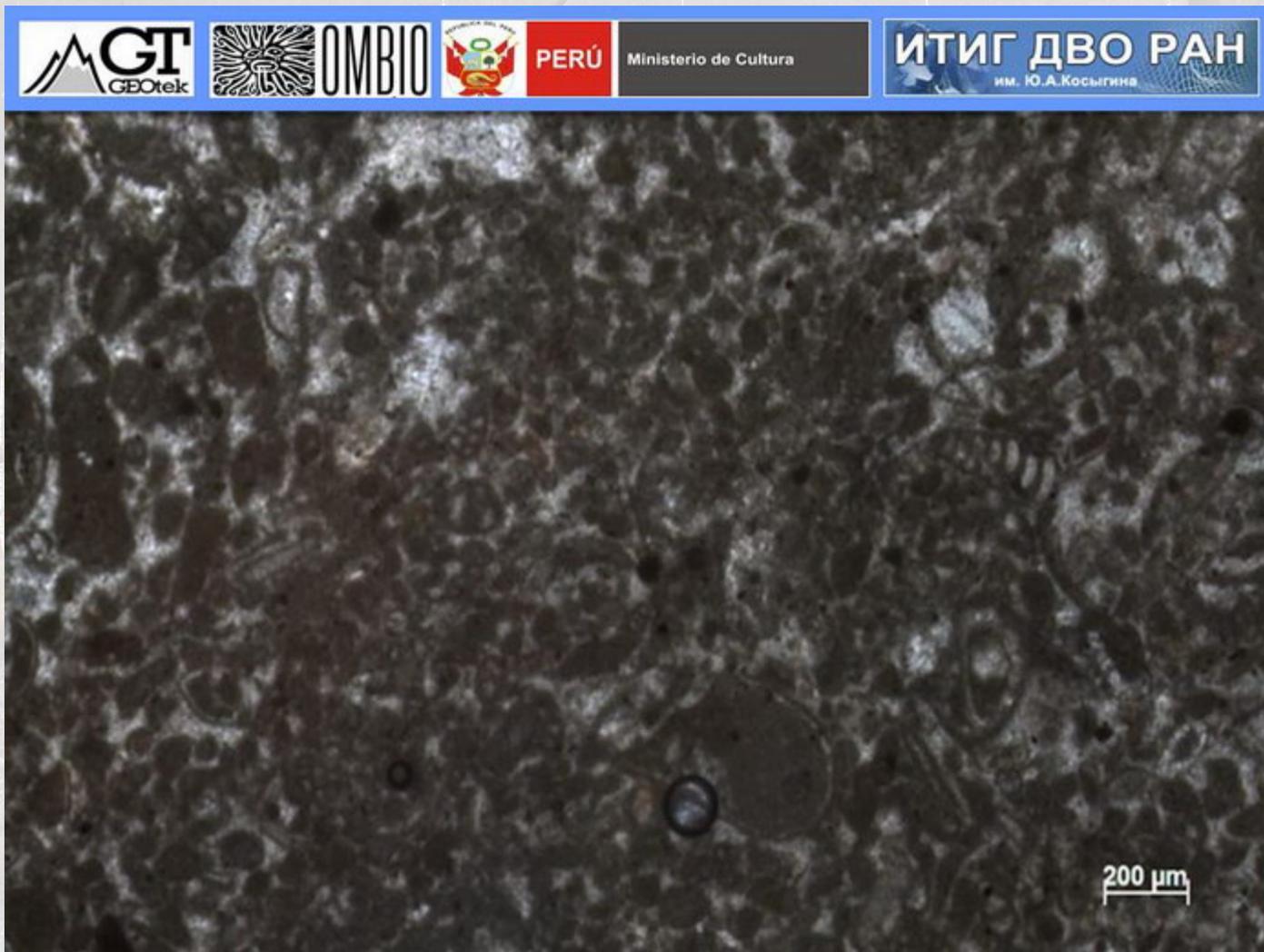
Образец был взят из середины.



Макросъемка образца на месте взятия:



Шлиф образца:



Описание:  
Органогенный известняк. Хорошо видны органические остатки.

