

# EAGE



SATBAYEV  
UNIVERSITY



ИНЖЕНЕРНАЯ : 8  
И РУДНАЯ : 10  
ГЕОФИЗИКА : 2

23 – 27 апреля 2018 г. ■ Алма-Ата, Казахстан

Генеральный спонсор



**RadExPro**  
seismic software

[www.eage.ru](http://www.eage.ru)

# Результаты комплексных аэрогеофизических исследований по технологии ЭКВАТОР в зоне Центрально-Африканского разлома.

А.К. ВОЛКОВИЦКИЙ<sup>1</sup>, В.М. КЕРЦМАН<sup>2</sup>, Е.В. МОЙЛАНЕН<sup>1,3</sup>, Ю.Г. ПОДМОГОВ<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ИПУ РАН

<sup>2</sup> МГУ им. М.В. Ломоносова,

<sup>3</sup> ООО «Геотехнологии»

Вертолет-носитель



ГНСС приемник I

на борту:

- источники питания
- бортовая вычислительная система (NAVDAT)
- магнитометр ГТ-МАГ

Буксируемая гондола

приемник  
ЭР-системы

ГНСС приемник II

датчик магнитометра

Буксируемая платформа

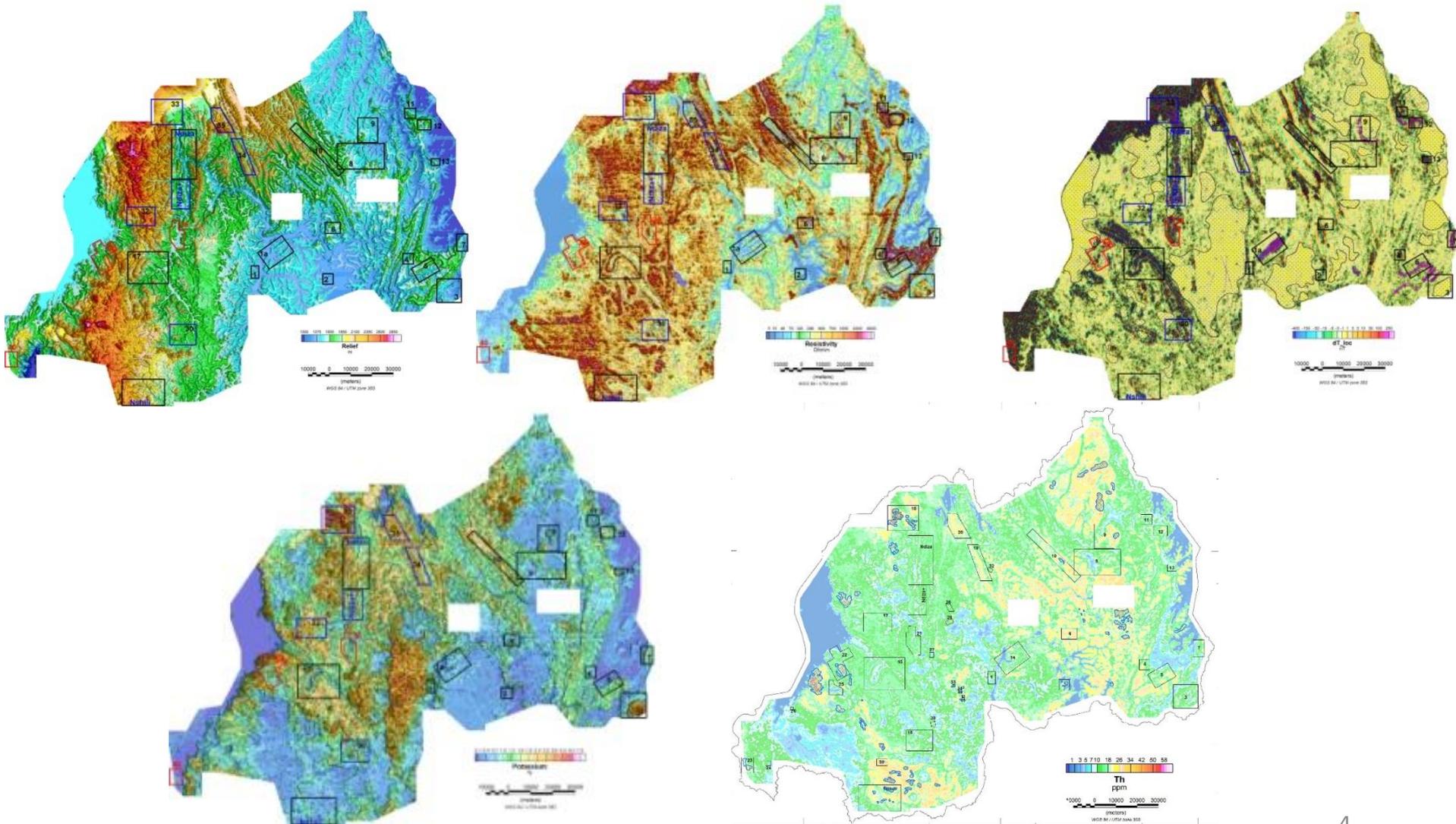
излучающий диполь ЭР-системы

радиовысотометр

блок электроники передатчика ЭР-системы

система  
позиционирования

# Результаты аэрогеофизической съемки масштаба 1: 50 000 и последующих детализационных работ, выполненных по технологии Экватор (2016-2017 г.г.)



