

УДК 550.837:061.62(091)(571.5)

СНИИГГИМС – ИНИЦИАТОР ПОСТАНОВКИ НЕФТЕПОИСКОВЫХ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ ЗСБ НА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЕ (ИСТОРИЧЕСКИЙ ЭКСКУРС)

А. К. Захаркин

ООО «Цикл Гео», Новосибирск, Россия

Описана история возникновения и развития электроразведки ЗСБ (зондирование становлением поля в ближней зоне) в Сибири. Исторический экскурс охватывает время от середины шестидесятых до середины девяностых годов прошлого века – период зарождения, расцвета и угасания, связанного с известным всем «переустройством нашей жизни». Основное внимание уделено описанию событий, происходивших в рамках нефтепоискового направления, в гуще которого автору посчастливилось работать. Используя привычную терминологию 2020 г., это было начало «первой волны» становления и развития сибирской школы электроразведки, ядром которой оказался сложившийся к тому времени «тандем» электроразведчиков СНИИГГИМС и ИГиГ СО АН СССР.

Ключевые слова: электроразведка ЗСБ, Сибирская платформа, СНИИГГИМС, ИГиГ СО АН СССР

SNIIGGIMS AS THE INITIATOR OF SETTING-UP AN OIL-PROSPECTING ELECTRIC EXPLORATION OF NEAR-FIELD TIME-DOMAIN ELECTROMAGNETIC SOUNDING ON THE SIBERIAN PLATFORM (HISTORICAL INSIGHT)

A. K. Zakharkin

Tsikl Geom Novosibirsk, Russia

The article is devoted to the origin history and development of electric exploration of NFTDES (near-field time-domain electromagnetic sounding) in Siberia. The described historical insight covers the period from the mid-sixties to the mid-nineties of the last century – the period of origin, flourishing and extinction (thank God, temporary), associated with the well-known “reconstruction of our lives”. The main attention is paid to the description of events that took place within the framework of the oil exploration direction, in the midst of which the author was lucky enough to work all this time. Using the traditional terminology of 2020, this was the beginning of the “first wave” of formation and development of the Siberian school of electric exploration, the core of which was the “tandem” of electric explorers of SNIIGGIMS and IGiG SB AS USSR.

Keywords: electric exploration of NFTDES, Siberian Platform, SNIIGGIMS, IPGG SB AS USSR.

DOI 10.20403/2078-0575-2021-3-112-118

Пreamбула. В истории СНИИГГИМС есть одна из славных страниц, связанная с электроразведочными работами ЗСБ на Сибирской платформе в 1970–1993 гг., которые инициировал и курировал институт и в значительной мере благодаря которым он стал заметным электроразведочным центром России. Поэтому представляется полезным, особенно для молодого поколения, проследить эту историю и попытаться понять истоки того успеха. Этот период в ретроспективе выглядит обособленным, отделенным от современного некоторым «замораживанием» в развитии. Статья была написана, как сейчас говорят, «в нулевые». В этом виде мы ее и оставим. Видение той ситуации глазами того периода имеет собственную ценность.

Введение. 2020 г. – это не только год коронавируса. Для СНИИГГИМС это в определенном смысле год юбилейный: ровно 50 лет назад в среднем течении р. Подкаменная Тунгуска летом было выполнено первое полевое зондирование методом ЗСБ, точнее, первый профиль из 12 пикетов наблюдений «Журавлиные острова – устье р. Ямбукан». Важным и особенным в этих работах, во-первых, было то, что они проводились на аппаратуре, изготовлен-

ной в СНИИГГИМС, цифровой, малогабаритной. Во-вторых, в методическом плане институт вышел на эти работы с почти сложившимся собственным пониманием предстоящего направления пути развития аппаратуры, полевой методики и методики интерпретации. Особенности этого понимания зачастую расходились с мнением ведущих геологических институтов европейской части страны (ВНИИГ, ВНИИГеофизика).

