

## Сравнение результатов аэрогеофизических съемок системами VTEM и SkyTEM<sup>508</sup> на примере месторождения Cu-Ni Valen.

**Timothy Eadie***Geotech Ltd. 245 Industrial Parkway  
North, Aurora, ON, CAN  
timothy.eadie@geotech.ca***Alexander Prikhodko***Geotech Ltd. 245 Industrial Parkway  
North, Aurora, ON, CAN  
alexander.prikhodko@geotech.ca*

### АННОТАЦИЯ

VTEM система является лидирующей в данной отрасли (аэроэлектромагнитные съемки основанные на методе переходных процессов) по причине того, что обладает лучшим соотношением сигнал-шум и чувствительностью к объектам.

Были изучены сравнительные данные аэроэлектромагнитных съемок систем VTEM и SkyTEM<sup>508</sup> над перспективной площадью Valen в Южной Австралии. Целью исследования было сравнение уровня шума систем, получение откликов на поздних временах переходных процессов и определение потенциальных электропроводных объектов. Анализ результатов показал, что система VTEM имеет значительно меньший уровень шума, более точные отклики на поздних временах переходных процессов, что указывает на отличное соотношение сигнал-шум и позволяет легко обнаруживать проводящие объекты на большой глубине.

### VTEM система

Вертолетная система, основанная на методе переходных процессов Versatile Time Domain Electromagnetic System (VTEM), является постоянно развивающимся аэрогеофизическим инструментом, использующим новейшие разработки в цифровой электронике, обработке сигналов и результатов практических опытов.

Со времени внедрения в 2002, система VTEM использовалась по всему миру, в самых разных геологических условиях для широкого спектра геолого-поисковых задач. Техническое развитие системы, основанное на всестороннем анализе съемочной практики, новых электронных и схематических достижений и требований разведки и горнодобывающей отрасли, постоянно продолжается. Технически система развивается комплексно и сбалансированно для снижения шума системы, увеличения дипольного момента, оптимизации сигнала, расширения измеренной полосы пропускания и увеличения точности системы сбора данных.

VTEM мировой лидер в производстве аэроэлектромагнитной съемки, обеспечивающий наивысшее качество электромагнитных и магнитных данных. Об этом свидетельствует сравнение съемок аэроэлектромагнитных систем, основанных на методе переходных процессов VTEM и SkyTEM<sup>508</sup> над массивным сульфидным Cu-Ni месторождением Valen в Южной Австралии.

### ГЕОЛОГИЯ РАЙОНА VALEN

Месторождение Valen находится в пределах развития магматизма основного состава, как часть комплекса Giles провинции Musgrave в северо-западной части Южной Австралии. С породами основного состава ассоциируется Cu- и Ni-сульфидная минерализация (халькопирит и пентландит, соответственно). В окрестностях месторождения Valen, перекрывающий слой состоит из мощного слоя проводящих риголитов осадков палеодолины, и песка. В результате VTEM съемок проводимых в 2011 и 2012 годах идентифицировано большое число перспективных аномалиеобразующих объектов включая новые объекты.

### СОПОСТАВЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ VTEM И SKYTEM<sup>508</sup>

Данные съемок системами систем VTEM и SkyTEM<sup>508</sup> над определенным электропроводным объектом представлены ниже. Сравнение проводилось по уровню шума, получению откликов на поздних временах переходных процессов и по способности определения потенциальных объектов. Некоторые технические спецификации двух систем близки: пиковый дипольный момент ( $\approx 460\,000$  NIA), площадь петли передатчика ( $\approx 525$  м<sup>2</sup>) и высота над землей (30 м). Данные VTEM и SkyTEM<sup>508</sup> представлены в виде элетромагнитной составляющей dB/dt Z.

Уровни собственных шумов систем можно оценить из данных на Рисунке 1, на котором представлены электромагнитные отклики вдоль профиля над месторождением Valen для обеих систем (L30390 для VTEM и L20110 для SkyTEM<sup>508</sup>). Хотя эти данные не идеальны для оценки уровня шумов из-за наличия проводящего слоя, но качественная оценка для съемочных данных может быть проведена на промежутке профиля между 590900E и 591600E (см. Рисунок 1). Графики данных представлены в одинаковом комплексном логарифмическом/линейном масштабе с целью показать отклик проводника до полного затухания сигнала до уровня шума системы. В этой части, VTEM имеет различимый шум на самых поздних временах но вторичное поле от геологической среды также различимо. Данные системы SkyTEM<sup>508</sup> отражают негеологический электромагнитный сигнал в виде нерегулярных и некоррелируемых волн на разных временах измерения, включая отрицательные на поздних временах. Кроме того, шумы на поздних временах системы SkyTEM<sup>508</sup> содержат гармоники с большой длиной волны, которые сопоставимы с шириной аномалии от месторождения Valen, что делает полезный сигнал SkyTEM трудно различимым на фоне собственного шума системы.

