

СЕКРЕТНОСТЬ

№ 9302

МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ СОЮЗА ССР
ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ НАВИГАЦИИ И ОКЕАНОГРАФИИ

*Для служебного
пользования*

Экз. № 113



ИНСТРУКЦИЯ
ПО МОРСКОЙ МАГНИТНОЙ СЪЕМКЕ
(ИМ-86)

1987

№ 9302

МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ СОЮЗА ССР
ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ НАВИГАЦИИ И ОКЕАНОГРАФИИ

Утверждена
Начальником Гидрографической службы
Военно-Морского Флота
30 августа 1985 г.

*Для служебного
пользования*

Экз. № **112**



ИНСТРУКЦИЯ
ПО МОРСКОЙ МАГНИТНОЙ СЪЕМКЕ
(ИМ-86)

1987

Настоящая инструкция устанавливает порядок выполнения морских магнитных съемок, проводимых с целью изучения пространственного распределения элементов геомагнитного поля в океанах и морях. Инструкция содержит методы производства морских магнитных съемок с судов, аэромагнитных съемок и магнитных съемок со льда, а также методы обработки материалов магнитных съемок.

Инструкция разработана на основе Инструкции по морской магнитной съемке (ИМ-71); опыта работ, накопленного в частях и подразделениях Гидрографической службы ВМФ; Инструкции по магнитной разведке Министерства геологии СССР, 1981 г.

Инструкция обязательна для всех подразделений Гидрографической службы ВМФ, а также рекомендуется всем организациям, занимающимся выполнением морских магнитных съемок.

С выходом настоящей инструкции отменяются:

— Инструкция по морской магнитной съемке (ИМ-71). ГУ МО, 1972 г.;

— главы I—V Инструкции по применению геофизических способов при гидрографических исследованиях рельефа дна океана со льда. ГУ МО, 1966 г.;

— глава 7 Инструкции по использованию морского буксируемого магнитометра МБМ. ГУНиО МО, 1978 г.;

— ст. 116 Руководства по океанографическому изучению океанов и морей (РОИ-80), ч. I. ГУНиО МО, 1980 г.

В разработке инструкции принимали участие: С. Н. Гувевич, Б. Н. Демин, Т. М. Кулагина, К. Г. Ставров, В. Д. Мищенко.

Замечания по инструкции направлять в Главное управление навигации и океанографии Министерства обороны по адресу: 199034, г. Ленинград, В-34.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
1. Основные положения	7
2. Техническая документация и подготовительные работы	11
2.1. Техническая документация	11
2.2. Подготовительные работы в базе	11
2.3. Подготовительные работы на судне	12
2.4. Подготовительные работы для производства магнитной съемки со льда	13
2.5. Подготовительные работы для производства аэромагнитной съемки	13
3. Методика выполнения магнитометрических работ в море	15
3.1. Аппаратура	15
3.2. Производство морской магнитной съемки	15
Общие положения	15
Проложение галсов и подробность морской магнитной съемки	16
Производство магнитной съемки с судна	17
Производство магнитной съемки со льда	18
Производство аэромагнитной съемки	21
3.3. Учет вариаций геомагнитного поля	22
Общие положения	22
Учет вариаций при съемке с судна	25
Учет вариаций при съемке со льда	25
Учет вариаций при аэромагнитной съемке	26
3.4. Определение поправки за девиацию магнитометра	26
Определение поправки за девиацию при магнитной съемке с судна	26
Определение поправки за девиацию при аэромагнитной съемке	35
4. Полевая документация и контроль	36
4.1. Общие положения	36
4.2. Ведение и оформление полевой документации	37
Оформление магнитограмм и технических носителей информации	37
Оформление журналов магнитной съемки	39
Оформление прочей полевой документации	41
4.3. Контроль результатов магнитной съемки в процессе работ	41
5. Обработка материалов магнитной съемки	43
5.1. Общие положения	43
5.2. Предварительная обработка материалов магнитной съемки	44
Общие положения	44
Рабочий планшет галсов и калька ГМП	45
5.3. Окончательная обработка материалов магнитной съемки	46
Общие положения	46
Обработка информации, зарегистрированной на магнитограммах и технических носителях	47
Составление каталога и отчетного планшета	48
Составление справочных материалов	49
5.4. Обработка результатов измерений вариаций геомагнитного поля	50
5.5. Оценка точности магнитной съемки	54

Приложения

1. Общие сведения, необходимые при производстве морской магнитной съемки	57
1.1. Общие сведения о геомагнитном поле	59
Элементы земного магнетизма и структура геомагнитного поля	59
Геомагнитные вариации	61
Стационарное геомагнитное поле в океане	74
Хранение и представление информации о геомагнитном поле	77
Список справочной научно-технической литературы	78
1.2. Условные обозначения и сокращения, принятые в инструкции	79
1.3. Перечень руководящих документов	80
1.4. Планирование магнитной съемки	81
1.5. Магнитные обсерватории СССР	84
1.6. Технические данные магнитометрической аппаратуры	88
1.7. Определение суммарной инструментальной погрешности магнитометра	92
1.8. Планирование системы рядовых галсов при площадной магнитной съемке	94
1.9. Широтная зависимость среднегодового уровня магнитной активности	96
1.10. Список магнитных обсерваторий, расположенных в прибрежной зоне и на островах океанов и морей	97
1.11. Форма запроса данных измерений магнитовариационных станций из международного центра данных	100
1.12. Косвенный способ учета вариаций ГМП	101
1.13. Форма таблиц вычисления коэффициентов поправок за девиацию и пример построения графика поправок за девиацию	104
1.14. Образцы оформления магнитограмм и перфолент	106
1.15. Описание форматов для представления магнитометрических данных на технических носителях и в табличном виде	108
А. Формат для хранения морских магнитометрических данных на магнитной ленте и их обмена	108
Б. Формат для представления на перфоленте каталога магнитометрических данных	117
В. Пояснительная записка к каталогу магнитометрических данных при представлении его на перфоленте	118
Г. Формат для представления в табличном виде каталога магнитометрических данных	120
1.16. Обработка результатов измерений МВС	123
1.17. Оценка величины средней квадратической погрешности интерполяции вдоль галсов	126
2. Сведения, необходимые при производстве магнитной съемки с судна	127
2.1. Правила техники безопасности при производстве магнитной съемки с судна	129
2.2. Примерный перечень инструментов, оборудования и расходных материалов, необходимых для работы магнитометрической партии	132
2.3. Примерная схема размещения приборов и оборудования в судовой магнитометрической лаборатории	134
2.4. Памятки вахтенному офицеру и вахтенному гидрографу при производстве магнитной съемки с судна	135
2.5. Номограмма для определения элементов буксировки магнитометров	136
2.6. Методика определения магнитного склонения в море на судах	137
2.7. Форма журнала магнитной съемки	141
2.8. Методика поиска и обследования объектов, представляющих навигационную опасность, с помощью буксируемого магнитометра	144
3. Сведения, необходимые при производстве магнитной съемки со льда	159
3.1. Правила техники безопасности при производстве магнитной съемки со льда	161
3.2. Примерный перечень инструментов, оборудования и расходных материалов, необходимых для работы магнитометрической партии	164
3.3. Методика сверки магнитооптических магнитометров	166
А. Методика сверки <i>H</i> -магнитометров (М-15)	166

Б. Методика сверки <i>Z</i> -магнитометров (М-18, М-27, М-27М)	167
В. Методика проверки работоспособности <i>Z</i> -магнитометров (М-18, М-27, М-27М) в полевых условиях	168
3.4. Правила производства работ с магнитной вариационной станцией «ИЗМИРАН-4»	170
3.5. Форма полевого журнала МВС	171
3.6. Основные правила работы с магнитооптическими магнитометрами М-15 и М-18 (М-27, М-27М)	173
3.7. Обработка результатов наблюдений, проведенных с помощью магнитооптических магнитометров	177
3.8. Методика проведения работ с магнитооптическими магнитометрами	180
3.9. Форма журнала магнитной съемки со льда	182
4. Сведения, необходимые при производстве аэромагнитной съемки	189
4.1. Правила техники безопасности при производстве аэромагнитной съемки	191
4.2. Примерный перечень инструментов, оборудования и расходных материалов, необходимых для работы при аэромагнитной съемке	192
4.3. Форма бортового журнала аэромагнитной съемки	194
4.4. Форма журнала определения места	196

Между стр. 106 и 107 помещены две вклейки.

1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.0.1. Настоящая инструкция определяет содержание и методы производства морской магнитной съемки, материалы которой используются для составления и корректуры морских карт элементов геомагнитного поля, пособий и руководств для плавания в интересах обеспечения Военно-Морского Флота, а также в интересах народного хозяйства и науки.

Общие сведения о геомагнитном поле (ГМП) приведены в приложении 1.1. Условные обозначения и сокращения, принятые в настоящей инструкции, приведены в приложении 1.2.

1.0.2. Морскую магнитную съемку выполняют на океанах и морях в целях:

- выявления общего характера распределения геомагнитного поля в Мировом океане;
- выявления и обследования аномальных в магнитном отношении районов океанов и морей;
- детального обследования полигонов и некоторых отдельных районов;
- исследования пространственно-временного распределения вариаций геомагнитного поля.

1.0.3. Морскую магнитную съемку в зависимости от носителя магнитометрической аппаратуры подразделяют на:

- магнитную съемку с судна, осуществляемую с помощью буксируемых магнитометров;
- аэромагнитную съемку, осуществляемую с летательного аппарата (самолета, вертолета) с помощью жестко установленных или буксируемых магнитометров;
- магнитную съемку со льда, осуществляемую с помощью наземных магнитометров.

Исследование вариаций ГМП в океанах и морях осуществляют с помощью морских магнитовариационных станций (МВС).

1.0.4. По способу проведения морскую магнитную съемку подразделяют на маршрутную и площадную.

При маршрутной магнитной съемке измеряют элементы вектора индукции ГМП* (элементы ГМП) при переходе из базы в район работ и обратно, в результате чего выявляют общий характер распределения поля. Маршрутная магнитная съемка является попутным видом работ.

При площадной магнитной съемке измеряют элементы ГМП путем планомерного покрытия района работ системой галсов с заданной под-

* В инструкции использована упрощенная терминология: так вместо вектор индукции ГМП — вектор ГМП; вместо модуля вектора индукции ГМП — модуль вектора ГМП и т. п.

робностью в интересах выявления пространственного распределения поля.

При наличии МВС в процессе площадной магнитной съемки производят измерение и учет вариаций ГМП, осуществляемые в соответствии с требованиями подраздела 3.3.

1.0.5. В зависимости от цели морскую магнитную съемку подразделяют на три вида.

— Общая (генеральная) съемка — для выявления общего характера распределения ГМП и его наиболее крупных аномалий. Способ ее проведения — маршрутная и площадная магнитные съемки.

— Подробная (региональная) съемка — для выявления и подробного изучения аномалий ГМП в пределах отдельных районов Мирового океана. Способ ее проведения — площадная магнитная съемка.

— Детальная (локальная) съемка — для обследования характерных аномалий ГМП с повышенной подробностью в интересах решения конкретных прикладных задач. Способ ее проведения — площадная магнитная съемка.

Требования к точности определения элементов ГМП при площадной магнитной съемке в зависимости от вида съемки приведены в табл. 1.

Таблица 1
Требования к точности определения элементов ГМП при площадной магнитной съемке

Вид съемки	Максимально допустимая средняя квадратическая погрешность съемки (σ_c), нТл								
	$\Phi < 10^\circ$			$10^\circ < \Phi < 55^\circ$			$\Phi > 55^\circ$		
	T , нТл	H и Z , нТл	d и J , угл. мин	T , нТл	H и Z , нТл	d и J , угл. мин	T , нТл	H и Z , нТл	d и J , угл. мин
Детальная (локальная)	15	40	15	10	30	10	15	40	15
Подробная (региональная)	40	80	25	30	50	20	60	90	30
Общая (генеральная)	70	100	40	60	80	30	90	120	50

Примечание. Φ — геомагнитная широта.

1.0.6. Масштаб магнитной съемки определяют исходя из планируемой средней квадратической погрешности съемки (σ_c в нТл) и ожидаемого в районе работ значения среднего горизонтального градиента ГМП (g в нТл/км) по номограмме (рис. 1). Масштаб планшета выбирают равным масштабу съемки или крупнее.

1.0.7. Морскую магнитную съемку выполняют, как правило, в комплексе с другими гидрографическими работами, но можно производить и самостоятельно. При производстве магнитной съемки в комплексе с другими работами междугалсовое расстояние устанавливают в соответствии с требованиями, определенными главной задачей комплексных работ.

1.0.8. Способы определения места, счисления пути и прокладки галсов при производстве морской магнитной съемки с судна аналогичны применяемым при съемке рельефа дна и регламентированы ПГС № 4, 1984 г. и Инструкцией по маршрутному промеру (ИПМ-74), 1974 г.

1.0.9. Основным документом, регламентирующим выполнение морской магнитной съемки на всех этапах ее проведения, является научно-

технический проект на производство магнитометрических работ, который составляют на основе годового исполнительного плана или по оперативному заданию в соответствии с требованиями действующих руководящих документов (приложение 1.3).

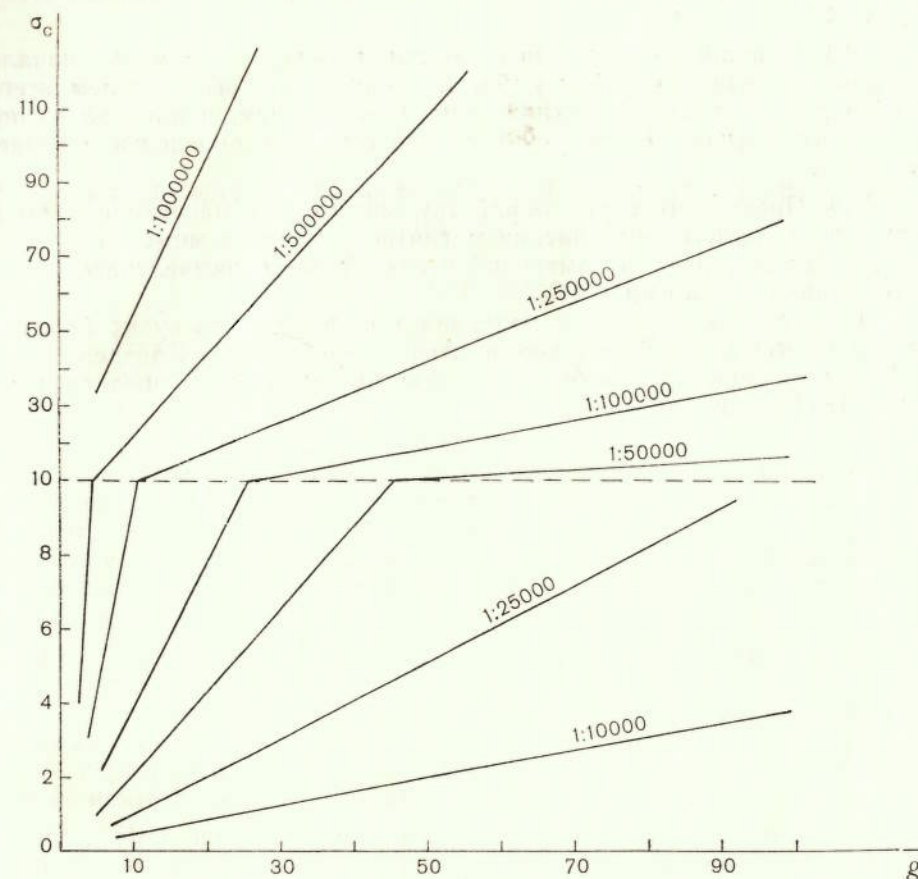


Рис. 1. Номограмма для определения масштаба магнитной съемки

Пример. Планируется выполнение магнитной съемки со средней квадратической погрешностью $\sigma_c = 15$ нТл. Ожидаемый горизонтальный градиент ГМП в районе работ $g = 35$ нТл/км. Определить масштаб магнитной съемки.

Решение. На номограмме находят точку пересечения $\sigma_c = 15$ нТл и $g = 35$ нТл/км. Этой точке соответствует кривая масштаба с $M = 1 : 100\,000$.

Примечание. От точки пересечения σ_c и g берется ближайшая к ней кривая с более крупным масштабом.

Организационно-методическим документом при выполнении магнитной съемки является техническое предписание, составляемое на основе научно-технического проекта и настоящей инструкции.

1.0.10. Работы по подготовке, производству и обработке результатов магнитной съемки подразделяют на этапы:

- разработка технической документации;
- подготовительные работы в базе и на носителях аппаратуры;
- выполнение магнитной съемки;
- обработка материалов магнитной съемки;
- представление отчетных материалов.

1.0.11. Этап разработки технической документации начинают с момента получения задания на выполнение съемки. Объем работ на дан-

ном этапе определен в подразделе 2.1. Этап заканчивается составлением технического предписания исполнителям работ.

1.0.12. Подготовительные работы в базе и на носителях магнитометрической аппаратуры перед выходом в район работ начинают с момента получения технического предписания. Объем работ на данном этапе определен в разделе 2.

1.0.13. Выполнение магнитной съемки начинают с момента начала движения носителя в район работ и заканчивают выполнением всего объема работ, заданного техническим предписанием, и оценкой точности ее выполнения. Объем работ на данном этапе определен в разделах 3 и 4.

1.0.14. Предварительную обработку материалов магнитной съемки начинают в процессе выполнения магнитной съемки с момента получения первых результатов измерений и заканчивают составлением рабочего планшета и кальки ГМП.

Окончательную обработку материалов выполняют на судне (в полевых условиях) или в базе в соответствии с требованиями раздела 5.

После завершения обработки все отчетные материалы представляют в 280 ЦКП ВМФ.

2. ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ И ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ

2.1. ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

2.1.1. Научно-технический проект и техническое предписание составляют в соответствии с требованиями действующих руководящих документов (приложение 1.3).

2.1.2. При составлении научно-технического проекта необходимо обосновать требования к точности определения места, способы определения поправок к измерениям ГМП, состав магнитометрической аппаратуры, ожидаемую точность съемки. Исходными данными для расчета являются требования к магнитной съемке, указанные в предложениях по составлению научно-технического проекта. Порядок расчета указан в приложении 1.4.

2.1.3. Для учета векового хода ГМП в процессе картосоставления необходимо планировать:

- проведение маршрутной магнитной съемки через районы площадных съемок прошлых лет;
- перекрытие площадных магнитных съемок с работами прошлых лет не менее 2—3 см в масштабе планшета.

2.1.4. При планировании морской магнитной съемки необходимо планировать резерв времени не менее 20 % от общего объема для проведения измерений на дополнительных и контрольных галсах.

2.2. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ В БАЗЕ

2.2.1. Подготовительные работы в базе производит личный состав отряда (партии), назначенный согласно техническому предписанию для проведения магнитной съемки.

2.2.2. Подготовительные работы в базе включают в себя:

- изучение технического предписания;
- настройку, проверку работоспособности и метрологическую проверку магнитометрической аппаратуры;
- подготовку рабочих планшетов;
- подготовку необходимого количества журналов и бланкового материала;
- получение расходных материалов;
- инструктаж инженерного и технического состава и сдачу зачета по технике безопасности.

Правила по технике безопасности приведены в приложениях 2.1, 3.1 и 4.1. Примерный перечень расходных материалов приведен в приложениях 2.2, 3.2 и 4.2.

2.2.3. Изучение технического предписания включает в себя определение объема работ и распределение обязанностей между личным составом отряда (партии).

2.2.4. Настройку и проверку работоспособности магнитометров и МВС производят в соответствии с инструкциями по их эксплуатации.

Порядок и сроки метрологической поверки регламентированы инструкциями по эксплуатации магнитометров. Дату проведения последней поверки указывают в журналах магнитной съемки.

Магнитометры, для которых инструкцией по эксплуатации не предусмотрена метрологическая аттестация, должны проходить ежегодную сверку с приборами ближайшей магнитной обсерватории (приложение 3.3). Результаты сверки указывают в журналах магнитной съемки и в научно-техническом отчете.

Список магнитных обсерваторий СССР, с указанием их адресов, приведен в приложении 1.5.

2.2.5. Требования к подготовке рабочих планшетов изложены в пп. 5.2.6—5.2.17.

2.3. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ НА СУДНЕ

2.3.1. Подготовительные работы на судне перед выходом в район съемки включают подготовку и проверку работоспособности магнитометрической аппаратуры с контрольным выходом в море.

2.3.2. Магнитометрическую аппаратуру размещают в соответствии с требованиями инструкции по использованию конкретных образцов магнитометрической аппаратуры: в магнитометрической лаборатории судна, а при ее отсутствии в судовой лаборатории, удаленной от кормы на расстояние, не превышающее длину набортного кабеля. Примерная полезная площадь лаборатории, необходимая для эксплуатации магнитометрической аппаратуры, должна быть порядка 15 м²; для размещения буксировочного кабель-троса используют штатные судовые кабельные лебедки, а при их отсутствии — кормовые вьюшки.

2.3.3. Судовая магнитометрическая лаборатория должна иметь:

- розетки судовой сети переменного тока 50 Гц 220 В;
- столы лабораторные, стеллажи и шкафы для размещения аппаратуры и оборудования;
- систему кондиционирования воздуха и вентиляторы;
- репитеры лага, гирокомпаса и курсографа;
- морские часы;
- телефонную и громкоговорящую связь со штурманской рубкой и гидрографической лабораторией;
- громкоговорящую связь между магнитометрической лабораторией и местом расположения кабельной лебедки;
- радиоприемник;
- аппаратуру УКВ связи (при работе группы судов).

Примерная схема размещения приборов и оборудования в судовой магнитометрической лаборатории приведена в приложении 2.3.

