

АППАРАТУРНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ СКВАЖИННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДИНАМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СРЕДЫ

Ю. Г. Астраханцев, Н. А. Белоглазова, А. К. Троянов (Институт геофизики УрО РАН, Екатеринбург)

Тезисы доклада

Известно, что процесс трещинообразования в горных породах сопровождается геоакустической эмиссией (ГАЭ), а при возникновении электрических разрядов на границе разрыва берегов трещины – электромагнитным излучением (ЭМИ). Однако геоакустическое излучение не всегда сопровождается интенсивным электромагнитным излучением, поскольку в разных условиях релаксация электрических зарядов зависит от свойств среды, характеризующих ее электропроводность. С другой стороны, ЭМИ более чувствительно к деформациям пород, так как прежде, чем произойдет хрупкий разрыв, идет разделение электрических зарядов на расходящихся краях трещины. Поэтому одновременная регистрация только этих двух параметров уже представляет научный интерес при исследовании современных геодинамических процессов.

В лаборатории скважинной геофизики Института геофизики УрО РАН разработаны и изготовлены два рабочих макета аппаратуры, позволяющей одновременно и непрерывно производить 3-компонентные измерения сигналов геоакустической эмиссии в трех диапазонах частот: 100–500, 500–5000, 2500–5000 Гц, электромагнитного излучения на трех частотах: 40, 80 и 120 кГц, магнитной восприимчивости горных пород (МЭШК-42) или вариаций геомагнитного поля с чувствительностью $\pm 2,5$ нТл (МЭШ-42).

Одновременные измерения магнитных и акустических параметров в режиме каротажа позволяют производить расчленение геологического разреза скважины по динамическому состоянию горных пород, а измерения в режиме мониторинга – получать дополнительную информацию о деформационных процессах, происходящих в районе исследования.

Новизна разработки аппаратного комплекса подтверждена четырьмя патентами.

Считаем целесообразным проведение ОКР с изготовлением малой серии приборов, их опытное использование на различных объектах горнорудной и горнодобывающей промышленности (при научно-методическом сопровождении разработчиков).

Список литературы

1. Астраханцев Ю.Г., Белоглазова Н.А. Комплексная магнитометрическая аппаратура для исследования сверхглубоких и разведочных скважин. Екатеринбург: УрО РАН, 2012. 120 с.
2. Астраханцев Ю.Г., Троянов А.К. Устройство для измерения геоакустических шумов в скважине: Патент 2123711 РФ. Заявл. 11.03.1997; опубл. 20.12.98, Бюлл. № 35.
3. Астраханцев Ю.Г., Троянов А.К. Способ обнаружения зон трещиноватости пород в скважинах: Патент 2173778 РФ. Заявл. 05.10.1999; опубл. 20.09.2001, Бюлл. № 26.
4. Астраханцев Ю.Г., Троянов А.К. Устройство для проведения геоакустического каротажа: Патент 2445653 РФ. Заявл. 13.05.2010; опубл. 20.11.2011, Бюлл. № 8.
5. Байдинов С.В., Человечков А.И. Аппаратура для высокочастотных индукционных зондирований МЧЗ-8 // Уральский геофизический вестник. 2011. № 1. С. 4–8.
6. Троянов А.К., Астраханцев Ю.Г., Начапкин Н.И., Белоглазова Н.А., Вдовин А.Г., Баженова Е.А. Динамическая расслоенность геосреды по одновременным измерениям сейсмоакустической эмиссии и электромагнитного излучения в скважинах // Глубинное строение. Геодинамика. Тепловое поле Земли. Интерпретация геофизических полей: Шестые научные чтения памяти Ю.П. Булашевича. Екатеринбург: ИГФ УрО РАН, 2011. С. 351–354.
7. Троянов А.К., Дьяконов Б.П., Мартышко П.С., Астраханцев Ю.Г., Начапкин Н.И., Гаврилов В.А., Белоглазова Н.А. Сейсмоакустическая эмиссия и электромагнитное излучение трещиноватых пород в скважинах // ДАН. 2011. Т. 436. № 1. С. 118–120.

8. Астраханцев Ю.Г., Белоглазова Н.А., Троянов А.К. Устройство для проведения исследований динамического состояния горных пород в скважине. Патент 2533334 РФ. Заявл. 16.05.2013; опубл. 20.11.2014, Бюлл. № 32.