Преддверие. Начало планомерного геофизического изучения осадочного чехла Сибирской платформы можно отнести к рубежу 1950–1960-х гг., когда оно опиралось главным образом на анализ гравимангнитных данных. С начала 1960-х гг. наступил этап развития методов магнитотеллурического направления, которые позволили к началу 1970-х гг. получить богатейший материал, значительно углубивший наши представления о геологическом строении региона. Существенный вклад в это внесли И. П. Шпак, В. И. Поспеев, В. И. Михалевский, М. А. Портнягин, В. П. Горностаев, В. А. Шапорев, В. М. Бубнов, И. А. Яковлев, Г. А. Чернявский и др.

На рубеже 1960–1970-х гг. встал вопрос о развертывании более детальных геофизических работ



нефтепоискового направления. Задачи работ – расчленение осадочной толщи и поиск структур в осадочном чехле, картирование кровли фундамента. Шла подготовка и осуществлялись первые опыты опробования сейсмических методов. На волне этого интереса развернулось обсуждение вопроса о расширении арсенала электроразведочных методов, способных перейти к решению более детальных задач. И основное внимание в этих обсуждениях было, конечно, обращено к методу зондирования становлением поля в ближней зоне – ЗСБЗ, позже – ЗСБ.

Подготовка. В середине 1960-х гг. в структурной электроразведке начали разрабатывать новый метод – зондирование становлением поля в ближней зоне. Практическую «путевку в жизнь» метод получил в Нижневолжском НИИГГ в 1965–1966 гг. (В. А. Сидоров, В. В. Тикшаев). Появились теоретические и экспериментальные работы П. П. Фролова, Г. Г. Обухова, Ю. Н. Попова, Е. И. Терехина и др. Чуть позже началась разработка теоретических основ метода в ИГиГ СО АН СССР (А. А. Кауфман, Г. М. Морозова), затем – в СНИИГГиМС (Б. И. Рабинович, Г. А. Исаев). Наиболее привлекательной особенностью метода ЗСБ являлась возможность существенного уменьшения разноса – расстояния между источником поля и приемником, в частности, использования достаточно компактной установки зондирования типа «петля в петле», с квадратной генераторной петлей размером несколько сотен метров.

Первый практический опыт Нижневолжского НИИГГ и теоретические исследования различных авторов давали надежду, что внедрение метода ЗСБ обеспечит необходимую латеральную детальность и вертикальную разрешенность электроразведочных геофизических исследований.

В 1969 г. в СНИИГГиМС началась подготовка к экспериментальному опробованию метода. При этом мы отдавали себе отчет, что на тот период, судя по публикациям и личным встречам со специалистами в этом направлении, вопросы технологии метода были весьма слабо проработаны, невелик был и практический опыт работ, который к тому же следовало адаптировать к условиям Сибирской платформы. Прежде всего возникал вопрос аппаратного обеспечения. Не говоря о крупных габаритах серийных станций, которые переделывались под специфику ЗСБ, неясным оставался вопрос о необходимом быстродействии, полосе пропускания аппаратуры применительно к геоэлектрическим условиям Сибирской платформы, о проблемах измерения полезного сигнала с большим динамическим диапазоном, который резко возрастает при уменьшении разноса установки. Вопросы борьбы с помехами, выбора разносов для эффективного решения геологических задач, способов обработки и интерпретации полевых материалов и огромное количество подобных крупных и мелких проблем

также требовали оперативного решения. Было очевидно, что предстоит пройти собственный путь разработки методики, аппаратуры и технологии.

Значительная часть этих работ была выполнена в лаборатории электроразведки СНИИГГиМС, руководимой в то время Б. И. Рабиновичем.

Нужно отметить и благоприятные условия для развития ЗСБ, создавшиеся в то время в Новосибирске, с одной стороны, благодаря содружеству ИГиГ СО АН и СНИИГГиМС, с другой – практической востребованностью разработок в связи с участием СНИИГГиМС в геофизическом освоении Сибирской платформы.