2.3.4. В процессе подготовительных работ на судне проверяют:

- наличие всей необходимой аппаратуры;
- качество установки и крепления аппаратуры;
- правильность междублочных соединений;
- наличие и качество заземления аппаратуры;

- величину сопротивления изоляции блоков магнитометрической аппаратуры и кабельных соединений;
- работоспособность всех узлов и блоков магнитометрической аппаратуры.

2.3.5. Перед выходом в море отрабатывают взаимодействие вахтенных магнитологов, гидрографов и вахтенной службы судна. Памятка вахтенному офицеру (вахтенному помощнику) и памятка вахтенному гидрографу при производстве магнитной съемки приведены в приложении 2.4.

2.3.6. Заключительным этапом подготовительных работ является контрольный выход судна в район с известными значениями ГМП (магнитный полигон). В период контрольного выхода производят:

- проверку на герметичность контейнеров и всех кабельных соединений, находящихся по условиям эксплуатации в водной среде;
- проверку работоспособности аппаратуры;
- проверку взаимодействия магнитометрической, гидрографической партий и вахтенной службы судна.

2.3.7. При работе группой судов в период подготовительных работ отрабатывают систему командных и информационных сигналов связи с флагманом (о маневрировании судов, о необходимости дополнительного обследования, о характере ГМП на галсе, о ходе выполнения работ и т. п.).

2.4. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МАГНИТНОЙ СЪЕМКИ СО ЛЬДА

2.4.1. Особенность подготовительных работ для производства магнитной съемки со льда заключается в подготовке и проверке работоспособности магнитометрической аппаратуры в экстремальных климатических условиях.

2.4.2. Для обеспечения выполнения работ состав отряда (партии) разделяют на:

- летные группы;
- группы, обслуживающие МВС;
- базовую группу.

2.4.3. Необходимое число летных групп определяют исходя из объема работ, заданных техническим предписанием, и наличия технических средств.

Количество групп, обслуживающих МВС, должно быть на одну меньше, чем количество используемых МВС.

2.4.4. Подготовительные работы завершают проверкой:

- наличия необходимого перечня аппаратуры;
- наличия комплектности аппаратуры;
- соответствия эксплуатационных характеристик магнитометрической аппаратуры условиям предстоящих измерений;
- качества упаковки аппаратуры, подготовленной к транспортировке.

2.5. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА АЭРОМАГНИТНОЙ СЪЕМКИ

2.5.1. Особенность подготовительных работ для производства аэромагнитной съемки заключается в необходимости установки магнитомет-

рической аппаратуры на аэроносителе и обеспечения синхронизации ее работы с навигационной аппаратурой.

2.5.2. Установку магнитометрической аппаратуры на аэроноситель производят авиационные подразделения совместно с личным составом магнитометрической партии. Размещение аппаратуры на конкретном типе аэроносителя осуществляют в соответствии со специальными чертежами и техническими условиями, которые должны быть согласованы с главным конструктором аэроносителя.

2.5.3. Заключительным этапом подготовительных работ является контрольный вылет в районе базирования. В период контрольного вылета производят:

- проверку работоспособности всей аппаратуры в условиях полета;
- определение поправки за девиацию магнитометра;
- проверку точности синхронизации работы магнитометрической и навигационной аппаратуры.

3. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ МАГНИТОМЕТРИЧЕСКИХ РАБОТ В МОРЕ

3.1. АППАРАТУРА

3.1.1. Используемую при морской магнитной съемке магнитометрическую аппаратуру разделяют:

— в зависимости от вида носителя на: судовые магнитометры, аэромагнитометры, наземные магнитометры, морские магнитные вариационные станции, наземные магнитные вариационные станции;

— в зависимости от принципа действия используемых магнитометрических преобразователей на: магнитооптическую, индукционную, феррозондовую, протонную, квантовую;

— в зависимости от измеряемых элементов ГМП на модульную и компонентную;

— в зависимости от характера результатов измерений на абсолютную и относительную.

3.1.2. Основные технические характеристики магнитометров и магнитных вариационных станций приведены в приложении 1.6. Методика определения суммарной инструментальной погрешности магнитометров приведена в приложении 1.7.

3.2. ПРОИЗВОДСТВО МОРСКОЙ МАГНИТНОЙ СЪЕМКИ

Общие положения

3.2.1. Магнитная съемка с судна является в настоящее время основным видом магнитометрических работ в океанах и морях. Ее производят с помощью морских буксируемых магнитометров.

Аэромагнитную съемку производят с аэроносителей с помощью буксируемых или жестко установленных аэромагнитометров.

Магнитную съемку со льда производят там, где из-за наличия льда невозможно осуществить магнитную съемку с судна. Магнитную съемку со льда осуществляют с помощью наземной магнитометрической аппаратуры.

3.2.2. Руководствуясь техническим предписанием, исполнитель в ходе работ обязан принимать решения по изменению намеченной системы покрытия района галсами магнитной съемки по мере выявления локальных особенностей магнитного поля. В ходе работ исполнитель может также принимать решения по изменению запланированной схемы расстановки МВС. Все изменения должны быть санкционированы непосредственным руководителем работ и в последующем приведены в научно-техническом отчете.

3.2.3. При производстве магнитной съемки строгое выполнение требований техники безопасности ОБЯЗАТЕЛЬНО.

Проложение галсов и подробность морской магнитной съемки

3.2.4. При производстве площадной магнитной съемки прокладывают рядовые, дополнительные, специальные и контрольные галсы (маршруты).

3.2.5. Рядовые галсы являются основными при производстве площадной магнитной съемки. Система параллельных рядовых галсов обеспечивает выявление распределения ГМП в районе работ.

Рядовые галсы располагают под углом $90^\circ \pm 45^\circ$ к основному направлению изодинам ГМП в районе съемки. Направление рядовых галсов уточняют по результатам рекогносцировочного обследования, выполняемого в соответствии с требованиями п. 3.2.15.

3.2.6. Дополнительные галсы служат для подробного обследования выявленных аномальных участков (детализации съемки).

Дополнительные галсы прокладывают:

— в местах, где по данным съемки обнаружено резкое изменение характера ГМП и выбранная подробность съемки оказалась недостаточной;

— в районах, где направление галсов оказалось близким к направлению изодинам и последние нельзя провести с достаточной достоверностью.

Относительно друг друга дополнительные галсы располагают параллельно, взаимно перпендикулярно, радиально в зависимости от конкретного пространственного распределения ГМП на обследуемом участке района.

3.2.7. Контрольные галсы служат для оценки точности измерений ГМП на галсе и точности съемки в целом. Контрольные галсы прокладывают прямолинейно, пересекая рядовые галсы под углами, близкими к прямым, и проходящими через весь район работ.

3.2.8. Специальные галсы предназначены для:

- выбора места установки МВС;
- получения предварительных данных о характере ГМП в районе работ;
- учета вариаций ГМП косвенным способом и контроля точности учета вариаций;
- выполнения других специальных работ.

3.2.9. Расстояния между рядовыми галсами выбирают в соответствии с методикой, изложенной в приложении 1.4. При проведении подробной и детальной магнитной съемки междугалсовые расстояния уточняют по результатам рекогносцировочного обследования в соответствии с методикой, изложенной в приложении 1.8.

3.2.10. При детализации съемки расстояния между дополнительными галсами выбирают таким образом, чтобы через каждую обследуемую аномалию проходило не менее 3 галсов. При этом величина междугалсовых расстояний должна превышать 3 погрешности определения места. Последнее требование является определяющим.

3.2.11. Расстояния между контрольными галсами должны составлять 3—5 расстояний между рядовыми галсами. Контрольные галсы располагают так, чтобы в пределах участков, на которых расстояния между рядовыми галсами отличаются не более чем в 1,5 раза, было не менее 50—100 пересечений рядовых и контрольных галсов.

3.2.12. Специальные галсы располагают таким образом, чтобы обеспечить решение задачи, для которой они выполняются. При рекогносцировочном обследовании специальные галсы располагают в соответ-

ствии с требованиями п. 3.2.15, при учете вариаций косвенным способом — в соответствии с требованиями пп. 3.3.8 и 3.3.9.

3.2.13. Дискретность (цикл) съема информации о ГМП (регистрации результатов измерений) при производстве магнитной съемки определяют по формуле

$$\tau' = 2 \cdot 10^3 \frac{\Delta h}{gV}, \quad (1)$$

где τ' — рассчитываемое значение цикла регистрации, с;

g — среднее значение горизонтального градиента ГМП в районе, нТл/км (см. приложение 1.1);

V — скорость судна, уз;

Δh — допустимая разность между двумя последовательно регистрируемыми значениями ГМП, нТл.

Обычно для районов с $g < 50$ нТл/км принимают $\Delta h = 2 - 4$ нТл, с $g = 50 - 200$ нТл/км $\Delta h = 4 - 8$ нТл, с $g > 200$ нТл/км $\Delta h = 8 - 10$ нТл. Если рассчитанное значение попадает в интервал между двумя, предусмотренными в магнитометре циклами измерений, то на магнитометре устанавливают меньший из циклов.

Скорость протяжки магнитограммы аналогового регистратора W' в мм/ч определяют по формуле

$$W' = 3,6 \cdot 10^3 \frac{a}{\tau}, \quad (2)$$

где τ — установленный на магнитометре цикл измерения (регистрации), с;

a — допустимое расстояние между двумя последовательно регистрируемыми значениями ГМП на магнитограмме, обычно $a \geq 0,5 - 1$ мм.

Скорость протяжки магнитограммы устанавливают равной или превышающей расчетную.

Производство магнитной съемки с судна

3.2.14. Производство площадной магнитной съемки с судна в общем случае включает:

- проведение рекогносцировочного обследования района;
- постановку морских МВС (при их наличии);
- измерение элементов ГМП на рядовых, контрольных и специальных галсах;
- определение поправки за девиацию магнитометра;
- предварительную обработку материалов магнитной съемки;
- контроль результатов съемки.

При выполнении маршрутной магнитной съемки производят измерение элементов ГМП по маршруту движения, определение поправки за девиацию, ведение и оформление полевой документации и обработку материалов съемки.

3.2.15. Первым этапом площадной детальной и подробной съемки является рекогносцировочное обследование, которое проводится для уточнения направления рядовых галсов и расстояния между ними.

В рекогносцировочное обследование входит:

- производство съемки рельефа дна и магнитной съемки с целью уточнения мест постановки морских МВС;
- прокладка в районе работ трех специальных галсов, проходящих через весь район и пересекающихся вблизи одной точки под углами $70^\circ - 150^\circ$.

В последующем один из галсов используют в качестве рядового, а два других — в качестве контрольных.

3.2.16. В обязанности вахтенного магнитолога при производстве магнитной съемки входит:

- подготовка магнитометра к работе, руководство спуском и подъемом гондолы магнитометра;
- техническое обслуживание магнитометра в процессе измерений, контроль за его техническим состоянием;
- ведение полевой документации;
- контроль результатов съемки.

3.2.17. Подготовку магнитометра к работе, его техническое обслуживание и контроль за техническим состоянием производят в соответствии с инструкцией по его эксплуатации.

При производстве магнитной съемки размагничивающее устройство судна должно быть **ВЫКЛЮЧЕНО**.

3.2.18. Спуск и подъем гондолы магнитометра производят на малом ходу судна при обязательном учете глубины моря, рельефа дна, глубины хода гондолы на данной скорости буксировки (приложение 2.5). Рабочая длина забортного кабеля должна быть не менее полутора длин судна.

При спуске и подъеме гондолы необходимо строгое соблюдение правил техники безопасности.

Примечание. При производстве специальных работ допускается спуск гондолы на стопе судна. В этом случае работа двигателей судна до подъема гондолы на борт **ЗАПРЕЩЕНА**.

3.2.19. При производстве магнитной съемки в журнале магнитной съемки время фиксируется с погрешностью не более $M/3V$, где M — СКП определения места судна в м, V — средняя скорость судна в м/с.

3.2.20. Определение магнитного склонения в море производят с помощью гироскопического и магнитного компасов по методике, изложенной в приложении 2.6.

3.2.21. При производстве поиска и обследования объектов, представляющих навигационную опасность, с помощью буксируемого магнитометра руководствоваться методикой, изложенной в приложении 2.8.

Производство магнитной съемки со льда

3.2.22. Для производства магнитной съемки со льда в районе работ развертывают:

- опорный магнитометрический пункт;
- радионавигационные средства (при их наличии);
- выносные магнитные вариационные станции.

3.2.23. Опорный магнитометрический пункт развертывают на ледовой (основной) базе на расстоянии не менее 150 м от других технических средств (возможных источников магнитных помех). В состав опорного магнитометрического пункта входят:

- полигон сверок;
- МВС, установленная в палатке. Схема их размещения на ледовой базе показана на рис. 2.

3.2.24. Установка МВС на льду включает следующие операции:

- расчистка снега в месте установки станции до льда (жесткого основания);
- установка рабочей палатки;

— вмораживание треноги МВС в лед (выдалбливание лунок под сошки и заливка их водой);

— установка на треногу мензулы с планшетной доской;

— установка на планшетную доску МВС, ее нивелировка и ориентирование;

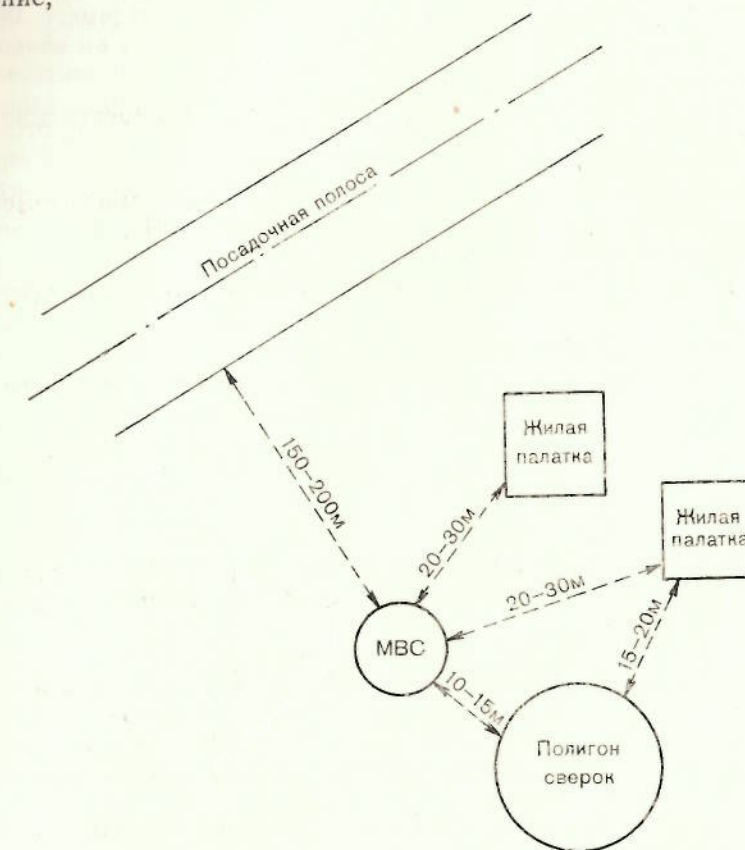


Рис. 2. Схема размещения на ледовой базе опорного магнитометрического пункта

— установка пульта управления, источников питания в палатке;

— прокладка соединительного кабеля, исключающая возможность его повреждения;

— жесткое крепление (примораживание) МВС на планшетной доске;

— настройка МВС на ГМП района и проверка ее работоспособности проведением контрольных измерений в течение 4—6 ч в соответствии с методикой, изложенной в приложении 3.4;

— установка базовых магнитометров для привязки МВС к ГМП района.

3.2.25. Полигон сверок развертывают с целью контроля стабильности коэффициентов магнитооптических магнитометров. Развертывание полигона сверок включает следующие операции:

— расчистка снега до льда на площадке сверки для установки треног магнитометров;

— вмораживание треног магнитометров в лед;

— выбор места для установки датчика протонного магнитометра (в соответствии с условиями эксплуатации магнитометра).

3.2.26. Проверку правильности работы магнитооптических магнитометров летных групп производят путем сверки их показаний с показаниями аналогичных базовых магнитометров (приложение 3.3).

Периодичность сверки *Z*-магнитометров (М-18, М-27М) — дважды в сутки перед вылетом и после возвращения из района работ.

Периодичность сверки *H*-магнитометров (М-15) — один раз в 10—15 дней. Допускается проверку работоспособности и определение констант *Z*-магнитометров производить в полевых условиях по методике, изложенной в приложении 3.3. В.

3.2.27. В объем работ базовой группы входит:

- измерение вариаций ГМП;
- регулярное (не менее двух раз в сутки) определение места и азимутальной направленности МВС;
- ориентирование МВС;
- сверка магнитометров летных групп с базовыми магнитометрами;
- обработка результатов измерений вариаций ГМП;
- контроль результатов съемки.

3.2.28. В объем работ групп, обслуживающих выносные МВС, входит:

- измерение вариаций ГМП;
- регулярное (не менее двух раз в сутки) определение места и азимутальной направленности МВС;
- ориентирование МВС;
- обработка результатов измерений вариаций ГМП.

3.2.29. Обязанности магнитолога на МВС:

- установка МВС;
- обеспечение непрерывной регистрации результатов измерений вариаций ГМП (смену магнитограмм МВС производить ежедневно в одно и то же время):
 - подготовка магнитограмм МВС к обработке;
 - проведение абсолютных измерений *H*-, *Z*- и *T*-магнитометрами не реже двух раз в сутки, в одно и то же время, кратное 30 мин;
 - контроль ориентации и местоположения МВС не реже двух раз в сутки на основе наблюдений астронома-геодезиста и построения графика изменения азимута миры;
 - коррекция ориентации МВС при развороте льдины более, чем на 3° на основе графика изменения азимута миры;
 - градуировка дважды в сутки вариометров МВС;
 - ежесуточное сличение часов МВС с базовым хронометром (по радиосвязи) или по сигналам точного времени. Точность синхронизации часов МВС определяется требованиями п. 3.3.6;
 - обработка результатов измерений базовыми магнитометрами и МВС;
 - контроль выставки уровней МВС не реже двух раз в сутки и нивелировка МВС по необходимости;
 - периодический контроль правильности работы регистрирующего устройства МВС, ведение полевого журнала МВС.

Примечание. Форма полевого журнала МВС приведена в приложении 3.5.

3.2.30. Производство измерений в заданных точках осуществляют летные группы. В объем работ летной группы входит:

- определение координат места измерений ГМП;
- производство измерений ГМП в заданных точках в соответствии с методикой, изложенной в приложении 3.6;
- обработка результатов измерений в соответствии с приложением 3.7;
- представление магнитометров летных групп для сверки.

Состав летной группы определяется исходя из объема комплексированных с магнитной съемкой работ, производимых в каждой точке,

и грузоподъемности самолета. При этом в каждую группу включают не менее одного магнитолога.

3.2.31. Магнитную съемку производят, начиная с наиболее удаленных от базы точек маршрута и постепенно приближаясь к ледовой базе.

3.2.32. Измерения элементов ГМП производят в точках, удаленных от самолета на расстояние не менее 50 метров. В случае использования магнитооптических магнитометров измерения осуществляют по одной из методик, приведенных в приложении 3.8. Первая методика более предпочтительна при производстве измерений на пунктах постоянных наблюдений (ледовая база, выносные МВС), вторая — на пунктах производства разовых измерений.

3.2.33. Результаты измерений обрабатывают в период между наблюдениями на пунктах. Ведение полевого документа осуществляется в соответствии с требованиями подраздела 4.2.

3.2.34. Результаты измерений *H*-, *Z*- и *T*-магнитометрами заносят в журналы магнитной съемки со льда, форма которых приведена в приложении 3.9.

3.2.35. В обязанности магнитолога в летной группе входит:

- получение перед вылетом результатов сличения используемых магнитометров;
- выбор места установки магнитометров в точке измерений;
- установка магнитометров;
- производство измерений ГМП;
- предварительная обработка результатов измерений ГМП в соответствии с приложением 3.7.

3.2.36. Для осуществления контроля результатов магнитной съемки со льда прокладывают 2—3 контрольных галса (цепочку пунктов) в произвольном направлении. При этом пункты контрольных галсов должны быть пунктами избыточной плотности по отношению к рядовым пунктам. Расстояние между пунктами контрольных галсов должно соответствовать принятой подробности съемки для данного района. Пункты на контрольных галсах располагают между пунктами рядовых галсов, желательно на соединяющей их прямой.

Контроль результатов съемки производят в соответствии с требованиями подраздела 4.3, а оценку точности магнитной съемки — в соответствии с требованиями п. 5.5.6.

Производство аэромагнитной съемки

3.2.37. При производстве аэромагнитной съемки личный состав магнитометрической партии должен руководствоваться инструкциями и наставлениями подразделений авиации, регламентирующими выполнение полетов, а также настоящей инструкцией. Состав работ и этапы аэромагнитной съемки соответствуют пп. 3.2.14 и 3.2.15.

3.2.38. Состав магнитометрической партии при аэромагнитной съемке:

- руководитель партии;
- оператор радионавигационных систем;
- магнитолог.

3.2.39. Аэромагнитную съемку над морем выполняют при средней высоте полета 300 метров. Высота полета на маршруте должна оставаться постоянной. Контроль высоты полета осуществляют по штатным самолетным системам с погрешностью не более 10 %.

3.2.40. При производстве аэромагнитной съемки необходимо использовать высокоточные системы определения места.

3.2.41. Перед началом съемки в обязательном порядке производят проверку организации службы времени на объектах размещения магнитометрической аппаратуры (МВС, аэронавигаторы и т. д.). Точность синхронизации часов на объектах определяется требованиями п. 3.3.6.

3.2.42. Протяженность рядовых галсов (маршрутов) определяется дальностью действия используемой радионавигационной системы. Детализацию съемки производят путем выполнения дополнительных маршрутов, которые располагают на высоте, определенной п. 3.2.39.