ВЫЯВЛЕНИЕ И ЛОКАЛИЗАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ЗОН ПРИРОДНОГО ГАЗООБРАЗОВАНИЯ (БИОГАЗ) В ГРУНТАХ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

И.В. Виноградова, В.Н. Виноградов, А.Л. Павлов, В.В. Шаулкин (ФГУНПП «Геологоразведка», Санкт-Петербург)

Тезисы доклада

Специалисты газогеохимической лаборатории ФГУНПП «Геологоразведка» (ранее ФГУП ВИРГ-Рудгеофизика им. А.А. Логачёва) в течение последних 20 лет проводят работы по выявлению и предупреждению экологической опасности зон природного газообразования в грунтах города по хозяйственным договорам с Комитетом по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности при Правительстве Санкт-Петербурга.

Первоначальное внимание к процессам газообразования привлекли спонтанные газо-грязевые выбросы, произошедшие в нескольких районах города на территории жилой застройки и сопровождающиеся в отдельных случаях огненными вспышками. Службы городского хозяйства удостоверились, что причиной наблюдаемого явления не могли быть утечки из систем газо-и водоснабжения, и высказывалось предположение о природном характере наблюдаемого явления. Для решения данной проблемы сотрудниками газогеохимической лаборатории в качестве базовых методов при геохимических исследованиях была выбрана комплексная геохимическая съемка по почвенному воздуху с глубины 0,5-0,7 м и газо-кernовая съемка (на CH_4 и CO_2) на завершающем этапе работ. Из одной отобранной пробы почвенного воздуха определялись содержания Hg , Rn , CH_4 , CO_2 и углеводородные газы.

Газо-геохимическая лаборатория ФГУНПП «Геологоразведка» аккредитована Госстандартом России на измерение всех указанных газов; измерения газов выполнены с применением серийной аппаратуры, обеспеченной действующей государственной поверкой, по утвержденным методикам и с использованием государственных эталонов.

Исследованиями установлено, что в городских грунтах под воздействием биохимических и бактериальных процессов, преобразующих органическое вещество почв и рыхлых отложений, образуется биогаз, состоящий на 98 % из CH_4 и CO_2 . При этом было установлено, что благоприятными условиями для образования и накопления биогаза являются:

- отдельные участки засыпанной гидросети (болота, речки и т.д.) и свалок твёрдых бытовых отходов (ТБО);
- использование для засыпки водоемов малопроницаемого строительного мусора.
- наличие существующей разветвленной сети подземных коммуникаций;
- высокий уровень стояния грунтовых вод в периоды обильных дождей и при таянии снегов.

Процессы природной газогенерации создают на территории города следующие экологически опасные ситуации:

- спонтанные газо-грязевые выбросы, периодически повторяющиеся и сопровождающиеся иногда огненными вспышками;
- изменение первоначальных свойств грунтов, приводящих к разуплотнению и ослаблению несущей нагрузки газо-водонасыщенных грунтов;
- накопление природного газа (особенно метана – CH_4) в подземных сооружениях (коллекторы, подвалы зданий, люки и т.д.);
- усиление биокоррозии строительных материалов, труб и т.д. в результате повышения агрессивности подземных вод из-за высоких содержаний CO_2 .

Для выявления опасных зон газообразования в грунтах был разработан и внедрен геоэкологический комплекс, прошедший апробацию в условиях города и доказавший свою эффективность. Работы, выполняемые поэтапно с применением комплексной газо-

геохимической съёмки масштабов 1:50 000-1:5 000 (и комплексной газо-керновой съёмки на завершающем этапе), позволяют:

- а) выявить и оценить степень развития процессов газообразования в грунтах (I этап работ);
- б) провести локализацию с определением устойчивых во времени эпицентров газогенерации и охарактеризовать проницаемость грунтов (II этап работ);
- в) произвести обследование подвалов и других подземных сооружений на возможные скопления биогаза;
- г) устранить конкретные опасные проявления биогаза путем установления газоразгрузочных скважин (III этап работ) в эпицентры газообразования.

