

Страницы истории отечественного геофизического приборостроения

Зайченко В.Ю., ВНИИгеосистем, г. Москва

*"Отыщи всему начало и
ты многое поймешь"*

К. Прутков

(Окончание, начало см. в №02(04)2003 г.)

По аналогии с аэромагнитометрической аппаратурой в 60-х годах в СССР была начата разработка морских магнитометров буксируемых за судном, а также донных и буйковых станций (таблица 6). Они выпускались небольшими опытными партиями и эксплуатировались в составе геофизических экспедиционных судов, что позволяло проводить магнитометрические съемки различного масштаба на акваториях морей и океанов. Последние модели протонных и квантовых морских магнитометров по своим характеристикам не уступали лучшим мировым образцам. Для измерения параметров магнитного поля во внутренних точках геологической среды начиная со середины 50-х годов в СССР начали разрабатываться скважинные магнитометры, номенклатура которых росла из года в год по мере расширения круга решаемых задач (таблица 7).

Первый скважинный магнитометр начал разрабатываться в 1956 году в институте геофизики АН УССР совместно с ВИРГом и Киевским ОКБ ГИ коллективом в составе: А.А. Преображенский, Ю.П. Гречин, В.П. Кальварская, П.А. Зельцман, Л.Г. Филиппычева, который создал скважинный прибор для измерения полного вектора магнитного поля DT и вертикальной его составляющей DZ при помощи отдельной приставки. Опытный образец прибора прошел испытания в 1962 году и показал хорошие результаты. Несколько позже в 1966 году Ю.П. Гречин (Институт геофизики АН УССР) и П.А. Зельцман (Киевское ОКБ ГИ) создали высокочувствительный скважинный магнитометр для измерения вертикальной составляющей магнитного поля (DZ) в нефтяных и газовых скважинах. Была показана возможность расчленения осадочных отложений по магнитным свойствам, что стало совершенно новым направлением в сфере литологического изучения осадочных пород.

Опытные образцы прибора выпускались в Киевском ОКБ ГП.

В 1969 году в Институте геофизики Уральского научного центра АН СССР под руководством В.Н. Пономарева был разработан скважинный Z -магнитометр с дополнительным каналом, который позволял измерять и магнитную восприимчивость пород в разрезах скважин, что существенно повысило эффективность магнитного каротажа независимо от вскрываемых разрезов. В дальнейшем усилия специалистов УНЦ АН СССР под руководством В.Н. Пономарева были сосредоточены на разработке термостойких скважинных магнитометров в связи с бурением в СССР сверхглубоких скважин. Так, в 1980 году Э.Г. Мироновым и А.Г. Гритчиным был создан скважинный магнитометр, работающий при температуре окружающей среды до $200^{\circ}C$ [3]. В 1981 году был разработан совместно с ВНИИГИС (Ю.Г. Астраханцев, В.Н. Пономарев и С.Д. Сазонов) прибор для работы в сверх-

глубоких скважинах при температуре $180 - 200^{\circ}C$ в диапазоне ± 100000 нТл. Прибор испытывался в Кольской сверхглубокой скважине (СГ-3) до глубины 12200 метров при температуре до $205^{\circ}C$ и показал хорошие результаты.

В начале 60-х годов были начаты теоретические и экспериментальные исследования по обоснованию создания измерительных приборов для каротажа магнитной восприимчивости: Ю.И. Кудрявцев и В.П. Кальварская (ЛГУ), А.В. Лонский (Ленфилиал ВНИИгеофизика), Ю.Г. Кочнев (АЭТИ), результаты которых были использованы для конструирования скважинных магнитометров типа КМВ-1 и КМВ-2А в Киевском ОКБ ГП (Ю.П. Гречин, П.А. Зельцман). Их серийный выпуск был организован на Киевском заводе геофизического приборостроения с 1963 года и с 1968 года соответственно (таблица 7).

На базе аппаратуры типа КМВ в середине 70-х годов Ленинградским государственным университетом (Ю.И. Кудрявцев) совместно с Б.И. Тихоновым и А.И. Терехиным (НПО "Геофизика") была разработана аппаратура для определения содержания магнетитового железа в скважинах подземного бурения и на стенках горных выработок РИМВ-1. В 1987 году создан и более совершенный ее вариант РИМВ-2, которые выпускались на Уфимском приборостроительном заводе (К.Н. Казаков и В.П. Сысоев - ОКР).

Для наземных скважин с целью определения содержания железа в магнетитовых рудах по величине их магнитной восприимчивости в институте геофизики УНЦ АН СССР ранее (1963 - 1973 г.г.) были разработаны магнитные феррометры МФ-1, МФ-2 и др., которые выпускались в мастерских Уральского научного центра АН СССР опытными партиями. Авторами разработок являлись: В.Н. Пономарев, И.И. Глухих, Ю.Г. Астраханцев и др. (таблица 7).

Новым шагом в развитии скважинной магнитометрии явилась разработка трехкомпонентных скважинных магнитометров ТСМК-30 и ТСМК-40, которые были предназначены для измерения трех компонент магнитного поля и магнитной восприимчивости. Они были разработаны в ВИТРе; авторы: А.А. Попов, Е.А. Баринев, П.М. Мухин, А.И. Богданович и др., и выпускались на заводе "Геологоразведка" с 1976 по 1980 год по 30-60 штук ежегодно (таблица 7).

Для выполнения электромагнитного каротажа в скважинах в 1978 году была создана аппаратура, предназначенная для одновременного измерения электропроводности и магнитной восприимчивости горных пород, что существенно повышало эффективность литологического расчленения разрезов железорудных формаций. Теоретическое обоснование было разработано Ю.И. Кудрявцевым (ЛГУ), В.П. Кальварской, В.В. Мартюшевым, Г.В. Тереховым и Е.С. Екимовым (ВИРГ), а конструкторская разработка была осуществлена А.И. Кличуком, Б.А. Приворотским (ОКБ ГП Миннео УССР) и Е.С. Екимовым (ВИРГ). В 1978 - 1982 г.г. аппаратура под маркой ЭМК-1 выпускалась на Уфимском заводе геофи-

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

Таблица 6 Перечень морской измерительной магнитометрической аппаратуры, разработанной и выпускаемой в СССР

№ п/п	Уровни измерений параметров магнитного поля	Название аппаратуры	Марка	Год создания	Организация-разработчик	Принцип действия	Изготовитель	Страна
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	море	2х компонентный буксируемый морской магнитометр	2КМБ	1963	Ленинградское отделение ИЗМИРАН	феррозондовый	мастерские ИЗМИРАН	СССР
2		3х компонентный буксируемый морской магнитометр	3КМБМ	1967	Черноморское отделение гидрофизического института АН УССР	феррозондовый	мастерские	СССР
3		Буксируемый Т-магнитометр квантовый	БТМ	1968	СКБ ИЗМИРАН	оптическая накачка	мастерские ИЗМИРАН	СССР
4		Морской буксируемый протонный магнитометр	МПМ-2 МПП-3 МПМ-4	1965 1967 1968	ВНИИгеофизика	Ядерно-прецессионный	мастерские ВНИИгеофизики, Севморгео и СахКНИИ	СССР
5		Морской буксируемый протонный магнитометр	АМП-3	1972	Гидрофизический институт АН СССР	Ядерно-прецессионный	мастерские геофизического института АНУССР	СССР
6		Морской буксируемый квантовый магнитометр	КМ-2 КМ-2М	1973- 1975	СКБ геофизического приборостроения АН СССР	оптическая накачка	мастерские ИЗМИРАН	СССР
7		Морской буксируемый протонный магнитометр	МБМ-1	1979	НПО "Рудгеофизика"	Ядерно-прецессионный	з-д "Геологоразведка"	СССР
8		Морской буксируемый протонный магнитометр	ММП-2	1980	ПО "Южмор-геология"	Ядерно-прецессионный	мастерские объединения	
9		Морской буксируемый протонный магнитометр	МАМП-01	1982	ПГО "Севмор-геология"	Ядерно-прецессионный	мастерские объединения	СССР
10		Морской буксируемый протонный магнитометр	МПМ-5	1981	Институт океанологии АН СССР	Ядерно-прецессионный	мастерские института	СССР
11		Морские автономные буйковые магнитовариационные станции	МВС-Т	1969	ИЗМИРАН, СКБ ФП АН СССР	ядерно-прецессионный	СКБ ФП АН СССР	СССР
	АСМ-02		1970	ПО "Южмор-геология"	Ядерно-прецессионный	мастерские объединения	СССР	
	АМПВГ		1971	ИЗМИРАН, СКБ ФП АН СССР	Ядерно-прецессионный	СКБ ФП АН СССР	СССР	
	КВ-Т		1972	ИЗМИРАН, СКБ ФП АН СССР	оптическая накачка	СКБ ФП АН СССР	СССР	
	КМ-5		1973	ИЗМИРАН, СКБ ФП АН СССР	оптическая накачка	СКБ ФП АН СССР	СССР	
12		Донные магнитовариационные станции	АМДМВС	1968	ИЗМИРАН, СКБ ФП АН СССР СахНИИ	оптическая накачка	СКБ ФП АН СССР	СССР

зического приборостроения, а в 1989 - 1992 г.г. под маркой ЭМК-2 на Киевском заводе геофизического приборостроения Мингео УССР (таблица 7).

В целях повышения разрешающей способности скважинной магнитометрии для выделения магнитных аномалий интенсивностью менее 300 нТл в 1982 году ВИРГом совместно с НПО "Рудгеофизика" впервые в мировой и отечественной практике был создан скважинный протонный магнитометр МСП-2 авторы: А.А. Попов, Е.А. Брызгалов, В.Ш. Тенишев и Л.Т. Филиппычева, который в 1983 году прошел приемочные испытания, а в 1984 году на заводе "Геологоразведка" совместно с ВПО "Союзгеотехника" была выпущена первая установочная партия аппаратуры [10]. Появление этих приборов на производстве имело революционное значение, так как для

изучения магнитометрической стали доступны слабо-магнитные разрезы, где ранее продуктивные породы не выделялись.

Новым этапом развития скважинной магнитометрии следует считать период перехода на комплексные скважинные приборы с цифровой записью МСКЦ-1 включающие: магнитную обработку стенок скважины, пройденной по рудному телу, переменным магнитным полем плавно убывающей амплитуды; выделение рудных интервалов в разрезе и определение качества руд в них; измерение трех составляющих вектора магнитной индукции (ВМИ) в осевой системе координат; измерение вертикальной составляющей ВМИ. Теоретическое обоснование использования комплексного магнитометра разработали: А.Н. Авдонин, Н.И. Начапкин и Н.Л. Шилко НПО "Рудгеофизика", а конструкторская

Таблица 7 Классификация скважинной магнитометрической аппаратуры, разработанной и выпускаемой промышленностью в СССР

№ п/п	Уровни измерений параметров магнитного поля	Название аппаратуры	Марка	Год создания	Организация-разработчик	Принцип действия	Изготовитель	Страна	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	Скважина	Скважинный ΔT магнитометр с приставкой ΔZ	СМ-DT	1956-1962	Институт геофизики, АН УССР, ВИРГ, Киевское ОКБ ГП	феррозондовый	ОКБ ГП	СССР	
2		Скважинный высокочувствительный ΔZ магнитометр	СМ-D Z	1966-1968	Институт геофизики, АН УССР, ОКБ ГП	феррозондовый	ОКБ ГП	СССР	
3		Скважинный Z - магнитометр с дополнительным χ - каналом	СМ- χ	1969	Институт геофизики, УНЦ АН СССР	феррозондовый	мастерские УНЦ АН СССР	СССР	
4		Приборы для каротажа магнитной восприимчивости и электромагнитного каротажа		КМВ-1	1963-1965	ЛГУ, Ленфилиал ВНИИ геофизика, Киевское ОКБ ГП	индукционный	Киевский 3-д геофизического приборостроения (КОЭЗГП)	СССР
				КМВ-4	1981-1982	ВИРГ, Киевское ОКБ ГП	индукционный	(КОЭЗГП)	СССР
				ЭМК-1	1978-1982	ВИРГ, Киевское ОКБ ГП	индукционный	Уфимский 3-д геофизического приборостроения	СССР
				ЭМК-2	1989	ВИРГ и КОЭЗГП	индукционный	КОЭЗГП	СССР
				ЭМК-3	1988-1992	ВИРГ Рудгеофизика	индукционный	ВИРГ	СССР
				РИМВ-1	1974	ЛГУ, ВИРГ, ОКБ ГП	индукционный	Уфимский завод ГП	СССР
				РИМВ-2	1989	ВИРГ, окб ГП и УЗГП	индукционный	УЗГП	СССР
				5	Магнитные скважинные феррометры		МФ-1	1963	Институт геофизики УНЦ АН СССР
МФ-2		1965	Институт геофизики УНЦ АН СССР				индукционный	Мастерские УНЦ АН СССР	СССР
МФ-3		1966	Институт геофизики УНЦ АН СССР				индукционный	Мастерские УНЦ АН СССР	СССР
МФ-Т		1973	Институт геофизики УНЦ АН СССР				индукционный	Мастерские УНЦ АН СССР	СССР
6		Комплексные скважинные магнитометры		КСМ-38	1968	Институт геофизики УНЦ АН СССР	индукционный	Мастерские УНЦ АН СССР	СССР
				КШСМ-38	1970-1972	Институт геофизики УНЦ АН СССР	индукционный	Мастерские УНЦ АН СССР	СССР
7		Магнитометр-инклинометр	КСМ-65СГ	1976	Институт геофизики УНЦ АН СССР	индукционный	Мастерские УНЦ АН СССР	СССР	
8		Трехкомпонентные скважинные магнитометры		ТСМК-30	1965	ВИТР	частотный	3-д "Геолого-разведка"	СССР
				ТСМК-40	1971	ВИТР	частотный	3-д "Геолого-разведка"	СССР
9		Скважинные протонные магнитометры		МСП-2	1982	ВИТР и НПО "Рудгеофизика"	ядерно-прецессионный	опытно-экспериментальный 3-д ВИТРа	СССР
				МСП-2А	1987	ВИТР и НПО "Рудгеофизика"	ядерно-прецессионный	опытно-экспериментальный 3-д ВИТРа	СССР
10		Магнитометр скважинный комплексный цифровой	МСКЦ-1	1987	НПО "Рудгеофизика"	феррозондовый	3-д "Геолого-разведка"	СССР	



СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

разработка была выполнена совместно с заводом "Геологоразведка", на котором этот прибор и выпускался опытными партиями в начале 80-х годов. МСКЦ-1 был предназначен для работы с серийной каротажной станцией, оснащенной трехжильным кабелем длиной до 2000 м и многоканальным аналоговым или цифровым регистратором.

Скважинная магниторазведка нашла широкое применение на всех стадиях геологоразведочных работ на железорудных месторождениях. При поисках глубокозалегающих железорудных месторождений, которые часто не отмечались аномалиями на земной поверхности, скважинная магнитометрия являлась основным методом, позволяющим обнаруживать залежи полезного ископаемого.

При предварительной разведке скважинная магнитометрия позволяла минимальным количеством скважин оконтурить рудную залежь по линиям основным магнитных масс.

На стадии детальной разведки скважинная магниторазведка эффективно использовалась как для определения контуров рудных тел, так и определения в них магнетитового железа [8].

На стадии эксплуатации железорудных месторождений магнитные измерения в скважинах подземного бурения и в горных выработках широко использовались для обнаружения рудных тел в окоскважинном и околовыработочном пространстве; уточнения контуров рудных тел; определения расстояния до ближайшей кромки рудного тела; опробования магнитных руд (определение содержания железа). Таким образом, упомянутые в настоящем очерке создатели измерительной аппаратуры для магнитометрии одной из старейшей геофизической дисциплины,

внесли неоценимый вклад в развитие разведочной геофизики в нашей стране. Многие из ее творцов остались в качестве авторов на листах конструкторской документации и в отчетах научно-исследовательских и технологических работ и должны ждать новых исследований работ и отечественного геофизического приборостроения, которые отдали бы дань их творческому вкладу в научно-технический прогресс. Нет сомнения в том, что их наследие еще долго будет использоваться как в нашей стране, так и за рубежом.

Литература

1. Геофизическая аппаратура, Л., Недра, 1967, № 39
2. Геофизическая аппаратура, Л., Недра, 1979, № 67
3. Геофизическая аппаратура, Л., Недра, 1981, № 74
4. Геофизическая аппаратура, Л., Недра, 1982, № 75
5. Гречин П.Ю. Прибор для каротажа магнитной восприимчивости. Автоматика и приборостроение. 1964, № 4 геофизики. М., изд. Наука, 1983
6. Ильина Т.Д. Формирование советской школы разведочной геофизики. М., изд. Наука, 1983
7. Кальварская В.И., Лонский А.В. Усовершенствованная аппаратура магнитной восприимчивости (КМА). Прикладная геофизика. М., Недра, 1962, вып. 33
8. Кальварская В.И., Яговкина Т.А., Вейнберг А.К., Мерзликин В.К., Штольцер Г.Э. Методические указания по магнитному опробованию при разведке и подсчете запасов железных руд преимущественно магнитного состава. Л., НПО "Рудгеофизика", 1987
9. Магниторазведка. Справочник геофизика. М., Недра, 1980
10. Магниторазведка. Справочник геофизика. М., Недра, 1990
11. Справочник геофизика том VI. Магниторазведка. М., Недра, 1969
12. Филимонов В.В. Комплексные аэрогеофизические исследования. ЕАГО, "Геофизика", 1999, № 2
13. Цирель В.С. Аэромагнитометрия от А.А. Логачева до наших дней. ЕАГО, "Геофизика", 1999, № 2

10 сентября 2004 г. в автомобильной катастрофе погиб начальник Саратовской геофизической экспедиции НВНИИГ

Владимир Александрович Живодров

Он родился в Саратове 16 июля 1944 года в семье рабочего. Окончил среднюю школу, а затем геологический факультет Саратовского университета, получив специальность геофизика. Начал работать Володя еще будучи студентом - был лаборантом, слесарем по ремонту, электро-радиомехаником, техником-оператором сейсмокаротажной партии промыслово-геофизической конторы. С 1968 года он работал в Саратовской геофизической экспедиции сначала в должности инженера-геофизика, а затем, в период с 1975 по 1981 год, - начальника полевой партии. Далее три года контракта за рубежом в Эфиопии в должности старшего геофизика объединения "Зарубежгеология" Министерства геологии СССР. Он был лидером заграничного экспедиционного коллектива, неутомимым и энергичным, находившим выход из любой трудной ситуации. По возвращении из зарубежной командировки Владимир Александрович возглавил специальный экспедиционный отряд по освоению вибростейса.

В 1991 году В.А. Живодров принял нелегкую ношу начальника Саратовской геофизической экспедиции из рук первого руководителя СГЭ, известного послевоенного геофизика А.М. Иванчука. Благодаря умелым и продуманным действиям нового начальника, экспедиция удержалась "на плаву" в смутные 90-е годы, а затем прочно встала на ноги, достигнув высоких производственных и финансово-экономических показателей.

На счету экспедиции многие месторождения нефти и газа, открытые в последние годы. Большая заслуга в этом персонально Владимира Александровича. Он был отличным администратором, прекрасным высококвалифицированным специалистом, замечательным человеком с доброй и открытой душой и пользовался огромным уважением и любовью коллективов экспедиции и НВНИИГ. Смерть его невосполнимая потеря для всей саратовской и нижеволжской геологии и геофизики, для его коллег, его друзей, его семьи.

Светлый образ Владимира Александровича Живодрова навсегда останется в сердцах всех, кто его знал, кто с ним работал и общался!