Электромагнитный сигнал на поздних временах является главным индикатором объектов с хорошей электропроводностью. На Рисунке 2 изображено сравнение на одном и том же съемочном профиле VTEM (L30290) и SkyTEM<sup>508</sup> (L20010). Электромагнитные данные, показывающие графики dB/dt Z компоненты по профилю наблюдений и кривых затухания ЭМ сигнала на пике отклика для одного и того же проводника. VTEM данные показывают четкие временные отклики вплоть до времени затухания 9 мсек. Отклики данных SkyTEM<sup>508</sup> полностью затухают на периоде времени 6.5 мсек. Достоверный отклик на поздних временах, 9 мсек по данным системы VTEM, над тем же проводником указывает на то, что первичное поле от передатчика VTEM эффективно подает напряжение на проводник. Это очень важное условие при расчете параметра постоянного времени TAU чтобы различать слабые и хорошие

проводники. Для одного и того же электропроводного объекта значения TAU получены 2 мсек для VTEM и 0.9 мсек для SkyTEM<sup>508</sup>. То есть разница в оценке проводимости объекта более чем в 2 раза! Отсюда следует, что VTEM система более точно фиксирует и обнаруживает хорошие проводники. Данный проводник расположен возле других электропроводных объектов в непосредственной близости от обнажений основных пород комплекса Giles. Качество сигнала на поздних временах важно для моделирования объектов под заверочное бурение, так как модель будет более достоверно отображать глубину, ориентацию и проводимость более проводящих частей объекта.

Сравнение результатов съемки над месторождением Valen демонстрирует, что система VTEM имеет меньший собственный шум и более четкие и локальные электромагнитные отклики на поздних временах, определяющие высокий коэффициент отношения сигнала к шуму. Более высокое соотношение сигнал-шум позволяет проводить исследования на большей глубине и находить объекты, особенно глубокозалегающие. Сравнение чувствительности к объекту изображено на Рисунке 3, на котором показаны электромагнитные данные систем VTEM и SkyTEM<sup>508</sup> над одной и той же линией полета, и разрез сопротивлений полученный по данным VTEM. Вдоль линии, VTEM способен определить несколько локальных объектов, включая глубокозалегающий проводник на месте 590150E, который не отображается в данных SkyTEM<sup>508</sup>. Это демонстрирует высокую чувствительность системы VTEM к глубоко залегающим проводящим объектам, которые в случае SkyTEM<sup>508</sup> могут быть пропущены. Данный объект является высокоперспективным, так как он расположен около обнажений основных пород комплекса Giles.