Все выявленные с поверхности комплексные аномалии биогаза (CH_4 и CO_2) получили подтверждение на глубину при заверочном бурении грунтов. Установлено, что эпицентры наиболее интенсивного образования CH_4 приурочены к следующим горизонтам:

- на глубинах 1,5-15 м от поверхности: а) к засыпанным отдельным элементам природной и искусственной гидросети; б) к обогащенным торфом болотным образованиям; в) к рекультивируемым свалкам ТБО;
- на глубинах 25-40 м от поверхности – к межледниковым микулинским песчано-глинистым отложениям с высоким содержанием органики.

Кроме того, установлено, что широко развитые и интенсивно протекающие в грунтах города процессы приповерхностного газообразования нередко усиливаются глубинными газовыми потоками, поступающими по системам региональных разломов северо-западного, северо-восточного и субмеридиональных направлений.

Результаты газогеохимической съёмки показали, что содержания всех изученных газов на территории города варьирует в широком диапазоне: R_n – от 4 до 71,5 Бк/л; Hg – от $10 \cdot 10^{-9}$ до $300 \cdot 10^{-9}$ мг/л, (не учитывая участков с явно выраженной «техногенной» ртутью); CH_4 – от $0,7 \cdot 10^{-4}$ до 1% и выше; CO_2 – от 0,01 до 15 %; тяжёлые углеводороды (ТУ)- от $0,008 \cdot 10^{-4}$ % до $1 \cdot 10^{-4}$ %.

С помощью математической обработки данных выделено две группы газов. Первая- CH_4 , ТУ и CO_2 , представляющая приповерхностную составляющую газового потока, и вторая – R_n , Hg, CO_2 и некоторые предельные углеводороды, обусловленные присутствием глубинных газов. То есть, предложенный геоэкологический комплекс может эффективно применяться также и для выявления и локализации активных участков глубинных разломов, создающих наибольшую экологическую опасность.

Результаты проведенных исследований показали, что максимальные содержания CH_4 (5-14 %) и CO_2 (5-15%) в почвенном воздухе отмечены на участках образования биогаза в сильно обводненных и богатых органикой грунтах (например, о.Гутуевский). Высокие содержания CH_4 (до 2-4,7 %) и CO_2 (до 3 %) в почвенном воздухе отмечены на территориях засыпанных свалок. Но, в основном, в пределах города аномальные содержания CH_4 в почвенном воздухе составляют 0,1-1%, а CO_2 - первые проценты.

Показано, что экологически опасными по газогенерации является не вся засыпанная гидросеть, а лишь отдельные ее участки, для выявления которых наиболее эффективной является предлагаемая нами комплексная газогеохимическая съёмка, позволяющая выделять зоны скопления биогаза (CH_4 и CO_2) и оценивать проницаемость грунтов.

Многолетние исследования процессов газообразования в грунтах Санкт-Петербурга позволили получить следующие результаты:

- Для предупреждения возможности газо-грязевых выбросов в разных районах установлена 51 газоразгрузочная скважина на участках зафиксированных газо-грязевых выбросов и участках потенциально опасных по этому фактору. Составлены рекомендации по обустройству газоразгрузочных скважин, проведена разработка и согласование проектов нормативных актов, регламентирующих эксплуатацию газоразгрузочных скважин в Санкт-Петербурге. Составлены паспорта всех скважин с описанием состава и газонасыщенности грунтов. Проведены мониторинговые наблюдения.

- Для выявления опасных зон газогенерации в грунтах Санкт-Петербурга авторами проведена комплексная (CH_4 и CO_2) газогеохимическая съемка масштабов 1:50 000 и 1:10 000 по почвенному воздуху (с эмиссией газов во времени); составлены карты распределения CH_4 и CO_2 , а также карты-схемы экологически опасных зон образования биогаза полностью для Красногвардейского, Фрунзенского, Приморского районов и частично – для Кировского, Невского, Красносельского и Курортного районов.

- Проведены измерения метана и диоксида углерода в воздухе подвальных помещений 200 жилых домов и учреждений, расположенных на участках интенсивного газообразования в грунтах и составлены кадастры. В воздухе 50% обследованных подвалов отмечены повышенные содержания метана (в большинстве случаев в 0,0002-0,003 %, не превышающие норму ориентировочно безопасного уровня воздуха – ОБУВ). Но в подвалах домов, примыкающим к участкам газо-грязевых выбросов, в воздухе зафиксированы более высокие содержания метана, что представляется уже экологически неблагоприятным.