3.2.43. В обязанности руководителя работ входит:

- общее руководство работой;
- ведение бортового журнала;
- проверка работы магнитометрической аппаратуры на всех объектах перед вылетом;
- оперативное нанесение значений ГМП на рабочий планшет;
- оперативный контроль качества съемки и принятие решений о прокладке дополнительных маршрутов.

Примечание. Форма бортового журнала приведена в приложении 4.3.

3.2.44. В обязанности оператора радионавигационных систем входит:

- подготовка приемной аппаратуры РНС к работе;
- техническое обслуживание аппаратуры РНС в процессе полета;
- ведение журнала определения места;
- нанесение точек определения места на рабочий планшет через каждые 10—30 мин полета, а также на моменты изменения курса, смены галса (маршрута), изменения высоты полета и по указанию руководителя партии.

Примечание. Форма журнала определения места приведена в приложении 4.4.

3.2.45. В обязанности магнитолога входит:

- подготовка магнитометра к работе в соответствии с требованиями инструкции по его эксплуатации;
- техническое обслуживание магнитометра в процессе работы;
- запись значений ГМП на магнитограмме, а при ее отсутствии в журнале магнитной съемки через каждые 10—30 мин полета, при изменении курса, высоты полета, при смене галса (маршрута) и по указанию руководителя партии.

Примечание. Форма журнала магнитной съемки приведена в приложении 2.7.

3.3. УЧЕТ ВАРИАЦИЙ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

Общие положения

3.3.1. Учет вариаций ГМП осуществляется обязательно:

- при проведении детальной магнитной съемки;
- при проведении подробной магнитной съемки в районах, расположенных между 0° и 20° северной (южной) геомагнитной широты и между 60° и 90° северной (южной) геомагнитной широты.

Общие сведения о вариациях ГМП приведены в приложениях 1.1 и 1.9.

3.3.2. Материалы магнитной съемки, полученные в периоды мировых магнитных бурь (индекс магнитной активности $K > 5$) подвергают анализу. Если погрешность измерений ГМП на галсе, пройденном во время магнитной бури, превышает утроенную погрешность съемки, то результаты измерений на галсе исключают из дальнейшей обработки.

3.3.3. Учет вариаций ГМП осуществляют следующим образом:

- по данным измерений МВС (прямой способ);
 - по данным измерений дифференциальных магнитометров (градиентометрический способ);
 - по результатам измерений в точках пересечений рядовых и специальных галсов (косвенный способ).
- Прямой способ является основным.

Примечание. Обработку данных дифференциальных магнитометров производят в соответствии с инструкцией по использованию конкретного вида аппаратуры.

3.3.4. Учет вариаций прямым способом осуществляется по данным одной или группы МВС. При использовании одной МВС ее устанавливают в центре района, когда его размеры не превышают радиуса действия МВС. Если размер района превышает радиус действия МВС, то район делят на части, в каждой из которых устанавливают отдельную МВС. При отсутствии достаточного количества МВС съемку производят по частям с последовательным переносом МВС по мере выполнения работ в каждой части.

Ориентировочные места установки МВС указывают в техническом предписании.

Радиус действия МВС составляет:

- 25 — 50 км для районов, расположенных между 60° и 90° северной (южной) геомагнитной широты;
- 200—400 км для районов, расположенных между 45° и 60° северной (южной) геомагнитной широты;
- 400—600 км для районов, расположенных между 20° и 45° северной (южной) геомагнитной широты;
- 100—200 км для районов, расположенных между 0° и 20° северной (южной) геомагнитной широты.

Примечания: 1. Перевод геомагнитных широт в географические осуществляют с помощью табл. 3, приведенной в приложении 1.1.

2. При отсутствии МВС для оценки уровня вариаций за период съемки могут быть использованы данные ближайших магнитных обсерваторий. Список магнитных обсерваторий приведен в приложениях 1.5 и 1.10. Форма запроса данных магнитных обсерваторий приведена в приложении 1.11.

3.3.5. При учете геомагнитных вариаций группой МВС станции располагают таким образом, чтобы обеспечить перекрытие максимальной площади съемки при взаимном расстоянии между станциями не более 1,7 радиуса их действия. Все станции в группе должны работать синхронно.

3.3.6. Точность привязки к общегосударственной системе единого времени (СЕВ) на всех носителях магнитометрической аппаратуры и в МВС должна соответствовать требованиям, указанным в табл. 2.

Таблица 2
Требования к точности привязки к общегосударственной системе единого времени (СЕВ)

Магнитные широты	Индекс магнитной активности	Точность привязки к СЕВ в зависимости от вида съемки, с		
		с судов	с аэронавигатора	со льда
Низкие и средние (0° — 60°)	$K < 3$	10	5	10
	$K > 3$	5	1—2	5
Высокие (60° — 90°)	$K < 3$	2—3	1—2	2—3
	$K > 3$	≤ 1	$\leq 0,5$	≤ 1

3.3.7. Дискретность съема информации (цикл регистрации) и скорость лентопротяжки аналогового регистратора МВС выбирают из табл. 3, где τ — цикл регистрации магнитометра, используемого при съемке, с; W — скорость лентопротяжки аналогового регистратора этого магнитометра, мм/ч. Значения величин τ и W определяют в соответствии с требованиями п. 3.2.13.

Таблица 3

Требования к дискретности съема информации и скорости лентопротяжки аналогового регистратора МВС

Магнитные широты	Погрешность измерений, нТл	Цикл регистрации, с	Скорость лентопротяжки, мм/ч
Низкие и средние (0° — 60°)	до 5	τ	W
	5—20	3τ	$W/3$
	20—50	10τ	$W/5$
Высокие (60° — 90°)	до 5	$\tau/3$	$(2-3)W$
	5—20	$\tau/3$	$2W$
	20—50	τ	W

3.3.8. Косвенный способ учета вариаций используют в средних широтах в слабо- и среднеаномальных районах, где составляющая погрешности съемки, обусловленная ожидаемой погрешностью определения места, не превышает среднегодового уровня вариаций δT_B , характерного для района съемки (см. приложение 1.9).

Для учета вариаций косвенным способом складывают специальные галсы, которые пересекают рядовые галсы в области экстремальных значений ГМП. При наличии на соседних рядовых галсах некоррелируемых экстремумов геомагнитного поля допускаются изломы специальных галсов, обеспечивающие их прохождение через области экстремальных значений ГМП. Специальные галсы обеспечивают повышение точности способа при небольшом количестве пересечений.

Для учета вариаций могут использоваться не только специальные, но и другие галсы, пересекающие рядовые, например, контрольные, дополнительные и др.

3.3.9. Специальные галсы при использовании косвенного способа учета вариаций выполняют так, чтобы обеспечить равномерное распределение моментов пересечения галсов в течение всего периода съемки.

Для учета суточных вариаций с относительной погрешностью определения поправок за вариации менее 50 % количество точек пересечений в районе съемки должно составлять не менее 300—400.

Для учета суточных вариаций с относительной погрешностью до 30 % район съемки разбивают на участки, продолжительность съемки которых не превышает 3 суток. Количество специальных галсов устанавливают таким образом, чтобы число точек пересечений на каждом участке было не менее 50.

3.3.10. Контроль правильности учета вариаций ГМП осуществляют путем многократного (не менее 3 раз) прохождения одного из галсов, определения на нем разностей измеренных значений ГМП с учетом и без учета вариаций в одних и тех же точках и сравнения средних квадратических значений этих разностей. Введение поправок за вари-

ации должно приводить к уменьшению средних квадратических значений этих разностей. При использовании МВС указанный галс должен проходить от МВС на расстоянии, не превышающем $1/3$ радиуса ее действия. По времени прохождения галсы должны быть смещены на интервал, кратный 6 часам.

3.3.11. Обработка результатов измерений вариаций ГМП прямым способом производится в соответствии с требованиями подраздела 5.4. Обработку данных при косвенном способе учета вариаций осуществляют путем обработки и анализа распределения во времени значений разностей величин ГМП, полученных в точках пересечений рядовых и специальных галсов (см. приложение 1.12).

Учет вариаций при съемке с судна

3.3.12. Основными способами учета вариаций с судна являются градиентометрический и прямой с использованием морских МВС.

3.3.13. Перед постановкой морской МВС необходимо:

- провести магнитную съемку и съемку рельефа дна на участке постановки МВС;
- определить скорость и направление течения;
- определить скорость и направление ветрового дрейфа судна;
- установить необходимый режим работы МВС.

Постановку морских МВС производят на участках с минимальными в данном районе наклонами дна и градиентами ГМП. Координаты места постановки МВС определяют с помощью наиболее высокоточных средств из имеющихся на судне.

Примечание. При подготовке к работе, постановке и подъеме морских МВС необходимо строго руководствоваться требованиями инструкции по эксплуатации аппаратуры.

3.3.14. Наземные МВС используют при проведении морской магнитной съемки на шельфе в пределах их радиуса действия.

МВС располагают на берегу вдали от ферромагнитных объектов, токовых линий, транспортных магистралей и источников электромагнитных помех на расстояниях, исключающих их влияние.

Магнитолог, обслуживающий наземную МВС, обязан:

- систематически, не реже двух раз в сутки, проверять синхронность работы МВС с другой магнитометрической аппаратурой (по радиоканалу или хронометру), цену деления вариометров МВС, дискретность регистрации и скорость протяжки магнитограммы аналогового регистратора;
- производить смену кассет в одно и то же время суток;
- производить не реже 2 раз в сутки привязку измеренных значений ГМП к абсолютному уровню (для относительных МВС).

Учет вариаций при съемке со льда

3.3.15. Основным способом учета вариаций при производстве магнитной съемки со льда является прямой способ при использовании одной МВС.

3.3.16. Особенностью учета вариаций при съемке со льда является контроль за базисным нулевым уровнем измерений. Контроль за базисным нулевым уровнем осуществляют по наблюдениям квазистационарности измеряемых элементов ГМП.

3.3.17. Квазистационарность элементов ГМП соответствует сохранению стабильности средних уровней ГМП в наиболее спокойные в вариационном отношении часы суток (с 20 до 24 ч местного времени)

в интервале $\pm 1/3$ планируемой точности съемки при перемещении льдины. Контроль за перемещением льдины осуществляют в соответствии с требованиями пп. 3.2.22—3.2.36.

3.3.18. Если при перемещении льдины произошло нарушение квазистационарности, то производят привязку базисного нулевого уровня путем выполнения повторных измерений в начальной точке местоположения МВС. Приведение нового базисного уровня к предыдущему производят в соответствии с требованиями п. 5.4.14.

3.3.19. Для учета уровня магнитной активности при выборе времени съемки используют данные МВС, установленной на основной ледовой базе. Информацию об уровне магнитной активности используют для отмены полетов в дни магнитных бурь и сообщений на борт самолета о начале магнитной бури.

Учет вариаций при аэромагнитной съемке

3.3.20. Основными способами учета вариаций при аэромагнитной съемке являются косвенный и прямой способы с использованием наземных и морских МВС.

3.3.21. Для выбора времени выполнения аэромагнитной съемки в зависимости от уровня магнитной активности вблизи аэродрома развертывают отдельную МВС. Информацию об уровне магнитной активности используют для отмены полетов в дни магнитных бурь, сообщений на борт самолета о начале магнитной бури и прекращении съемки, а также для оценки точности учета вариаций косвенным способом.

3.3.22. При прямом способе учета вариаций наибольшая производительность съемки достигается при использовании групп МВС. При измерении вариаций группой МВС их устанавливают:

- при использовании двух МВС — по линии вдоль рядовых маршрутов;
- при наличии трех МВС — в виде треугольника;
- при наличии четырех и более МВС — таким образом, чтобы уменьшить расстояние между МВС в треугольнике.

При использовании групп МВС их устанавливают в точках, где значение магнитного склонения и наклонения различается не более, чем на 1° . Выбор точек осуществляют по картам изоклин и изогон или по результатам измерений в намеченных точках компонентным магнитометром.

3.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОПРАВКИ ЗА ДЕВИАЦИЮ МАГНИТОМЕТРА

Определение поправки за девиацию при магнитной съемке с судна

3.4.1. Определение поправки за девиацию при магнитной съемке с судна производят способом «фиктивного датчика». В отдельных случаях, например, при недостаточной длине заборного кабеля магнитометра, допускается определение поправки за девиацию производить способом «звезда» или способом «многоугольник» с обязательным обоснованием в научно-техническом проекте и в научно-техническом отчете невозможности использования способа «фиктивного датчика».

Определение поправки за девиацию не производят и поправку принимают равной нулю в случаях, когда длина заборного кабеля равна или превышает 5 длин корпуса судна.

3.4.2. При определении поправки за девиацию цикл регистрации (измерений) магнитометра устанавливают минимальным, а скорость

протяжки магнитограммы на аналоговом регистраторе — не менее, чем в 2 раза большей по сравнению со скоростью протяжки при съемке на рядовых галсах. Предельная погрешность определения длины заборного кабеля не должна превышать 10 м.

3.4.3. Определение поправки за девиацию способом «фиктивного датчика» производят на курсах, соответствующих рядовым, контрольным, дополнительным и специальным галсам, не совпадающим между собой по направлению более, чем на 6° . Определение поправки за девиацию производят через каждые 7 сут, после каждого включения размагничивающего устройства и при изменении загрузки судна.

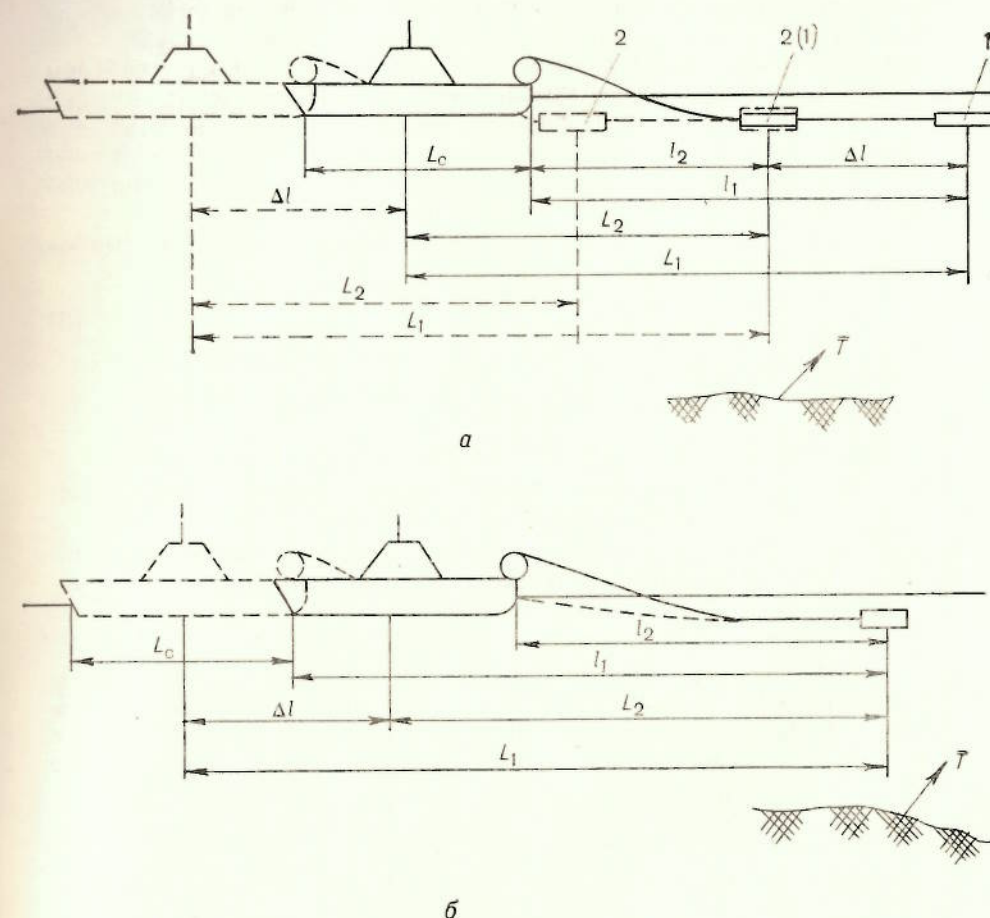


Рис. 3. Определение поправки за девиацию способом «фиктивного датчика»: а — с помощью двух датчиков; б — с помощью одного датчика

Определение поправки за девиацию способом «фиктивного датчика» (производство измерений ГМП в одной точке пространства при различных удалениях буксируемых магнитометрических датчиков от судна, рис. 3) производят по одному из следующих вариантов:

- с помощью двух датчиков (рис. 3а);
- с помощью одного датчика (рис. 3б).

Использование двух датчиков является более предпочтительным.

Определение поправки производят при волнении моря до 4 баллов на участках галсов, где значение горизонтального градиента геомагнитного поля не превышает 100 нТл/км .

3.4.4. Определение поправки за девиацию с помощью двух датчиков осуществляют в следующей последовательности:

— выпускают вторую дополнительную гондолу на длину забортного кабеля l_2 , которая должна превышать 1,5 длины судна L_c , но быть меньше забортной длины рабочего кабеля не менее, чем на 50 м, т. е. удовлетворять условию

$$1,5L_c < l_2 \leq l_1 - 50;$$

— подключают дополнительную гондолу к измерительному блоку магнитометра вместо гондолы с рабочим кабелем и производят регистрацию показаний магнитометра продолжительностью не менее 3 мин, при этом на магнитограмме делают оперативные отметки в начале и в конце регистрации с указанием длины подключенного кабеля;

— подключают к измерительному блоку гондолу с рабочим кабелем (l_1) и производят регистрацию показаний магнитометра продолжительностью не менее 3 мин, при этом на магнитограмме также делают оперативные отметки в начале и в конце регистрации с указанием длины подключенного кабеля (в процессе переключения гондол измерительный блок и аналоговый регистратор не выключают).

Время переключения кабелей не должно превышать величины $t_{\text{пер}}$ в секундах, которую вычисляют по формуле

$$t_{\text{пер}} = \frac{2(l_1 - l_2)}{V} - 5, \quad (3)$$

где V — скорость судна, уз;

l_1, l_2 — длины подключенного кабеля, м.

Рекомендуемая скорость судна не более 12 уз.

3.4.5. Определение поправки за девиацию с помощью одного датчика осуществляют в следующей последовательности:

— выбирают не менее 50 м кабеля (Δl), при этом длина оставшегося забортного кабеля должна превышать 1,5 длины судна, т. е. удовлетворять условию $l_2 > 1,5L_c$;

— закрепляют оставшуюся часть кабеля;

— укладывают выбранный кабель в бухту для обеспечения его свободного стравливания или стравливают его за борт, не раскрепляя оставшуюся забортную часть кабеля;

— производят регистрацию показаний магнитометра с длиной забортного кабеля l_2 продолжительностью не менее 3 мин, при этом на магнитограмме делают оперативные отметки в начале и в конце регистрации с указанием длины забортного кабеля;

— раскрепляют забортную часть кабеля l_2 и производят свободное стравливание выбранного кабеля Δl (если выбранный кабель был уложен в бухту), при этом на магнитограмме делают оперативную отметку в момент натяжения забортного кабеля (т. е. в момент выпуска всего выбранного кабеля Δl).

Время стравливания выбранного кабеля не должно превышать величины $t_{\text{вып}}$ в секундах, которую вычисляют по формуле

$$t_{\text{вып}} = 2,5 \frac{\Delta l}{V}, \quad (4)$$

где Δl — длина выбранного кабеля, м;

V — скорость судна, уз.

При определении поправки за девиацию с помощью одного датчика необходимо, чтобы глубина в месте определения превышала длину забортного кабеля l_1 , а скорость судна составляла не более 10 уз.

3.4.6. В процессе определения поправки за девиацию все операции, изложенные в п. 3.4.4 или в п. 3.4.5 (в зависимости от принятого варианта определения поправки) повторяют не менее 3 раз. При этом в качестве поправки за девиацию на данном курсе принимают среднее значение из совокупности единичных оценок поправки, вычисленных в соответствии с требованиями п. 3.4.8.

3.4.7. При определении поправки за девиацию с помощью двух датчиков перед началом съемки необходимо определить величину систематической инструментальной погрешности измерения ГМП дополнительным датчиком относительно результатов измерения ГМП рабочим датчиком в одной и той же точке пространства.

Определение систематической инструментальной погрешности осуществляют в следующей последовательности:

— выпускают обе гондолы на рабочую длину кабеля и обеспечивают попеременное подключение гондол к измерительному блоку. Цикл измерений должен быть больше времени, затрачиваемого на переключение гондол. Количество подключений каждой гондолы должно составлять не менее 9;

— вычисляют величину систематической инструментальной погрешности Δ_c в нТл по формуле

$$\Delta_c = \frac{\sum_{i=1}^n T_{2i} - \sum_{i=1}^n T_{1i}}{n}, \quad (5)$$

где T_{1i} — результаты измерения ГМП при подключении рабочей гондолы, нТл;

T_{2i} — результаты измерения ГМП при подключении дополнительной гондолы, нТл;

n — количество подключений каждой гондолы.

Определение систематической инструментальной погрешности производят в районе, где $g \leq 20$ нТл/км, при скорости судна 6—8 уз. Глубина моря в районе работ должна быть не менее трех рабочих длин кабеля.

3.4.8. Для вычисления поправки за девиацию определяют среднее значение магнитного поля T_2 , измеренного при длине кабеля l_2 , и среднее значение магнитного поля T_1 , измеренного при длине кабеля l_1 .

