

# **Арктический электроразведочный проект**

## ***1. Актуальность проекта***

Изучение, а затем и освоение минеральных ресурсов арктического бассейна стоит на повестке человеческой цивилизации. Не все в восторге от этой перспективы, но это объективная необходимость, возникающая из роста населения Земли и исчерпания известных ресурсов. Вопрос этот крайне важный, и имеет даже геополитические измерения. Законная активность России (самого большого естественного претендента на арктический бассейн) вызвала в недавнее время большие волнения и даже некоторое раздражение. Мировое сообщество будет как-то регулировать правовые формы использования ресурсов Арктики, но неизбежно будет при этом учитываться реальная деятельность по изучению и освоению этих ресурсов. Таким образом, предлагаемый проект актуален и соответствует национальным интересам РФ. Здесь есть еще один аспект – ресурсы (например, нефть), разведанные и добытые в Арктике, являются высокотехнологичным продуктом, что бы там не говорилось о статусе нашей страны как сырьевого придатка мировой экономики. Такая добыча стимулирует развитие наукоемких отраслей промышленности так же, как это свойственно производству новой военной техники и космической деятельности. Разработка проекта по изучению геологического строения дна арктического бассейна, в особенности, в районах, закрытых льдами, соответственно, есть весьма наукоемкое предприятие.

## ***2. Описание решаемых проблем, поставленной задачи и предлагаемых подходов к её решению***

Основная, принципиальная проблема, которую приходится решать при проектировании геолого-геофизического исследования в Арктике состоит в том, что объект покрыт довольно глубоким морем (до 5 км) всюду и, на значительной части, еще и вечными льдами. Такая «двойная» упаковка сразу исключает длинный ряд наземных технологий, дистанционные исследования с летательных аппаратов и спутников, но также и многие наработки морской геофизики. Что же остается? Невероятно дорогая и проблематичная в этих условиях сейсморазведка? Малоэффективные гравиметрические и магнитометрические исследования? Электромагнитные зондирования? Электромагнитные исследования с использованием естественных полей могут сохранить свое значение. Но они не обладают необходимой детальностью. Нужны активные методы. Однако традиционные методы электромагнитных зондирований с искусственными источниками направлены на изучение общего распределения параметра сопротивления в геологической среде и становятся неэффективными при наличии такого мощного проводящего экрана как слой морской воды. Льды также делают невозможным применение некоторых морских технологий (таких как CSEM), которые все же претендуют на некоторую эффективность в море.

Мы предлагаем совершенно особую технологию электромагнитных зондирований, основанную на возбуждении особой поляризации электромагнитного поля, что с технической стороны обеспечивается применением особого же источника поля (круговой электрический диполь – КЭД). Эта технология (зондирования вертикальными токами – ЗВТ)

позволяет фиксировать тонкие аномальные эффекты в отклике за счет глубокой компенсации на физическом уровне общего проводящего фона геоэлектрического разреза, в том числе и слоя морской воды. Технология, собственно, уже достаточно широко опробована в наземном варианте на различных объектах, прежде всего, на углеводородных залежах, и показала высокую эффективность. Детальность, например, позволяет говорить об оконтуривании залежей и о рекомендациях для бурения внутри контура месторождения. Теоретические аспекты нового метода и практические результаты имеют уже обширную публикацию.

Характерной особенностью ЗВТ является используемый, весьма сложный с традиционной точки зрения, источник поля. Казалось бы, эта логичная плата за высокую эффективность превращается в совершенно неподъемную в условиях Арктики. Как вообще перемещать такую установку для покрытия площади или профиля во льдах? Но тут мы предлагаем вторую сторону нашего проекта – использование известного дрейфа льдов. Таким образом, предусматривается однажды разместить сложную, масштабную электроразведочную питающую и, частично, приемную конфигурации на дрейфующем льду, и в течении долгого времени повторять реализацию системы наблюдения, подразумевая перемещение всей установки относительно дна арктического бассейна. Можно тут сослаться на опыт советских дрейфующих станций СП. Вот, например, справка по станции *Северный полюс-8 (СП-8) - советская научно-исследовательская дрейфующая станция. Открыта 19 апреля 1959 года. Работа на станции проводилась в три смены: 1-я смена в составе 20 человек с 19 апреля 1959 года по 3 апреля 1960 года (354 дня). 2-я смена в составе 18 человек с 3 апреля 1960 года по 15 апреля 1961 года (377 дней). 3-я смена в составе 19 человек с 15 апреля 1961 года по 19 марта 1962 года (338 дней). Станция была эвакуирована по причине разлома дрейфующей льдины, проработав в общей сложности 1069 дней и продрейфовав 5976 километров в Северном Ледовитом Океане.*

На рис. 1 показана схема дрейфа льдов Арктики:

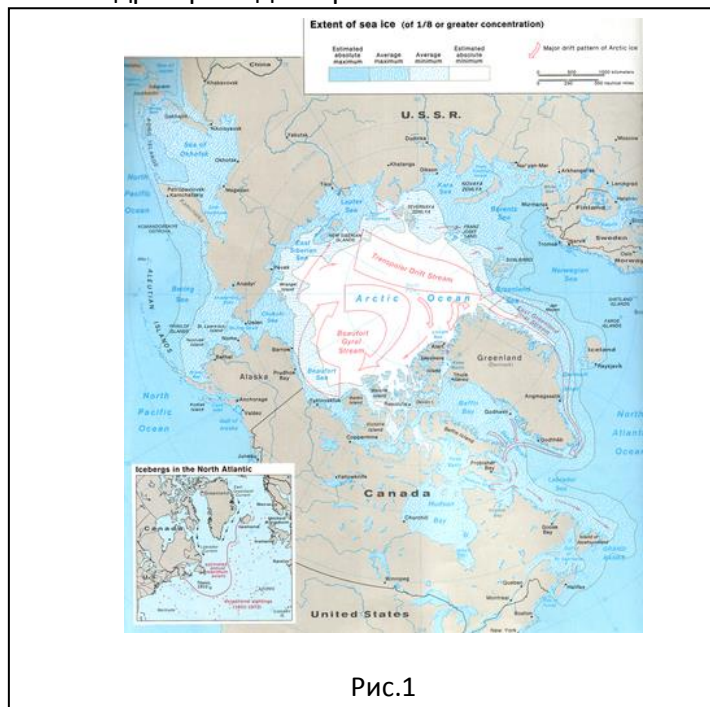
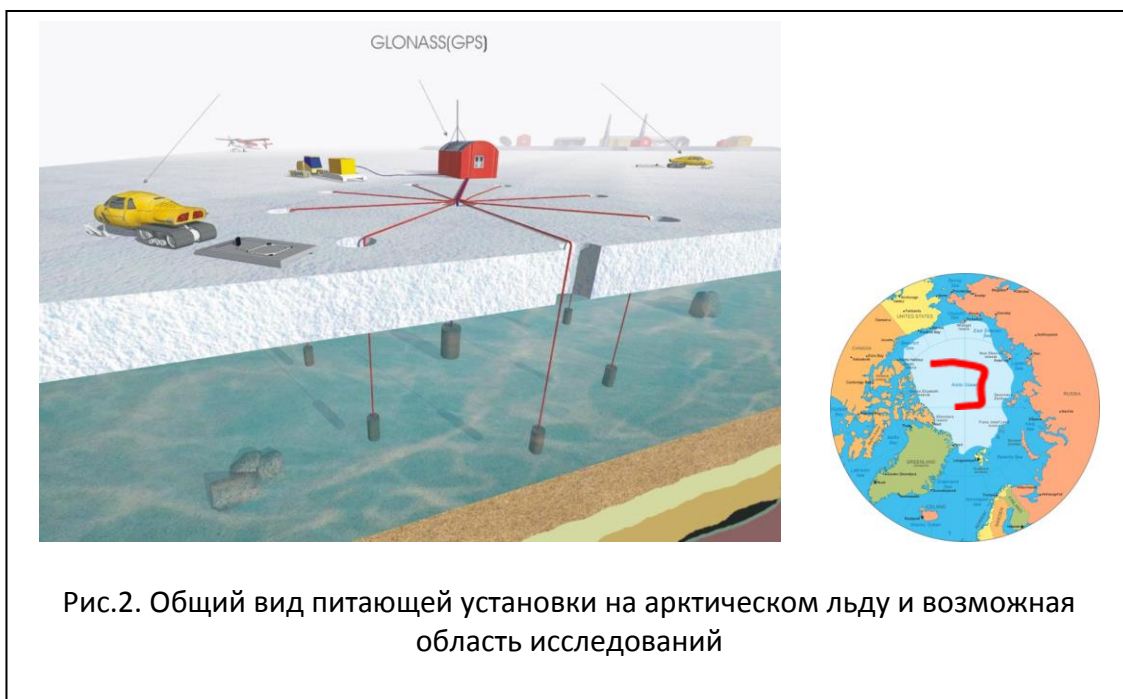


Рис.1

Собственно, мы продолжили бы традицию станций СП, дополнив электромагнитные зондирования наблюдениями за другими геофизическими полями на новой научно-технической базе. Весьма полезны были бы и магнитотеллурические исследования.