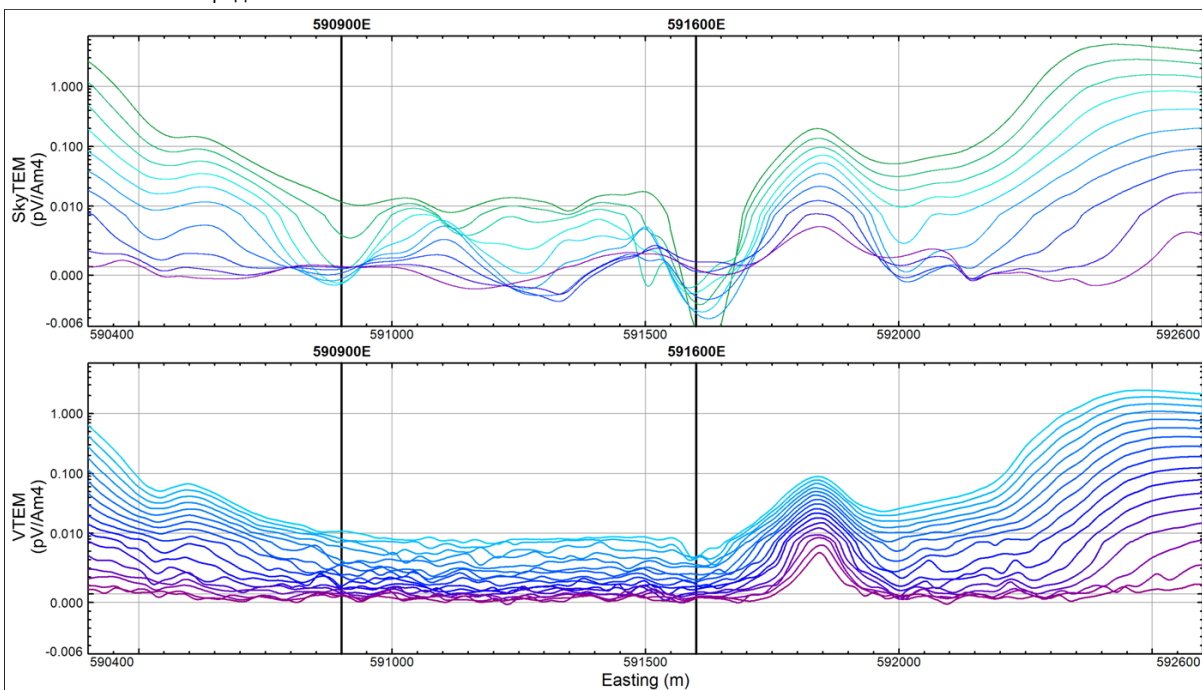
## ВЫВОДЫ

Электромагнитные данные полученные системой VTEM были сравнены с данными системы SkyTEM<sup>508</sup> с оценкой уровня шума систем, откликов от проводника на поздних временах и чувствительности над электропроводным геологическим объектом. Во всех трех случаях, VTEM демонстрирует низкий уровень шумов, более точные и локальные отклики на поздних временах и высокую чувствительность. Это было достигнуто из-за высокого отношения сигнал-шум системы VTEM, что позволяет получать данные от глубокозалегающих объектов и определять высокопроводящие объекты, которые могли бы быть пропущены.

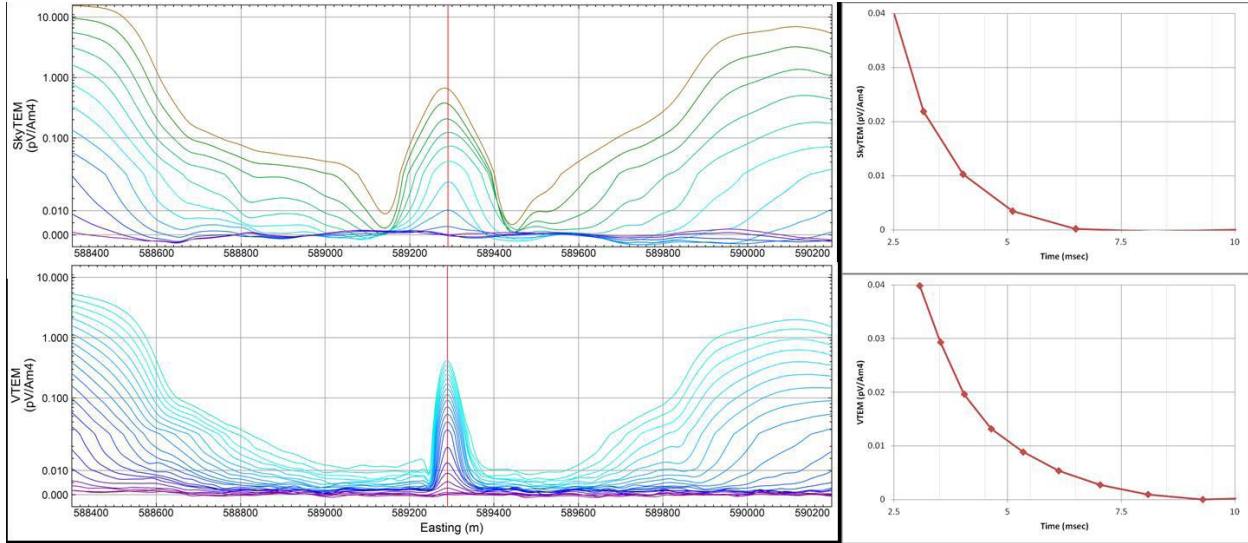
Высокое отношение сигнал-шум системы VTEM позволяет из полученных данных построить точную модель с указанием глубины и ориентации более проводящих частей объекта, для последующего заверочного бурения.