При использовании двух датчиков (рис. 4а):

— вычисляют величину протяжки магнитограммы a в мм за время прохождения судном расстояния, равного разности длин кабеля ($\Delta l = l_1 - l_2$) по формуле

$$a = 5,4 \cdot 10^{-4} \frac{\Delta l W}{V}, \quad (6)$$

где W — скорость протяжки магнитограммы, мм/ч;

V — скорость судна, уз;

— откладывают на магнитограмме отрезок a от оперативной отметки, соответствующей началу регистрации при длине кабеля l_1 , по направлению к началу магнитограммы;

— откладывают на магнитограмме отрезок a от оперативной отметки, соответствующей концу регистрации при длине кабеля l_2 , по направлению к концу магнитограммы;

— определяют T_1' , как среднее значение результатов измерений на отрезке a_1' , и T_2' , как среднее значение результатов измерений на отрезке a_2' .

При использовании одного датчика (рис. 4б):
 — определяют T_2 , как среднее трех последовательных измерений при длине кабеля l_2 , и T_1 , как среднее трех первых измерений при длине кабеля l_1 .

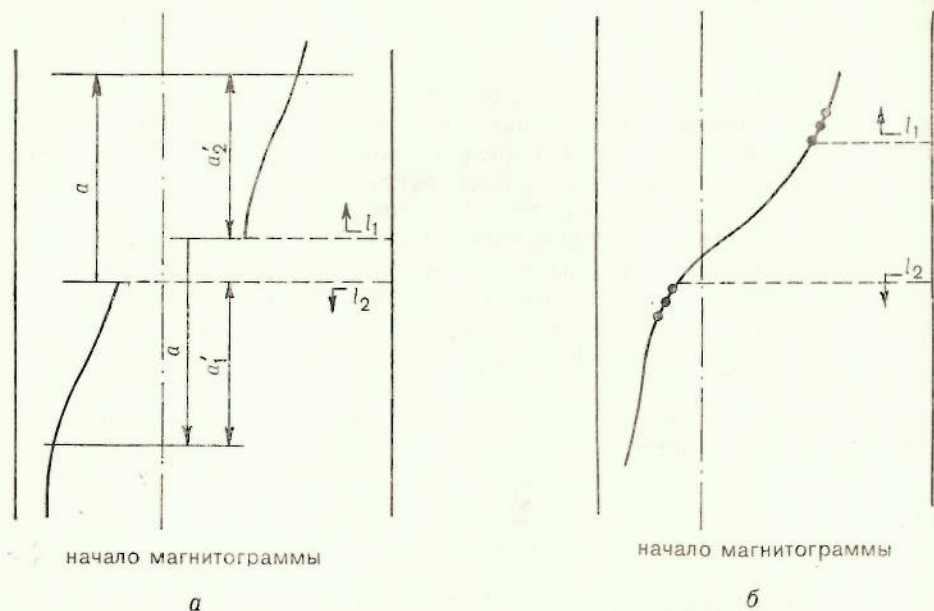


Рис. 4. Обработка магнитограмм для определения поправки за девиацию способом «фиктивного датчика»:
 а — при использовании двух датчиков; б — при использовании одного датчика

3.4.9. Оценку поправки за девиацию на данном курсе для длин кабеля l_1 и l_2 производят по формулам:

$$\Delta_{kl_1} = (T_2 - T_1 - \Delta_c) \frac{L_2^3}{L_2^3 - L_1^3}, \quad (7)$$

$$\Delta_{kl_2} = (T_2 - T_1 - \Delta_c) \frac{L_1^3}{L_2^3 - L_1^3}, \quad (8)$$

где Δ_{kl_1} , Δ_{kl_2} — поправка за девиацию при длинах кабеля l_1 и l_2 , соответственно, нТл;

Δ_c — величина систематической инструментальной погрешности измерений ГМП (при определении девиации с помощью одного датчика $\Delta_c = 0$, при определении девиации с помощью двух датчиков Δ_c определяется в соответствии с требованиями п. 3.4.7), нТл;

$$L_1 = l_1 + \frac{L_c}{2}, \text{ м}; \quad (9)$$

$$L_2 = l_2 + \frac{L_c}{2}, \text{ м}; \quad (10)$$

L_c — длина судна, м.

3.4.10. При определении поправки за девиацию способом «фиктивного датчика» на магнитограмме и в журнале магнитной съемки должно быть записано: порядковый номер, дата и время определения девиации, координаты и скорость судна, цикл измерений, глубина моря, ско-

рость протяжки магнитограммы, рабочая длина забортного кабеля, а также длины забортного кабеля в процессе работ.

В журнале магнитной съемки также записывают результаты измерений ГМП в одной точке при различных длинах забортного кабеля. Все сведения, относящиеся к определению поправки за девиацию, в журнале магнитной съемки выделяют двумя свободными строчками сверху и снизу.

3.4.11. Определение поправки за девиацию способом «звезда» или способом «многоугольник» производят в районе производства съемки перед началом и в конце работ. В случае наличия перерывов в съемке продолжительностью более 7 сут, при существенном изменении магнитной широты (при изменении ГМП более чем на 5000 нТл), при изменении загрузки судна определение поправки повторяют.

Контроль правильности определения поправки за девиацию способом «звезда» или способом «многоугольник» осуществляют в соответствии с требованиями п. 3.4.15.

Определение поправки за девиацию способом «звезда» и способом «многоугольник» производят на восьми равноотстоящих магнитных курсах: 0° , 45° , 90° , 135° , 180° , 225° , 270° , 315° , относительно опорной точки с обязательным повторением первого или второго курса (рис. 5). При этом гондола буксируется на рабочей длине кабеля l_1 . Максимальное отклонение от магнитного курса не должно превышать 6° .

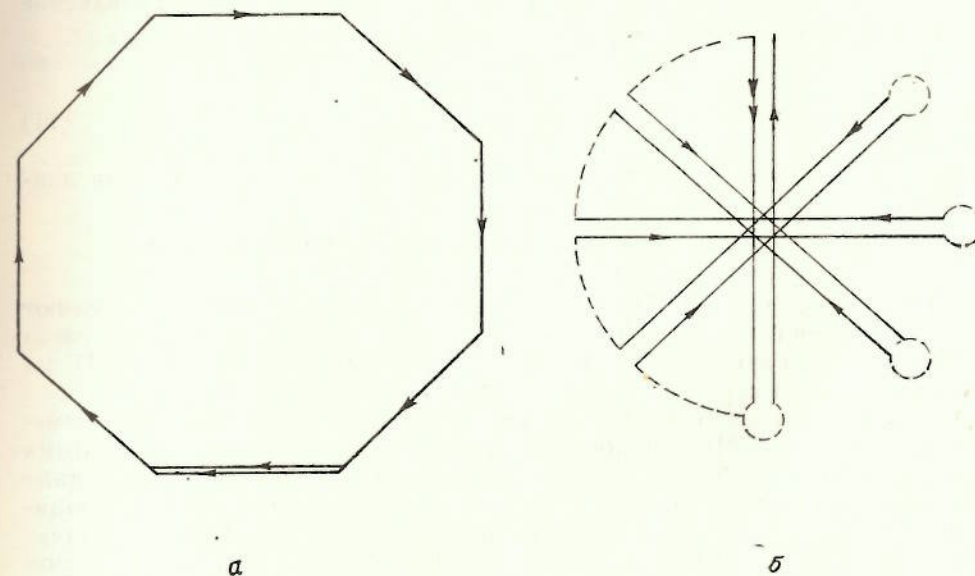


Рис. 5. Схема расположения галсов при определении поправки за девиацию:
 а — способом «многоугольник»; б — способом «звезда»

В качестве опорной точки при определении поправки за девиацию можно использовать:

- заякоренную вежу или буй;
- дрейфующий буй, если постановка буя (вежи) на якорь невозможна (в качестве дрейфующего буя можно использовать любой хорошо различимый плавающий предмет);
- условная точка, положение которой определяется с помощью навигационных систем или по счислению.

Если в качестве опорной точки используется счислимая условная точка, то определение поправки за девиацию разрешается производить

любым из двух указанных способов. В других случаях определение поправки за девиацию производят способом «звезда».

Определение поправки за девиацию производят на участках района, имеющих спокойный и ровный характер ГМП, в период минимальной вероятности появления вариаций ГМП (для суточных вариаций — период с 20 до 24 ч местного времени). Среднее значение горизонтального градиента ГМП при использовании способа «звезда» не должно превышать 20 нТл/км, а при использовании способа «многоугольник» — 10 нТл/км. Выбранные для производства девиационных работ участки района должны характеризоваться малыми скоростями поверхностных течений.

Определение поправки за девиацию производят при волнении моря не более 4 баллов на той минимальной скорости судна, при которой обеспечивается его надежное управление и маневрирование (8—10 уз). Снятие показаний с магнитометра производят не ранее, чем через 2—3 мин после поворота на новый курс, необходимые для перематывания судового железа. Продолжительность нахождения на каждом галсе должна составлять не менее 5 мин.

3.4.12. Поправку за девиацию по результатам измерений способом «звезда» вычисляют в следующем порядке:

— с магнитограммы на каждом магнитном курсе снимают 7—10 следующих подряд значений ГМП, зарегистрированных симметрично относительно момента прохождения гондолой опорной точки;

— для каждого магнитного курса рассчитывают среднее значение ГМП в опорной точке $T_{МК}$ в нТл по формуле

$$T_{МК} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{МК_i}}{n} + \delta, \quad (11)$$

где $T_{МК_i}$ — снятые с магнитограммы текущие значения ГМП для данного курса, нТл;

n — количество значений ГМП, снятых с магнитограммы;

δ — поправка за вариации ГМП, нТл.

При использовании МВС поправку за вариации ГМП определяют в соответствии с требованиями подраздела 5.4. Правильность учета поправок за вариации контролируют сравнением значений ГМП на повторяющихся курсах.

При отсутствии МВС за вариационную поправку принимают изменение значения ГМП на повторяющихся курсах за время проведения девиационных работ, полагая, что данное изменение происходило линейно во времени. На рис. 6 приведен пример определения вариационных поправок на различных магнитных курсах графическим путем. Для данного примера повторяющимися курсами являются второй и девятый. По оси абсцисс отложено текущее время выполнения девиационных работ;

— вычисляют среднее значение ГМП в опорной точке $T_{ср}$ в нТл по формуле

$$T_{ср} = \frac{\sum_{МК=1}^8 T_{МК}}{8}; \quad (12)$$

— вычисляют наблюдаемую поправку за девиацию $\Delta'_{МК}$ для каждого выполненного магнитного курса по формуле

$$\Delta'_{МК} = T_0 - T_{МК}, \quad (13)$$

где T_0 — истинное значение ГМП в точке измерений, определяемое с помощью МВС; при отсутствии МВС $T_0 = T_{ср}$ и $A = 0$;

— вычисляют значения коэффициентов девиации по формулам:

$$\left. \begin{aligned} A &= \frac{\Delta'_1 + \Delta'_2 + \dots + \Delta'_8}{8}, \\ \Delta'_{МК} &= \Delta'_{МК} - A = T_{ср} - T_{МК}, \\ B &= \frac{\Delta'_2 S + \Delta'_3 + \Delta'_4 S - \Delta'_6 S - \Delta'_7 - \Delta'_8 S}{4}, \\ C &= \frac{\Delta'_1 + \Delta'_2 S - \Delta'_4 S - \Delta'_5 - \Delta'_6 S + \Delta'_8 S}{4}, \\ D &= \frac{\Delta'_2 - \Delta'_4 + \Delta'_6 - \Delta'_8}{4}, \\ E &= \frac{\Delta'_1 - \Delta'_3 + \Delta'_5 - \Delta'_7}{4}, \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

где $S = \sin 45^\circ$;

— вычисляют поправку за девиацию на любом магнитном курсе $\Delta_{МК}$ по формуле

$$\Delta_{МК} = A + B \sin МК + C \cos МК + D \sin 2МК + E \cos 2МК, \quad (15)$$

где $МК$ — магнитный курс.

Строят график наблюдаемых и вычисляемых поправок за девиацию.

Примечание. Форма таблиц вычисления поправок за девиацию и пример построения графика поправок приведены в приложении 1.13.

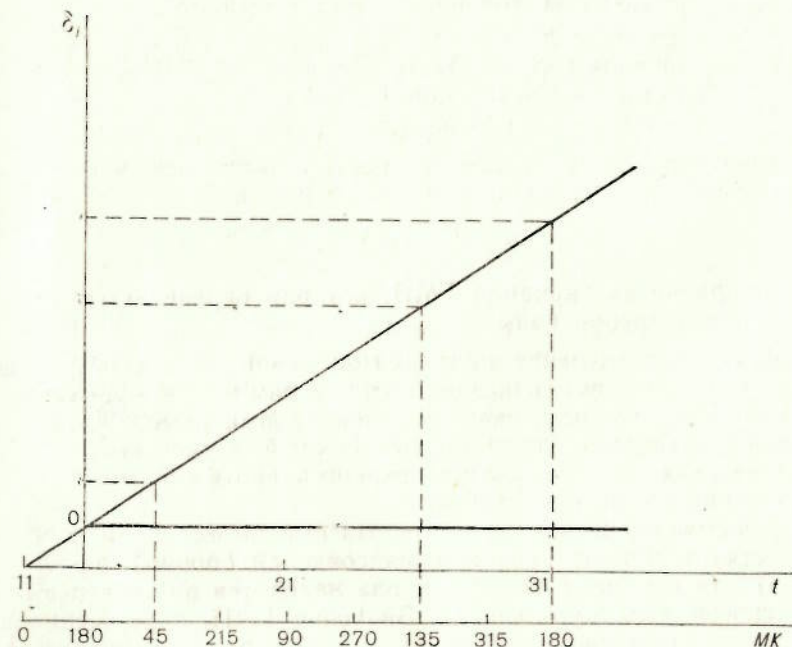


Рис. 6. Определение вариационных поправок при отсутствии МВС между повторяющимися курсами

3.4.13. Поправку за девиацию по результатам измерений способом «многоугольника» вычисляют в последовательности и по формулам, приведенным в п. 3.4.12 для способа «звезда». Отличие состоит в том, что в качестве средних значений ГМП в опорной точке для каждого

магнитного курса используют значения ГМП, приведенные к центру многоугольника (приведенные к условной опорной точке).

Приведение значений ГМП к центру многоугольника осуществляют в следующем порядке:

— с магнитограммы на каждом магнитном курсе снимают 7—10 значений ГМП в начале и в конце галса, а также на момент времени, когда гондола магнитометра находится на траверзе условной опорной точки, и вычисляют их средние значения, соответственно $T'_{НМК}$, $T'_{КМК}$ и $T'_{\perp МК}$. За начало галса при этом принимают точку, отстоящую от точки поворота на данный магнитный курс на 2—3 мин;

— вычисляют величину горизонтального градиента ГМП по направлению каждого галса g_k в нТл по формуле

$$g_k = \frac{T'_{НМК} - T'_{КМК}}{S}, \quad (16)$$

где $T'_{НМК}$ — значение ГМП в начале n -го галса, нТл;

$T'_{КМК}$ — значение ГМП в конце n -го галса, нТл;

S — длина n -го галса, км;

— вычисляют поправки за приведение ГМП к центру многоугольника по формуле

$$\Delta T'_{МК} = \frac{g_{k+2} - g_{k-2}}{2} l, \quad (17)$$

где $\Delta T'_{МК}$ — поправка за приведение для n -го галса, нТл;

l — отстояние n -го галса от условной опорной точки, км;

g_{k+2} ; g_{k-2} — значения горизонтального градиента ГМП на галсах, перпендикулярных данному n -му галсу и расположенных относительно его начала и конца соответственно, нТл;

— вычисляют приведенные к центру многоугольника значения ГМП для каждого магнитного курса по формуле

$$T_{МК} = T'_{МК} + \Delta T'_{МК} + \delta, \quad (18)$$

где δ — поправка за вариации ГМП, которая определяется в соответствии с требованиями п. 3.4.12.

3.4.14. При определении поправки за девиацию способом «звезда» или способом «многоугольник» на магнитограмме и в журнале магнитной съемки должно быть записано: порядковый номер, дата и время определения девиации, координаты опорной точки, скорость судна, цикл измерений, глубина моря, скорость протяжки магнитограммы, рабочая длина заборного кабеля.

На каждом магнитном курсе на магнитограмме делают оперативную отметку в момент прохождения гондолой опорной точки (способ «звезда») или в момент, когда гондола находится на траверзе опорной точки (способ «многоугольник»). Значение ГМП, зарегистрированное на этот момент, должно быть записано в журнал магнитной съемки.

Все сведения, относящиеся к определению поправки за девиацию, в журнале магнитной съемки выделяют двумя свободными строчками сверху и снизу.

3.4.15. Контроль правильности определения поправок за девиацию осуществляют на участках со спокойным и слаборасчлененным характером ГМП путем сличения результатов измерения ГМП при переходе с одного курса на другой курс, отличающийся от первого не менее, чем

на 60° . Критерием правильности определения поправок за девиацию является выполнение следующего условия:

$$|\Delta T - \Delta| \leq \frac{\Delta_{\max}}{3}, \quad (19)$$

где $\Delta T = T_{K_1} - T_{K_2}$ — разность измеренных значений ГМП соответственно на курсах K_1 и K_2 (непосредственно до начала поворота и через 1,5—2 мин после завершения поворота), нТл;

$\Delta = \Delta_{K_1} - \Delta_{K_2}$ — разность принятых для курсов K_1 и K_2 значений поправки за девиацию, нТл;

Δ_{\max} — размах девиационной кривой, нТл.

Если условие (19) не выполняется, то необходимо провести повторное определение поправки за девиацию.

Определение поправки за девиацию при аэромагнитной съемке

3.4.16. Определение поправки за девиацию при аэромагнитной съемке производят в каждом районе перед началом и в конце работ, а также через каждый месяц выполнения работ и во всех случаях, когда на самолет (вертолет) устанавливают новые приборы и оборудование.

Определение поправки за девиацию производят на тех же высотах, на которых производят аэромагнитную съемку.

3.4.17. Определение поправки за девиацию производят способом «звезда» на восьми равноотстоящих магнитных курсах: 0° , 45° , 90° , 135° , 180° , 225° , 270° , 315° относительно опорной точки с обязательным повторением первого или второго магнитного курса (рис. 5б). Время нахождения на каждом курсе должно составлять не менее 1 мин. При нахождении на курсе повороты недопустимы. В качестве опорной точки выбирают неподвижный ориентир, хорошо заметный с высоты полета в зоне действия МВС.

3.4.18. Вычисление поправки за девиацию при аэромагнитной съемке осуществляют в последовательности и по формулам, изложенным в п. 3.4.12.

3.4.19. При определении поправки за девиацию на магнитограмме и в журнале магнитной съемки должно быть записано: порядковый номер, дата и время проведения девиационных работ, координаты опорной точки, бортовой номер самолета (вертолета), тип и номер магнитометра, рабочая длина кабель-буксира, скорость самолета (вертолета) и высота полета, цикл измерений и скорость протяжки магнитограммы.

Кроме того, на магнитограмме записывают: магнитные курсы, время начала и окончания их выполнения, момент прохождения магнитометра (гондолы магнитометра) над опорной точкой.

4. ПОЛЕВАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ И КОНТРОЛЬ

4.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

4.1.1. Состав полевой документации зависит от вида съемки и должен обеспечивать фиксирование всей необходимой информации, а также удобство выполнения и обработки результатов съемки.

4.1.2. Полевыми документами при морских магнитных съемках являются:

- а) при магнитной съемке с судна:
 - магнитограммы;
 - технические носители информации (перфолента, магнитная лента, магнитные диски и т. п.);
 - журналы магнитной съемки;
 - таблицы измеренных значений поправок за девиацию;
 - полевые журналы МВС;
 - рабочие планшеты и кальки ГМП.
- б) При аэромагнитной съемке:
 - магнитограммы;
 - технические носители информации;
 - журналы определения места;
 - журналы магнитной съемки;
 - полетные листы;
 - рабочие планшеты галсов;
 - таблицы и графики девиации;
 - полевые журналы МВС.
- в) При магнитной съемке со льда:
 - магнитограммы;
 - технические носители информации;
 - журналы магнитной съемки;
 - полевые журналы МВС;
 - рабочие карты дрейфа МВС.

Примечание. Вид технических носителей информации (перфоленты, магнитные ленты и др.), а также магнитограмм определяется типом используемых регистраторов. При отсутствии или выходе из строя систем автоматической регистрации информации, как исключение, вместо технического носителя информации и магнитограмм может быть представлен журнал магнитной съемки.

4.1.3. По результатам выполненных измерений в процессе магнитной съемки производят построение рабочих планшетов и калек ГМП, с помощью которых осуществляют контроль за качеством магнитной съемки, проверку полноты обследования заданного района, выявляют характер распределения ГМП в районе работ.

При окончательной обработке результатов магнитной съемки рабочие планшеты и кальки ГМП используют как подлинный справочный материал.

4.1.4. В полевых документах должны быть записаны все результаты измерений и наблюдений, связанные с производством магнитной съемки. Записи должны быть четкими, полными, понятными, чтобы личный состав, не участвовавший в производстве данных работ, мог выполнить по полевым документам окончательную обработку материалов, не опасаясь упустить какие-либо детали.

4.1.5. Результаты измерений, вызвавшие у наблюдателя сомнения, записывают с соответствующими пояснениями.

Каждая запись должна содержать не только данные непосредственных измерений и наблюдений, но и необходимые пояснения, схемы и ссылки на другие документы.

4.1.6. Все записи и исправления в полевых документах, сделанные в процессе съемки, производят простым карандашом или пастой темного цвета. При обработке в первую руку все исправления производят чернилами или пастой темного цвета, при обработке во вторую руку — чернилами или пастой красного цвета.

4.1.7. Стирать и подчищать записи в полевых документах категорически ЗАПРЕЩЕНО. Ошибочные записи в полевых документах исправляют в соответствии с требованиями п. 4.2.5.

