

Ситуационный анализ SkyTEM: Исследование Вален Сравнение с VTEM (Универсальной пространственно-временной электромагнитной съемкой)

Flemming Effersø
SkyTEM Surveys
fe@skytem.com

Kurt I. Sørensen
SkyTEM Surveys
kurt.sorensen@geo.au.dk

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ

SkyTEM, авторитетная мировая технология для проведения гидрогеофизических исследований, которая применяется по всему миру для разведки природных ресурсов. Основываясь на обширном опыте, полученном в течение последнего десятилетия, SkyTEM разработала систему SkyTEM⁵⁰⁸, уделяя особое внимание обеспечению оптимального соотношения сигнал-шум для определения отклонений при разведке полезных ископаемых. Откалиброванная система записывает точные и повторяющиеся данные с хорошо контролируруемыми параметрами системы.

В данном Информационном листе мы сравним производительность новой системы SkyTEM⁵⁰⁸ с производительностью системы VTEM над проводником Вален в Южной Австралии. Обе системы имеют примерно одинаковый момент передачи около $\approx 460,000$ NIA, что таким образом становится первым сравнением SkyTEM и VTEM при сопоставимых условиях. Сравнение показывает, что две системы имеют аналогичные уровни шума, но система SkyTEM имеет амплитуду аномалии в 1,5 - 2 раза, чем отличается от системы VTEM. Мы связываем это с более быстрым отключением системы SkyTEM (200 мкс), что обеспечивает более быстрое подключение к проводнику Вален, чем позволяет система VTEM при времени подключения в 1400 мкс.

СИСТЕМА SKYTEM⁵⁰⁸

SkyTEM уже получила и обработала несколько тысяч километров геофизических данных для проектов по разведке полезных ископаемых по всему миру. Изначально разработанная для гидрогеофизических исследований в Дании, SkyTEM является мировым лидером в гидрогеологической съемке, что признается в многочисленных публикациях и докладах. Недавно SkyTEM была выбрана для начальной фазы национального индийского гидрогеофизического исследовательского проекта AQUIM (Вертолетная геофизика для картографии водоносного горизонта), финансируемого Всемирным банком и Индийским правительством.

Гидрогеофизические данные количественно инвертированы для получения моделей удельной проводимости разреза, используемых для оценки и планирования. Для принятия важных решений относительно водных ресурсов к точности и повторяемости данных, а также к наличию достоверной информации о параметрах системы: о высоте и положении системы, наклоне и крене,

форме тока, преобразовании сигнала и т.д. предъявляются очень высокие требования.

Постоянные исследования и развитие программ SkyTEM применяют знания и опыт, полученные от проектирования оригинальных гидрогеофизических систем для дальнейшего развития технологии в целях улучшения разведки полезных ископаемых. Такой результат был достигнут в основном за счет роста коэффициента сигнал-шум, результатом чего стала система SkyTEM⁵⁰⁸.

Точность системных данных SkyTEM была признана сырьевым сектором, и сегодня подавляющее большинство работ, проводимых SkyTEM, выполняются для разведки полезных ископаемых.

Основными особенностями системы SkyTEM⁵⁰⁸ являются высокий момент передачи $\approx 460,000$ NIA, быстрое отключение, ультрасовременная электроника и отличное подавление микрофонного шума (шума движения). Все это способствует усилению геофизических аномалий. Кроме того, система имеет очень жесткая

рама с высотомерами, GPS и уклономерами, установленными на самой раме, чтобы обеспечить получение точных геометрических параметров. Система SkyTEM508 также предлагает функцию Dual Moment, уникальную для всех конфигураций системы SkyTEM. Эта уникальная опция предоставляет точные и объективные измерения, сделанные ранее, которые увеличивают разрешение приповерхностных структур посредством режима Low Moment, не нарушая глубину проникновения в режиме High Moment.

Обслуживая нужды как гидрогеофизической разведки, так и разведки полезных ископаемых, SkyTEM является мировым лидером, имея на счету 300 000 погонных километров, которые технология налетала между 2004 и 2012 годами.