# Объемы, сроки и производственные показатели

Начало съемки: 12.10.2016

Рядовая съемка: 19.03.2017

Детализация: 11.04.2017

Отбытие: 14.04.2017

**Всего: 6 месяцев**

Площадь съемки: 26 000 кв. км

Рядовая съемка: 52,125 км

Детализация: 4,593 км

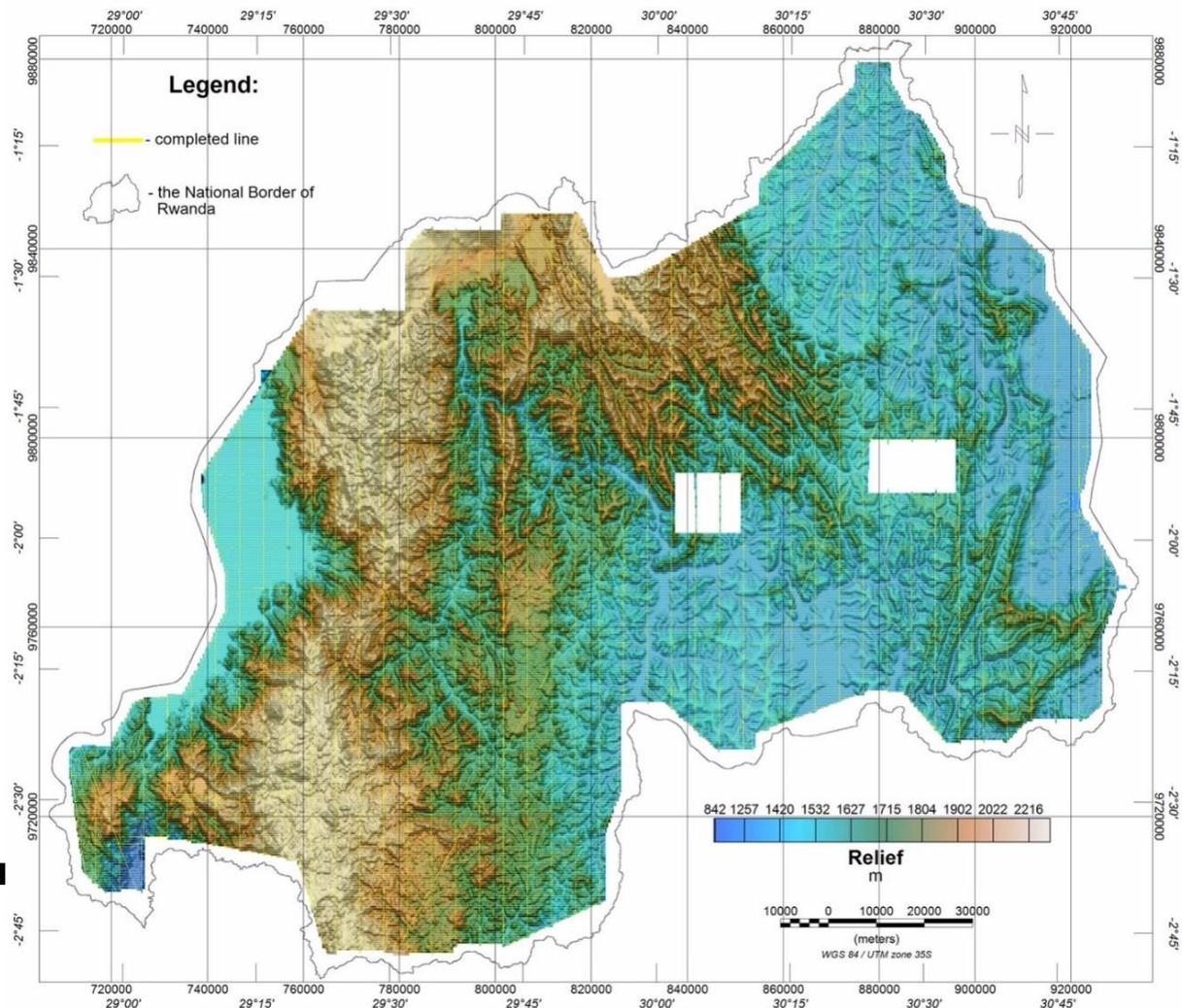
**Всего: 57,718 км**

Налет: 727.7 л. ч.

Средняя скорость: 132.3 км/ч

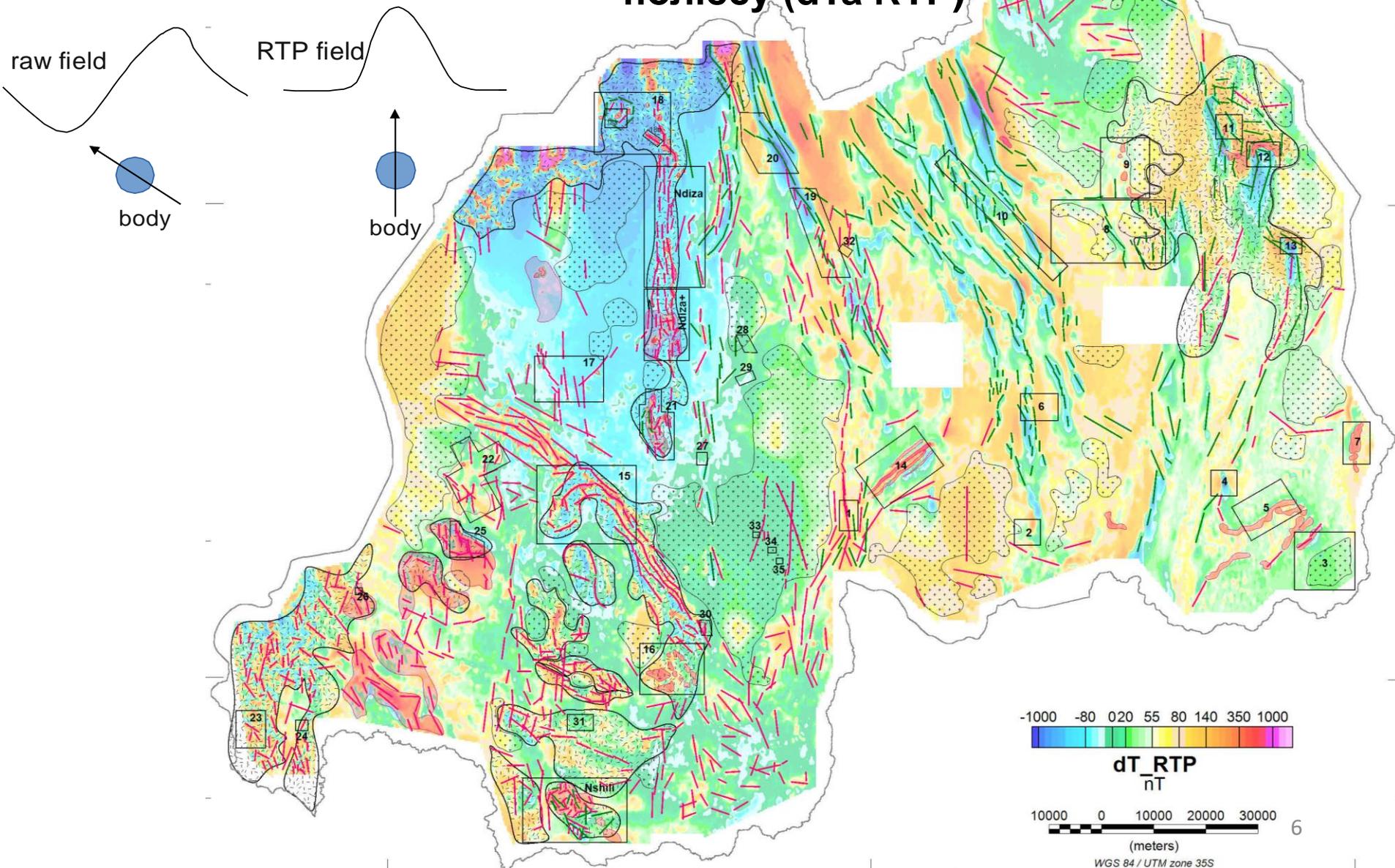
Производительность:

**9620 км/месяц**



# Основные материалы полученные при съемке масштаба 1:50 000

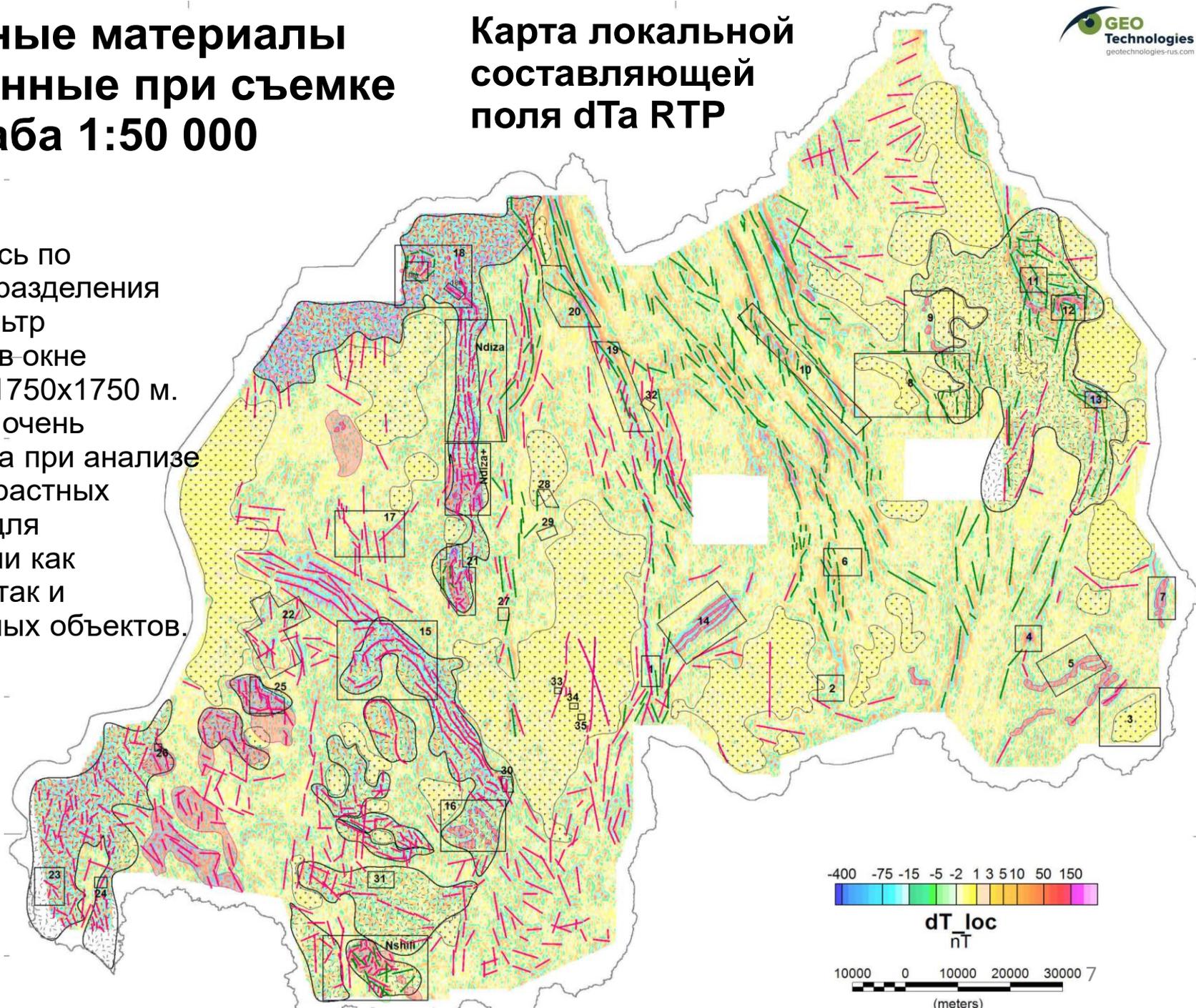
# Карта аномального магнитного поля приведенного к полюсу (dTa RTP)