4.1.8. Каждый документ обязательно подписывается составляющими его лицами. Фамилии подписавшихся должны быть четко написаны рядом.

4.1.9. Названия одних и тех же объектов и их условные сокращения, встречающиеся в различных документах, должны быть одинаковы. Сокращения слов и понятий должны применяться только общепринятые, согласно действующим руководящим документам и приложению 1.2 настоящей инструкции.

4.1.10. Нумерация взаимосвязанных документов должна быть полностью согласована.

4.1.11. В процессе съемки устанавливается единая нумерация галсов. Номера галсов должны состоять из 5 цифр, причем для всех рядовых галсов первая цифра устанавливается 0, для контрольных — 1, для дополнительных — 2, для специальных — 3.

Галс, прерванный на каком-либо определении места, продолжают с очередного определения места, присваивая ему следующий порядковый номер. При этом в журнале магнитной съемки и на магнитограмме делается пометка: «продолжение галса № ...».

4.1.12. При производстве магнитной съемки со льда каждый участок, маршрут и точка наблюдений должны иметь индивидуальные наименования или номера. Полный номер каждой точки на маршруте должен состоять из 5 цифр. При этом первые 2 цифры представляют собой номер маршрута, а последние 3 цифры — номер точки на данном маршруте.

4.2. ВЕДЕНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ ПОЛЕВОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Оформление магнитограмм и технических носителей информации

4.2.1. В процессе магнитной съемки на магнитограммах необходимо записывать:

- номер галса съемки — в начале и в конце галса;
- цикл измерения магнитометра — при установке и изменении цикла;
- скорость протяжки магнитограммы аналогового регистратора — при установке и изменении скорости;

- диапазон записи прибора — при установке и изменении диапазона, в начале и в конце галса, а также в 0 и 12 ч ежедневно;
- истинный курс, скорость и отсчет лага — в начале и в конце галса, а также при изменении курса и скорости.

Образец оформления магнитограммы показан в приложении 1.14.

4.2.2. Оперативные отметки на магнитограммах ставят при магнитной съемке в следующих случаях:

- через каждый час работы;
- в начале и в конце галса;
- в момент определений места;
- в моменты изменения длины кабеля;
- в моменты изменения курса и скорости;
- в моменты изменения скорости протяжки магнитограммы;
- при переводе часов;
- в моменты изменения цикла измерений.

Дату на магнитограммах записывают в начале и в конце галса, на момент прекращения и возобновления работы на галсе, при переходе на другой планшет, на 0 и 12 ч каждых суток. Время и отсчет лага фиксируют у всех оперативных отметок.

При проведении детальных магнитных съемок в зоне действия РНС у оперативных отметок разрешается ставить только порядковый номер точки координирования на галсе.

4.2.3. При аэромагнитной съемке на магнитограммах, а при их отсутствии в журналах магнитной съемки, кроме данных, указанных в п. 4.2.1, записывают номера и время прохождения ориентиров, условия полета, изменения высоты полета.

4.2.4. При регистрации информации на технические носители информации (перфоленты, магнитные ленты и др.) дополнительные данные в процессе съемки наносят в соответствии с требованиями инструкций по эксплуатации соответствующей аппаратуры.

Примечание. При использовании магнитометра МБМ-1 перед началом каждого массива на перфоленте разрешается записывать только номер массива с одновременным занесением номера массива и времени его начала в журнал магнитной съемки в графу Примечание. Нумерация массивов при этом устанавливается сквозная на весь период съемки.

4.2.5. Ошибочные записи на магнитограммах заключают в скобки, подчеркивают тонкой чертой так, чтобы можно было прочесть зачеркнутое. Рядом пишут правильное значение. Необходимые пояснения пишут на свободном поле магнитограммы.

4.2.6. При оформлении магнитограммы и перфолент на них записывают:

- а) в начале ленты:
 - «начало ленты № ...»;
 - наименование и адрес организации (войсковой части), производившей магнитную съемку;
 - район работ;
 - наименование и тип судна (самолета);
 - «планшет № ...»;
 - дата и время начала, а для магнитограмм и окончания, записей и регистрации измерений на ленте, с указанием часового пояса;
 - номер галса съемки или перечень галсов;
 - номера журналов магнитной съемки, к которым относится лента;
 - тип и номер магнитометра;
 - должность и фамилии лиц, производивших съемку и принявших материалы.

б) в конце ленты:

- «конец ленты № ...», «планшет № ...», номера галсов;
- дата начала и конца ленты;
- должность, фамилии и подписи лиц, производивших обработку в первую и вторую руку.

Оформленные магнитограммы складывают «гармошкой» и пронумеровывают. Образец оформления магнитограммы и перфоленты приведен в приложении 1.14.

Примечания: 1. На перфоленте (в конце ленты) повторяют сведения по п. 4.2.6а.

2. Дату и время окончания записей, перечень галсов и номера журналов магнитной съемки (если их несколько) записывают после окончания записей на данной ленте.

4.2.7. При регистрации результатов измерений на магнитной ленте всю информацию, указанную в п. 4.2.6, записывают на кассете, в которой хранят магнитную ленту.

Оформление журналов магнитной съемки

4.2.8. В журнале магнитной съемки записывают все сведения, связанные с измерением ГМП.

4.2.9. Для площадной и маршрутной магнитных съемок ведут отдельные журналы. Журналы магнитной съемки ведут в общем случае попланшетно, однако допускается ведение одного журнала для нескольких планшетов. В этом случае в оглавлении указывают, к каким планшетам относятся соответствующие галсы.

На обложке журнала магнитной съемки записывают:

- порядковый номер журнала;
- год и месяц производства работ;
- название судна;
- район, в котором выполнена съемка;
- номера планшетов, на которых проложены галсы съемки, записанные в журнале.

На титульном листе журнала магнитной съемки записывают:

- наименование и адрес организации (номер войсковой части), производившей магнитную съемку;
- тип и название судна;
- порядковый номер журнала;
- район, в котором выполнена съемка (номера часовых поясов);
- номера планшетов, на которых проложены галсы съемки, записанные в журнал;
- должности, воинские звания, фамилии и инициалы лиц, производивших магнитную съемку;
- даты начала и окончания записей в журнале.

На оборотной стороне титульного листа после тщательной проверки журнала ставит свою подпись руководитель отряда или партии, производившей магнитную съемку.

На втором листе журнала помещают схемы выполнения работ.

На третьем и четвертом листах помещают оглавление, содержащее: номер по порядку — планшет — номер галса — листы журнала, где этот галс записан, — номер магнитограммы — номера перфолент (магнитных лент).

На пятом листе записывают информацию об используемых магнитометрах и другой аппаратуре.

На последующих листах записывают информацию о ходе съемки.

На последнем листе указывают количество заполненных листов и заверяют данную запись подписью.

4.2.10. Форма журнала магнитной съемки приведена в приложении 2.7.

4.2.11. При ведении записей в журнале магнитной съемки необходимо выполнять следующие правила:

— листы журнала, если они не имеют нумерации при издании, пронумеровывают;

— записи ведут непрерывно с начала съемки до ее окончания;

— запись каждого галса начинают с новой страницы. Вверху каждой страницы записывают дату, номер галса и номера магнитограмм и технических носителей информации, соответствующих данной странице журнала. Нумерация галсов должна соответствовать их нумерации на рабочем планшете галсов;

— страницы журнала заполняют без пропуска строк. Незаконченная часть страницы перечеркивается знаком Z;

— при смене суток проводят горизонтальную черту и под чертой записывают число и месяц новых суток;

— время фиксируют при записи всех наблюдений, точность должна соответствовать требованиям п. 3.2.19;

— при изменении показаний часов (при переходе из одного часового пояса в другой и т. д.) время записывают дробью: в числителе записывают прежнее показание часов, а в знаменателе — новое. При этом в графе Примечание делается запись об изменении показаний часов с указанием нового часового пояса в следующей редакции: «Показания часов изменены на 1 час вперед (назад) и установлены по декретному времени . . . пояса»;

— истинный курс записывают на момент начала движения по данному курсу;

— скорость судна записывают при каждом ее изменении;

— отсчеты лага записывают в начале и в конце галса (полный отсчет), при изменении скорости или курса судна, при изменении часового пояса, при фиксировании оперативных отметок;

— при выполнении девиационных работ запись ведут в соответствии с требованиями п. 3.4.10, 3.4.14, 3.4.19;

— гидрометеорологические данные записывают в графе Примечание на метеосроки каждые 3 ч (ветер — направление в градусах и скорость в м/с, волнение и зыбь в баллах);

— при сдаче вахты и в конце работы делают запись о сдаче вахты: «Вахту сдал: . . .» — «Вахту принял: . . .», ставят подпись, записывают фамилии и инициалы вахтенных магнитологов;

— в графе Примечание в обязательном порядке производят записи о работе размагничивающего устройства (включено, выключено), а также записи, поясняющие все перерывы в работе (выключения) магнитометра и его отдельных приборов. При этом в каждом случае записывают время выключения и включения и кратко поясняют причину выключения (перерыва в работе);

— на последнем листе записи наблюдений в данном журнале делают заключительную запись, например, «Продолжение см. журнал № . . .» или «Магнитная съемка на планшете № . . . окончена» и ставят подпись руководителя отряда или партии, проводившего съемку. При переходе в новый журнал во время съемки первой записью делают последнюю запись предыдущего журнала. На обороте последнего листа журнала руководитель отряда или партии проставляет количество заполненных листов и заверяет данную запись подписью.

4.2.12. Ошибочную запись в журнале магнитной съемки перечеркивают тонкой горизонтальной чертой так, чтобы можно было прочесть зачеркнутое, и заключают в скобки, причем у конечной скобки ставят цифровой снопочный знак. Верный текст пишется на последней (ниж-

ней) строке страницы под тем же снопочным знаком и разборчиво подписывается лицом, ведущим журнал.

При исправлении чисел исправляемое перечеркивают полностью (а не отдельные его цифры) и записывают новое значение.

Если вместо зачеркнутого не нужно писать новый текст, то в сноске указывают: «Записано ошибочно». Если в текст записи необходимо внести дополнение, то снопочный знак ставят после слова, за которым должно следовать дополнение. В случае пропуска сведений, соответствующих определенному моменту времени, снопочный знак ставят в левой части графы Время между строками, куда необходимо вставить пропущенный текст. Следующая по порядку сноски делается на второй снизу строке журнала, затем на третьей и т. д.

Заполнение всех граф и разделов журнала магнитной съемки обязательно.

4.2.13. Журналы магнитной съемки периодически сличают с другими документами:

— при магнитной съемке с судна — с журналом промера не реже, чем 1 раз в 10 дней;

— при аэромагнитной съемке — с полетными листами и полевыми документами ежедневно.

4.2.14. При регистрации информации на перфоленте или магнитной ленте вид дополнительной информации, заносимой в журнал магнитной съемки, определяет руководитель работ в соответствии с инструкциями по эксплуатации магнитометра или требованиями инструкций по обработке информации.

Оформление прочей полевой документации

4.2.15. Оформление магнитограмм МВС производят в соответствии с требованиями инструкции по эксплуатации МВС.

4.2.16. Полетные листы при аэромагнитной съемке ведут и оформляют в соответствии с требованиями руководящих документов авиационных подразделений.

4.2.17. Оформление рабочих карт дрейфа МВС, наледных станций РНС и ледовых баз при магнитной съемке со льда производят в соответствии с требованиями ПГС № 4.

4.3. КОНТРОЛЬ РЕЗУЛЬТАТОВ МАГНИТНОЙ СЪЕМКИ В ПРОЦЕССЕ РАБОТ

4.3.1. При производстве магнитной съемки в обязательном порядке производят контроль результатов работы. В результате контроля должны быть выявлены:

— равномерность и полнота покрытия галсами всего района (участка) работ;

— расхождение изодинам на стыках соседних планшетов;

— объем необходимых дополнительных исследований и работ;

— ориентировочная точность измерения ГМП на галсе и точность съемки отдельных участков и района в целом.

4.3.2. Вахтенный магнитолог при осуществлении контроля магнитной съемки обязан:

— просмотреть все сделанные им записи в ведущих документах и внести необходимые пояснения;

— контролировать правильность измерений и записи значений ГМП на магнитограммах, на перфоленте, в журналах съемки;

— контролировать правильность нанесения значений на кальку ГМП, выявлять противоречия в значениях ГМП на рядовых и контрольных галсах и на стыках соседних планшетов.

Все обнаруженные ошибки и неточности должны быть исправлены незамедлительно.

4.3.3. Руководитель магнитометрической партии (отряда) систематически, но не реже двух раз в месяц, проверяет:

— соответствие выполненных работ требованиям технического описания;

— полноту покрытия галсами всего района (участка) работ;

— правильность прокладки рядовых и контрольных галсов;

— сходимости значений ГМП в точках пересечения галсов;

— сходимости ГМП на стыках соседних планшетов;

— правильность определения поправок за вариации и девиацию;

— правильность, полноту и аккуратность ведения и оформления полевой документации.

Указанный контроль осуществляют по результатам разноски измеренных значений ГМП на кальку ГМП, проведения по ним изодинам и выявления закономерностей их простирания.

По результатам проверки руководитель магнитометрической партии планирует необходимые дополнительные обследования по тому или иному участку съемки, производит предварительную оценку точности магнитной съемки на отдельных участках и в целом по району работ. Результаты проверки должны быть отмечены в журналах магнитной съемки. Все обнаруженные при проверке ошибки и неточности должны быть исправлены на месте (в районе работ), вплоть до частичной или полной переделки работы. Исправленная работа должна быть проверена повторно.

4.3.4. Прокладка рядовых, контрольных и других галсов должна обеспечивать полноту покрытия всего района (участка) работ.

Критериями увеличения подробности съемки и прокладки дополнительных или специальных галсов являются:

— необходимость детализации участков в соответствии с п. 3.2.6;

— пропуски в съемке, происшедшие по техническим причинам;

— замыкание ряда циклических изодинам на одном галсе или нарушение установленного характера их простирания в районе;

— низкая точность магнитной съемки на некоторых участках района;

— отбраковка ряда галсов или пунктов измерений.

Примечания: 1. Если в результате увеличения подробности съемки междугалсовые расстояния в масштабе планшета составляют менее 0,5—0,7 мм, то масштаб планшета необходимо увеличить.

2. Если площадь участков сгущения съемки не превышает половины площади всего района работ, допускается представлять данные участки в виде врезок более крупного масштаба.

4.3.5. Контроль магнитной съемки по смежным планшетам обеспечивают за счет доведения галсов до рамок планшета и составления сводок изодинам по рамкам. Сводки по рамкам планшета составляют на кальке ГМП. Для большей наглядности значения ГМП, наносимые на кальку с разных планшетов, показывают различными цветами, соответствующим цветом подписывают и номера планшетов, с которых наносят значения ГМП.

Наличие систематических расхождений значений ГМП на стыках планшетов, выполненных в разные годы, служит источником определения векового хода ГМП в районе производства работ.

Примечание. Оценку величины векового хода за период между съемками и за период съемки можно получить с помощью карт изопор, издаваемых ГУНПО МО по заказу ИЗМИР АН СССР на каждое пятилетие.

5. ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ МАГНИТНОЙ СЪЕМКИ

5.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

5.1.1. Целью обработки материалов морской магнитной съемки является обобщение, систематизация и анализ информации, полученной в результате съемки, а также оценка качества выполненных работ и представление результатов измерения ГМП в форме, удобной для долговременного хранения и использования при составлении и корректуре карт распределения элементов ГМП.

5.1.2. Обработку материалов магнитной съемки подразделяют на предварительную и окончательную (камеральную).

Предварительную обработку производят непосредственно в процессе съемки, что позволяет контролировать качество магнитной съемки, корректировать систему галсов с учетом данных, выявленных в процессе съемки, и оперативно намечать участки ее дальнейшей детализации.

Предварительную обработку проводят в сжатые сроки, без значительного отставания от общего хода работ.

Окончательную обработку производят в базе, после окончания магнитной съемки и приемки полевой документации от руководителя магнитометрической партии, или во время съемки при наличии вычислительной техники и исполнителей.

5.1.3. На окончательную обработку руководитель магнитометрической партии представляет всю полевую документацию, перечисленную в п. 4.1.2, а также материалы предварительной обработки в соответствии с п. 5.2.1. Категорически запрещается представлять копии полевых документов.

5.1.4. Приемку полевой документации осуществляет комиссия, назначаемая приказом командира части. Комиссия проверяет материалы и оценивает их качество. Комиссия составляет акт, в котором после перечня представленных материалов и замечаний по их оформлению указывает соответствие материалов требованиям научно-технического проекта и их пригодность к окончательной обработке. В акте обязательно отражают регулярность и полноту контроля съемки и результаты устранения недочетов, выявленных ранее проверяющими лицами. Акт включают в научно-технический отчет по результатам магнитной съемки.

5.1.5. Обработка материалов съемки должна быть организована так, чтобы обеспечить всесторонний, систематический и надежный контроль на всех ее этапах.

5.1.6. Вычислительные и графические работы производят в две руки. Вычисления в две руки вычислители производят независимо друг от друга и, по возможности, по разным схемам. Вычисления первой и вто-

рой руки считают равноценными, но основным экземпляром считают вычисления первой руки.

При счетке (сверке) результатов вычислений расхождения менее пяти единиц последнего знака не исправляют. При больших расхождениях для обнаружения ошибки производят проверку вычислением в третью руку.

5.1.7. При обработке материалов магнитной съемки с помощью ЭВМ подробное описание действий оператора, принципы оценки качества обработки, способы контроля, а также состав исходной информации и порядок ее ввода приведены в инструкциях по обработке технических носителей информации на используемых ЭВМ.

Примечание. Перфолента, полученная с помощью магнитометра МБМ-1, может быть обработана на ЭВМ ТЭМ-1М в соответствии с Инструкцией по обработке гидрографической информации на ЭВМ ТЭМ-1М, ГУНПО МО, 1979 г.

5.1.8. Все документы и вычисления должны быть подписаны исполнителями. При этом рядом с подписью указывают должность (для военнослужащих и воинское звание), фамилию исполнителя и дату.

5.1.9. Перед началом предварительной и окончательной обработки принимают решение о необходимости введения в результаты измерений ГМП поправок за девиацию, а при наличии данных о вариациях ГМП и поправок за вариации. Поправки обязательно вводятся, если величина интервала изменения поправок (разность между максимальным и минимальным значениями) превышает $\frac{1}{3}$ средней квадратической погрешности съемки.

При предварительной обработке материалов в качестве величины погрешности съемки используют значение планируемой погрешности съемки. При окончательной обработке в качестве величины погрешности съемки используют значение, вычисляемое при предварительной обработке в соответствии с требованиями подраздела 5.5.

5.2. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ МАГНИТНОЙ СЪЕМКИ

Общие положения

5.2.1. Предварительная обработка материалов магнитной съемки включает в себя:

- проверку правильности и полноты оформления полевой документации;
- проверку и отбраковку магнитограмм и технических носителей информации;
- обработку информации, зарегистрированной на магнитограммах и технических носителях информации;
- проверку правильности вычисления поправок за девиацию;
- составление рабочих планшетов галсов и калек ГМП;
- предварительную оценку точности съемки;
- предварительную оценку объема выполненных работ.

5.2.2. Проверку и отбраковку магнитограмм производят путем визуального просмотра качества записи и оценки возможности ее использования для обработки.

Проверку и отбраковку технических носителей информации производят в соответствии с требованиями инструкций по эксплуатации используемой аппаратуры и инструкций по обработке информации на ЭВМ.

Примечание. Все забракованные магнитограммы и технические носители информации представляют в 280 ЦКП ВМФ наряду с другими полевыми документами. Причина брака, принятые меры, фамилию и должность лица, установившего брак, дату отбраковки указывают в научно-техническом отчете.

5.2.3. Обработка информации, зарегистрированной на магнитограммах и технических носителях, производится в соответствии с требованиями пп. 5.3.11—5.3.17 и 5.2.13. Проверку правильности вычисления поправок за девиацию производят путем вычисления поправок во вторую руку.

5.2.4. Оценку точности магнитной съемки производят в соответствии с требованиями подраздела 5.5.

5.2.5. Предварительную оценку объема выполненных работ в километрах производят на основе подсчета принятых к обработке материалов магнитной съемки.

Рабочий планшет галсов и калька ГМП

5.2.6. Рабочий планшет галсов разрешается изготавливать на мягкой основе, на картографической бумаге, на пластике и на кальке. В качестве рабочего планшета разрешается использовать морские навигационные карты и карты-сетки.

5.2.7. Подготовку рабочего планшета осуществляют в процессе подготовительных работ.

На рабочий планшет наносят:

- рамки планшета черным цветом;
- границы района съемки черным цветом;
- границы участков, подлежащих более подробному обследованию — красным цветом;
- береговую линию (схематично) черным цветом.

5.2.8. В процессе магнитной съемки на рабочий планшет наносят синим цветом:

- определения места носителя аппаратуры;
- путь следования носителя, причем, если съемка делается по числению, то показывают только увязанный путь;
- номера галсов и определений, причем, если съемка делается по числению, то у каждого определения, у точек изменения курса или скорости, у часовых отметок обязательно показывают время;
- дату в начале галса и не реже, чем через каждые 8 ч.

5.2.9. При магнитной съемке с судна разрешается в качестве рабочего планшета использовать копии с рабочего планшета рельефа дна. При этом к номеру планшета справа добавляется буква М.

5.2.10. При магнитной съемке со льда рабочий планшет изготавливают в нормальной (полярной) стереографической проекции.

В процессе магнитной съемки на рабочий планшет наносят синим цветом:

- местоположения МВС;
- местоположения магнитных пунктов;
- номера магнитных пунктов;
- дату и время производства измерений на магнитном пункте.

5.2.11. Оформление рабочих планшетов галсов при аэромагнитной съемке производят согласно ПГС № 4.