Таким образом, в пределах плотной городской застройки для выделения наиболее экологически опасных зон активных разломов и областей скопления биогаза в грунтах наиболее эффективной является комплексная газогеохимическая съемка (Rn , Hg , CH_4 , CO_2 , TU), проведение которой целесообразно и необходимо прежде всего при высотном строительстве, возведении объектов повышенной экологической опасности, при прокладке подземных коммуникаций, а также при выяснении причин разрушения дорожных покрытий и частых аварийных разрывов городских трубопроводов.

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОФИЗИКА В РЕШЕНИИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ. ВОЗМОЖНОСТИ, ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РАЗВИТИЯ

А.Л. Борисик¹, М.П. Кашикевич², В.И. Кашикевич¹ (1ООО «ГеофизПоиск», Санкт-Петербург, ²СПбГУ)

Тезисы доклада

Роль инженерной геофизики при инженерно-геологических изысканиях возрастает вместе с увеличением объемов и сложности как новых, проектируемых, так и реконструируемых объектов. Географическое положение нашей страны накладывает климатические особенности на проводимые исследования. Большое разнообразие изучаемых объектов и обстановок диктует необходимость применения широкого набора методов исследований и их рационального комплексирования.

Исследуемые объекты и площади располагаются на суше, в переходных зонах и на акватории пресных или соленых водоемов. Отдельным пунктом стоит изучение мерзлых грунтов и подпочвенного льда. Малые размеры и невысокая контрастность исследуемых объектов требуют выполнения работ с максимально возможной точностью и качеством, практически на пределе разрешающей способности используемых геофизических методов, применяемой аппаратуры.

На конкретных примерах показана информативность методов геофизики при решении широкого спектра инженерно-геологических задач на этапах проектирования и строительства трубопроводов, причалов, заводов и других промышленных объектов. Представлены результаты применения выбранных комплексов геофизических методов, включающих в себя сейсмо-, электро-, магниторазведку, георадиолокацию, гидролокацию и сейсмоакустику. Рассмотрены возможности современных аппаратурно-методических комплексов в различных геолого-климатических условиях.

Обозначен круг проблем возникающих на этапах производства работ, от проектирования исследований до интерпретации получаемых материалов. Особое внимание уделено проблемам планово-высотной привязки и картированию дна в инженерно-геофизических исследованиях, выполняемых на акватории.

Во многих случаях инженерно-геофизические работы приходится выполнять в условиях, когда ситуация близка к аварийной. Времени на выбор и обоснование комплекса методов просто не остается. К месту выполнения исследований доставляется геофизическая аппаратура, охватывающая максимально возможный комплекс методов. Поэтому компактность и возможность транспортировки аппаратуры играет очень важную роль. Большинство нежелательных последствий можно было бы избежать при выполнении опережающих изысканий, но нормативная документация, обязывающая выполнять данный вид геофизических исследований отсутствует, либо носит рекомендательный характер.

В заключительной части доклада изложены требования к геофизической аппаратуре, необходимые для применения широкого набора методик проведения инженерных геофизических изысканий. Для предотвращения возможных аварийных ситуаций даны предложения о дополнении нормативных документов, относящихся к инженерно-геологическим изысканиям. Рассмотрены возможные варианты повышения производительности работ и качества получаемых материалов.

НОВЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ СОСТОЯНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В РОССИИ И ЕГИПТЕ

О.А. Хачай¹, О.Ю. Хачай², Magdy Attia³, El Said A. El Sayed³, Ahmed Bakr Khalil³, Mahmoud Mekrawy³, Mamdouh Soliman³ (¹ Институт геофизики УрО РАН, ² Уральский федеральный университет, Екатеринбург, ³ NRIAG, Cairo, Egypt)