# Основные материалы полученные при съемке масштаба 1:50 000

## Карта локальной составляющей поля $dT_{loc}$ RTP

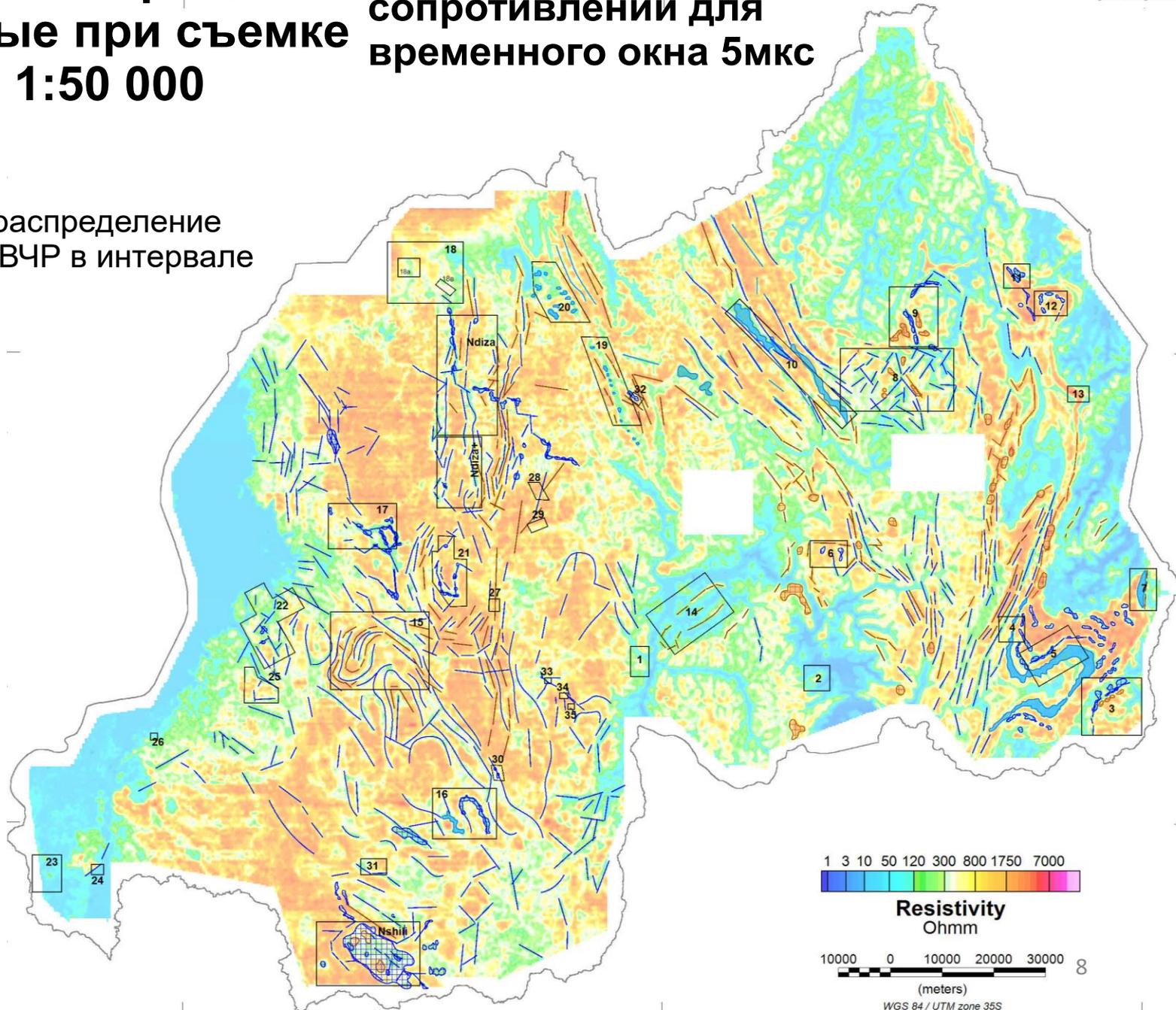
Вычислялась по алгоритму разделения полей (фильтр Керцмана) в окне 700x700 и 1750x1750 м. Процедура очень эффективна при анализе слабо контрастных аномалий для локализации как линейных, так и изометричных объектов.



# Основные материалы полученные при съемке масштаба 1:50 000

## Карта кажущихся сопротивлений для временного окна 5мкс

Характеризует распределение  
сопротивлений ВЧР в интервале  
глубин 0-30 м.



# Основные материалы полученные при съемке масштаба 1:50 000

## Карта кажущихся сопротивлений для частоты 230 Гц

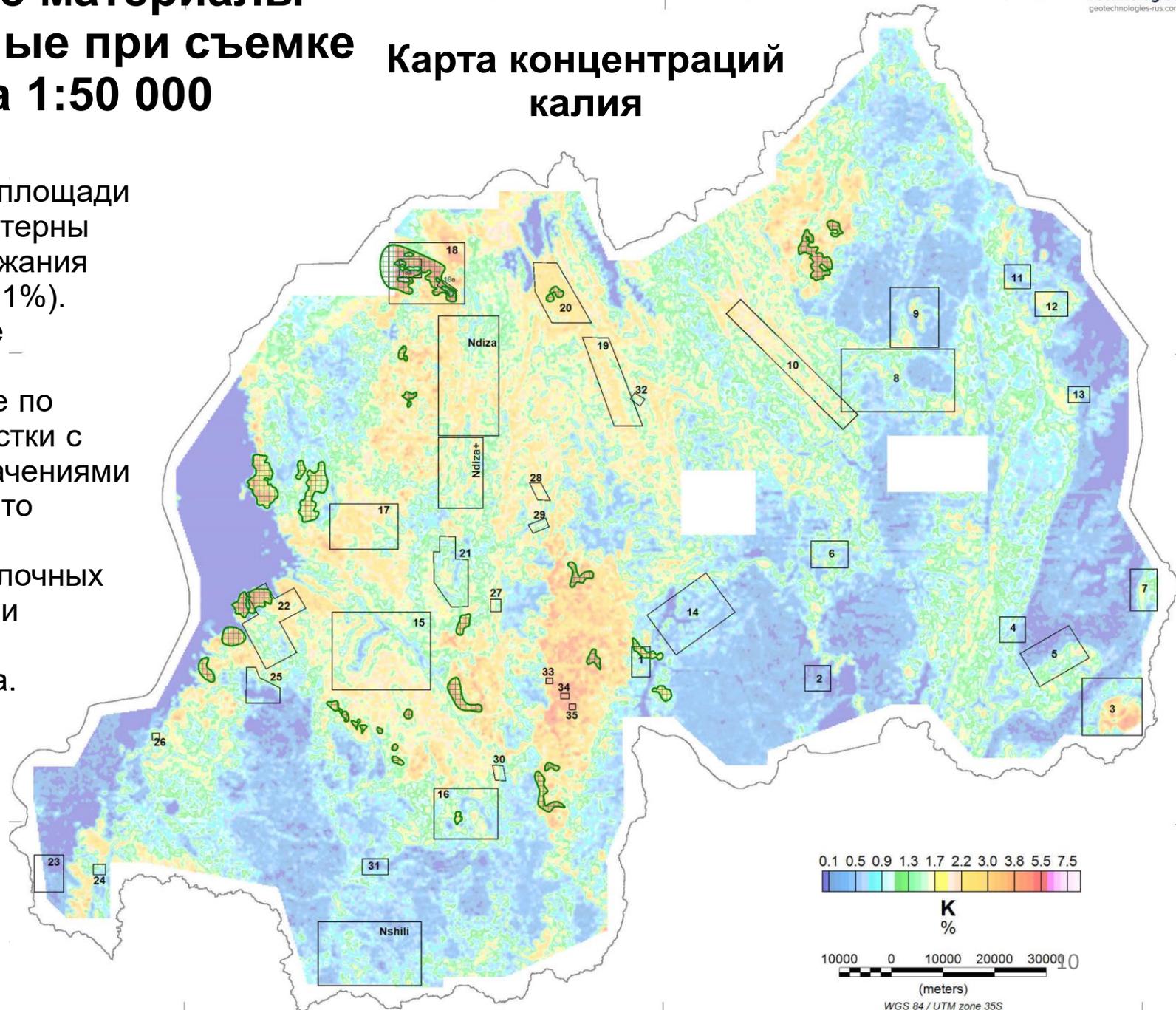
Характеризует распределение  
интегральных сопротивлений в  
интервале глубин 0-250 м.