### 3. Краткая характеристика работы

Итак, мы предлагаем обосновать следующую методику электромагнитных зондирований придонной геологической среды глубиной до нескольких километров с целью определения распределения удельного сопротивления, а также других геоэлектрических параметров, что выявит различные региональные и локальные геологические объекты при перемещении всей экспериментальной установки в пределах арктического бассейна. На льду располагается (один раз и очень тщательно) питающая в импульсном режиме установка кругового электрического диполя. Установка заземляется в центре и по концам радиальных питающих линий через отверстия во льду. Electroды заземлений могут быть глубоко погружены в море. Целесообразность погружения заземлений – один из вопросов



предполагаемого исследования. Радиус КЭД (длина радиальной линии) может достигать 10-20 км (вопрос подлежит изучению). Система наблюдения складывается из электрических приемников в виде фиксированных, заземленных в воде, горизонтальных и вертикальных линий, а также из площадной, оперативно выполняемой мобильными индуктивными датчиками системы измерений магнитного поля. Здесь намечается альтернатива – делать ли непрерывные измерения (что едва ли возможно), или же проводить цикл измерений, привязывать его к определенной точке, и повторять его через некоторое время (сутки – это 5-7 км дрейфа). Этот вопрос предстоит изучить. Так или иначе, исходя из опыта работ методом ЗВТ, измерениями может быть охвачена полоса вдоль траектории источника шириной в десять радиусов. Итак, исходя из радиуса КЭД 15 км, мы получаем при общей длине дрейфа в 4000 км (средний показатель по советским СП) 600 000 кв.км обследованной площади в виде, что интересно, весьма вытянутого извилистого коридора (см. рис.2).

Обращаем внимание, что описанный геофизический эксперимент при учете опыта советских СП выглядит весьма реалистично и не слишком затратно (учитывая также дополнительные, разнообразные геофизические исследования, кроме основного электромагнитного зондирования). Вопрос вызывает только регулярное снабжение энергоресурсами. Подвоз авиатранспортом ГСМ для электрогенераторов не выглядит хорошим решением. Возможно, нужно рассмотреть (при прерывном режиме работ) питание от аккумуляторных батарей с подзарядкой в периоды пауз от ветрогенераторов. Или, может

быть, целесообразна доставка и установка компактного ядерного реактора (конечно, в непотопляемом и неразрушаемом исполнении). Надо также заметить, что такие зондирования, с такой статичной, фиксированной приемно-питающей установкой, с идеально сохраняемыми параметрами обеспечат высочайшее качество измерений и не потребуют большого накопления сигнала, что будет также поддержано малым уровнем электромагнитных помех в тех широтах.

#### ***4. Характеристика ожидаемого народно-хозяйственного эффекта***

Здесь напомним, что мы сейчас предлагаем не выполнение собственно геофизического проекта, а его научно-техническое проектирование. Что касается самого геофизического эксперимента, то его народно-хозяйственный эффект, в случае исполнения, конечно же велик и касается национальных интересов. Авторы, безусловно, уверены в эффективности предлагаемых нетрадиционных электромагнитных зондирований, но имеют в виду и неизбежное сопровождение эксперимента многими другими геофизическими исследованиями. Однако такой эксперимент должен быть тщательно подготовлен и обоснован. Необходимо выполнить сложное математическое моделирование, оценить технические параметры, провести сбор геолого-геофизической информации. Такой научно-обоснованный, подготовленный к реализации проект сам по себе имеет большое народно-хозяйственное значение, позволяя планировать, оценивать перспективы и рассматривать альтернативы.

#### ***5. Планируемые научно-технические результаты***

Опять-таки подчеркиваем, что здесь предлагается работа по научно-техническому обоснованию предполагаемого крупного геофизического эксперимента в Арктике.

Основные планируемые результаты следующие:

- 1) на основании собранной геолого-геофизической информации и соответственного математического моделирования (включая трехмерное) оценить эффективность предлагаемых зондирований;
- 2) На основании математического моделирования выбрать оптимальные схемы наблюдения электромагнитного сигнала;
- 3) предложить алгоритмы обработки и интерпретации собираемых данных;
- 4) на основании моделирования оценить необходимые технические параметры экспериментальной установки.

#### ***6. Предпосылки для успешного завершения работ (реальность получения ожидаемого научно-технического результата)***

Авторы предложения обладают всеми необходимыми средствами для успешного выполнения всех работ по предлагаемому исследованию, имея огромный опыт в математическом моделировании прямых задач геоэлектрики, интерпретации данных электромагнитных зондирований, а также в решении методических вопросов применения и оптимизации различных методов электроразведки.

## ***7. Описание потенциальных потребителей научного результата***

Потенциальными потребителями научного результата по данному проектированию является, прежде всего, нефтегазовая отрасль России, в лице таких компаний как Газпром, Роснефть, которые, как известно, в последнее время планируют работы на арктическом шельфе в сотрудничестве с мировыми нефтяными компаниями. Как кажется, они заинтересованы в том, чтобы иметь в своем портфеле научно-обоснованные проекты по поиску и разведке углеводородных ресурсов по всему арктическому бассейну.