В данном коротком Информационном листе мы представляем данные полученные системой SkyTEM⁵⁰⁸ над проводником Вален, который находится в провинции Масгрейв в северной части Южной Австралии и сравниваем результаты с данными, полученными системой VTEM.



Рисунок 1: Краткий обзор системы SkyTEM⁵⁰⁸

ГЕОЛОГИЯ РАЙОНА ВАЛЕН

Территория вокруг проводника Вален была обследована несколькими бортовыми системами, в том числе вертолетными TDEM системами VTEM и SkyTEM, а также TDEM системами с фиксированным крылом TEMPEST и SPECTREM.

Участок Вален находится в центральной части провинции Масгрейв в северо-западной части Южной Австралии и характеризуется различными структурными мафическими породами, которые отнесены к Комплексу Джайлз. Ряд показателей был определен компанией Musgrave Minerals во время

исследования VTEM в 2011 и 2012 годах, которые проявились как поздние отклонения в данных TDEM. В близлежащих к комплексу Джайлз обнажениях были найдены медноколчеданные и сульфид-никелевые минералы. Покрывающие породы в непосредственной близости, как предполагается, состоят в основном из песка, хотя также присутствует покрывающая порода из толстого риголита, который относится к отложениям палеодолины. Линии 20010 и 20030 SkyTEM, представленные ниже, проходят через некоторые основные отклонения, выявленные в ходе исследования VTEM.

СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ SKYTEM⁵⁰⁸ И VTEM

Для сравнения мы выбрали Пик (High Moment) системы SkyTEM508 и VTEM с учетом уровня шума и амплитуд отклонений. Данное сравнение является первым опубликованным, где момент передачи поддается сравнению (в противовес сравнению в публикации Geotech: “VTEM Case Study – Comparison with SkyTEM: The Greenland Project” («Анализ VTEM – Сравнение со SkyTEM: Гренландский проект»). В данном случае момент передачи составляет $\approx 460,000$ NIA для обеих систем, и мы сравниваем измерения времени отключения dB/dt вертикальной составляющей над двумя расчетными линиями из исследования Вален: Линия 20010 (исходная линия SkyTEM), где линии полета совпадают полностью, и Линия 20030, где есть незначительное отклонение 9м в среднем от линий полета. Время выключения передатчика системы SkyTEM составляет ≈ 200 мкс, в то время как для системы VTEM ≈ 1400 мкс, и мы сравниваем интервалы с тем же временем задержки по отношению к концу выключения.

На Рисунке 2, интервалы 12 - 35 построены для двух систем для Линии 22010. Видно, что отклонение SkyTEM к восточной координате 591 850м примерно в два раза больше амплитуды соответствующего отклонения VTEM. Рисунок 3 является увеличенным Рисунком 2, призванным показать, что уровни шума одинаковы для обеих систем; были нанесены только интервалы 26 – 35 и для этих интервалов отклонение SkyTEM составляет в 1,5 раза больше, чем отклонение системы VTEM. На Рисунках 2 и 3 слева и справа от отклонения можно наблюдать, что влияние перекрывающих отложений выше для системы SkyTEM, чем для VTEM.

На рисунке 4 интервалы 12 - 35 приведены для двух систем для Линии 20030, где обнаружено очень небольшое отклонение. Видно, что

отклонение SkyTEM на Восточную координату 589 700 м чуть меньше, чем в два раза, по сравнению с системой VTEM. Рисунок 5 представляет собой увеличенный Рисунок 4, демонстрирующий, что уровни шума одинаковы для двух систем; были указаны только интервалы 26 - 35 и для этих интервалов отклонение SkyTEM составляет примерно в 1,5 раза больше, чем у системы VTEM. На Рисунках 4 и 5, слева и справа от отклонения, видно, что влияние перекрывающихся отложений гораздо выше для системы SkyTEM, чем для системы VTEM.