# Основные материалы полученные при съемке масштаба 1:50 000

## Карта концентраций калия

В целом для площади съемки характерны низкие содержания калия (около 1%). Тем не менее встречаются значительные по площади участки с высокими значениями (более 4%), что указывает на процессы щелочных гидротерм или калиевого метасоматоза.

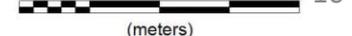


0.1 0.5 0.9 1.3 1.7 2.2 3.0 3.8 5.5 7.5



**K**  
%

10000 0 10000 20000 30000



(meters)

WGS 84 / UTM zone 35S

# Основные материалы полученные при съемке масштаба 1:50 000

## Карта концентраций тория

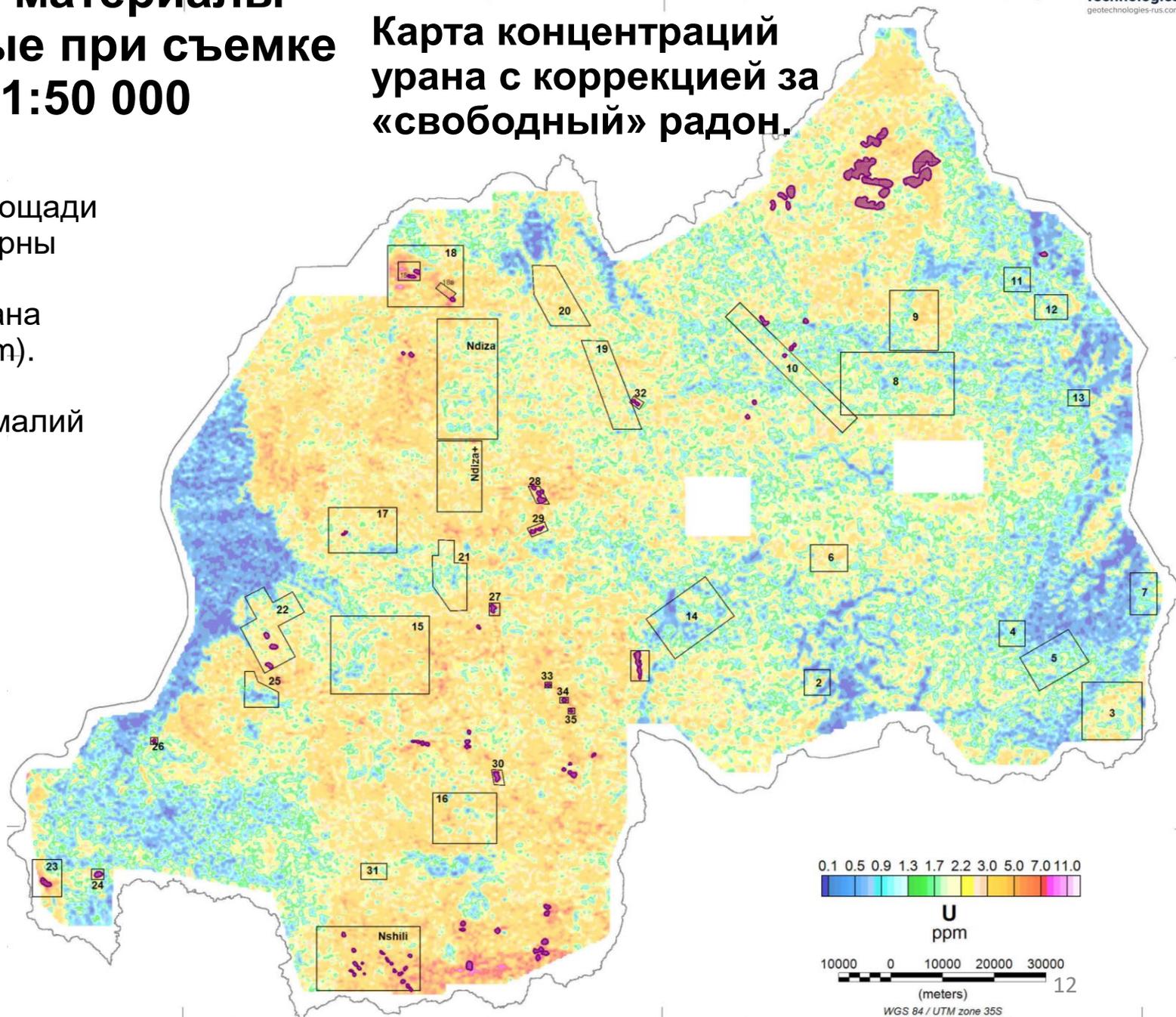
В целом для площади съемки характерны повышенные содержания тория (около 18ppm). Это вероятно связано с повсеместным распространением латеритных кор выветривания. Встречаются локальные участки с аномально высокими содержаниями (более 40 ppm). Возможно это связано с повышенными концентрациями редкоземельных элементов.



# Основные материалы полученные при съемке масштаба 1:50 000

## Карта концентраций урана с коррекцией за «свободный» радон.

В целом для площади  
съемки характерны  
«кларковые»  
содержания урана  
(около 2-2.5 ppm).  
Выявлен ряд  
локальных аномалий  
10-20 ppm.