Первые эксперименты, появление аппаратуры. Успеху первых экспериментов, а затем и внедрению способствовало создание в СНИИГГиМС цифровой электроразведочной станции «Цикл-1», которая воплощала результаты первых аппаратно-методических исследований института (Д. И. Кунин, Д. Н. Ким, В. Н. Шатохин, А. К. Захаркин). Параллельно с созданием «Цикл-1» в ИАЭ СО АН СССР разрабатывалась аппаратура аналогичного класса «Зонд» (В. Р. Вознюк, Б. М. Глинский).

В этом чрезвычайно полезном конкурентном «состоянии», как и во всей истории внедрения и развития метода ЗСБ на Сибирской платформе, решающим фактором явилась позиция директора СНИИГГиМС В. С. Суркова, который с самого начала поддержал инициативу методистов, вне рамок плановых исследований обеспечил работу аппаратной группы (Д. И. Кунин и др.) и выпуск первых комплектов аппаратуры «Цикл-1» в СНИИГГиМС. Благодаря этому было осуществлено оперативное внедрение метода, причем, что представляется очень важным, с портативной аппаратурой собственной разработки, которая к тому же в то время представлялась удачной.

Через несколько лет станет ясно, что благодаря содружеству ИГиГ СО АН СССР и СНИИГГиМС, а также организации СибОКБ, имевшего подчиненный статус нашему институту, в Новосибирске сформировалась крупная научно-практическая школа по методу ЗСБ с сильной теоретической базой, продуктивными методическим, технологическим и аппаратным направлениями.

Первый полевой эксперимент опробования метода ЗСБ и аппаратуры «Цикл-1» на Сибирской платформе был выполнен автором летом 1970 г. на р. Нижняя Тунгуска (А. К. Захаркин, Б. И. Рабинович, Г. В. Саченко, В. М. Бубнов). Организацию работ взяла на себя Гравиметрическая экспедиция № 3 Красноярского геологического управления.

Для опробования был выбран профиль длиной 22 км (Журавлиные острова – устье р. Ямбухан), на котором имелось пять структурно-картировочных скважин. Было выполнено 12 зондирований с установкой АВ–q (источник – заземленная линия, приемник – горизонтальная петля) с током в питающей линии 5 А. Данные были проинтерпретированы на ос-

нове альбомов кривых для двух- и трехслойных разрезов, выпущенных в СНИИГГиМС совместно с ИГиГ СО АН СССР (А. А. Кауфман, В. Н. Курилло, Г. М. Морозова, Г. А. Исаев, Б. И. Рабинович). По полученным данным удалось закартировать кровлю ангарской свиты, залегающую на глубине 800–1000 м.

В течение ряда лет Гравиметрическая экспедиция № 3 проводила подобные работы в более широком масштабе, в летнем варианте – самосплавом по рекам. Несмотря на небольшую глубинность работ тех лет, информативность их оказывалась довольно высокой, благодаря возможности совместного анализа с данными МТЗ, полученным ранее по этим же рекам.

Результаты работ показали, что метод ЗСБ с аппаратурой «Цикл-1» можно рассматривать как реальный геофизический инструмент изучения осадочного чехла Сибирской платформы.

Этап признания результативности ЗСБ. В 1973–1974 гг. началось практическое использование установок зондирования с индукционным возбуждением: сначала разнесенные установки Q–q, затем – соосные Qq. В этих модификациях метод внедряли в тресте «Якутнефтегазразведка» (В. В. Финогеев), в Восточном геофизическом тресте (В. М. Панкратов, М. А. Портнягин и др.), в Красноярском крае в тресте «Красноярскнефтегазразведка» (В. А. Шапорев, В. М. Бубнов). Организационная деятельность на местах, обучение кадров, отработка технологии исследований – везде СНИИГГиМС принимал самое непосредственное участие.

Нужно заметить, что переход на соосные установки потребовал серьезных усилий, главным образом аппаратно-измерительного плана, что позволило снизить искажающее влияние промежуточных высокоомных экранов георазреза, присущих установкам с гальваническим возбуждением. Кроме того, появилась возможность освоения технологии зимних профильных и площадных работ и увеличения глубинности исследований.