Учитывая, что уровни шума были одинаковыми, мы относим более высокие амплитуды отклонений SkyTEM к тому факту, что система SkyTEM выключает ток передатчика значительно быстрее, чем система VTEM.

ВЫВОДЫ

Новая система SkyTEM⁵⁰⁸ является одной из самых мощных бортовых систем TEM на рынке. Она была разработана с учетом обширного опыта, полученного с более ранними системами SkyTEM, которые сосредоточены на гидрогеофизических исследованиях, и обладает теми же непревзойденными функциями, а именно откалиброванной точностью, повторяемостью, подавлением шума и всеобъемлющим, постоянным мониторингом системных параметров.

Сравнивая dB/dt данные из района вокруг проводника Вален, видно, что в то время как SkyTEM и VTEM системы имеют одинаковые

уровни шума, отклонение амплитуды системы SkyTEM является ≈ 2 раза больше, чем отклонение системы VTEM вследствие превосходной системы выключения SkyTEM.

Помимо превосходного определения отклонений, система SkyTEM также имеет более высокий отклик dB/dt, относящийся к покрывающему слою, о которых было обнаружено больше информации. Это является преимуществом в количественной 3D инверсии данных; отсутствие информации о покрывающем слое может исказить форму и размер инверсивной модели.

Исследование Вален является первым взлетевшим исследованием с новой системой SkyTEM⁵⁰⁸. С тех пор, как это исследование было завершено, было реализовано дальнейшее развитие и система SkyTEM теперь обеспечивает как dB/dt, так и В данные, для z- и для x-компонентов в исследованиях, проведенных для разведки полезных ископаемых. Кроме того, существует функция для оптимизации соотношения сигнал-шум путем регулирования времени включения и выключения по отношению к постоянной времени проводящего объекта поисков.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Данные VTEM были собраны Musgrave Minerals Ltd. и мы благодарны за их вклад в это исследование. Данные SkyTEM, излагаемые здесь, были приобретены CSIRO, и мы также благодарим их за готовность внести свой вклад в это сравнительное исследование.

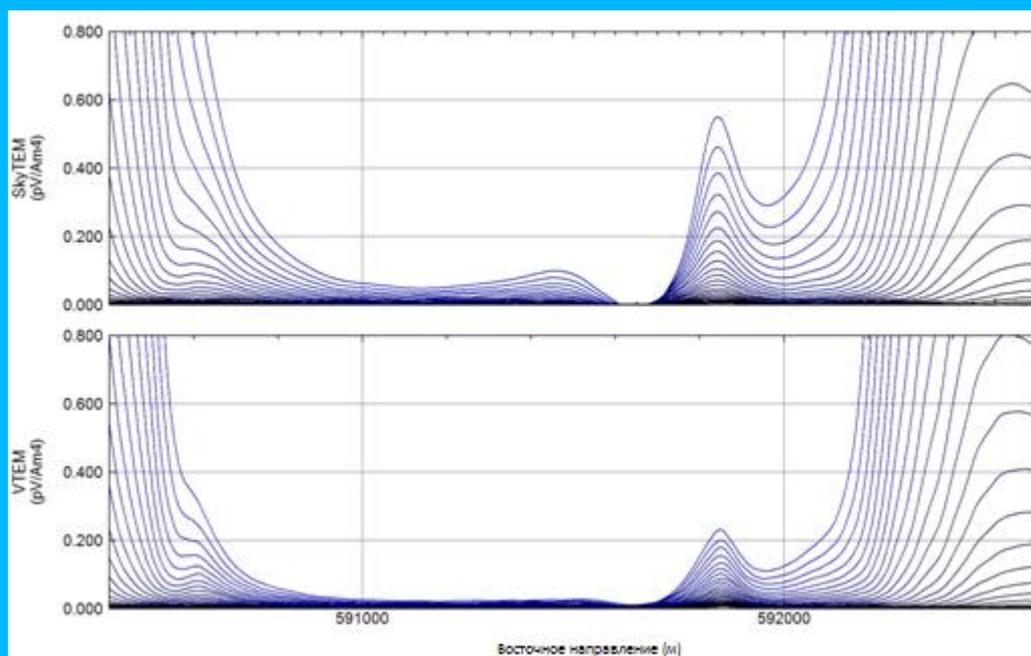


Рисунок 2: Линия 20010, интервалы 12-35 (см. Таблицу 1) для системы SkyTEM^{60S} (верхний график) и системы VTEM (нижний график)