# Результаты классификации по соотношению калия и тория.

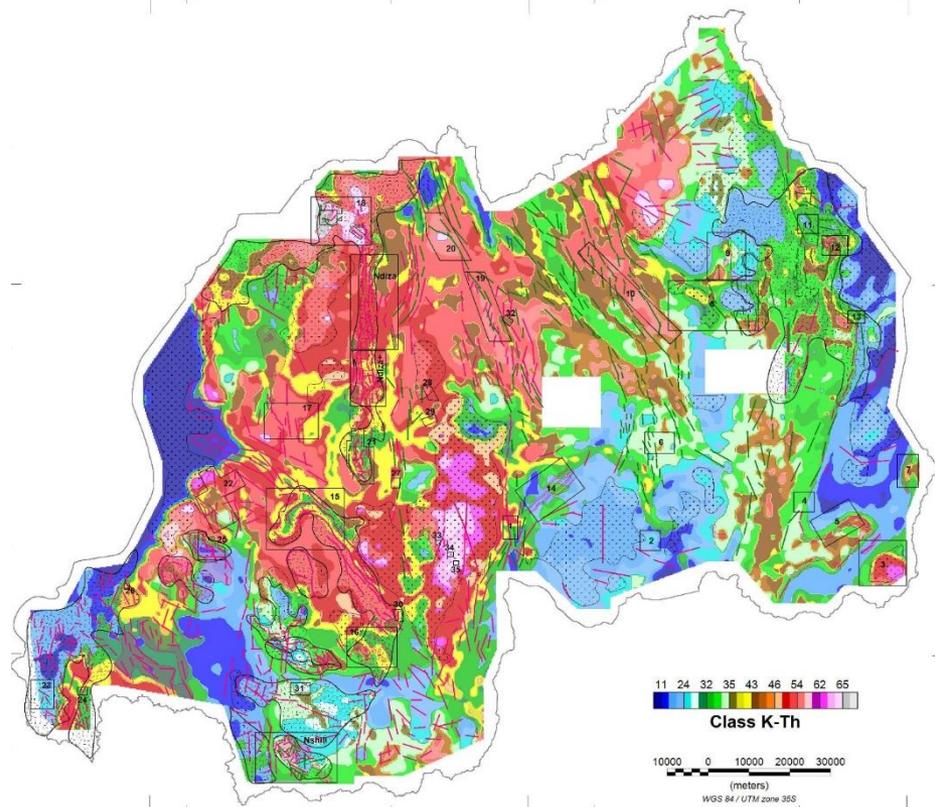
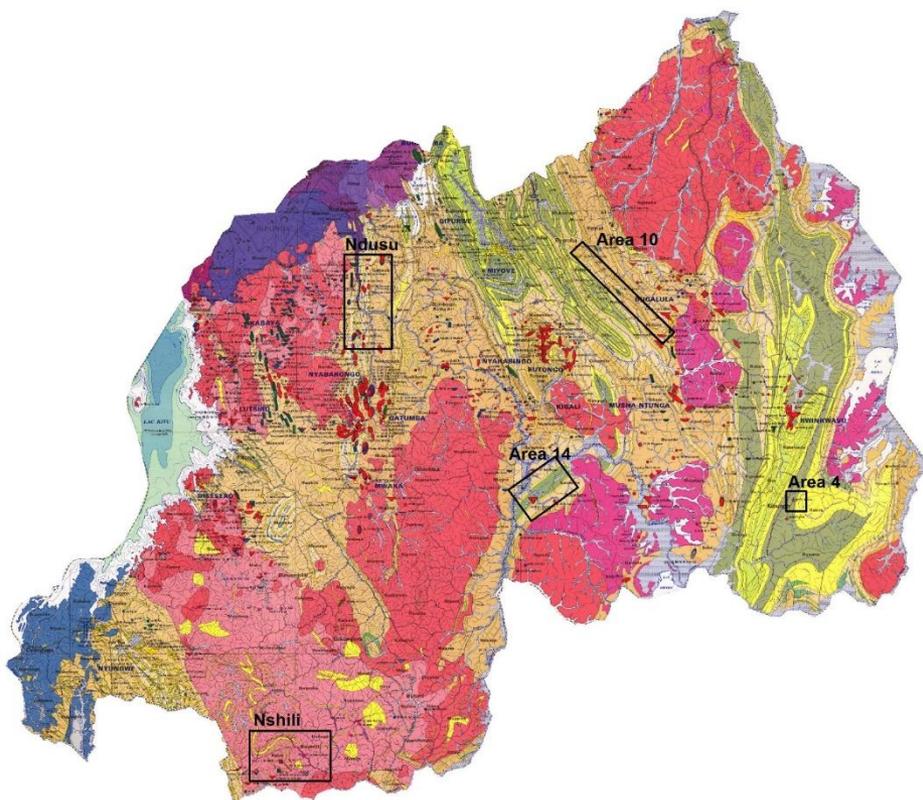
Classes

№	N	Potassium				Thorium			
		Min	Max	Average	RMS	Min	Max	Average	RMS
11	12830	0	1.4	0.03	0.04	0	22.6	1.2	3.1
22	15317	0	2.27	0.2	0.21	0	22.0	3.64	3.0
23	33949	0	1.79	0.29	0.19	0	41.88	10.11	4.1
24	22244	0	2.53	0.36	0.19	0	40.6	17.1	4.3
25	11315	0	1.51	0.4	0.19	5.1	25.0	24	4.7
26	985	0.02	1.02	0.42	0.18	21.5	70.1	35.4	6.3
32	7035	0	3.17	0.81	0.41	0	16.6	4.9	0.24
33	37040	0	3.45	0.86	0.35	0	37.5	10.9	3.26
34	35967	0	3.25	0.93	0.34	0	38.3	16.8	3.82
35	24633	0	2.92	0.91	0.35	1.6	48.0	24.2	4.66
36	1288	0.11	2.78	0.75	0.31	20.63	54.0	34.0	4.58
42	1320	0	3.43	1.42	0.64	0	13.8	4.65	2.31
43	26621	0	3.56	1.38	0.41	0	25.2	11.4	2.91
44	28475	0	3.37	1.41	0.35	1.54	34.4	16.4	3.19
45	9514	0	3.55	1.42	0.42	0	45.8	23.36	4.54
46	146	0.41	2.77	1.2	0.46	21.81	57.36	36.17	7.81
52	2710	0	5.63	2.33	0.81	0	11.81	5.14	1.93
53	34862	0	5.24	2.12	0.67	0	30.6	11.23	3.06
54	38137	0.24	4.95	2.02	0.52	4.84	32.6	16.4	2.65
55	9680	0.42	5.23	2.15	0.63	9.14	48.77	23.1	4.01
56	413	0.7	5.66	2.27	0.87	16.7	71.17	41.18	10.62
62	84	0.39	5.61	3.67	1.15	1.16	12.16	5.72	2.13
63	2822	0.04	5.94	3.65	0.71	0.43	21.98	10.42	2.93
64	2071	1.12	5.71	3.58	0.65	4.68	29.21	17.3	3.61
65	2420	0.95	7.13	3.9	0.92	9.82	47.17	24.3	4.7
66	434	2.68	7.95	5.77	1.04	21.5	65.82	36.8	6.66

# Радиогеохимическая специализация территории существенно уточняет геологическую карту масштаба 1:100 000.

*Геологическая карта*

*Карта классов K-Th соотношения*

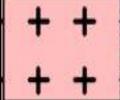
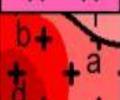


В целом для площади съемки характерны «кларковые» содержания урана (около 2-2.5 ppm). Выявлен ряд локальных аномалий 10-20 ppm.

# Пример картирования гранитных массивов и определения их вещественного состава по данным съемки масштаба 1:50 000.

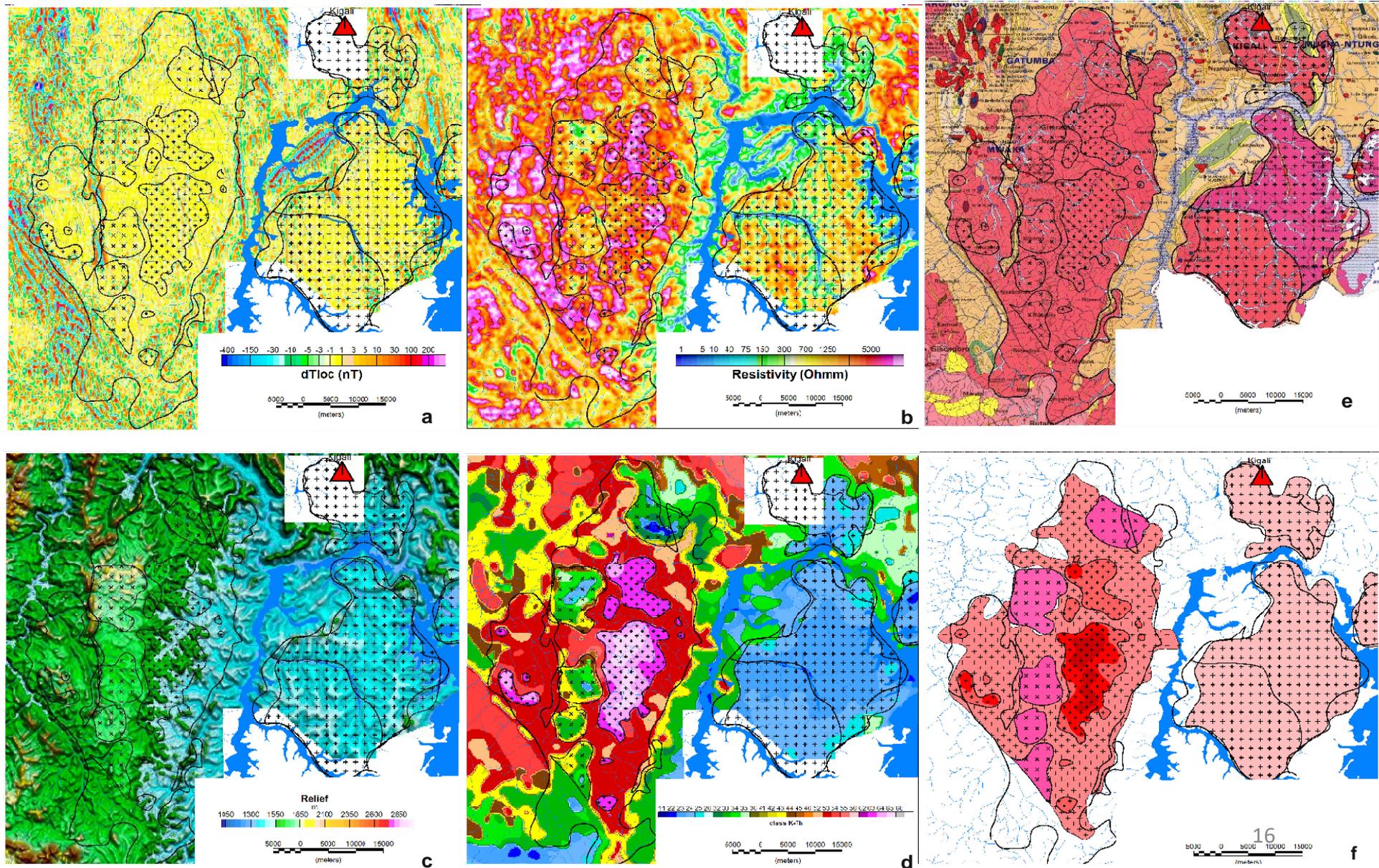
Физические свойства различных типов гранитов