Для проверки и уточнения источника добычи материала блоков, был проведен **рентгено-флуоресцентный анализ образца из карьера и образца из кладки.**

Окисел/элемент	КАРЬЕР	КЛАДКА
SiO <sub>2</sub>	13,20%	13,36%
TiO <sub>2</sub>	0,06%	0,09%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,56%	0,90%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,11%	0,94%
MnO	0,07%	0,07%
CaO	69,86%	70,15%
MgO	0,70%	0,65%
K <sub>2</sub> O	0,35%	0,68%
S	0,05%	0,04%
Cu	0,01%	0,01%
Pb	0,00%	0,00%
Co	0,00%	0,00%
Sr	0,03%	0,04%
V	0,01%	0,01%
Sc	0,01%	0,01%
Zr	0,01%	0,01%
Сумма	86,04%	86,98%

Анализ выявил практически абсолютное сходство химического состава образцов из карьера и из кладки стены крепости Саксайуаман. Столь близкое сходство химических составов изученных образцов свидетельствует о том, что материал блоков произведен из известняка, добытого в карьере.

*(Программа этого метода пересчитывает все основные элементы на окислы, а микроэлементы дает в свободном виде. Так принято в петрологии. Метод не дает фазового состава. В случае с образцом № 115 был проведен рентгено-фазовый анализ, который показал в нем содержание  $\text{CaCO}_3$ , т.е. кальцит. Метод "не видит" углерод и водород, поэтому недостающие до 100 % углекислота, вода а также газы остаются "за кадром". )*

О самом материале блоков можно с уверенностью сказать, что в природе такой процесс невозможен. Это объясняется тем, что скрытокристаллический органогенный известняк в присутствии воды и при повышенной температуре может перекристаллизоваться вплоть до мрамора, но в этом случае получатся **крупные кристаллы**, т.к. в **природе процессы идут медленно и кристаллы успевают вырасти. Равномерную мелкую кристалличность**, как в представленных образцах блоков кладки, можно получить при очень быстром процессе. Причем при условии, что в любой точке системы хватает и воды, и карбонатного материала.

Так из чего же построен Саксайуаман? Из известняка, ставшего пластичным, благодаря применяемой к нему древними строителями неизвестной технологии, умышленно нарушающей кристаллическую структуру естественного минерала с целью придания строительному материалу наибольшей плотности? Чем объяснить наличие «пластилинового камня», материал которого идентичен материалу кладки?

Мы не можем с уверенностью ответить на этот вопрос за строителей Саксайуамана. Так же, как и не сможем пока дать ответ на вопрос «для чего построен Саксайуаман?».

**Итак, на данный момент мы имеем:**

1. Крепость Саксайуаман, разрушающаяся под воздействием как геологических, так и химических процессов.



2. Остатки более древнего сооружения, открывающиеся взору, в результате разрушений несущих стен крепости.