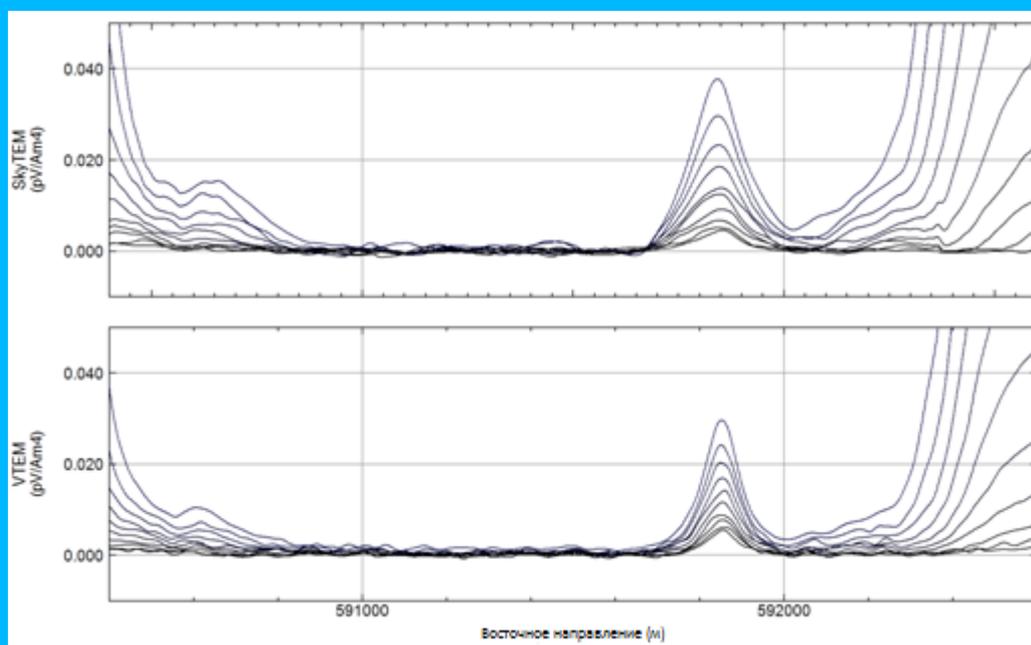


Рисунок 3: Линия 20010, интервалы 26-35 (см. Таблицу 1) для системы SkyTEM^{60S} (верхний график) и системы VTEM (нижний график).