Таблица 1

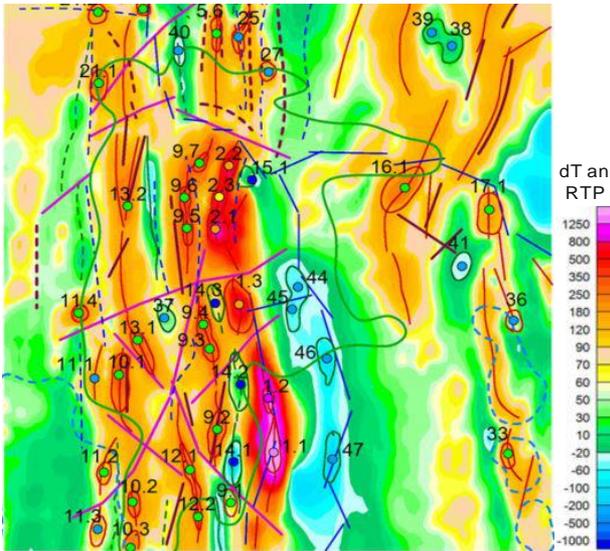
№	Услов.	K_Th class	dT loc (nT)	Rk (Ом*м)	K (%)	Th (ppm)	Характеристика гранитных массивов.
1		22-24	0-4	500-700	0.2-0.4	3.6-17.1	Низкорadioактивные граниты, характеризуются очень низкими содержаниями калия, относительно низкие сопротивления.
2		53-54	0-4	700-2500	2.0-2.15	11.2-16.4	Радиоактивные граниты, высокие содержания калия и средние содержания тория, высокие сопротивления.
3		33-35	0-4	300-600	0.86-0.91	10.9-24.2	Лейкограниты, содержания калия ниже средних, содержания тория средние и выше, сопротивления пониженные.
4		63-65	0-4	1300-2500	3.6-3.9	10.4-24.3	Высоко радиоактивные калиевые граниты, высокие содержания калия и тория, высокие сопротивления.

- Для гранитных массивов различного состава в Руанде характерна слабая дифференциация локальной составляющей магнитного поля, его интенсивность не превышает первых единиц нТл, по этому признаку достаточно надежно определяются внешние контуры гранитных интрузий.
- Кажущиеся сопротивления гранитов в зависимости от их типов меняются от 300 до 2500 Ом\*м.
- Наиболее значимо граниты различаются по своей радиогеохимической специализации.

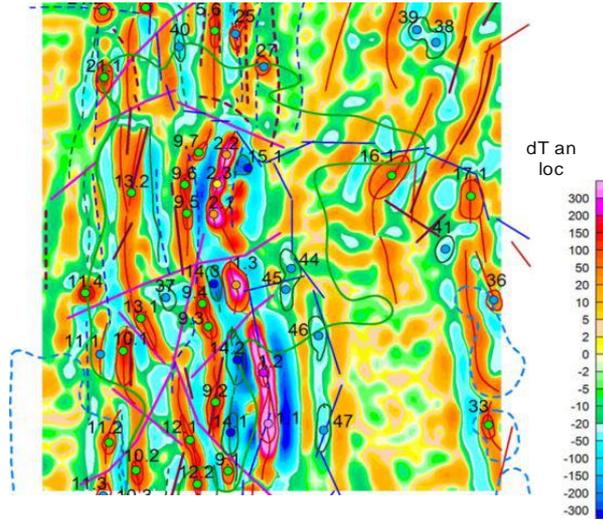
# Пример картирования гранитных интрузий и определения их вещественного состава по данным съемки масштаба 1:50 000.



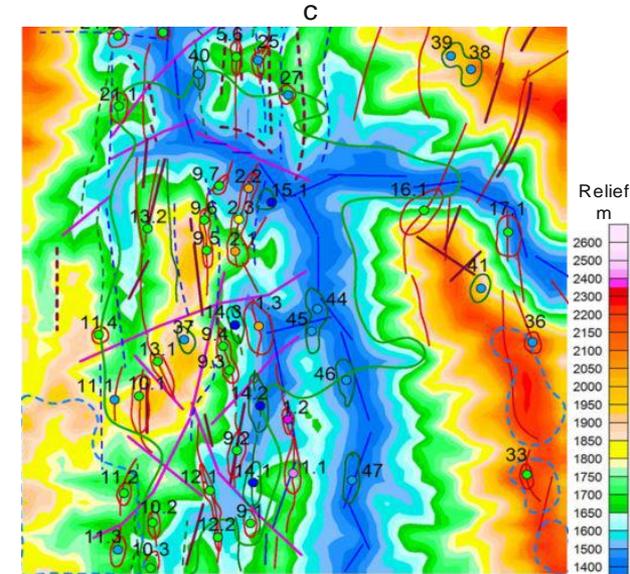
# Пример картирования пегматитовых тел по данным детализационных работ масштаба 1:25 000.