5.2.12. Кальку ГМП строят параллельно с построением рабочего планшета.

На кальку ГМП наносят:

- измеренные значения ГМП;
- изодинамы ГМП.

Если в процессе магнитной съемки производят измерения нескольких элементов ГМП (T , H , Z , d и т. д.), то для каждого из них строят свою кальку ГМП.

При аэромагнитной съемке результаты разновысотных и повторных съемок наносят на отдельные кальки ГМП.

5.2.13. На кальку ГМП наносят значения ГМП со всех выполненных галсов с таким расчетом, чтобы они располагались на кальке ГМП не реже, чем через 8—12 мм.

Все отобранные значения перед нанесением на кальку ГМП, при необходимости, исправляют поправками за девиацию, а при наличии данных о вариациях ГМП, и поправками за вариации.

Примечание. Необходимость введения поправок за девиацию и вариации ГМП определяют исходя из требований п. 5.1.9.

5.2.14. Отобранные значения ГМП наносят на кальку ГМП в следующей последовательности:

- определяют положение значений ГМП на галсе и фиксируют данные точки на кальке;
- вписывают карандашом отобранные значения ГМП на своих местах рядом с соответствующей точкой;
- закрепляют нанесенное значение тушью или пастой так, чтобы центр значения приходился на фиксированную точку (черным цветом для рядовых галсов, красным — для контрольных).

5.2.15. По нанесенным значениям ГМП простым карандашом проводят изодинамы. Сечение изодинам устанавливают равным 5, 10, 20, 25, 50, 100, 200, 250, 500 или 1000 нТл с таким расчетом, чтобы калька ГМП была легко читаема и в то же время позволяла судить о распределении ГМП с целью принятия решения по дообследованию. После сверки изодинам по всему участку их закрепляют черной тушью или пастой.

5.2.16. Все надписи на рабочем планшете галсов и на кальке ГМП наносят четкими буквами и цифрами высотой 2—3 мм.

5.2.17. При малой загрузке рабочего планшета галсов разрешается не строить кальку ГМП. В этом случае отобранные значения ГМП наносят непосредственно на рабочий планшет галсов.

5.3. ОКОНЧАТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ МАГНИТНОЙ СЪЕМКИ

Общие положения

5.3.1. Окончательная обработка материалов магнитной съемки включает в себя:

- проверку правильности ведения и оформления полевой документации;
- проверку правильности вычисления девиации;
- обработку информации, зарегистрированной на магнитограммах и технических носителях информации;
- оценку точности съемки;
- оформление отчетной документации.

5.3.2. До начала работ руководитель обработки составляет план окончательной обработки материалов магнитной съемки, в котором отражает основные этапы обработки, сроки их выполнения, количество и степень участия личного состава на различных этапах обработки, методические приемы и способы работ, руководящие технические и методические документы.

При появлении в процессе обработки обстоятельств, которые не позволяют проводить обработку предусмотренными методами и способами, или выявлении новых методических приемов, которые позволяют улучшить качество обработки, руководитель обработки корректирует

план обработки. Все принятые решения должны быть изложены и обоснованы в научно-техническом отчете.

Переход к каждому последующему этапу обработки разрешается только после тщательной проверки правильности выполнения предшествующего этапа.

5.3.3. При окончательной обработке производят полную проверку правильности ведения и оформления всей полевой документации.

5.3.4. Все обнаруженные при проверке ошибки исправляют чернилами или пастой красного цвета. Лицо, проверившее документ, ставит около каждого исправления свою подпись и дату. Кроме того, на проверенном документе делается отметка о проверке, скрепленная подписью проверяющего с указанием его фамилии (для военнослужащих и воинского звания) и даты.

5.3.5. Все вычисления производят на бланках или на вычислительной бумаге чернилами или пастой темного цвета. Особое внимание необходимо обращать на полноту и аккуратность вычислений. Все отклонения от стандартных схем сопровождаются поясняющими записями.

5.3.6. Окончательную обработку выполняют только в одну руку, если материалы предварительной обработки могут быть приняты как материалы первой руки.

5.3.7. Оценку точности магнитной съемки производят в соответствии с требованиями подраздела 5.5.

5.3.8. Отчетными документами, представляемыми в результате окончательной обработки материалов магнитной съемки, являются:

- научно-технический отчет;
- каталог на техническом носителе или в табличном виде (приложение 1.15);
- отчетные планшеты и справочные материалы к нему;
- полевая документация.

Примечание. При маршрутной магнитной съемке представляют отдельный научно-технический отчет, а в качестве отчетного планшета представляют рабочий планшет.

5.3.9. Научно-технический отчет составляют в соответствии с требованиями Руководства по океанографическому изучению океанов и морей (РОИ-80), ч. II, глава V.

В научно-технический отчет дополнительно включают:

- методику учета девиации магнитометра и вариаций ГМП и результаты, полученные при этом;
- информацию о выполненных работах, позволяющих в последующем производить учет векового хода;
- уровень магнитной активности за период проведения съемки по данным МВС или ближайшей к району работ магнитной обсерватории;
- оценку точности съемки.

5.3.10. Отчетную документацию представляют в 280 ЦКП ВМФ в сроки, предусмотренные в РОИ-80, ч. I, глава 6.

Обработка информации, зарегистрированной на магнитограммах и технических носителях

5.3.11. Обработка информации, зарегистрированной на магнитограммах и технических носителях информации, включает следующие этапы:

- отбраковку выбросов, обусловленных случайными сбоями в работе магнитометра;

- отбор характерных и дополнительных значений ГМП и привязку их ко времени;
- исправление отобранных значений поправками за девиацию и вариации ГМП.

5.3.12. Отбраковка выбросов состоит в исключении их из дальнейшей обработки.

Выбросами называют случайные нарушения равномерного процесса регистрации результатов измерений.

5.3.13. После отбраковки выбросов производят отбор характерных значений ГМП для нанесения их на планшет и занесения в каталог. Характерными значениями являются максимальные и минимальные значения аномалий ГМП и значения ГМП в точках перегибов.

При отборе характерных значений не принимают во внимание мелкие аномалии, амплитуда которых не превышает погрешности съемки, определенной в соответствии с п. 5.1.9.

5.3.14. Кроме характерных значений ГМП, для нанесения на планшет и занесения в каталог отбирают дополнительные значения.

Для составления отчетного планшета отбор дополнительных значений производят с таким расчетом, чтобы в совокупности с характерными значениями они располагались на планшете не реже, чем через 8—12 мм вдоль галсов.

Для включения в каталог отбор дополнительных значений производят с таким расчетом, чтобы значения ГМП между ними можно было рассчитать путем линейной интерполяции с погрешностью не более $\frac{1}{3}$ погрешности съемки.

5.3.15. При решении специальных задач или задач по статистической обработке отбор характерных и дополнительных значений ГМП производят по специальным методикам, которые должны быть изложены в плане окончательной обработки.

5.3.16. На магнитограммах в процессе обработки подчеркивают отобранные значения ГМП, соответствующие им моменты времени выписывают чернилами или пастой темного цвета.

5.3.17. Все отобранные значения ГМП перед нанесением на отчетный планшет или включением в каталог при необходимости исправляют поправками за девиацию, а при наличии данных о вариациях ГМП, и поправками за вариации.

Примечание. Необходимость введения поправок за девиацию и вариации ГМП определяют исходя из требований п. 5.1.9.

Составление каталога и отчетного планшета

5.3.18. Составление каталога производят на технических носителях информации (перфолента, магнитная лента) или в табличном виде. В каталог заносятся значения ГМП, измеренные в процессе съемки.

Форматы представления каталога магнитометрических данных приведены в приложении 1.15.

5.3.19. Отчетный планшет и врезки более крупного масштаба изготовляют на мягкой основе, на картографической бумаге, на пластике.

Подготовку и оформление отчетных планшетов производят в соответствии с требованиями ПГС № 4.

Примечание. Врезки более крупного масштаба составляют на участки планшета, на которых невозможно отразить распределение ГМП в принятом масштабе (невозможно нанести все выявленные экстремальные значения). Если площадь врезок превышает половину площади всего района работ, то необходимо увеличить масштаб отчетного планшета.

5.3.20. Нагрузку отчетного планшета составляют:

- значения ГМП;
- изодинамы ГМП.

Если в процессе магнитной съемки измерялось несколько элементов ГМП, то для каждого из них строят свой отчетный планшет.

5.3.21. В первую очередь на отчетный планшет наносят характерные значения ГМП, затем дополнительные значения ГМП. По решению руководителя обработки частота нанесения дополнительных значений может быть увеличена, если она не обеспечивает в нужной мере объективность отображения распределения ГМП или уменьшена, если ее информация избыточна.

5.3.22. Значения ГМП, полученные на контрольных галсах, можно на отчетный планшет не наносить, а представлять на отдельной кальке в масштабе планшета.

Галсы, исключенные из обработки на основании требований п. 5.5.2, на отчетный планшет не наносят, но обязательно представляют в ЦКП ВМФ на отдельной кальке в масштабе планшета.

5.3.23. Для уменьшения загрузки отчетного планшета разрешается вместо абсолютных значений ГМП наносить только превышение значений ГМП относительно выбранного для данного планшета абсолютного уровня. В этом случае значение выбранного абсолютного уровня подписывается под южной рамкой планшета. Оцифровку изодинам всегда производят в абсолютных значениях.

Пример. Абсолютные значения ГМП изменяются на планшете от 45 000 нТл до 45 800 нТл. За произвольный абсолютный уровень в этом случае удобно принять значение 45 000 нТл.

5.3.24. При нанесении значений ГМП на отчетный планшет обязательно учитывают взаимное расположение носителя и гондолы магнитометра, если расстояние между ними в масштабе планшета превышает 0,5 мм.

5.3.25. Сечение изодинам ГМП на отчетном планшете устанавливают равным 5, 10, 20, 25, 50, 100, 200, 250, 500 и 1 000 нТл в пределах (2—3) m_c , где m_c — точность магнитной съемки, рассчитанная в соответствии с требованиями подраздела 5.5.

Величина сечения изодинам ГМП в границах данного планшета, как правило, должна сохраняться постоянной. Изодинамы проводят с использованием магнитограмм при учете конфигурации соседних изодинам. При необходимости допускается проводить разрядку изодинам, если это приводит к улучшению чтения планшета. Утолщенные изодинамы при разрядке сохраняют.

Величина погрешности при сглаживании изодинам не должна превышать погрешность съемки.

5.3.26. После построения отчетного планшета производят его редактирование. Редактирование осуществляют в соответствии с требованиями ПГС № 4.

Составление справочных материалов

5.3.27. Справочными материалами, прилагаемыми к отчетному планшету, являются:

- галсовая калька;
- калька расхождений ГМП;
- калька значений ГМП на галсах, не принятых к обработке на основании требований п. 5.5.2.

Справочные материалы изготовляют на кальке, на мягкой основе или на пластике.

На каждую кальку наносят:

- внутреннюю рамку планшета (без указания координат);
- название кальки над северной рамкой посередине;
- номер планшета, к которому калька относится, над северной рамкой справа;
- подписи и фамилии лиц, составивших и проверивших кальку, под южной рамкой планшета.

5.3.28. Галсовую кальку составляют в соответствии с требованиями ПГС № 4.

На галсовую кальку наносят:

- места определений;
- путь следования. Если магнитная съемка проводилась по счислению, то показывают только увязанный путь. На тех участках, где съемка не проводилась, путь показывают штриховой линией;
- номера галсов и определений. Если съемка проводилась по счислению, то у каждого определения, у точек изменения скорости и курса, у часовых отметок обязательно показывают время и отсчет лага;
- дату не реже, чем через каждые 8 ч.

5.3.29. На кальку расхождений ГМП наносят значения ГМП на рядовых и контрольных галсах в точках их пересечения с помощью сносок. Значения ГМП на рядовых галсах наносят черным цветом, на контрольных галсах — красным цветом.

Калька расхождений ГМП используется при оценке качества магнитной съемки.

5.4. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ ВАРИАЦИИ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

5.4.1. Обработка результатов измерений вариаций ГМП, полученных с помощью относительных МВС, включает в себя:

- а) снятие копий магнитограмм МВС;
- б) оформление магнитограмм МВС;
- в) вычисление цены деления МВС;
- г) расчет базисного значения МВС;
- д) расчет среднечасовых относительных значений ГМП;
- е) расчет значения ГМП, приведенного к середине периода съемки;
- ж) вычисление поправок за вариации ГМП.

Примечания: 1. Подпункт а) выполняют для МВС с регистрацией на фото-пленке.

2. Для МВС с цифровой регистрацией по подпунктам а) и б) производят расшифровку технических носителей информации.

5.4.2. Обработка результатов измерений вариаций ГМП, полученных с помощью абсолютных МВС, включает в себя:

- а) снятие копий магнитограмм МВС;
- б) оформление магнитограмм МВС;
- в) определение среднесуточных значений ГМП;
- г) расчет значения ГМП, приведенного к середине периода съемки;
- д) вычисление поправок за вариации ГМП.

Примечания: 1. Подпункт а) выполняют для МВС с регистрацией на фото-пленке.

2. Для МВС с цифровой регистрацией по подпунктам а) и б) производят расшифровку технических носителей информации.

5.4.3. Оформление и расшифровку магнитограмм МВС, а также определение цены деления относительных МВС производят в соответствии с требованиями инструкций по эксплуатации используемых МВС.

При измерении вариаций составляющих ГМП, их пересчет в значения вариаций модуля вектора ГМП производят в соответствии с методикой, изложенной в приложении 1.16.

5.4.4. Расчет базисного значения относительной МВС производят следующим образом:

— с магнитограмм МВС на моменты времени t_i , в которые производились абсолютные измерения ГМП T_i снимают ординаты, отсчитываемые относительно фикс-линии;

— снятые ординаты пересчитывают в соответствии с инструкцией по эксплуатации МВС в относительные значения ГМП ΔT_i ;

— вычисляют опорные базисные значения МВС T_{6i} в нТл на моменты времени t_i по формуле

$$T_{6i} = T_i - \Delta T_i; \quad (20)$$

— вычисляют базисное значение T_6 в нТл относительной МВС за период съемки по формуле

$$T_6 = \frac{1}{q} \sum_{i=1}^q T_{6i}, \quad (21)$$

где q — число опорных базисных значений МВС, полученных за период съемки.

5.4.5. Расчет среднечасовых относительных значений ГМП производят следующим образом:

— для МВС с аналоговой регистрацией с магнитограмм на каждый час производят снятие среднечасовых ординат, отсчитываемых от фикс-линии. Снятие среднечасовых ординат целесообразно производить с помощью палетки, описание и правила пользования которой приведены в приложении 1.16;

— снятые ординаты пересчитывают в соответствии с инструкцией по эксплуатации МВС в относительные среднечасовые значения ГМП ΔT_{nj} .

Для МВС с цифровой регистрацией среднечасовые значения рассчитывают по формуле

$$\Delta T_{nj} = \frac{1}{3n} (\Delta T_0 + 4\Delta T_1 + 2\Delta T_2 + 4\Delta T_3 + \dots + 2\Delta T_{n-2} + 4\Delta T_{n-1} + \Delta T_n), \quad (22)$$

где ΔT_i — относительные значения ГМП, измеренные в моменты времени t_i , нТл;

$i = 0, 1, 2, 3, \dots, n$;

n — число значений ΔT_i , измеренных в течение j -го часа.

5.4.6. Расчет значения ГМП, приведенного к середине периода съемки, для относительных МВС производят следующим образом:

— вычисляют относительные среднесуточные значения ГМП для каждых суток по формуле

$$\Delta T_{ск} = \frac{1}{24} \sum_{j=1}^{24} \Delta T_{nj}, \quad (23)$$

где $\Delta T_{ск}$ — относительное среднесуточное значение ГМП для k -ых суток, нТл;

ΔT_{nj} — относительное среднечасовое значение ГМП для j -го часа k -ых суток, нТл;

— вычисляют среднесуточное значение ГМП, приведенное к середине периода съемки T_{cc} в нТл по формуле

$$T_{cc} = T_0 + \frac{1}{p} \sum_{k=1}^p \Delta T_{ck}, \quad (24)$$

где p — число суток измерений;
 T_0 — базисное значение МВС, нТл.

5.4.7. Поправку за вариации ГМП δ_i при использовании одной относительной МВС на любой момент времени вычисляют по формуле

$$\delta_i = T_{cc} - T_{0i} - \Delta T_i, \quad (25)$$

где ΔT_i — относительное значение ГМП, измеренное в момент времени t_i , нТл;

T_{0i} — базисное значение МВС на момент времени t_i , которое вычисляют путем линейной интерполяции между ближайшими опорными базисными значениями T_{0i} , нТл.

5.4.8. Определение среднечасовых значений ГМП для абсолютных МВС производят следующим образом:

— для МВС с аналоговой регистрацией среднечасовые значения ГМП снимают непосредственно с магнитограмм, при этом целесообразно использовать палетку, описание и правила работы с которой приведены в приложении 1.16;

— для МВС с цифровой регистрацией среднечасовые значения ГМП T_{nj} в нТл рассчитывают по формуле

$$T_{nj} = \frac{1}{3n} (T_0 + 4T_1 + 2T_2 + 4T_3 + \dots + 2T_{n-2} + 4T_{n-1} + T_n), \quad (26)$$

где T_i — абсолютные значения ГМП, измеренные в моменты времени t_i , нТл;

$i = 0, 1, 2, 3, \dots, n$;

n — число значений ГМП T_i , измеренных в течение j -го часа.

5.4.9. Расчет значения ГМП, приведенного к середине периода съемки, для абсолютных МВС производят следующим образом:

— вычисляют среднесуточные значения ГМП для каждого суток по формуле

$$T_{ck} = \frac{1}{24} \sum_{j=1}^{24} T_{nj}, \quad (27)$$

где T_{ck} — среднесуточное значение ГМП для k -ых суток, нТл;

T_{nj} — среднечасовое значение ГМП для j -го часа k -ых суток, нТл;

— вычисляют среднечасовое значение ГМП, приведенное к середине периода съемки, T_{cc} по формуле

$$T_{cc} = \frac{1}{p} \sum_{k=1}^p T_{ck}, \quad (28)$$

где p — число суток измерений.

5.4.10. Поправку за вариации ГМП δ_i в нТл при использовании одной абсолютной МВС на любой момент времени t_i вычисляют по формуле

$$\delta_i = T_{cc} - T_i, \quad (29)$$

где T_i — абсолютные значения ГМП, измеренные в моменты времени t_i , нТл.

5.4.11. Поправку за вариации ГМП δ_i в нТл в заданной точке при использовании группы МВС вычисляют по формулам:

а) для двух МВС

$$\delta_i = \frac{\delta_1 r_1 + \delta_2 r_2}{r_1 + r_2}, \quad (30)$$

где δ_{1i} — поправка за вариации по данным МВС № 1, нТл;

δ_{2i} — поправка за вариации по данным МВС № 2, нТл;

r_1 и r_2 — расстояние между заданной точкой и МВС № 1 и 2, соответственно, км;

б) для трех МВС

$$\delta_i = \delta_{1i} \frac{Y(X_2 - X_3) + Y_2(X_3 - X)}{Y_2 X_3} + \delta_{2i} \frac{Y}{Y_2} + \delta_{3i} \frac{X Y_2 - Y X_2}{Y_2 X_3}, \quad (31)$$

где X, Y — координаты заданной точки;

X_2, Y_2 и X_3, Y_3 — координаты МВС № 2 и 3 в прямоугольной системе координат, имеющей начало в точке установки МВС № 1 и ось Y которой проходит через МВС № 3;

$\delta_{1i}, \delta_{2i}, \delta_{3i}$ — поправки за вариации ГМП соответственно по МВС № 1, 2, и 3, нТл.

Графические методы расчета поправок за вариации ГМП по данным трех МВС приведены в приложении 1.16;

в) при использовании четырех и более МВС поправки за вариации ГМП для любой точки района съемки определяют на выбор по двум треугольникам, а для точек вблизи центра района — по четырем. Если вычисленные по разным треугольникам поправки не совпадают (что указывает на неправильный выбор отсчетных уровней МВС, либо на наличие нелинейности градиентов вариаций ГМП), то учет вариаций производят по данным ближайшей МВС.

5.4.12. По результатам обработки результатов измерений вариаций ГМП проводят анализ магнитной активности за период съемки. Для этого на основе данных о магнитной широте и максимальных амплитудах вариаций в районе съемки выбирают шкалу К-индекса в соответствии с табл. 5 приложения 1.1. Затем выбирают пять спокойных в магнитном отношении дней с минимальными амплитудами вариаций и вычисляют поправки за спокойный суточный ход по формуле

$$\delta'_j = -\frac{1}{5} \sum_{k=1}^5 \left(T_{kj} - \frac{1}{4} \sum_{20}^{23} T_{ki} \right), \quad (32)$$

где δ'_j — поправка за спокойный суточный ход для j -го часа, нТл;

T_{kj} — среднечасовое значение вариаций ГМП для j -го часа, k -ых спокойных суток ($j = 1, 2, 3, 4, \dots, 24$), нТл;

T_{ki} — среднечасовое значение вариаций ГМП для i -го часа, k -ых спокойных суток ($i = 20, 21, 22, 23$), нТл.

Весь массив значений поправок за вариации исправляют за спокойный суточный ход и разбивают на трехчасовые интервалы. На каждом интервале определяют разность между максимальными и минимальными значениями и в соответствии с выбранной из табл. 5 приложения 1.1 шкалой определяют балл К-индекса. Таблицы К-индексов включают в научно-технический отчет.

5.4.13. При обработке результатов измерений вариаций ГМП со льда контроль условия квазистационарности, предусмотренный в соответствии с п. 3.3.16, производят путем сравнения базисных значений за период с 20 до 24 ч местного времени. Если расхождение указанных

значений за предыдущие и последующие сутки не превышает $1/3$ планируемой погрешности съемки, то производят дальнейшую обработку.