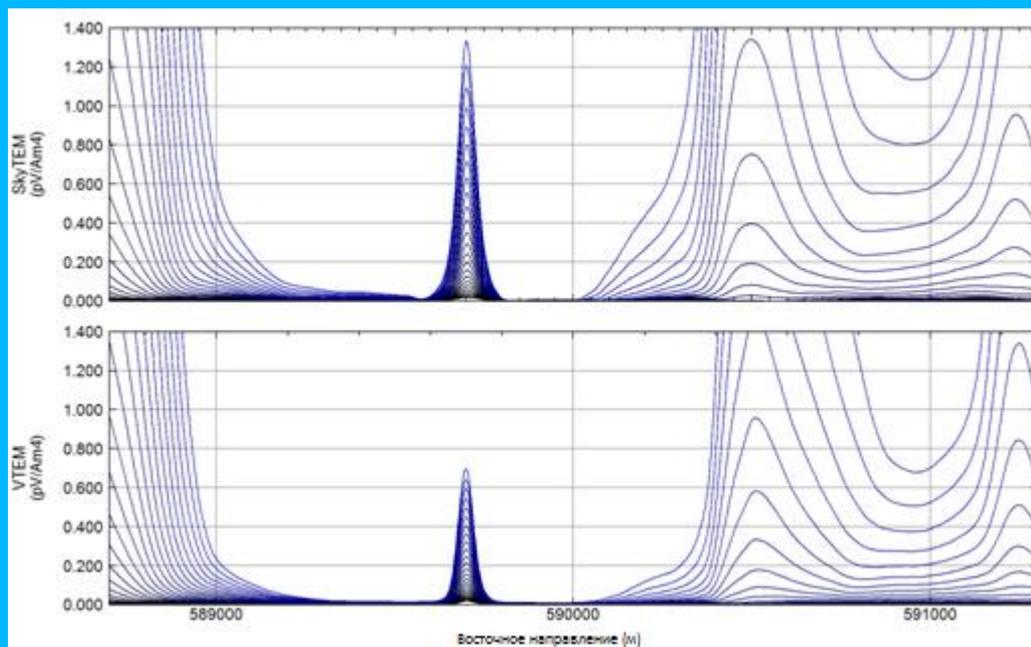


Рисунок 4: Линия 20030, интервалы 12-35 (см. Таблицу 1) для системы SkyTEM²⁰⁰ (верхний график) и системы VTEM (нижний график).

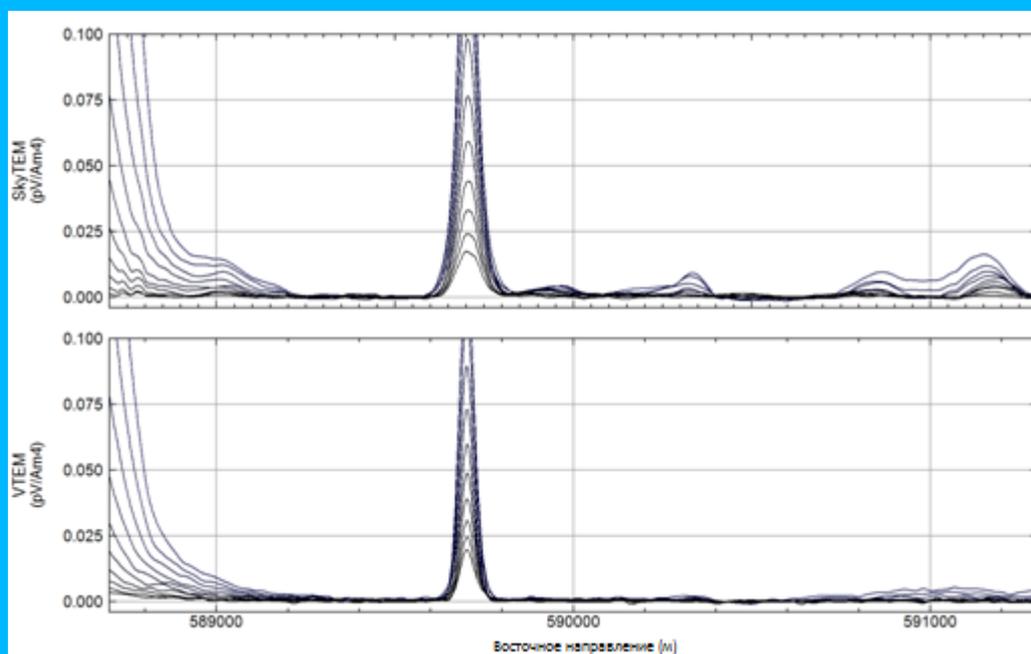


Рисунок 5: Линия 20030, интервалы 26-35 (см. Таблицу 1) для системы SkyTEM²⁰⁰ (верхний график) и системы VTEM (нижний график).

Интервал №	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Центральное время интервала, мкс	86	96	110	126	145	167	192	220	253	290	333	383	440	505	580	667	766	880
18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
1010	1161	1333	1531	1760	2021	2323	2667	3063	3521	4042	4641	5333	6125	7036	8083	9286	10667	

Таблица 1: Центральное время интервала, измеренное после окончания выключения.