Наряду с этим начали оправдываться надежды на особую роль ЗСБ в решении задач поиска и картирования пластов-коллекторов, особенно вблизи нефтегазовых ловушек. Благодаря наличию в разрезе Сибирской платформы соленосных отложений, возникли условия для насыщения пластов-коллекторов крепкими рассолами, которые обуславливают их весьма низкое удельное сопротивление, особенно в приконтурной части нефтегазовой залежи. В условиях относительно высокоомного преимущественно карбонатного разреза выявление таких пластов может эффективно решаться с помощью электроразведки, в первую очередь методом ЗСБ. Первые материалы такого рода были получены Восточным геофизическим трестом в 1972–1974 гг. на Ярактинской площади. Кроме того, имелись удачные примеры решения структурных задач, картирования кровли фундамента. Все это способствовало более интенсивному внедрению ЗСБ.

В 1975–1976 гг. начались выпуск и внедрение аппаратуры «Цикл-2», объединившей разработки последних лет и опыт работ с «Цикл-1».

Сравнительно с имевшимися аналогами эта аппаратура обладала рядом решающих преимуществ: – в нефтепоисковом масштабе глубин обеспечивала измерение сигнала становления с времени порядка 1 мс, что в условиях высокоомного разреза позволяло «не пропускать» верхнюю часть разреза, т. е. изучать его с первых сотен метров;

– обеспечивала оперативное получение результатов измерений сразу после выполнения измерения, что для того времени было революционным свойством;

– габариты и масса были несоизмеримо меньше, чем, например, у ЦЭС-2, что исключало проблемы транспортировки (например, по маршруту Новосибирск – полевое подразделение), позволяло формировать мобильные отряды для отработки маршрутов по рекам, самосплавом.

Аппаратура «Цикл-2» была на вооружении электроразведки практически 20 лет. За 10 лет было выпущено более 110 комплектов, из них более половины использовались в нефтепоисковых работах в Восточной Сибири. Аппаратура широко использовалась не только в ЗСБ, но и в рудном направлении – МПП, ЗМПП (Г. А. Исаев), которое интенсивно развивалось в то же время. Однако, говоря об освоении новой аппаратуры, нельзя не упомянуть о той работе, которая, как правило, часто остается «за кадром»: о «доводке» аппаратуры, о совершенствовании методики измерений, об усилиях по повышению глубинности. В значительной мере эти исследования были завершены к 1985 г.

К этому времени на исследуемой территории работали три крупных геофизических объединения: «Енисейгеофизика», «Иркутскгеофизика», «Якутскгеофизика», в каждом из которых действовали несколько электроразведочных партий. Их работу курировал СНИИГГиМС. Параллельно велись также исследования МТЗ, ТТ.

В объединениях и экспедициях сформировались группы высококвалифицированных геофизиков-электроразведчиков, которые работали в соответствии с передовыми аппаратно-методическими достижениями того времени. Думаю, следует перечислить их имена: В. М. Бубнов, В. А. Шапорев, А. М. Мачульский, В. В. Лифшиц, Р. Е. Тойб, В. М. Панкратов, А. Е. Лаврентьева, А. М. Пашевин, О. Л. Серов, В. Тупицын, А. В. Поспеев, Р. Ф. Шайдунлин, В. К. Шишкин, И. Н. Чистякова и др.

Иллюстрацией признания результативности работ ЗСБ в Восточной Сибири может служить таблица, отражающая рост общих объемов ЗСБ в указанных организациях.

В 1987–1989 гг. на Сибирской платформе ежегодно работало около 20 отрядов, использовавших метод ЗСБ.

Ежегодные объемы ЗСБ в Восточной Сибири

Год	Физические наблюдения	Усл. пог. км
1975	650	2000
1980	1760	5000
1985	2700	8000
1989	3100	10000

К этому времени был накоплен большой материал по подтверждению результатов интерпретации ЗСБ последующим бурением в различных районах Сибирской платформы. Это свидетельствовало о правильности пути, по которому шло развитие метода в сибирской школе.