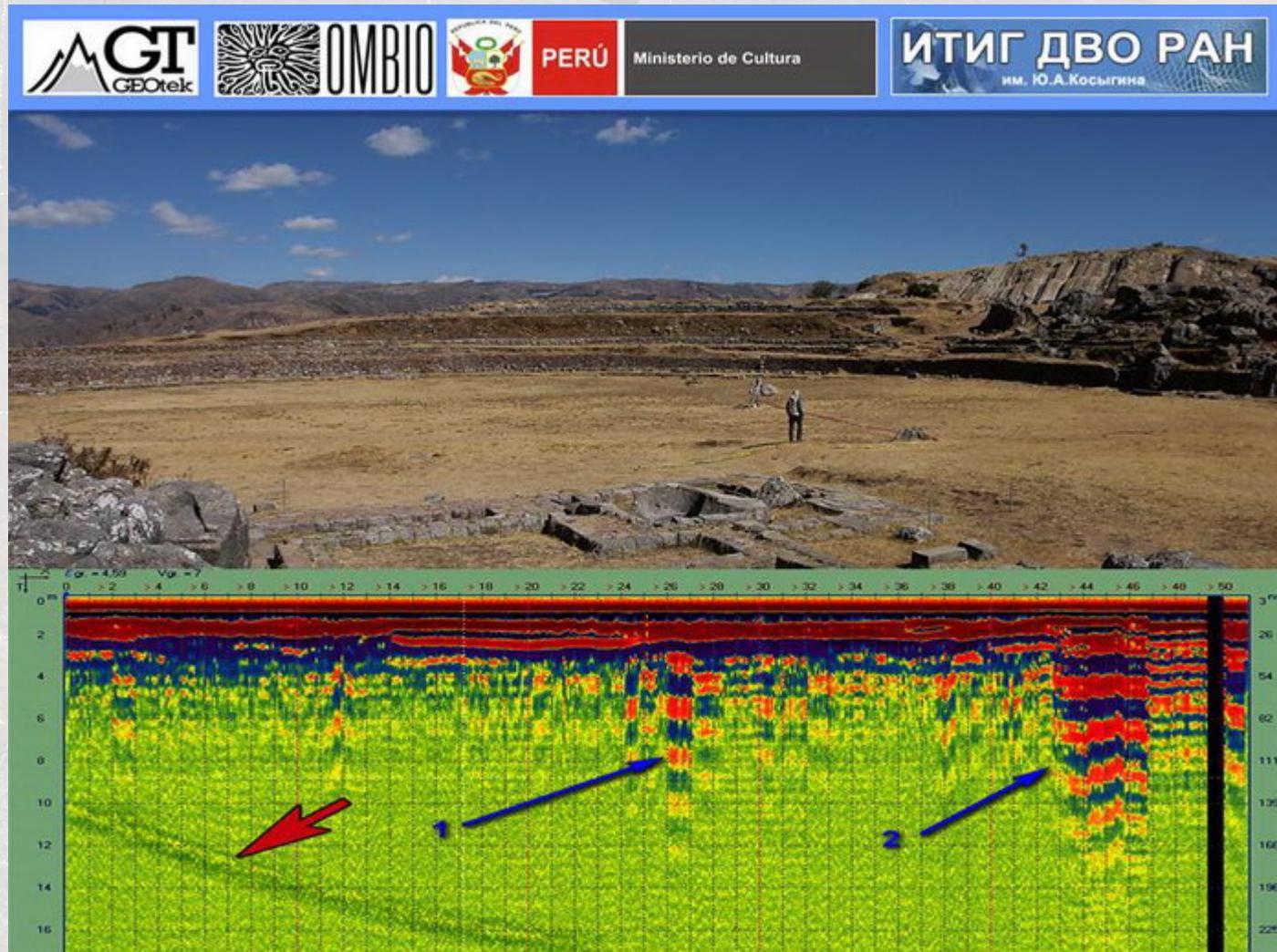
3. Материал блоков кладки, полученный под воздействием неизвестных технологических процессов древних строителей.



4. «Пластилиновый камень».



5. Арена, предположительно имеющая «чашеобразное дно» и которую еще предстоит детально изучить, благодаря возможности «заглянуть под землю», предоставленной фирмой «GEO y Asociados».



Вопросов пока что остается больше, чем ответов... Но без каких-либо движений в направлении разгадки этой исторической тайны, нам не приблизиться к истине. Данными исследованиями, мы лишь попытались определить точки отсчета для построения дальнейших планов.

Изучение поставленных вопросов продолжается, планируются новые экспедиции и крупномасштабные исследования.

**Коллектив "Проекта ИСИДА" благодарит за предоставленный материал:**

**Андрея Верьянова** - организатора экспедиции, представителя фирмы «GEO y Asociados»

**Игоря Алексева** – исследователя,

**Луиса Гевару** - археолога,

**Николая Бердникова**, кандидата геолого-минералогических наук,

заместителя директора Института Тектоники и Геофизики Дальневосточного отделения Российской Академии Наук.

© Все права на фото и видеоматериал защищены и принадлежат фирме "GEO y Asociados"

(Материал размещен на сайте "Проект ИСИДА" по согласованию с фирмой "GEO y Asociados")

© Copyright 2013. All rights reserved.