5.4.14. Привязку нового базисного значения к предыдущему при дрейфе льдины производят по результатам сравнения повторных измерений. Для этого вычисляют значение измеренного элемента ГМП в точке при каждом измерении с учетом поправок за вариации от имеемых базисных значений. Разность этих результатов является поправкой к новому базисному значению.

5.5. ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ МАГНИТНОЙ СЪЕМКИ

5.5.1. Оценку точности магнитной съемки производят на основе результатов измерений ГМП на рядовых и контрольных галсах. При этом определяют:

- наличие систематических расхождений ГМП в точках пересечения галсов;
- точность измерения ГМП на галсе;
- среднюю квадратическую погрешность междугалсовой интерполяции.

Оценку точности магнитной съемки производят как по району в целом, так и для отдельных участков района с различным характером распределения ГМП. Распределение района на участки производят на основе визуального анализа плотности нанесения изодинам на планшет. Количество выделенных участков не должно превышать 2—3.

В общем случае количество точек, используемых в расчетах для каждого участка, должно быть порядка 100. При невозможности отобразить данное количество точек их число может быть уменьшено, но должно превышать 30 точек.

5.5.2. Наличие систематических расхождений ГМП в точках пересечения определяют для всех галсов, имеющих не менее 10 пересечений, следующим образом:

- вычисляют среднее значение расхождений ГМП в точках пересечения галсов $\Delta T_{\text{ср}}$ в нТл по формуле

$$\Delta T_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta T_i}{n}, \quad (33)$$

где ΔT_i — разность значений ГМП в точках пересечения галсов, нТл;
 n — число пересечений;

- вычисляют среднее значение взятых по модулю расхождений ГМП в точках пересечения галсов $\Delta \bar{T}_{\text{ср}}$ в нТл по формуле

$$\Delta \bar{T}_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n |\Delta T_i|}{n}; \quad (34)$$

- оценивают наличие систематических расхождений по формуле

$$|\Delta T_{\text{ср}}| < 0,25 \Delta \bar{T}_{\text{ср}}. \quad (35)$$

Если неравенство (35) выполняется, то систематическими расхождениями ГМП в точках пересечения галсов можно пренебречь. В противном случае необходимо произвести анализ результатов измерений и при обнаружении ошибок повторить расчет.

Если на каком-либо галсе выявлено наличие систематических расхождений, превышающих величину ожидаемой СКП съемки и не поддающихся учету, то данный галс (или участок галса) при проведении

изодинам во внимание не принимают, на отчетный планшет не наносят, а представляют на отдельной кальке в масштабе планшета.

5.5.3. Точность измерений ГМП на галсе характеризуют величиной средней квадратической погрешности m_r , вычисляемой по формуле

$$m_r = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta T_i^2}{2n}}, \quad (36)$$

где ΔT_i^2 — разность значений ГМП в точках пересечения рядовых и контрольных галсов на участке, для которого производят оценку точности съемки, нТл;

n — число точек пересечения.

Данная величина является оценкой суммарной средней квадратической погрешности измерения ГМП на любом галсе, обусловленной погрешностями определения места, инструментальной и учета поправок за вариации и девиацию.

5.5.4. Среднюю квадратическую погрешность междугалсовой интерполяции вычисляют на основе результатов измерений ГМП только на контрольных галсах.

Порядок расчета:

- для каждого контрольного галса с магнитограмм или других технических носителей информации с шагом, соответствующим половине среднего междугалсового расстояния, снимают измеренные значения ГМП. По методике, изложенной в приложении 1.17, оценивают величину СКП интерполяции на данном галсе для интервала интерполяции, равного междугалсовому расстоянию;

- оценивают величину СКП междугалсовой интерполяции $m_{\text{инт}}$ по району (участку) в целом по формуле

$$m_{\text{инт}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^p (n_i - 2) m_{\text{инт}i}^2}{\sum_{i=1}^p (n_i - 2)}}, \quad (37)$$

где p — число контрольных галсов, проходящих через район (участок);
 $m_{\text{инт}i}$ — величина СКП интерполяции на i -м контрольном галсе, нТл;
 n_i — число значений ГМП, снятых с магнитограмм на i -м контрольном галсе для вычисления $m_{\text{инт}i}$.

Вычисленная по формуле (37) величина является оценкой средней квадратической погрешности линейной интерполяции истинных значений ГМП на середину между рядовыми галсами, обусловленной только вертикальной и горизонтальной расчлененностью ГМП в данном районе (участке).

5.5.5. Точность магнитной съемки с судна и аэромагнитной съемки m_c в нТл характеризуют величиной средней квадратической погрешности, вычисляемой по формуле

$$m_c = \sqrt{m_{\text{инт}}^2 + m_r^2}, \quad (38)$$

где m_r — средняя квадратическая погрешность измерения ГМП на галсе, нТл;

$m_{\text{инт}}$ — средняя квадратическая погрешность междугалсовой интерполяции, нТл.

Данная величина является оценкой средней квадратической погрешности определения значений ГМП в любой точке исследуемого района

(участка) по данным выполненной съемки, обусловленной погрешностями определения места, интерполяции, учета поправок за вариации и девиацию и инструментальной погрешностью.

5.5.6. Точность магнитной съемки со льда характеризуется величиной средней квадратической погрешности $m_{сл}$ в нТл, вычисляемой по формуле

$$m_{сл} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta_i^2}{n}}, \quad (39)$$

где $\Delta_i = T_{инт} - T_i$ — разность между значением ГМП, полученным в i -м пункте путем линейной интерполяции значений ГМП на рядовых галсах, и значением ГМП, измеренным на i -м пункте, нТл;

n — число пунктов на контрольном галсе.

5.5.7. Точность маршрутной магнитной съемки характеризуется величиной средней квадратической погрешности $m_{см}$ в нТл, вычисляемой по формуле

$$m_{см} = \sqrt{(Mg)^2 + \sigma_{вар}^2}, \quad (40)$$

где M — СКП определения места, км;

g — среднее значение градиента вдоль маршрута, нТл/км;

$\sigma_{вар}$ — СКП определения вариаций ГМП, нТл (см. приложение 1.4).

ПРИЛОЖЕНИЯ

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МОРСКОЙ МАГНИТНОЙ СЪЕМКИ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ГЕОМАГНИТНОМ ПОЛЕ

Элементы земного магнетизма и структура геомагнитного поля

Магнитное поле характеризуется напряженностью поля H и магнитной индукцией B . При этом напряженность характеризует интенсивность только источника магнитного поля, а индукция — суммарное взаимодействие источника и окружающей среды.

Поле в веществе обычно характеризуется индукцией B , а напряженность H рассматривают как дополнительную характеристику.

H и B связаны между собой соотношением:

$$B = \mu_0 \mu H, \quad (1)$$

где μ_0 — магнитная постоянная, в системе СИ $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Г/м;
 μ — абсолютная магнитная проницаемость среды.

Связь между единицами измерения указанных магнитных величин в системах единиц СИ и СГС представлена в табл. 1.

Таблица 1

Связь между единицами измерения магнитных величин в системах единиц СИ и СГС

Измеряемая величина	В системе СИ	В системе СГС	Перевод в единицы СИ
Напряженность магнитного поля	Ампер/м (А/м)	Эрстед (Э)	1 Э = 79,5755 А/м
Напряженность геомагнитного поля	А/м	Гамма (γ) (10^{-5} Э)	1 $\gamma \approx 80 \cdot 10^{-5}$ А/м
Магнитная индукция	Тесла (Тл)	Гаусс (Гс)	1 Гс = 10^{-4} Тл
Индукция геомагнитного поля	Нанотесла (нТл)	Гаусс (Гс)	1 нТл численно равна 1 γ

Примечание. Численные значения напряженности ГМП в гаммах в среде, где $\mu_0 = 1$, равны численным значениям индукции ГМП в нТл.

Измерение геомагнитного поля всегда происходит в окружающей среде, поэтому характеристикой его интенсивности является индукция, а точнее вектор магнитной индукции. В каждой точке Земли можно измерить значение вектора магнитной индукции или его составляющих. Для вектора магнитной индукции геомагнитного поля принято обозначение \vec{T} .

Для разложения вектора \vec{T} на составляющие обычно применяют прямоугольную систему координат, в которой одну из осей x ориентируют по направлению географического меридиана, а другую y — по направлению параллели (рис. 1). При этом положительное направление по оси x считается к северу, а оси y — к востоку. Направление оси z считается положительным сверху вниз по отвесной линии.

Вертикальная плоскость $zo\vec{H}$, в которой лежит вектор \vec{T} , называется плоскостью магнитного меридиана. Угол d между плоскостью географического и магнитного меридианов называется углом магнитного склонения или магнитным склонением. Склонение к востоку от плоскости географического меридиана считается (+), к западу (—). Угол I

между вектором магнитной индукции и горизонтальной плоскостью называется магнитным наклоном. Наклонение в северном полушарии считается (+) и направлено вниз; в южном полушарии считается (-) и направлено вверх.

Магнитное склонение d , магнитное наклонение I , горизонтальная \bar{H} , вертикальная \bar{Z} , северная \bar{X} и восточная \bar{Y} составляющие ГМП носят название элементов земного магнетизма. При этом X, Y, Z — координаты конца вектора \bar{T} в прямоугольной системе координат; Z, H, d — координаты в цилиндрической системе и H, d, I — координаты в сферической системе. Для перехода от одной системы координат к другой и определения величины вектора \bar{T} существуют очевидные следующие соотношения:

$$\left. \begin{aligned} X &= H \cos d, & Z &= H \operatorname{tg} I, \\ Y &= H \sin d, & T^2 &= H^2 + Z^2, \\ \operatorname{tg} d &= \frac{Y}{X}, & \bar{T} &= H \sec I = Z \operatorname{cosec} I. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Наблюдения за величиной этих элементов показывают, что ни один из них не остается постоянным во времени, а непрерывно изменяется от часа к часу и от года к году. Такие изменения называют вариациями земного магнетизма. В промежутках времени, малых по сравнению с историческими эпохами, например несколько лет, ГМП можно рассматривать как постоянное поле с наложенным на него переменным полем.

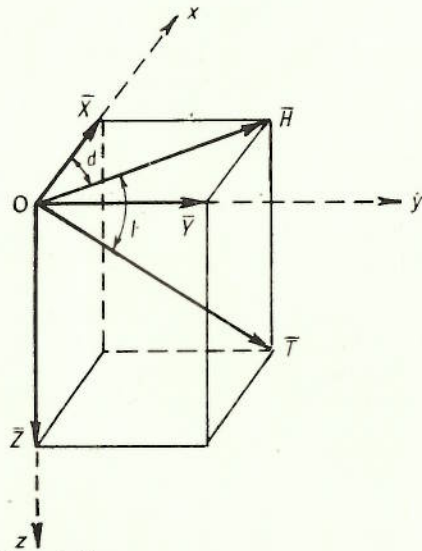


Рис. 1. Элементы земного магнетизма

В связи с тем, что переменное поле значительно меньше по величине, чем постоянное, при изучении земного магнетизма используют законы стационарного поля, то есть геомагнитное поле считают стационарным.

Наблюдаемое в некоторый момент времени геомагнитное поле является суммой нескольких полей, имеющих различную природу, а именно: поля, создаваемого однородной намагниченностью земного шара, называемого дипольным — \bar{T}_0 ; поля, вызываемого внутренними причинами, связанными с неоднородностью глубоких слоев земного шара, получившего название недипольного — \bar{T}_m (его называют также полем мировых аномалий); поля, обусловленного намагниченностью верхней части земной коры — \bar{T}_a ; поля, вызываемого внешними причинами — \bar{T}_e и полем вариации $\delta\bar{T}$, причины возникновения которого также, в основном, связаны с источниками, расположенными вне земного шара.

$$\bar{T} = \bar{T}_0 + \bar{T}_m + \bar{T}_a + \bar{T}_e + \delta\bar{T}. \quad (3)$$

Сумма дипольного и недипольного полей ($\bar{T}_0 + \bar{T}_m$) образует главное геомагнитное поле. Поле, обусловленное намагниченностью верх-

них частей земной коры \bar{T}_a представляет собой аномальное поле, которое подразделяется на поле регионального характера, распространяющееся на большие площади \bar{T}_a' , и поле локального характера, ограниченного по простиранию на небольшую площадь \bar{T}_a'' . Такое подразделение является условным. В большинстве случаев к локальным аномалиям относят такие аномалии, поперечник которых не превышает нескольких десятков км. Поперечник региональных аномалий обычно бывает от нескольких десятков км до тысяч км.

При исследовании ГМП часто используется понятие нормального поля. Нормальным полем \bar{T}_n называют сумму полей: поля однородного намагничивания \bar{T}_0 , поля мировых аномалий \bar{T}_m и внешнего поля \bar{T}_e .

$$\bar{T}_n = \bar{T}_0 + \bar{T}_m + \bar{T}_e. \quad (4)$$

\bar{T}_e очень мало и практически им можно пренебречь. Нормальное поле в этом случае совпадает с главным, и наблюдаемое поле, если исключить из него поле вариаций, является суммой нормального и аномального полей, т. е.

$$\bar{T} = \bar{T}_n + \bar{T}_a. \quad (5)$$

Однако если необходимо выделить локальную аномалию, то под нормальным полем понимают сумму $\bar{T}_0 + \bar{T}_m + \bar{T}_a'$. Когда требуется выделить недипольное поле, то под нормальным полем понимают дипольное поле \bar{T}_0 . Таким образом, понятие нормального поля является чисто условным в зависимости от того, для выделения каких аномалий оно применяется.

При составлении карт нормального поля применяется методика последовательного графического сглаживания изолиний наблюдаемого магнитного поля с использованием предварительного арифметического осреднения элементов земного магнетизма на определенных площадях. Операция сглаживания, если она производится вручную, повторяется несколько раз (последовательно строят несколько карт, каждая из которых является сглаженной по отношению к предыдущей). Математическое сглаживание обычно производится с помощью ЭВМ. При этом результаты вычислений зависят от радиуса (интервала) осреднения, который определяется размером выделяемых аномалий и дискретностью осредняемых точек.

Выделение нормального поля может также производиться методом пересчета геомагнитного поля на некоторую высоту. Высота пересчета выбирается в зависимости от размеров выделяемой аномалии.

В настоящее время все более широкое применение находит термин «поле относимости», который более точно определяет смысл выделяемого поля, чем термин «нормальное» поле.

Более подробные сведения о теоретических и практических вопросах, связанных с изучением ГМП, содержатся в работах, указанных в списке справочной научно-технической литературы.

Геомагнитные вариации

В промежутках времени, малых по сравнению с историческими эпохами, вектор индукции (\bar{T}) ГМП можно рассматривать как сумму

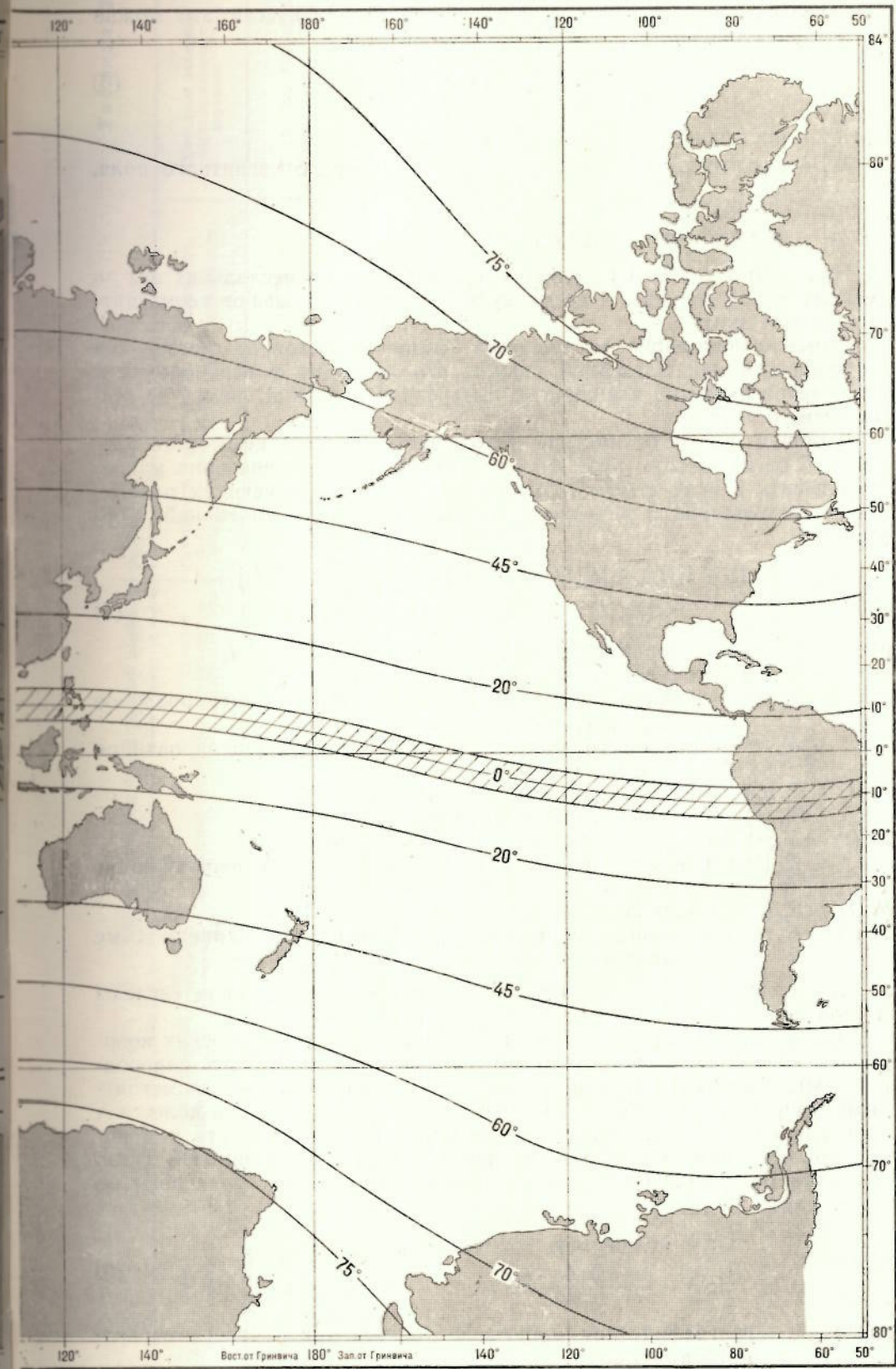
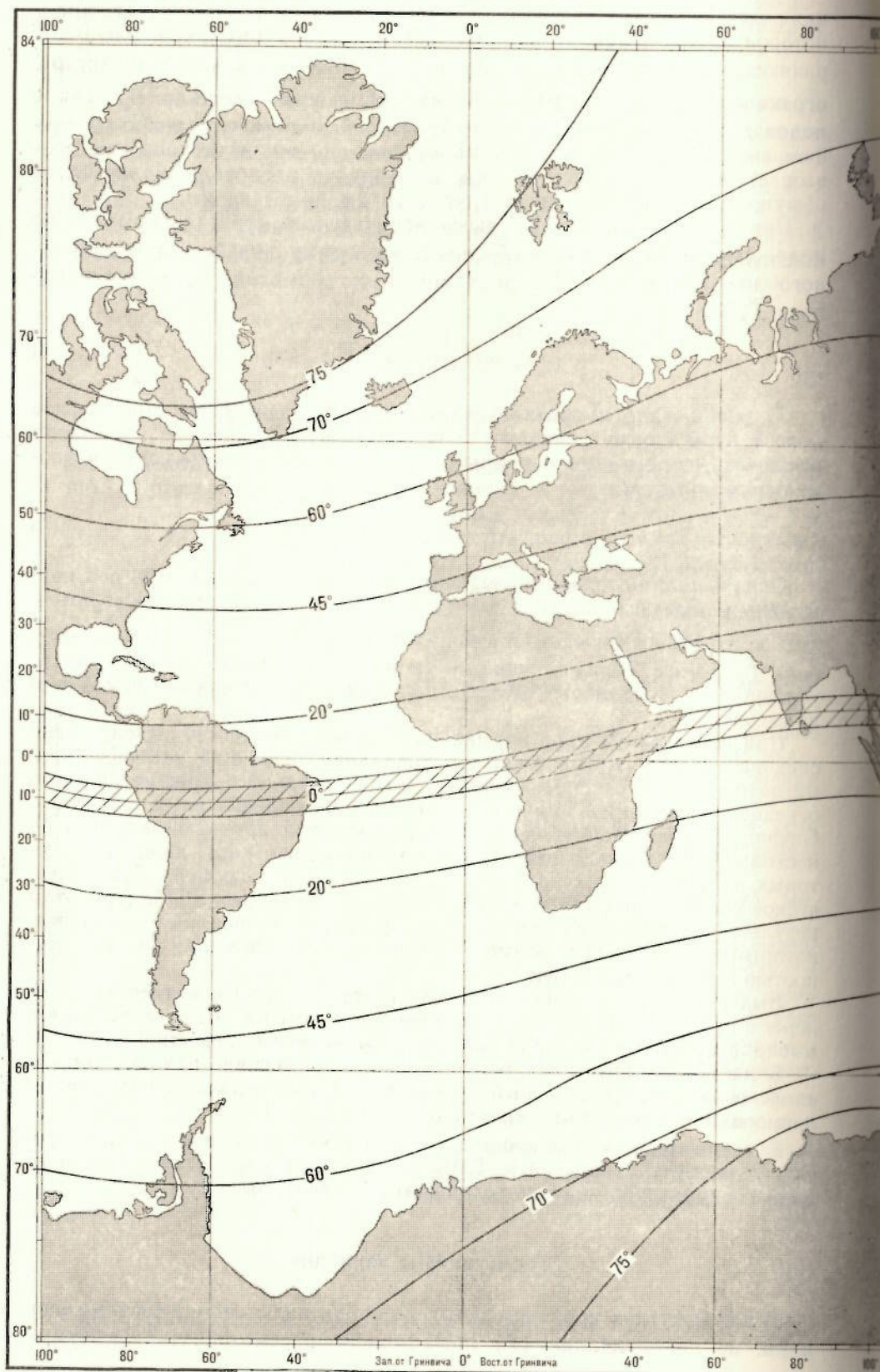


Рис. 2. Карта магнитных широт

в географической системе координат

векторов постоянного и переменного полей. Аналитически это можно представить в виде:

$$\bar{T} = \bar{T}' + \sum \delta \bar{T}_i \sin\left(\frac{2\pi}{t_i} t + \varphi_i\right), \quad (6)$$

где \bar{T}' — постоянное геомагнитное поле, нТл;
 $\delta \bar{T}_i$ — амплитуды i -й гармоники переменного геомагнитного поля, нТл;
 t_i — период, с;
 φ_i — фазовый угол, градус.