Эти годы можно назвать периодом расцвета ЗСБ как по достигнутому уровню технологии, так и по темпам развития этого уровня.

В контакте с сейсморазведкой. В середине – конце 1970-х гг. было получено немало удачных примеров комплексирования ЗСБ и сейсморазведки. В «Иркутскгеофизике» этим занимались В. М. Панкратов, А. Е. Лаврентьева, в «Якутскгеофизике» (Мурбайская партия) – В. К. Шишкин, И. Н. Чистякова. Технология выделения комплексных аномалий типа «залечь» дала хороший результат на Ярактинской, Дулисьминской, Аянской, Марковской, Верхнечонской и других площадях. Интерпретация ЗСБ с опорой на геометрию разреза, полученную по сейсморазведке, с успехом использовалась у якутских коллег. Эта методика ориентировалась на выделение нефте- и газоводяного контакта. Среди удачных примеров ее применения можно назвать Ботуобинское, Иреляхское нефтяные месторождения, Чаяндинская ловушка (газовое месторождение). По воспоминаниям участника этих работ главного геофизика Мурбайской партии В. К. Шишкина, с 1980 по 1992 гг. в 14 отчетах совместно с сейсморазведчиками и геологами были даны рекомендации для заложения 54 скважин, и этот прогноз был полностью оправдан последующим бурением 53 скважин! Автор настоящей статьи, как один из кураторов работ от СНИИГГиМС, все эти годы был «в гуще» этого процесса и является его свидетелем. Среди якутских участников развития ЗСБ (Мурбайская партия) нельзя не назвать куратора работ от СНИИГГиМС В. Финогеева, начальника электроразведочного отдела ГМЛ Р. Шайдуллина, геологов В. Панарина, Ю. Акулова, старшего специалиста треста Л. Зуевой

В западной части Сибирской платформы (территория действия ПГО «Енисейгеофизика») не всегда удавалось успешно «увязать» данные сейсморазведки и ЗСБ. Многие участки этого региона имели особо сложное строение из-за высокого насыщения разреза траппами, что усложняло структурные построения в сейсморазведке. В связи с этим стоит вспомнить об успешных работах Катангской геофизической экспедиции преимущественно в Катанг-

ской седловине, где многие участки благоприятны для электроразведки ЗСБ (невысокая проводимость ВЧР, не катастрофическое влияние трапповых интрузий на выдержанность ее параметров, достаточно высокая проводимость вендского коллектора). Исследуемые участки отрабатывались параллельно сейсморазведкой и электроразведкой в рамках единой геофизической партии, отчет готовился общий. Электроразведка, помимо задачи оценки коллекторских свойств, часто решала и структурную задачу как по кровле ангарской свиты, так и по вендскому коллектору. Методику интерпретации данных ЗСБ применительно к структурной задаче успешно развивал и применял В. М. Бубнов. Довольно часто в совместных отчетах с сейсморазведкой, как ответственный за электроразведочную часть, он высказывал особое мнение по поводу структур, выделяемых по сейсморазведке, объясняя их «ложность» недоучетом наличия трапповых интрузий в верхней части разреза. Эта ситуация касалась, в частности, Деликтуконского, Джелиндуконского, Верхнеджелиндуконского поднятий. А впоследствии «ложность» структур подтвердилась глубоким бурением.

Сопутствующие методические разработки. Помимо решения проблем обеспечения полевого производственного процесса, СНИИГГиМС постоянно проводил исследования в направлениях, которые могли бы продвинуть технологию ЗСБ на новый качественный уровень. Не всегда в явном виде они приводили к значимым результатам на практике, однако позитивно отражались на общем научном потенциале нашего сибирского геофизического сообщества.

Одним из таких направлений было физическое моделирование на баковой установке – детище Б. И. Рабиновича, которому он уделял много внимания. В этой установке в качестве модели геологической среды использовался раствор поваренной соли. На установке исследовалось влияние неоднородностей для методов ЗСБ, наземно-скважинной электроразведки, методов постоянного тока. В этой области много лет плодотворно работали В. Н. Шатохин, Н. Н. Тарло, В. В. Финогеев.

Много споров, обсуждений и ожиданий было связано с предпринятой попыткой использовать в геофизических исследованиях криогенный магнитометр. Тогда это был передовой край технологии приборостроения, который в СНИИГГиМС успешно освоили и «продвинули» с подачи Б. И. Рабиновича молодые специалисты Я. И. Гитарц и С. В. Форганг. Работа шла в тесном сотрудничестве с Институтом неорганической химии СО РАН СССР. Работа достаточно глубоко «зашла» в стадию полевых экспериментов, однако здравый смысл в конце концов взял верх: информационный выигрыш был не столь велик, чтобы пойти на значительное удорожание электроразведки из-за необходимости содержания в полевых условиях громоздкого криогенного гелиевого хозяйства.

Нельзя не упомянуть в связи с этим совместные работы СНИИГГиМС и Новосибирского электротехнического института, где были созданы приемные индукционные датчики для измерения горизонтальных компонент поля в методе ЗСБ (Б. М. Рогачевский, В. П. Гусев, Ю. М. Катрук). При эффективном моменте 100000 м² эти датчики имели длину 2 м и вес около 30 кг. Исследования были доведены до опытно-методической стадии. Однако их эффективное использование возможно было при решении задач в условиях трехмерных сред, что к тому времени не было обеспечено возможностями моделирования подобного рода задач. Так что это направление не получило дальнейшего развития.

Длительное время конструирование различных приемных датчиков имело положительный практический результат. Это совместный труд СНИИГГиМС и Львовского физико-механического института (ФМИ АН УССР), который завершился созданием конструкций на основе компактной приемной рамки с малошумящим предусилителем. В несколько модифицированном виде такие датчики сейчас широко используются на практике.

Наряду с интенсивным развитием ЗСБ в нефтепоисковой области, в институте существовало параллельное направление в области рудной геофизики, руководимое Г. А. Исаевым. Работа этого коллектива (Г. М. Тригубович, Г. Б. Ицкович, В. В. Филатов, Н. Г. Полетаева, А. В. Лапковский) была довольно успешной в научном отношении. Результаты научных и полевых исследований были хорошо известны в стране и за рубежом. Появившаяся в результате конкурентная среда хоть и создавала известное напряжение, в то же время стимулировала интенсивную продуктивную работу обоих коллективов в пересекающихся областях.

В первые годы работ интерпретация полевых материалов базировалась главным образом на наборе 2-, 3- и 4-слойных палеток кривых кажущегося сопротивления, выпускавшихся в СНИИГГиМС совместно с ИГиГ СО АН СССР (А. А. Кауфман, В. Н. Курилло, Г. М. Морозова, Г. А. Исаев, Б. И. Рабинович). Математическая и программная основа расчетов была создана в ИГиГ СО АН СССР А. А. Кауфманом, В. Н. Курилло, Г. М. Морозовой. Проведение теоретических расчетов ЗСБ для слоистых сред фактически были монополией сибирских организаций.

В европейской части СССР при таких работах опирались главным образом на анализ трансформант «Ст по Сидорову», но не было теоретической поддержки такой интерпретации, что часто приводило к ошибкам и заблуждениям.

Конечно, палеточная интерпретация была громоздка и дискретна по набору сред, поэтому в ИГиГ СО АН СССР интенсивно работали над созданием более скоростной программы расчетов. К началу 1980-х гг. Л. А. Табаровский создал такую программу, что позволило на очередном ежегодном электроразведочном семинаре СНИИГГиМС (об этом семинаре

речь пойдет далее) принять решение об обязательной проверке результатов интерпретации теоретическим расчетом для 20 % отчетных пунктов ЗСБ.

Работа была поставлена следующим образом. Из экспедиций почтой высылались результаты интерпретации по нескольким пунктам зондирований. В ИГиГ СО АН СССР с участием СНИИГГиМС проводились расчеты, а результаты возвращали в экспедиции. Путь был довольно громоздким, однако очень важным, поскольку, во-первых, реализовывалось начало настоящего научно обоснованного подхода в методике интерпретации, во-вторых, позволяло разбираться (и часто разобраться) с сомнениями в его правомерности. Мы на тот период (как и сейчас) не исключаем возможности и целесообразности анализа трансформант Ст, но этот анализ идет во взаимодействии с анализом теоретических расчетов.

В скором времени в связи с появлением персональных компьютеров класса «Электроника» в ИГиГ СО АН СССР программа была соответствующим образом модифицирована, что позволило «приблизить» возможность расчетов к пользователю. Первый, чрезвычайно важный и удачный такой опыт был осуществлен в Мурбайской партии треста «Якутскеофизика» (1985), где выполняли уже не проверку результатов интерпретации, а непосредственно саму интерпретацию всех отчетных кривых (В. К. Шишкин).

В 1988 г. В. С. Могилатов создал аналогичную программу «МАГ», которая также нашла своих пользователей (Катангская экспедиция, В. М. Бубнов).

Дальнейшее развитие матобеспечения интерпретации ЗСБ на рубеже 1990-х гг. привело к рождению программ с автоматизированной обратной задачей и развитым графическим интерфейсом – «ЭРА» (ИГиГ СО АН СССР, М. И. Эпов, И. Н. Ельцов, Ю. А. Дашевский) и «ПОДБОР» (СНИИГГиМС, В. С. Могилатов, А. В. Злобинский).

В это же время М. М. Гольдманом (ИГиГ СО АН СССР) была создана одна из первых программ решения прямой задачи ЗСБ для условий неоднородных сред – проводящий диск в однородном полупространстве.

Эти разработки тогда были исключительно важными, поскольку окончательно определили путь развития методов интерпретации для сибирской школы. Электроразведочные организации европейской части страны, не имевшие на вооружении подобных программных средств, так и остановились в интерпретации на анализе трансформант, что существенно обедняло информативность электроразведки и оставляло больше возможностей для заблуждений и спекуляций.

Среди методических разработок того времени одну следовало бы особо отметить за изяществом, изобретательностью и результативностью. Она касается учета боковых влияний при зондировании сред, имеющих латерально-неоднородное строение



верхней части разреза на исследуемой площади. Эта проблема возникла при интерпретации материалов по Юрубчено-Тохомской зоне Байкитской антеклизы. Точнее, здесь мы ее вполне осознали и разобрались в ее механизме. Из-за траппового магматизма, латеральной невыдержанности мощности вечномерзлых пород продольная проводимость постнижнекембрийских отложений (ВЧР до глубины 500–600 м) на исследуемой площади изменяется от 10–20 до 50–60 См. На этом фоне требовалось исследовать вендские и рифейские отложения с продольной проводимостью 10–30 См на глубине более 2,5 км. Традиционный одномерный подход к интерпретации в таких условиях может привести к неточным заключениям об исследуемом разрезе, появлению ложных структур или проводящих и высокоомных зон в целевом объекте на уровне венда – рифея. Для решения проблемы была разработана методика масштабно-пленочного физического моделирования с возможностью масштабной площадной имитации геоэлектрических ситуаций конкретных участков работ. В частности, появилась возможность создавать электрофизическую модель ВЧР исследуемой площади с площадным распределением продольной проводимости, адекватной натурному участку работ. Модель создавалась площадным сверлением листа алюминия по определенной сетке сверлами разного диаметра в соответствии с картой проводимости ВЧР, наложенной на этот лист. Таким образом, выполненному в поле на каждом пункте результату полевого зондирования соответствовал результат лабораторного зондирования. Совместный анализ этих зондирований с учетом масштабов моделирования позволял исключить из результата полевого зондирования влияние неоднородности ВЧР, воплощенной в модели (А. К. Захаркин, Н. Н. Тарло).

Методика была передана в Богучанскую геофизическую экспедицию ПГО «Енисейгеофизика», где под руководством В. А. Шапорева много лет использовалась для интерпретации полевого материала и исследований особенностей применения метода в условиях горизонтально-неоднородных сред.

Так в производственных масштабах моделирование было вовлечено в процесс интерпретации полевых материалов, в частности в операции исключения ложных аномалий от неоднородной ВЧР. Для того времени это было революционной технологией интерпретации. В настоящее время возможности реализации подобных результатов содержатся в разрабатываемой системе трехмерного конечно-элементного моделирования и новых методах трехмерной инверсии (Г. М. Тригубович, М. Э. Рояк, Ю. Г. Соловейчик, М. Г. Персова, А. В. Чернышов).

В 1973 г. в СНИИГГиМС было передано СибОКБ, которое заметную долю своих мощностей переключило на обслуживание электроразведки. Промышленный выпуск аппаратуры снял остроту проблемы аппаратного обеспечения полевых подразделе-

ний. В короткий срок здесь были «выращены» высококлассные разработчики, обеспечившие, совместно со СНИИГГиМС, разработку линейки приборов (сначала «Цикл-1», затем «Цикл-2», «Импульс-Ц», «Импульс Ц2», «Импульс-3», «Цикл-4»). В этой работе заметный след оставили Д. И. Кунин, В. Е. Гольдорт, Г. В. Саченко, А. И. Паули, Б. П. Балашов, Ф. М. Хаов и в том числе автор настоящей статьи.

Слагаемые успеха. В завершение попытаемся дать краткий анализ истоков удачи в развитии направления ЗСБ в Восточной Сибири, т. е. скорее не анализ, а фиксацию тех положительных стечений обстоятельств, которые обеспечили благоприятную среду для развития метода.

Первый и, безусловно, определяющий фактор – это причастность СНИИГГиМС к геофизическому изучению региона и «исторически созревший» этап массированного наступления на регион. Мы оказались в нужном месте в нужное время.

Второй фактор – позиция тогдашнего директора института В. С. Суркова, который, рискнув, поверил в энтузиазм коллектива электроразведчиков под руководством Б. И. Рабиновича. Риск этот, к счастью, оказался оправданным. Коллектив быстро освоил тему, нашел единомышленников как в институте, так и вне его. Гарантом процесса стала многолетняя последовательная позиция директора в этом вопросе. Успеху способствовала также организация СибОКБ при СНИИГГиМС.

Не последнюю роль сыграло в этом и партнерское взаимодействие с электроразведчиками ИГиГ СО АН СССР, имевшими передовые позиции в СССР в теоретических аспектах метода.

Особо следует отметить огромную роль, которую сыграл организованный в 1978 г. по инициативе руководителя лаборатории электроразведки Б. И. Рабиновича «Ежегодный научно-производственный семинар по электроразведке ЗСБ на Сибирской платформе», который проработал более 10 лет и который привлекал специалистов многих ведущих в области электроразведки организаций страны. В 1980-х гг. его вполне можно было назвать всесоюзным.

Геофизические, методические аппаратные проблемы и спорные вопросы проходили всесторонние, «непарадные» обсуждения. Творческая, дружественная атмосфера без излишней субординации оказалась эффективной школой кадров. Особенно полезны для геофизиков были обсуждения геологических аспектов решаемых задач, на которые нередко приглашались геологи.

Одной из важных составляющих успеха, на наш взгляд, являлся принцип воспитания квалифицированных кадров «на местах». Вовлечение в работу большого количества специалистов, регулярные коллективные обсуждения проблем – все это повышало «интеллектуальную массу», включенную в процесс.



В начале 1990-х гг. по известным причинам началось устойчивое снижение объемов выполняемых работ, а к 1994–1995 гг. работы методом зондирования становлением поля в ближней зоне на Сибирской платформе практически прекратились.

Такова вкратце история постановки и развития метода ЗСБ на Сибирской платформе.

Если где-то автор оказался не очень точен в хронологии или оценках, прошу извинить: многое писалось по памяти.

В настоящее время мы вступаем в период возрождения геофизических исследований на Сибирской платформе. Метод ЗСБ уже устойчиво занимает свою нишу в этой работе.

© А. К. Захаркин, 2021