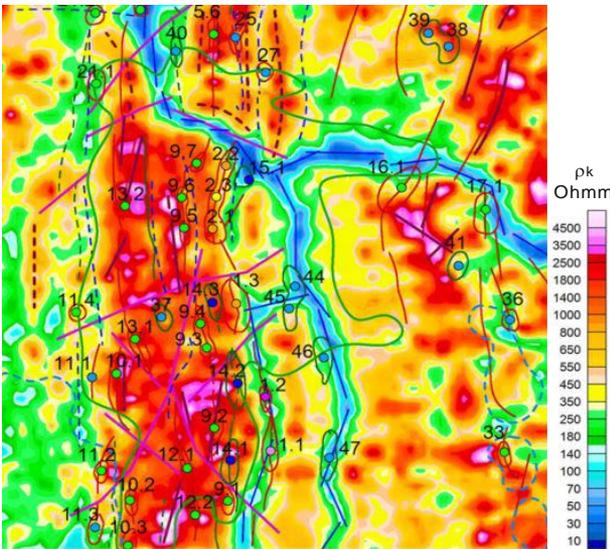
a



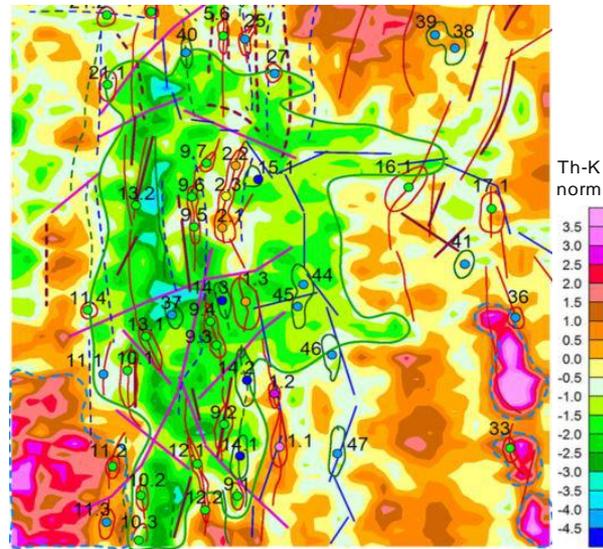
b



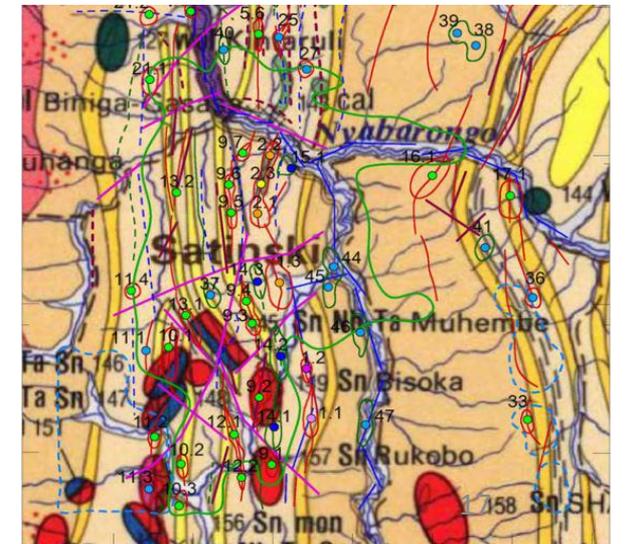
c



d

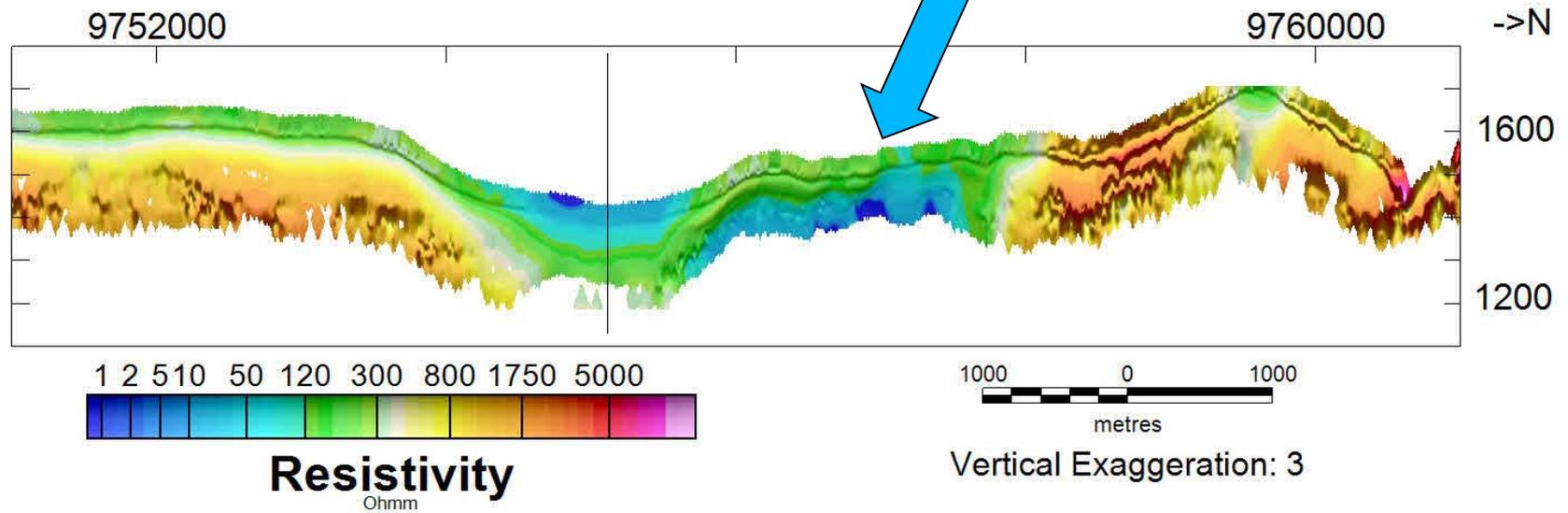


e



f

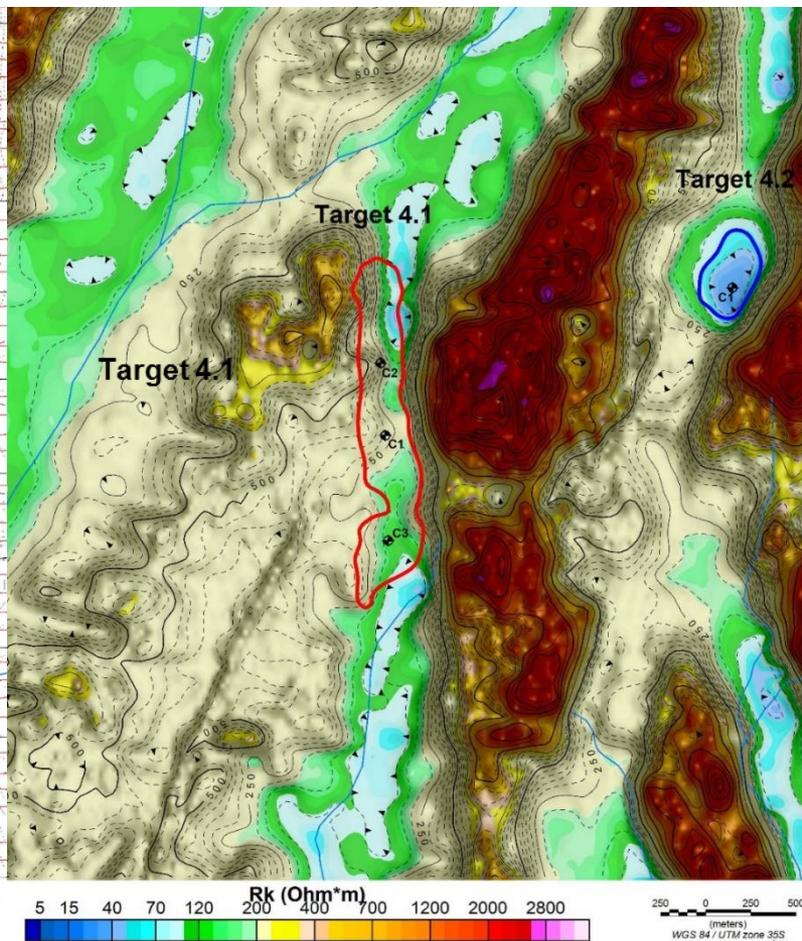
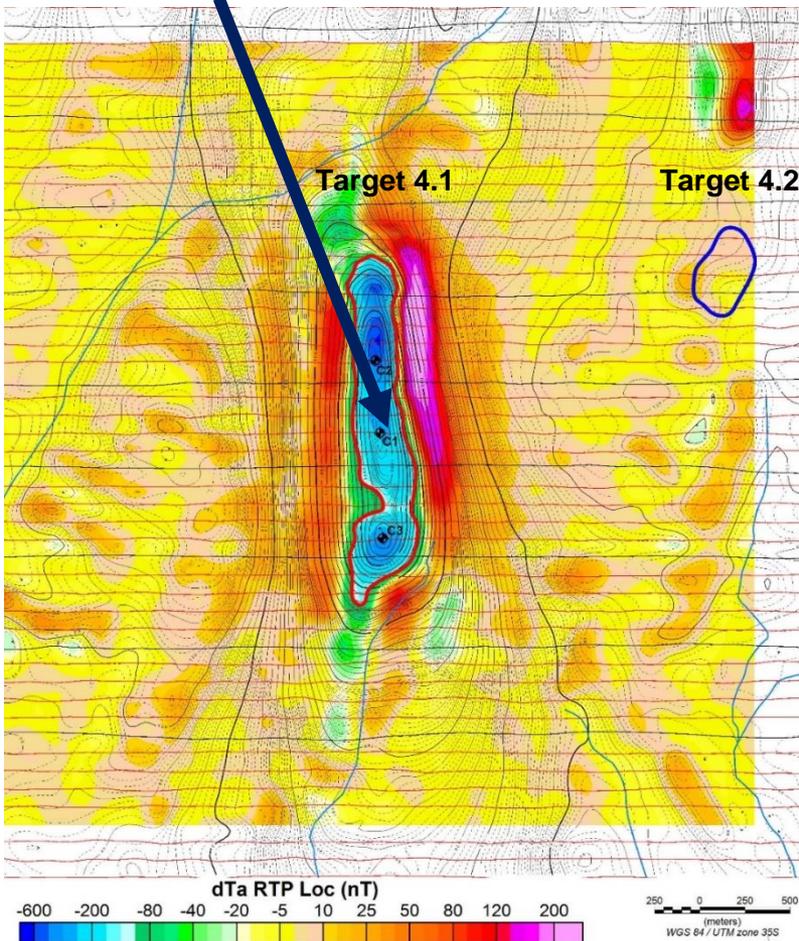
электромагнитные условия схожи с условиями залегания тр. Нюрбинская (трубка перекрыта проводящими юрскими отложениями мощностью 80 м).