Тезисы доклада

Геологический массив обладает многогранной иерархической структурой. Исследование структуры, динамики состояния и явлений самоорганизации в массиве могут быть осуществлены с использованием геофизических методов, базирующихся на иерархической модели. Анализ проявлений процессов самоорганизации может дать представление об устойчивости и способствовать определению соответствующих критериев устойчивости состояния массива в целом относительно динамических явлений заданного энергетического класса и выше. Натурные эксперименты в реальных массивах, находящихся под сильным техногенным влиянием, позволяют выявить особенности поведения геологической среды, фиксируемые в используемых геофизических полях. Опыт наших исследований показал, что изменение состояния системы на используемых пространственных базах и временах наблюдений проявляется в параметрах, связанных со структурными особенностями среды второго ранга, одним из которых является параметр $Spint(N, T)$. Постепенное накопление данных электромагнитного мониторинга, идентификация параметрических зависимостей для классификации массивов по устойчивости их состояния, использующая сведения по сейсмоактивности горных массивов, на наш взгляд, - это путь, позволяющий предсказывать сначала место, а затем и время для наиболее сильных динамических событий в околорыбочном пространстве.

Геофизические исследования, проведенные в районе 15 Мая г.Каира (Египет) были ориентированы на определение устойчивости верхней части среды, на которой находились дома и другие постройки. При этом применялась попланшетная электромагнитная методика с контролируемым источником в модификации широкого профиля, разработанная ранее в Институте геофизики УрО РАН и использованная для визуализации многоуровневой деформации в структуре горного массива. В рамках выбранной системы наблюдения измерялись модули трех компонент переменного магнитного поля на двух частотах. Четыре цикла наблюдений проводились в 2011, 2012, 2013, 2014 годах по тем же профилям и тем же пикетам. Полученная база данных была обработана с целью оценки изменений геотехнических параметров, определяемых в вышеуказанные циклы измерений. В результате интерпретации наблюдаемых данных получена новая информация о строении массива пород, степени его нарушенности, геотехнической неоднородности, сделано заключение о потенциале его устойчивости. Геофизические исследования, проведенные в пустыне Сахара в оазисах Харга и Барис, с использованием разработанного метода в ИГФ УрО РАН, предоставили информацию о структуре водоносных горизонтов и распределении геотехнических неоднородностей, которые отражены в дезинтеграционных зонах и их положениях [1,2].

Список литературы

1. Magdy A. Atya, Olga A. Hachay, Mamdouh M. Soliman, Oleg Y. Khachay, Ahmed B. Khalil, Mahmoud Gaballah, Fathy F. Shaaban and Ibrahim A.El. Hemali. CSEM imaging of the near surface dynamics and its impact for foundation stability at quarter 27, 15-th of May City, Helwan, Egypt. // Earth sciences research journal, 2010, Vol. 14, N 1, p. 76-87.
2. Ammia M., Хачай О.А., Хачай О.Ю., Эль Сайед Эль Сауд А. Определение геотехнических параметров среды с помощью данных электромагнитного мониторинга с контролируемым источником // Уральский геофизический вестник. 2014, № 2, с. 4-12.

БЕСПИЛОТНАЯ АЭРОГЕОФИЗИКА. СОСТОЯНИЕ В МИРЕ, РАЗВИТИЕ В РОССИИ

В.С. Цирель, М.П. Семёнова, А.В. Кузнецова (ФГУНПП «Геологоразведка», Санкт-Петербург)

Тезисы доклада

1. Благодаря стремительному развитию авиационных технологий беспилотные летательные аппараты (БПЛА) находят все большее применение в различных видах хозяйственной деятельности развитых стран, в т. ч. в сельском и лесном хозяйстве, в горнодобывающей промышленности, при мониторинге чрезвычайных ситуаций, в коммунальном хозяйстве и многих других сферах государственной и рыночной экономики. В этих областях существенный прогресс достигнут также в России.

2. Однако, необходимо констатировать, что в одной достаточно существенной области, а именно – в области геофизической разведки, использование БПЛА за рубежом и в России существенно различается. И это при том, что вопрос применения БПЛА для детальных аэрогеофизических исследований был поставлен 20 лет назад в России сотрудниками ФГУП ВИРГ-Рудгеофизика им. А.А. Логачёва (сборник «Геофизическая аппаратура», вып. 100, СПб.: 1995. – С 117–126). Это была одна из первых (если не первая) в мире публикация на эту тему, написанная тогда, когда дальность радиопередачи БПЛА не превышала 10 км. К сожалению, дальнейшего развития в России ни в XX-м веке, ни в 2000-х годах не последовало.