## БЛАГОДАРНОСТИ

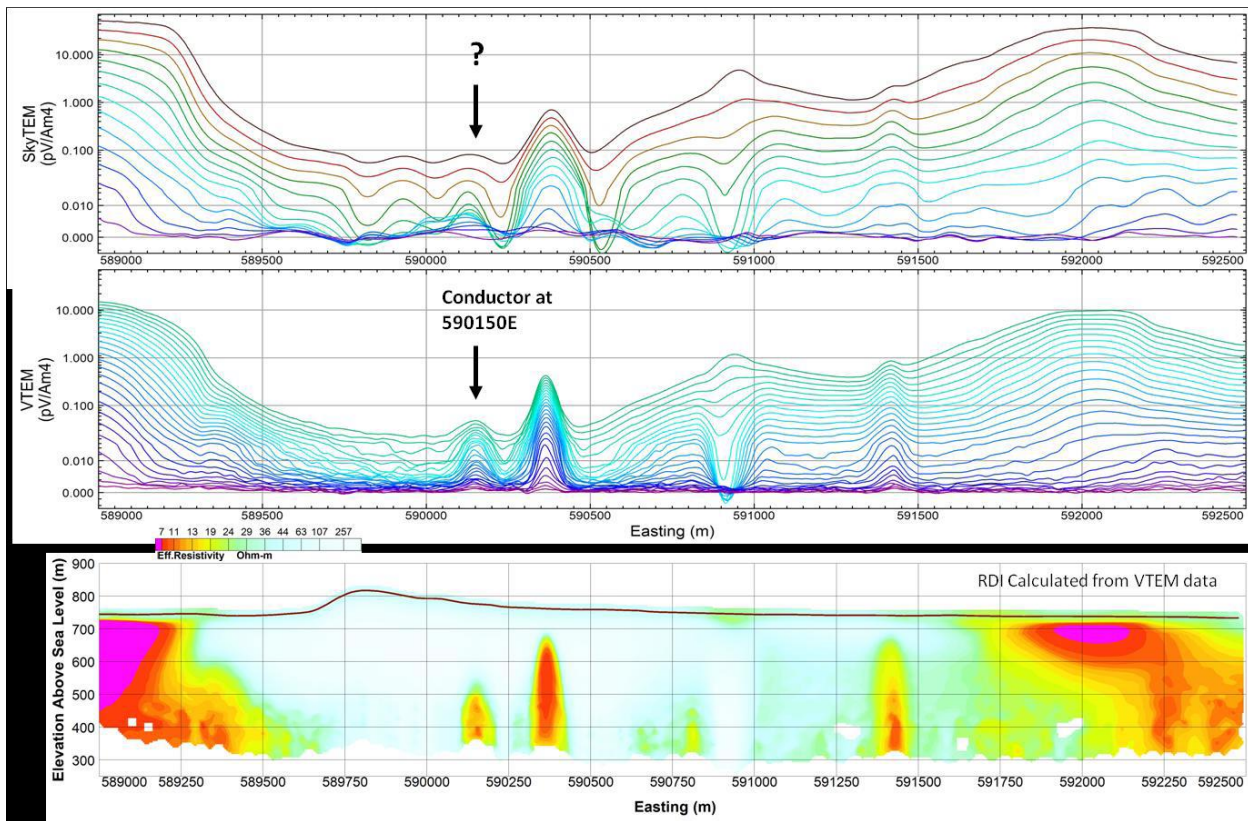
Геотек выражает благодарность Musgrave Minerals Ltd. за выбор системы VTEM для проведения съемки и за вклад в данную статью. Данные системы SkyTEM были предоставлены CSIRO, благодарим их за этот вклад.



**Рисунок 1** – Уровень шумов выделенных на профиле 20110, времена 1.1-10.4 мсек для системы SkyTEM<sup>508</sup> (сверху) и линии 30390 для времен 1.2-10.7 мсек системы VTEM (внизу).



**Рисунок 2** – Отклики поздних времен показаны вдоль профилей для времен 0.6-10.6 мсек на линии 20010 для системы SkyTEM<sup>508</sup> (вверху) и на линии 30290 для системы VTEM (внизу) с кривой затухания (справа) при зондировании обозначаемая красной линией.



**Рисунок 3** – Чувствительность системы над объектом на профиле 20050, времена между 0.3-10.4 мсек для системы SkyTEM<sup>508</sup> (вверху), на профиле 30330, для времен 0.3-10.7 мсек системы VTEM (посередине) и разрез сопротивления, построенный по данным VTEM (внизу).

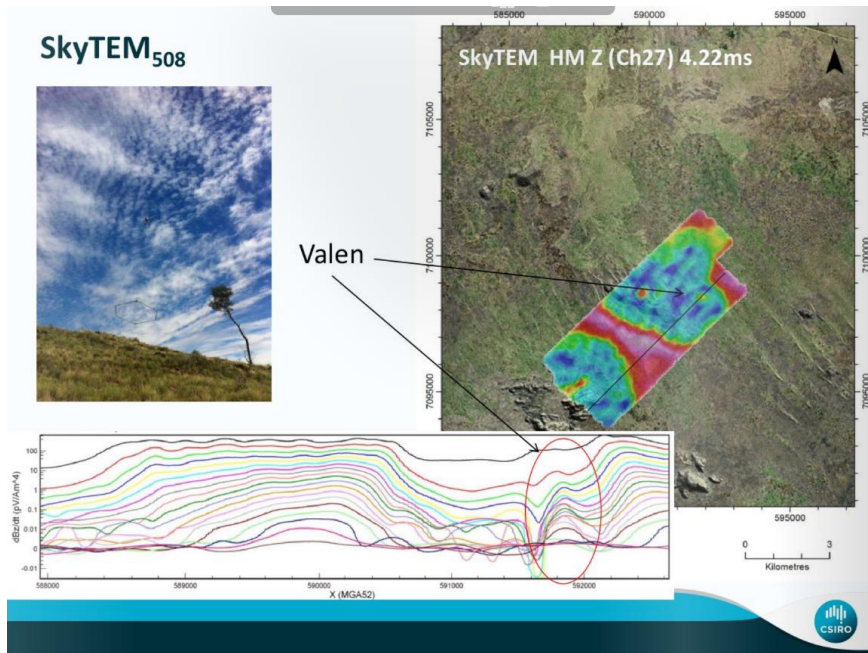


Рисунок 4 – Пример данных системы SkyTEM<sup>508</sup> над месторождением Valen\*

## Pallatau Area – VTEM late time anomalies

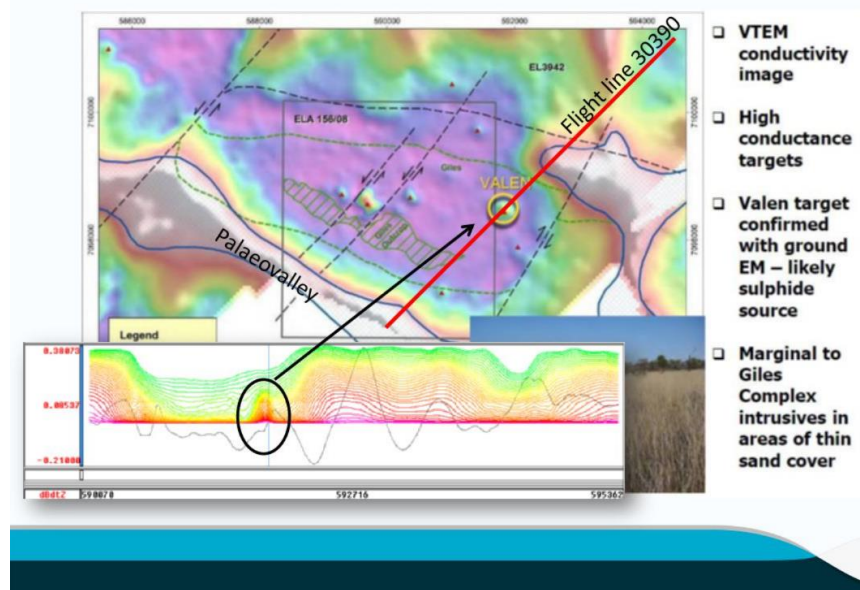


Рисунок 5 – Пример данных системы VTEM над месторождением Valen\*

\*Данные материалы взяты из презентации Tim Munday "New AEM systems, new interpretation methods – new insights for exploration through cover in the Musgrave province" (доступной по следующему адресу (<https://www.yumpu.com/en/document/view/23045592/munday>))