# Пример картирования слепых интрузий основного состава и электропроводных аномалий трубчатого типа по данным детализационных работ масштаба 1:10 000.



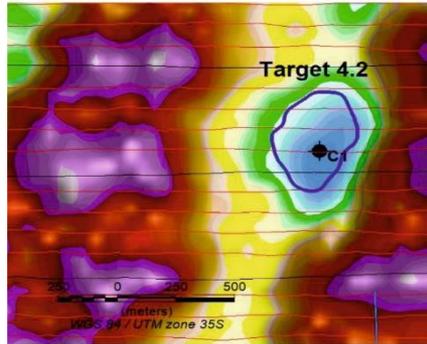
*Rukira, anomaly 4 drilling is very interesting (пересечение на 98м)  
XRF results from the field shows elevated concentrations of Cu, Ni, REE, Ag, Au  
and possibly PGEs  
31.12.2017*



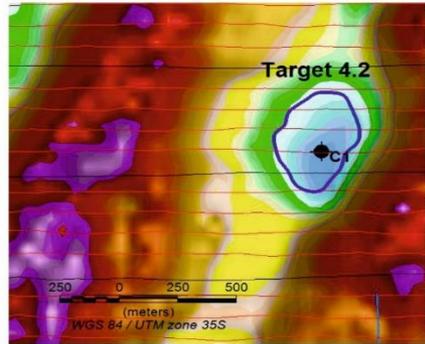
Расчетные  
глубины  
магнитной  
аномалии:  
Верхняя  
кромка – 100м  
Нижняя  
кромка – min  
700-800м

# Пример картирования слепых интрузий основного состава и электропроводных аномалий трубочного типа по данным детализационных работ масштаба 1:10 000.

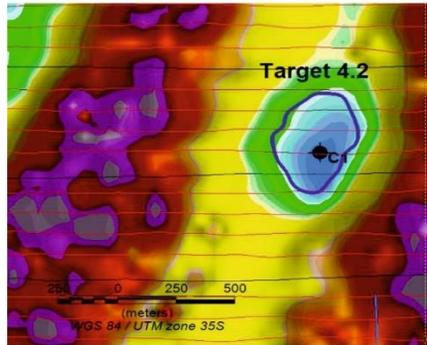
Rk f= 6500 Hz



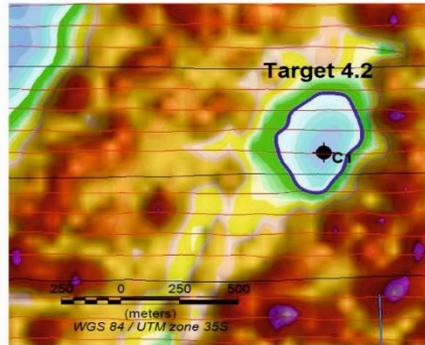
Rk f= 231 Hz



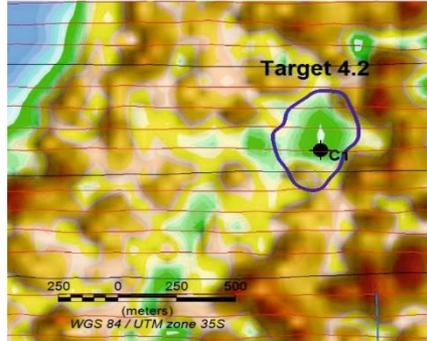
Rk t= 5 mcs



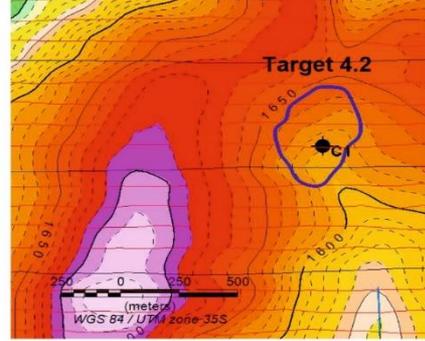
Rk t= 400 mcs



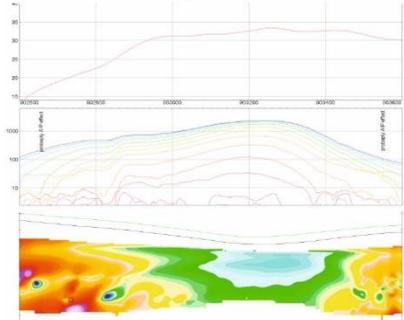
Rk t= 1000 mcs



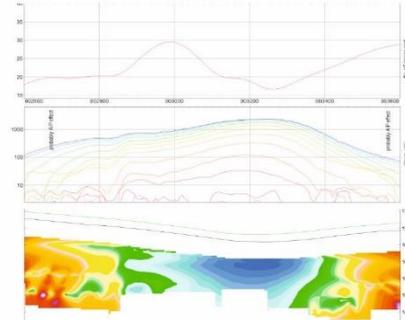
Relief (m)



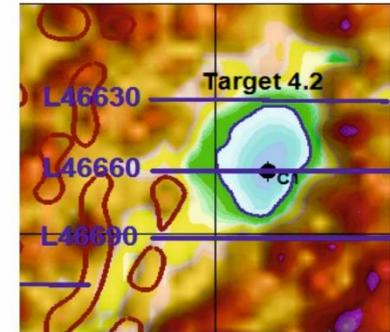
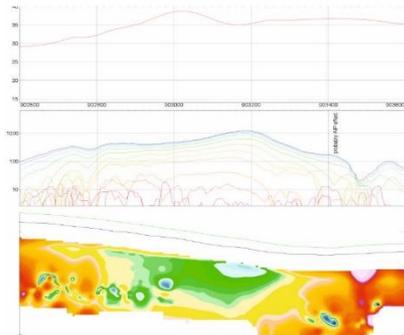
L46630



L46630



L46630



Подобные аномалии весьма характерны для кратерных фаций трубок взрыва различного генезиса, как правило эти фации представлены дезинтегрированным глинистым материалом самой трубки и вмещающих пород (последние преобладают) и для них характерны такие низкие сопротивления.

## Выводы:

1. Выполненные комплексные аэрогеофизические исследования масштаба 1:50 000 позволили существенно уточнить геологическое строение территории и выявить аномальные участки, перспективные на обнаружение ранее не известных рудных объектов (Au, Ag, Sn, W, РЗЭ, МПГ, Cu, Ni, Co, Al, U). Уточнены внешние границы гранитных массивов, определены радиогеохимическая специализация и геофизические характеристики отдельных блоков гранитов, на их основе сделана классификация гранитоидов по типам.
2. По результатам аэродетализации 5-ти перспективных участков в масштабе 1:25 000 и 1:10 000 определены размеры, форма, эпицентры и глубины залегания аномальных объектов, даны обоснованные предположения по их вещественному составу и возможному типу оруденения. Даны рекомендации по технологии наземной детализации и расположению заверочных скважин.
3. При бурении первой заверочной скважины на предполагаемой слепой, отрицательно намагниченной интрузии основного состава (объект Target 4.1) на глубине 98 м вскрыта рудная сульфидная минерализация.
4. Полевые аэрогеофизические работы по съемке масштаба 1:50 000 территории Руанды (26 000 кв.км) и последующая детализация отдельных участков были выполнены за 6 месяцев, весь цикл работ включая обработку данных и составление отчета занял менее года.