3. В настоящее время за рубежом на базе использования БПЛА успешно развивается аэромагниторазведочное направление, включающее аэромагнитную градиентометрию. Проводятся также опытные работы по аэроэлектроразведке (метод СДВР – сверхдлинноволновых радиостанций); ведутся исследования с целью создания легкой, малогабаритной аэрогамма-спектрометрической аппаратуры. Работы в указанных направлениях проводятся в США, Канаде, Китае, Германии, Израиле.

4. Использование беспилотных систем для решения задач геологической съемки, поисков и разведки месторождений полезных ископаемых, в т. ч. в складчатых областях и в условиях горно-таежного рельефа, над акваториями и переходной зоной, а также в условиях Арктики обеспечивает:

- проведение аэрогеофизических съемок без риска гибели летного состава (летчиков и борт-операторов);
- сокращение стоимости аэрогеофизических работ;
- выполнение полетов без использования инфраструктуры специально подготовленных аэродромов (прежде всего, и в этом самое важное – взлетно-посадочных полос);
- проведение геофизических исследований на новом, ранее недоступном, уровне – на высотах первые десятки метров в системе: подземное пространство (скважины), дневная поверхность, высоты пилотируемых полетов (первые сотни метров), аэростатные высоты (до 20 км), ближний космос (десятки – первые сотни километров);
- совмещение достоинств аэросъемки (высокая скорость проведения работ; независимость от наземной доступности местности; меньшая, по сравнению с наземной съемкой, зависимость от погодных условий) с основным достоинством наземных измерений – высокой детальностью;
- выполнение полетов в ночное время (в условиях минимального уровня техногенных помех);
- проведение съемки с минимальным уровнем экологического ущерба (минимальный выброс углекислого газа, низкий уровень шума);
- одновременную съемку несколькими беспилотными летательными аппаратами;
- выполнение полетов в нестабильных в сейсмическом, военно-политическом и социальном отношении регионах.

5. Беспилотные аэрогеофизические измерения на высотах от единиц до первых сотен м могут заполнить имеющийся информационный промежуток между результатами съемок на дневной поверхности Земли и на высоте полета пилотируемых авиационных средств (самолеты, вертолеты).

6. В России беспилотной аэрогеофизики пока не существует. Отдельные более или менее удачные попытки предпринимаются лишь в области беспилотной аэромагнитометрии. Близки к проведению опытных съемок в рамках программы по магнитному мониторингу сотрудники Государственного геологического музея им. В.И. Вернадского Российской Академии наук (Москва), использующие беспилотный легкий самолет А-201 и макет квантового аэромагнитометра, разработанные Группой компаний «Геоскан» (Санкт-Петербург). Подготовительные работы, имеющие своей целью проведение опытно-методических съемок с конкретными геологическими заданиями, ведутся силами новосибирских ученых (Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения РАН) и иркутских исследователей (Иркутский национальный политехнический университет путей сообщения).

ФГУНПП «Геологоразведка» с 2013 года совместно с ФГУП «Всероссийский институт минерального сырья» (ВИМС, Москва) и Научно-техническим институтом межотраслевой информации (НТИМИ, Москва) прорабатывает основные вопросы технологического и методического обеспечения беспилотной аэрогеофизики, ведет постоянное информационное отслеживание работ этого направления во всем мире.

7. Представляется абсолютно необходимым коренным образом усилить работы по созданию всех основных направлений беспилотной аэрогеофизики с целью освоения приповерхностного уровня, обеспечив проведение измерений на малых высотах с увеличением детальности и разрешающей способности съемок. При этом ожидается, что с применением опережающего и сопровождающего аэрогеофизического обеспечения могут с необходимой эффективностью решаться следующие геологические задачи:

- выделение рудоконтролирующих факторов и структур;
- детальное изучение рудных полей;
- поиски и оценка стратегически важных видов, высоколиквидных твердых полезных ископаемых;
- детальное исследование нефтегазоносных структур антиклинального типа;
- изучение соляных куполов;
- локальные поиски пресных вод.

8. Дальнейшее инновационное развитие отечественной аэрогеофизики и, прежде всего, аэромагниторазведки в настоящее время зависит от возможностей реализации ряда импортозамещающих программ, подготовленных с участием ФГУНПП «Геологоразведка» по заданию Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации.