

Страницы истории отечественного геофизического приборостроения

Зайченко В.Ю., ВНИИгеосистем, г. Москва

*"Отыщи всему начало и
ты многое поймешь"*
К. Прутков

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

Магнитометрия. Является старейшей научной дисциплиной, которая изучает магнитное поле Земли, на ее базе сформировалась магниторазведка как метод поиска и разведки месторождений полезных ископаемых, а затем и как метод изучения геологического строения земной коры.

Первые магнитные измерения в России проводились в районе КМА с магнитометром Тиберга-Талена (Швеция) и морским магнитным дефлектометром де Колонга с целью изучения природы магнитных аномалий.

Магнитометр Тиберга-Талена для полевой магнитной разведки был разработан Робертом Таленом в 1897 году в Швеции, а несколько позже в 1915 году уже в Германии для этих же целей был создан портативный полевой магнитометр, который получил название "весы Шмидта" из-за использованного принципа измерительного устройства. Впоследствии этот прибор стал наиболее массовым магнитометром, применяемым при магниторазведке из-за небольшого веса, достаточно простого устройства снятия отсчетов и не громоздких способов обработки данных измерений.

Весы Шмидта позволяли измерять изменения вертикальной составляющей магнитного поля (ΔZ) на поверхности Земли, что было вполне достаточно для фиксации магнитных аномалий, связанных с магнитными объектами геологической природы.

Первым отечественным магнитометром можно считать прибор Тиберга-Талена, который существенно был усовершенствован в 1913 году В.И. Бауманом, в связи с чем такой магнитометр можно по праву назвать прибором Тиберга-Талена-Баумана [6].

В 1914-1915 г.г. на Урале в Тагильском округе и на горе Магнитной этот прибор был испытан и показал хорошие результаты. Хотя этот прибор был недостаточно чувствительным и мог использоваться только для поисков руд с высокими магнитными свойствами, он стал широко применяться как для разведки месторождений железных руд, так и для изучения сильных магнитных аномалий.

В России поиски железных руд по магнитным аномалиям были развернуты еще в конце XIX века: на Урале (В.И. Бауман, К.Н. Егоров и С.Н. Вуколов 1899 г.); в Кривом Роге (И.Г. Касальский 1898 г.); в Курской губернии (И.Н. Смирнов, Н.Д. Пильчиков, Д.Д. Сергиевский 1890 год под руководством профессора Московского университета Э.И. Лейста).

Особую роль в применении магнитометров для разведки месторождений полезных ископаемых сыграл В.И. Бауман, который основал одну из первых в России научных школ

магнитологов в Петербургском горном институте.

По заданию русского горного ведомства в 1908 году он был командирован в Швецию для освоения метода магнитной разведки. Критически пересмотрев применяемые там методики он разработал более рациональные методы проведения разведочных работ, составил методические указания по разбивке рациональной сети наблюдений, но самое главное переработал теорию шведского магнитометра Тиберга-Талена и показал, что по разработанной им методике для целей разведки можно применять и другие магнитометры, в том числе и "весы Шмидта", которые к тому времени стали поступать на международный рынок. Их использование при магнитной разведке позволяло довольно легко осуществлять наблюдения в каждой точке магнитного поля при незначительных затратах времени и средств [6].

Под руководством В.И. Баумана в России в 1914-1915 г.г. были проведены массовые магнитометрические исследования Урала в Тагильском округе и на горе Магнитной. Магнитную съемку с магнитометром Тиберга-Талена-Баумана проводил его ученик И.М. Бахурин.

В.И. Бауман разработал количественные методы интерпретации данных магнитной разведки, позволяющие определять форму и глубину залегания магнитных объектов. Он, по сути, создал в Ленинграде школу магнитной разведки, в которой его дело продолжали многочисленные ученики. Поскольку В.И. Бауман предпринимал энергичные меры по созданию в нашей стране специализированного института геофизических методов разведки. Институту прикладной геофизики, организованному в 1923 году, было присвоено его имя - профессора В.И. Баумана. В дальнейшем проведением магнитных съемок в различных регионах страны (на Кавказе, в Норильском крае, на Алтае, в Кривом Роге, в Донецком бассейне и т.д.) руководил И.М. Бахурин.

Начиная с 1924 г. магниторазведка начала применяться и на месторождениях нефти и газа. Если в 1926 году в нефтегазоносных районах работало всего две магнитометрические партии, то в 1930 году их было уже четыре, в 1931 г. - пять, а в 1932 - восемь партий [6]. Была проведена магнитная съемка нефтеносных районов Эмбы, Грозного, Прикуринской низменности и Нефтечала, которая показала, что магнитные аномалии имеют прямую связь со структурно-тектоническим строением осадочных отложений.

Характерно, что магнитометрические съемки осуществлялись с помощью закупленных у немецкой фирмы "Аскания-Верке" магнитных вариометров и весов Шмидта, так как отечественные измерительные приборы для магниторазведки в то время еще не выпускались (таблица 4).

Первые полевые отечественные магнитометры появились в 1936 году, когда на заводе

Таблица 4 Классификация наземной измерительной магнитометрической аппаратуры, применявшейся в СССР

№ п/п	Уровни и 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	Суша	а) пешеходные	Полевой магнитометр Роберта-Талена		1887	фирма Талена	постоянный магнит	фирма Талена	Швеция
2			Полевой магнитометр А. Шмидта	Весы Шмидта	1914	Аскания-Верке	постоянный магнит	Аскания-Верке	Германия
3			Полевой Магнитометр Тиберга-Талена		1915	фирма Талена	постоянный магнит	фирма Талена	Швеция
4			Полевой магнитометр Тиберга-Талена-Баумана		1928	Петербургский горный институт	постоянный магнит	мастерские института	Советская Россия
5			Полевой магнитометр	М-1	1936	з-д "Геолого-разведка"	постоянный магнит, оптико-механическая система	з-д "Геолого-разведка"	СССР
6			Полевой магнитометр	М-2	1938	з-д "Геолого-разведка"	постоянный магнит, оптико-механическая система	з-д "Геолого-разведка"	СССР
7			Полевой магнитометр	М-15	1947	ВИРГ и з-д "Геологоразведка"	постоянный магнит, оптико-механическая система	з-д "Геолого-разведка" с 1950 г.	СССР
8			Полевой магнитометр	М-17	1949	ВИРГ и з-д "Геологоразведка"	феррозондовый	Уфимский з-д геофизического приборостроения	СССР
9			Полевой переносной магнитометр	М-18	1950	з-д "Геолого-разведка"	торсионные магнитные весы, оптикомеханическая система	з-д "Геолого-разведка" с 1961 г.	СССР
10			Полевой переносной магнитометр	М-23	1951	з-д "Геолого-разведка"	торсионные магнитные весы, оптикомеханическая система	з-д "Геолого-разведка" с 1961 г.	СССР
11			Полевой переносной магнитометр	М-27 М-27М	1953 1954	з-д "Геолого-разведка"	Модернизированный вариант магнитометра М-23	з-д "Геолого-разведка" - с 1962 г. - с 1963 г.	СССР
12			Полевой протонный магнитометр	АЯПМ-4	1957	ВИТР	ядерно-прецессионный	опытный завод ВИТРа	СССР
13			Полевой протонный магнитометр	М-20 М-32	1972 1973	ОКБ Мингео СССР, з-д Геологоразведка	ядерно-прецессионный	з-д "Геолого-разведка"	СССР
14			Полевой переносной протонный магнитометр	ММП-203	1980	ВИРГ и з-д "Геологоразведка"	оптическая накачка	з-д "Геолого-разведка" с 1981 г.	СССР
15			Магнитометр квантовый	М-33 ММ-60 (ММП-30)	1974 1982	ВИРГ и з-д "Геологоразведка"	оптическая накачка	з-д "Геолого-разведка"	СССР
16	автомобильные	б)	Автомобильный протонный магнитометр	МСС-1	1965	Казахское отделение ВИРГа	ядерно-прецессионный	Казгеофиз-прибор	СССР
17			Автомобильный квантовый магнитометр	ММА-301	1975	Казахское отделение ВИРГа	оптическая накачка	Казгеофиз-прибор	СССР

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

Таблица 5 Классификация аэромагнитометров разработанных и выпускавшихся 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	В О З Д У Х	аэромагнитометр	АМ-1	1936	ЦНИГРИ и Ленинградский университет	индукционный	мастерские ЦНИГРИ	СССР
2		аэромагнитометр	АМ-4	1938	ЦНИГРИ и Ленинградский университет	индукционный	з-д "Геологоразведка"	СССР
3		аэромагнитометр	АМ-9Л	1946	ВИРГ	феррозондовый	з-д "Геологоразведка"	СССР
4		аэромагнитометр	АЭМ-49	1949	ОКБ Мингео СССР	феррозондовый	з-д "Геологоразведка"	СССР
5		аэромагнитометр	АМ-13	1960	ОКБ Мингео СССР	феррозондовый	з-д "Геологоразведка"	СССР
6		аэромагнитометр	АММ-13	1962-1963	ОКБ Мингео СССР		з-д "Геологоразведка"	СССР
7		аэромагнитометр - магнитный канал комплексных аэрогеофизических станций АСГ-46, АСГ-48М, АСГ-48М2	АМФ-21	1962-1963	ВИРГ; з-д "Геологоразведка"	феррозондовый	з-д "Геологоразведка"	СССР
8		Абсолютный протонный аэромагнитометр	АЯАМ-6	1961	ВИТР	Ядерно-прецессионный	Опытный з-д ВИТРа затем з-д "Геологоразведка" и "Казгеофизприбор"	СССР
9		Аэромагнитометр в составе 2х-методной аэрогеофизической станции АСГМ-25		1962	ОКБ Мингео СССР, з-д "Геологоразведка"	феррозондовый	з-д "Геологоразведка"	СССР
10		Аэромагнитометр протонный с динамической поляризацией рабочего вещества	АМП-7	1971-1973	з-д "Казгеофизприбор"	Ядерно-прецессионный	з-д "Казгеофизприбор"	СССР
11		Аэромагнитометр протонный	ЯМП-3	1976-1978	з-д "Казгеофизприбор"	ядерно-прецессионный	з-д "Казгеофизприбор"	СССР
12		Аэромагнитометр протонный в составе комплексной станции СКАТ-77 и СТК	ММС-213	1981	ВИРГ	Ядерно-прецессионный	з-д "Геологоразведка"	СССР
13		Аэромагнитометр протонный	ММС-214	1982	з-д "Казгеофизприбор"	Ядерно-прецессионный	з-д "Казгеофизприбор"	СССР
14		Аэромагнитометр протонный	ММВ-215	1987	з-д "Казгеофизприбор"	ядерно-прецессионный	з-д "Казгеофизприбор"	СССР
15		Аэромагнитометр квантовый	КАМ-28	1973-1978	ОКБ Мингео СССР	оптическая накачка	з-д "Геологоразведка"	СССР
16		Аэромагнитометр квантовый	ММ-305	1980		оптическая накачка		
17		Аэромагнитометр квантовый	ММ-01	1987	ОКБ НПО "Рудгеофизика"	оптическая накачка	з-д "Геологоразведка"	СССР

"Геологоразведка" в Ленинграде были разработаны магнитометры по типу "весов Шмидта", которые затем под маркой М-1 серийно выпускались на этом же заводе в достаточно большом количестве. В последующем их усовершенствованный вариант под маркой М-2 выпускался длительное время вплоть до создания магнитометров нового типа. В разработку пешеходных полевых магнитометров оптико-механического феррозондового типа большой вклад внесли конструкторский отдел завода "Геологоразведка" и ученые ВИРГа. В короткие сроки ими были разработаны и

поставлены на серийное производство такие модели как: М-15, М-17, М-18, М-23, М-27 и др., которые конструктивно и по точности существенно отличались от ранее выпускавшихся серийно магнитометров М-1 и М-2. Это позволило вести магнитную разведку с большей эффективностью. Наиболее удачной конструкцией пешеходных магнитометров был магнитометр М-27 - модернизированный вариант магнитометра М-23. Его чувствительным элементом являлся постоянный магнит, подвешенный с помощью горизонтальной металлической нити, закрепленной на стойках.

Магнит отклонялся на угол пропорциональный вертикальной составляющей исследуемого поля. Он имел диапазон измерений с плавной компенсацией ± 3000 гамм, а с ступенчатой компенсацией ± 4500 - 5500 гамм. Общий диапазон измерений с двумя видами компенсации достигал ± 36000 гамм при средней квадратической погрешности измерений ± 3 гаммы.

В 70-х и 80-х годах он был самым массовым прибором для магнитных съемок различного масштаба.

Разработку пешеходных магнитометров М-17, М-18, М-23, М-27, М-27М выполняли специалисты Ленинградского ОКБ Мингео СССР в их число входили: А.А. Любимов, Г.А. Любимов, В.Н. Григорьев, В.Н. Козлов и др.

Начало 60-х годов ознаменовалось переходом в магнитометрии к новым принципам измерений, основанным на использовании ядерно-прецессионных явлений (протонные магнитометры) и оптической накачки (квантовые магнитометры). Первый протонный переносной магнитометр был разработан в 1953 г. М. Пиккаром и Р. Варианом (США).

В 60-х годах целый ряд зарубежных фирм начали выпускать протонные магнитометры для пешеходной съемки: ELSEC (Англия) с пределом измерений 24000 - 70000 γ и порогом чувствительности $\pm 0,5$ γ ; S-103 (Канада) с пределом измерений 20000 - 100000 γ и порогом чувствительности ± 1 γ ; PMM-611G (Япония) с пределом измерений 25000 - 80000 γ и порогом чувствительности ± 1 γ и др. [1].

В СССР первый протонный переносной магнитометр был создан в 1957 году А.Я. Ротштейном и В.С. Цирелем в ВИРГе, который выпускался под маркой АЯПМ-4 на опытном заводе ВИРГа. (таблица 4).

Несколько позже на заводе "Геологоразведка" был разработан протонный магнитометр М-20, который конструктивно существенно отличался от магнитометра АЯПМ-4 и имел более широкий диапазон измерений (35000 - 70000 гамм). Небольшими партиями он выпускался на заводе "Геологоразведка".

В 1973 году ОКБ Мингео СССР совместно с заводом "Геологоразведка" был разработан более совершенный протонный магнитометр М-32, а затем ВИРГом и заводом "Геологоразведка" и магнитометр ММП-203, который имел цифровой визуальный индикатор (пяти-разрядный) и цифровую магнитную регистрацию, масса прибора не превышала 6 кг [10].

Необходимо отметить, что по основным характеристикам отечественные протонные пешеходные магнитометры ничем не уступали зарубежным приборам, а по отдельным параметрам их даже превосходили.

Метод оптической накачки, разработанный французским физиком Д. Кастлером и др. для паров щелочных металлов в 1950 году начал широко использоваться в пешеходных магнитометрах, что позволяло повысить точность измерений и обеспечить достаточно высокую их помехоустойчивость.

Первый квантовый магнитометр в СССР был создан в ОКБ Мингео СССР; авторское свидетельство № 252640 от 6 июля 1964 года авторы В.А. Прищепко и О.И. Хвостов.

Позже в ВИРГе под руководством В.П. Пака был разработан более совершенный пешеходный квантовый магнитометр М-33 (1974

год). С 1975 года этот прибор начал выпускаться серийно и пользовался большим спросом у производственных организаций. В последующем магнитометр М-33 был усовершенствован и выпускался заводом "Геологоразведка" под маркой ММП-303, он отличался от М-33 тем, что в нем был увеличен верхний предел диапазона измерений от 80000 до 100000 нТл, в 2 раза расширена угловая рабочая зона магнитоизмерительного преобразователя ($\pm 40^\circ$ вместо $\pm 20^\circ$); увеличен верхний предел рабочей температуры до 50°C , прибор стал более экономичным по энергопитанию (10 Вт вместо 15 Вт).

Дальнейшие модели квантовых магнитометров ММ-60 (ММП-304) и др. имели более совершенные конструкции. Например, магнитометр ММ-60 имел уже напоминающее устройство (ЗУ) - кассетное магнитное ленточное емкостью 4096 полевых измерений, что позволяло в конце съемочного дня считывать имеющиеся данные на ИМЛ и осуществлять обработку их на компьютере [10].

В связи с расширением объемов магнитометрических съемок специально для степных районов в 70-х годах были созданы автомобильные магнитометры, которые устанавливались на автомобилях ГАЗ-69 и могли выполнять маршрутные наблюдения параметров магнитного поля с большой производительностью.

Первый автомобильный магнитометр протонного типа был разработан в 1965 году Казахским отделением ВИРГа и выпускался серийно на заводе "Казгеофизприбор" под маркой МСС-1. Несколько позже там же был разработан квантовый автомобильный магнитометр, который серийно выпускался с 1975 года на заводе "Казгеофизприбор" под маркой ММА-301 (таблица 4). В создании автомобильных магнитометров активное участие принимали: В. П. Пак, В.П. Трипольский, Н. И. Сочеванов, Д. А. Горев и др. [2]. Необходимо отметить, что аналогов разработанным в СССР автомобильным магнитометрам за рубежом в то время не было.

В 30-х начало развиваться совершенно новое направление в магниторазведке аэромагнитные съемки, что по образному выражению профессора В. В. Федынского явилось "настоящей революцией в магниторазведке" [6].

Идея магнитной съемки приборами на движущемся основании впервые начала разрабатываться в ЦНИГРИ и в Ленинградском университете в 1934 - 1936 гг. Основоположником разработки методики и прибора для аэромагниторазведки был научный сотрудник ЦНИГРИ А.А. Логачев впоследствии директор ВИРГа. Ему пришлось критически пересмотреть измерительные схемы существовавших в то время приборов и выбрать наиболее приемлемую, обеспечивающую достаточно высокую точность при непрерывном движении. Были детально изучены два типа магнитометров - с использованием магнетронов и с применением вращающихся индукционных рамок. Приборы с магнетронами испытывались в Ленинградском университете и были отвергнуты из-за неустойчивых показаний. Приборы с вращающимися индукционными рамками использовались в магнитометрии еще в начале XX века. В 1907 году французский ученый Л. Дюнуаз разработал и применил

индукционный компас. В начале 20-х годов казанский магнитолог В.А. Ульянин провел определения угла магнитного наклона с помощью индукционных магнитометров [6]. Индукционные инклинометры применяла также французская геофизическая фирма Шлюмберже.

Установив принципиальную пригодность индукционных магнитометров для непрерывной магнитной съемки с движущегося основания с необходимой точностью, А.А. Логачев в 1936 году предложил первую модель магнитометра собственной конструкции для движущихся оснований, в котором чувствительный элемент был выполнен в виде катушки, которая вращается в геомагнитном поле вокруг своей оси. Испытания этой модели магнитометра были проведены А.А. Логачевым в 1936 году сначала на движущейся лодке, а затем в том же году на самолете по маршруту Новгород - Валдай в районе известной региональной магнитной аномалии. С самых первых полетов эта аномалия четко фиксировалась разработанным прибором. В том же году несколько усовершенствованная и облегченная модель аэромагнитометра была испытана в Смоленской области в районе Бяратинской и Рагнединской магнитных аномалий и показала хорошие результаты. Так получил путевку в жизнь аэромагнитометр, который нашел широкое применение в различных районах нашей страны: 1937 год - КМА и Старый Оскол; 1938 год - территория Абаканских железорудных месторождений; 1939 год - Горная Шория.

В 1940 году по предложению Комитета по делам геологии СССР были организованы три аэромагнитные партии, которые проводили поисковые работы на Дальнем Востоке и в Забайкалье. Для этих работ выпускался аэромагнитометр под маркой АМ-1 (таблица 5). За период с 1936 по 1940 год были отработаны аппаратура и методика измерений, установлены оптимальные условия полетов (высота и скорость) и направления профилей с учетом общей магнитной карты в районах съемок и начат выпуск модернизированного аэромагнитометра АМ-4.

В годы Великой Отечественной войны аэромагнитные съемки не прекращались; они интенсивно велись в Горной Шории, на Дальнем Востоке, в Прибалхашье, в Западной Сибири, Кузнецком Алатау и на Саянах. Съемки проведенные в 1942 - 1943 гг. в Западной Сибири показали, что они весьма полезны для построения структурно-тектонических карт и в осадочных бассейнах [6]. Одновременно с развитием измерительной аппаратуры и методики аэромагнитных съемок была организована подготовка кадров аэромагнитологов в ведущих вузах страны Ленинградском горном институте, в МГУ и других.

В 1947 году А. А. Логачеву за разработку аппаратуры и методики аэромагнитной съемки была присуждена Государственная премия СССР.

Новый этап развития аэромагнитометрии наступил с 1945 года, когда был организован Всесоюзный институт разведочной геофизики (ВИРГ) и его директором был назначен А.А. Логачев. В короткие сроки были разработаны новые типы аэромагнитометров АМ-9Л, АЭМ-49 и др., которые серийно начали выпускаться на заводе "Геологоразведка" (таблица 5). За

создание аэромагнитометров средней точности группе работников ВИРГа: Г.С. Смирнову, Г.П. Тафееву, Г.В. Александровской, Н.И. Карабанову и З.А. Макаровой была присуждена Государственная премия СССР.

В дальнейшем разработка аэромагнитометров шла по пути их технического усовершенствования для обеспечения более высокой точности и помехозащищенности АМ-13, АММ-13 (Ю.В. Афанасьев и О.И. Хвостов ОКБ Мингео СССР), а также создания аэромагнитометров для комплексных аэрогеофизических станций АСГ-46, АСГ-28М, АСГМ-25 и др. Достаточно сказать, что за период с 1962 года аэромагнитометров в составе 2-х методной аэрогеофизических станций было выпущено 360 шт. [13].

Новая эра в аэромагнитометрии наступила в связи с созданием протонных и квантовых аэромагнитометров, что позволило существенно повысить точность аэромагнитных съемок. Первый протонный аэромагнитометр АЯМ-6 был создан в 1961 году в ВИРГе под руководством А.Я. Ротштейна, а затем к разработке протонных аэромагнитометров подключился конструкторский отдел завода "Казгеофизприбор", где под руководством Ф.Н. Свядиша и С.Я. Квитко были созданы такие приборы как АМП-7, ЯМП-3, МСС-214, ММВ-215 и др. (таблица 5). Параллельно разработки аэромагнитометров велись и в ОКБ Мингео СССР в г. Ленинграде. В 80-х годах там был создан протонный аэромагнитометр ММС-213, которым комплектовалась комплексная аэрогеофизическая станция СКАТ-77 - самая массовая станция того времени, а в 1973 г. был разработан квантовый аэромагнитометр КАМ-28 под руководством Г.А. Трошкова, а затем и модернизированный его вариант - ММ-305.

В дальнейшем развитие квантовых аэромагнитометров связано с именем разработчика В.П.Пака, который создал принципиально новый прибор ММ-01 и в последующем еще целый ряд воздушных и наземных квантовых магнитометров (МГМ-04, МГМ-04М и др.).

(Продолжение следует)

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
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