При этом $\bar{T} > \delta \bar{T}_i$, а t_i может иметь значения от нескольких лет до десятых долей секунды. Переменную часть поля называют геомагнитными вариациями.

Геомагнитные вариации являются одним из основных источников погрешностей при магнитной съемке, что приводит к необходимости исключения значений вариаций из измеренных значений элементов геомагнитного поля.

В общем случае отклонение измеренного значения некоторого элемента F геомагнитного поля от его среднего годового значения можно представить в виде суммы геомагнитных вариаций, имеющих различное происхождение и различную продолжительность колебаний, формулой

$$F(t) - F(t_0) = [F_a(t) - F_a(t_0)] + [F_m(t) - F_a(t)] + [F_h(t) - F_m(t)] + [F(t) - F_h(t)], \quad (7)$$

где $F(t)$ — измеренное значение элемента в момент t ;
 $F(t_0)$ — среднее годовое значение элемента;
 $F_a(t_0)$ — среднее годовое значение элемента, центрированное на середину года (эпохи);
 $F_a(t)$ — среднее годовое значение элемента, центрированное на момент t ;
 $F_a(t) - F_a(t_0)$ — медленная вариация за период $t - t_0$;
 $F_m(t)$ — среднее месячное значение элемента;
 $F_m(t) - F_a(t)$ — годовая вариация для данного месяца;
 $F_h(t)$ — среднее часовое значение элемента, центрированное на момент t ;
 $F_h(t) - F_m(t)$ — средняя суточная вариация;
 $F(t) - F_h(t)$ — возмущенная вариация, включая короткопериодные колебания.

Характеристики геомагнитных вариаций различных типов сведены в табл. 2.

Изучать геомагнитные вариации удобнее не в географических координатах, а в координатах, полярной осью которых служит ось однородной намагниченности Земли. Такие координаты называют геомагнитными: широта Φ отсчитывается от геомагнитного экватора, а долгота Λ определяется как угол между магнитными меридианом места и меридианом, проходящим через географический полюс. Приблизительно связь между геомагнитными и географическими координатами определяют по формулам:

$$\left. \begin{aligned} \sin \Phi &= \sin \varphi \sin \varphi_0 + \cos \varphi \cos \varphi_0 \cos (\lambda - \lambda_0), \\ \sin \Lambda &= \frac{\cos \varphi \sin (\lambda - \lambda_0)}{\cos \Phi}, \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

где φ_0, λ_0 — географические широта и долгота северного геомагнитного полюса.

Таблица 2

Характеристики геомагнитных вариаций различных типов

Группа вариаций	Тип вариаций	Обозначение	Продолжительность одного колебания	Характерные особенности	Средние амплитуды вариаций, нТл	Зависимость амплитуды и частоты появления от магнитной широты	Зависимость от времени года	Природные явления, обуславливающие вариации
1	Медленные	SV	Сотни лет	Характеризуются изменением средних годовых значений ГМП; характеризуются вековым ходом — величиной вариаций за год. Величина векового хода и его знак меняются во времени. На поверхности Земли имеется несколько центров (фокусов) векового хода, где его величина достигает максимальных значений.	≤ 200 нТл/год	—	—	Токи на большой глубине внутри Земли, возникающие в проводящих областях мантии и ядра
	Вековые	V _ц	11 лет	Характеризуются связью солнечной и средней годовой магнитной активности. Возрастные магнитной активности запаздывают по отношению к солнечной в среднем на 1 год за цикл	1—20	—	—	Циклические изменения солнечной активности

Продолжение табл. 2

№ п.п.	Группа вариаций	Тип вариаций	Обозначение	Продолжительность одного колебания	Характерные особенности	Средние амплитуды вариаций, нТл	Зависимость амплитуды и частоты появления от магнитной широты	Зависимость от времени года	Природные явления, обуславливающие вариации
2	Спокойные (периодические)	Годовые	Γ_f	1 год	Представляет собой разность средних годовых и средних месячных значений. Имеют форму двойной волны	5—30 Увеличиваются в годы повышенной магнитной активности	На полюсах и экваторе амплитуды минимальны, в средних широтах не зависят от широты	Минимальные амплитуды наблюдаются в апреле — мае и августе — сентябре	Являются следствием сезонных изменений других типов вариаций
		Лунно-суточные	L	24 ч 50 мин	Вариации имеют форму правильной двойной волны с максимумами на 6 и 18 ч и минимумами на 0 и 12 ч лунного времени	1—5	Вариации δX максимальны на экваторе и на широте 45°, вариации δY , δZ максимальны на широте 20°	В северном полушарии вариации имеют максимальные амплитуды летом и минимальные зимой, в южном полушарии — наоборот.	Системы индуцированных токов в ионосфере, обусловленные движением Земли и Луны, с центрами на полуденном меридиане на широтах порядка 30°
		Солнечно-суточные	S_q	24 ч	Вариации δH имеют форму двойной простой волны	7—80	Вариации δH и δT максимальны на экваторе и полюсах, δZ — минимальны на экваторе	В равноденственные амплитуды равны среднему между летним и зимним уровнем	Токи на границе магнитосферы, обусловленные непосредственным воздействием солнечного ветра
3	Возмущенные		DCF	1—6 ч	Магнитные возмущения (бури) представляют собой резкие, неправильные по величине и направлению колебания ГМП, возникающие одновременно по всей Земле, в средних и низких	1—100	Вариации δH максимальны в низких широтах, δZ увеличиваются с возрастанием широты, максимальны на широте $\sim 50^\circ$	Магнитные бури максимальной амплитуды появляются чаще в периоды равноденствия	Токи на границе магнитосферы, обусловленные непосредственным воздействием солнечного ветра

Продолжение табл. 2

№ п.п.	Группа вариаций	Тип вариаций	Обозначение	Продолжительность одного колебания	Характерные особенности	Средние амплитуды вариаций, нТл	Зависимость амплитуды и частоты появления от магнитной широты	Зависимость от времени года	Природные явления, обуславливающие вариации
			DR	5—200 ч	широтах буря является результатом одновременного действия вариаций типа DCF и DR . DCF преобладает в начальной фазе, а DR в главной фазе бури	10—500 Максимальные амплитуды до 3000	Вариации максимальны в зоне полярных сияний на широтах $\sim 67^\circ$	Кольцевые токи, текущие в магнитосфере вокруг Земли в заданном направлении	
			$DP1$	0,5—3 ч	Полярные магнитные возмущения (магнитные суббури) — проявление мировой магнитной бури в высоких широтах; имеют бухтообразную форму	30—1000	Вариации максимальны в зоне полярных сияний на широтах $\sim 67^\circ$	Амплитуды вариаций практически не меняются в течение года; зимой наблюдается некоторое уменьшение частоты появления	Интенсивные токи в ионосфере в зоне полярных сияний
			DPC	1—24 ч	Возмущения в полярной шапке наблюдаются практически постоянно, часто одновременно с магнитными суббуриями	До 500	Наблюдаются на широтах более 60°	Зимой наблюдается некоторое уменьшение частоты появления	Токи в ионосфере и магнитосфере в полярной шапке
4	Коротко-периодные (КПК)	Устойчивые	P_c	0,2—600 с и более	Колебания квазинусондальной формы и устойчивым режимом колебаний.	0,01—100	В средних широтах амплитуды от десятых до единиц нТл, в полярных		Резонансные колебания в различных областях магнитосферы под действием

Продолжение табл. 2

№ п. п.	Группа вариаций	Тип вариаций	Обозначение	Продолжительность одного колебания	Характерные особенности	Средние амплитуды вариаций, нТл	Зависимость амплитуды и частоты появления от магнитной широты	Зависимость от времени года	Природные явления, обуславливающие вариации
			<i>Pe1</i>	0,2—5 с	Средняя амплитуда возрастает с ростом периода колебаний Всплески колебаний периодичностью 1—4 мин, продолжительность серии всплесков 10—20 мин; также регистрируются широкие шумоподобные шумы	0,01—1,0	широтах возрастают до десятков — сотен нТл В средних и низких широтах частота появления максимална в ночные и утренние часы; в высоких широтах — в полуденные и послеполуденные часы		внем солнечных корпускулярных потоков и вариаций токовых систем на различных этапах магнитных бурь и суббурь
			<i>Pe2</i>	5—10 с	Появляются максимумально часто в предполуденные часы, характерны для возмущенных условий ($K_p > 2$)	0,5—5,0	Амплитуды увеличиваются с ростом широты; максимальные амплитуды на широтах 58°—60° и 65°—68°		
			<i>Pe3</i>	10—45	средний период уменьшается с ростом возмущенности	10—20			
			<i>Pe4</i>	45—150 с	Возбуждаются при спокойных условиях ($K_p < 2$) в основном на завершающей стадии магнитной бури	5—10 Максимальные амплитуды 50—70	Максимальные амплитуды регистрируются на широтах 55°—59° и 65°—68°. В средних широтах частота появления максимальна в околополуденные часы, в высоких широтах — в утренние		

Продолжение табл. 2

№ п. п.	Группа вариаций	Тип вариаций	Обозначение	Продолжительность одного колебания	Характерные особенности	Средние амплитуды вариаций, нТл	Зависимость амплитуды и частоты появления от магнитной широты	Зависимость от времени года	Природные явления, обуславливающие вариации
			<i>Pe5</i>	150—600 с	Частота появления возрастает в утренние и вечерние часы. С увеличением магнитной возмущенности (при $K_p = 5—6$) амплитуды достигают максимума	50—70 Максимальные амплитуды 500—600	Амплитуды максимальны на широтах 65°—70°; с ростом возмущенности широта возникновения может уменьшаться до 60° максимум	Весной и осенью частота появления равновероятна утром и вечером, летом преобладает послеполуденный, зимой — утренний максимум	
			<i>Pe6</i>	Более 600 с	В высоких широтах обнаружены 2 вида колебаний: один вид возбуждается в дневные, а другой — в ночные часы	1—5 Максимальные амплитуды 10—20			
		Иррегулярные	<i>Pi</i>	1—150 с и более	Колебания носят нерегулярный характер, имеют вид коротких всплесков с широким и нестационарным спектром частот, характерны для возмущенных условий (магнитные суббури)	0,1—200	Наиболее часто возникают в зоне полярных сияний	Наиболее часто возникают в зоне полярных сияний	Плазменные неустойчивости в ионосфере и магнитосфере Земли в полярных широтах, в ходе магнитных суббурь
			<i>Pi1</i>	1—40 с	Наиболее характерные периоды 5—10 с, выделяют несколько видов колебаний, как правило, связанных с пульсациями полярных сияний	0,04—1			

Продолжение табл. 2

Группа вариаций	Тип вариаций	Обозначение	Продолжительность одного колебания	Характерные особенности	Следные амплитуды, нГл	Зависимость амплитуды и частоты появления от магнитной широты	Зависимость от времени года	Природные явления, обуславливающие вариации
		P12	40—150 с	Характерная форма — затухающий пик колебаний с периодом 60—100 с и продолжительностью 5—10 мин	1—20 Максимальные амплитуды до 100	Максимальные амплитуды в зоне полярных сияний		
		P13	Более 150 с	Колебания сопровождаются развитием магнитной суббури. В ночные часы различают 2 вида колебаний: а) с периодами 150—400 с и нестационарным спектром; б) с периодами 400—600 с и постоянным спектральным составом. В предполуденное время в полярной шапке наблюдаются колебания с периодами 250—400 с	1—200	Возбуждаются в полярных областях на широтах более 70°		

λ, градус

Таблица 3

φ, градус	λ, градус												φ, градус		
	0		30		60		90		120		150			180	
	φ	λ	φ	λ	φ	λ	φ	λ	φ	λ	φ	λ		φ	λ
+88	79	170	78	170	77	173	77	177	77	181	77	186	78	189	-88
+80	78	130	74	142	71	156	69	170	69	184	70	198	72	212	-80
+70	71	102	66	125	61	146	59	166	59	186	60	206	64	226	-70
+60	62	89	56	117	52	141	49	164	49	187	50	210	54	233	-60
+50	53	83	47	112	43	138	39	163	39	187	41	212	45	238	-50
+40	43	79	37	108	32	135	29	162	29	188	31	214	35	241	-40
+30	33	76	28	105	22	133	19	161	19	188	21	216	25	243	-30
+20	24	73	18	103	13	132	9	160	9	189	11	217	16	246	-20
+10	14	71	8	101	3	130	-1	159	-1	189	6	218	6	248	-10
0	4	69	-2	99	-7	128	-11	159	-11	189	-9	220	-4	249	0
-10	-6	68	-12	97	-17	127	-21	158	-21	190	-19	221	-14	251	+10
-20	-16	66	-21	95	-27	125	-31	157	-31	190	-29	222	-24	253	+20
-30	-25	63	-31	92	-37	128	-41	156	-41	190	-39	224	-33	256	+30
-40	-35	61	-41	89	-47	120	-51	154	-51	191	-48	227	-43	259	+40
-50	-45	58	-50	85	-56	116	-60	152	-61	192	-58	230	-53	263	+50
-60	-54	53	-60	79	-66	109	-70	148	-71	194	-68	236	-62	269	+60
-70	-64	46	-69	68	-75	95	-80	136	-81	200	-77	251	-71	282	+70
-80	-72	32	-76	45	-81	56	-86	59	-88	316	-83	300	-78	310	+80
-88	-78	9	-79	10	-80	9	-80	4	-80	358	-80	353	-79	350	+88
φ, градус	180	210	240	270	300	330	360	φ, градус							

Примечание. Долгота сингается к востоку от 0° до 360°.

В табл. 3 приведен перевод географических координат в геомагнитные. При использовании правого столбца φ и нижней строки λ в табл. 3 знак у Φ должен быть изменен на обратный, а у Λ сохранен, но к значению еще добавлен угол 180° . Положение магнитных широт в географической системе координат показано на рис. 2.

Положение геомагнитных полюсов Земли не остается постоянным во времени (вековой ход), вследствие чего геомагнитные координаты «устаревают». Положение магнитных полюсов для различных эпох можно видеть из табл. 4.

Таблица 4

Положение магнитных полюсов Земли для различных эпох

Эпоха (годы)	Северный магнитный полюс		Южный магнитный полюс	
	широта N	долгота W	широта S	долгота E
1600	78°42'	59°00'	81°16'	169°30'
1700	75°51'	68°48'	77°12'	155°15'
1770	66°00'	104°00'	—	—
1829	73°21'	93°56'	72°40'	150°45'
1885	69°57'	82°45'	73°45'	153°00'
1900	69°18'	96°37'	—	—
1922	71°00'	96°00'	72°25'	154°00'
1950	72°00'	96°00'	70°00'	150°00'
1980	76°03'	100°33'	66°06'	139°36'

Радиус идентичности вариаций существенно зависит от их характера. Приведенные в п. 3.3.4 радиусы действия МВС относятся к медленным, спокойным и частично к возмущенным вариациям. Радиус идентичности короткопериодных вариаций даже для средних широт не превышает 50—70 км.

К наиболее общим особенностям геомагнитных вариаций на море относятся:

1. Аномальный характер вариаций вблизи границы море — суша (береговой эффект).

Береговой эффект возникает в связи с резким различием электрических свойств моря и суши. Характер берегового эффекта зависит от многих причин: от степени различия сопротивлений осадочного слоя на суше и в морской воде, от рельефа дна океана в прибрежной области, от диапазона периодов, в которых этот эффект наблюдается, от формы береговой линии и др. Экспериментально доказано, что мысы усиливают береговой эффект, а бухты ослабляют.

2. Аномалии вариаций на дне моря вблизи неоднородностей рельефа дна и аномалий электропроводности донных пород.

Аномальный характер вариаций вблизи границы море — суша особенно сильно проявляется в вертикальной составляющей δZ — вблизи береговой линии появляется максимум δZ . Форма и расположение максимума зависят от рельефа дна океана. Чем быстрее происходит рост глубин океана, тем больше максимум δZ и тем ближе к берегу он расположен.

3. Усиление горизонтальной составляющей поля вариаций и ослабление вертикальной составляющей на поверхности моря в глубоководных районах.

В целом основные закономерности пространственно-временного распределения вариаций, выявленные по наземным данным, справедливы и на море.

Для использования связи между геомагнитными вариациями и другими физическими явлениями используют понятие о геомагнитной активности. Геомагнитной активностью называется величина, выражающая степень возмущенности геомагнитного поля за определенный промежуток времени. Если за какой-либо промежуток времени возмущенные вариации отсутствуют, то геомагнитная активность за это время считается равной нулю.

За нулевой уровень активности обычно принимают либо уровень спокойной суточной вариации, либо среднесуточное значение в магнитоспокойный день.

В качестве меры магнитной активности используются так называемые индексы магнитной активности. Наиболее употребительным из них является К-индекс, характеризующий уровень магнитной активности в ограниченных районах земного шара за трехчасовые интервалы по девятибалльной квазилогарифмической шкале. Существуют различные шкалы К-индекса, используемые для характеристики интенсивности вариаций в зависимости от магнитной широты места измерений.

Каждому баллу такой шкалы соответствует определенный диапазон амплитуд вариаций. Максимальная амплитуда вариаций, измеренная в магнитной обсерватории, определяет для данного района нижний предел шкалы для индекса К-9 (см. табл. 5).

Таблица 5

Характеристика различных шкал К-индекса

Номер шкалы К-индекса	Амплитуда вариаций, соответствующая нижним пределам баллов К-индекса, нТл									Магнитные широты, на которых используется данная шкала К-индекса
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	25	50	100	200	400	600	1000	1600	2500	64°—90°
2	20	40	80	160	320	480	800	1280	2000	65°—80°
3	18	36	72	144	190	430	720	1150	1800	80°
4	15	30	60	120	240	360	600	960	1500	60°—83°
5	12	25	50	100	200	300	500	800	1250	62°
6	10	20	40	80	160	240	400	640	1000	60°—83°
7	8	15	30	60	120	180	300	480	750	58°—62°
8	6	12	24	48	95	145	240	400	600	55°—58°
9	6	11	22	44	88	130	220	350	550	48°—54°
10	5	10	20	40	80	120	200	320	500	36°—57°
11	4	8	16	30	50	85	140	230	350	31°—47°
12	3	6	12	24	40	70	120	200	300	0°—40°

Нижний предел амплитуды вариаций для балла К-1 (верхний предел для К-0) определяется путем умножения нижнего предела для К-9 на коэффициент 0,01. Нижние пределы амплитуд баллов К-2, 3, ..., 8 обычно определяют путем умножения верхнего предела для К-0 на множители: 2, 4, 8, 16, 24, 40, 64 (или на близкие к ним). Ежемесячные данные по К-индексам публикуются в периодических изданиях АН СССР «Космические данные».

Для характеристики глобального уровня магнитной возмущенности за трехчасовые интервалы используют планетарный Кр-индекс или ин-

декс активности в северном (южном) полушарии — K_N (K_S). Их получают осреднением по соответствующим сетям обсерваторий, подобранным таким образом, чтобы исключить локальные особенности вариаций.

Годовой ход магнитной активности в низких и средних широтах имеет два максимума, приуроченные к эпохам равноденствия, и два минимума, приуроченные к эпохам солнцестояния. В высоких широтах магнитные возмущения наблюдаются в течение всего года, причем уровень возмущенности несколько понижается зимой.

Существование солнечно-земных связей, проявляющихся в виде зависимости уровня геомагнитной активности от числа солнечных пятен: тенденции повторяемости магнитных бурь через 27 суток — время оборота Солнца вокруг оси, 11-летние циклы солнечной и геомагнитной активности и т. д., используют в целях прогнозирования магнитной активности.

В настоящее время Институтом прикладной геофизики Госкомгидромета (г. Москва) регулярно передаются сводки о состоянии и прогнозе геомагнитной активности (см. табл. 6).

Таблица 6

Расписание работы радиостанции РЕМ-4

Время передач (московское)		Частоты, кГц
начало	конец	
13 ч 30 мин	14 ч 00 мин	5380, 7450, 9145, 13360

Данные передаются радиостанцией РЕМ-4 для обсерватории Москва вместе с синоптической информацией в коде МАГХА по следующей форме:

МАГХА ДДТНН ААККК ККККК РЧЧММ,

где МАГХА — ключевое слово;

ДД — дата (по московскому времени);

$T = 0, 1, \dots, 8$ — номер трехчасового интервала, с которого начинается передача К-индексов, например: $T = 0$ — период 00—03 ч и т. д.

НН = 79 — номер обсерватории Москва;

АА — эквивалентная средняя суточная амплитуда вариаций, выраженная в единицах, кратных 2 нТл (передаются 2 последних знака);

КК ... К — значения К-индексов;

Р — код события;

Р = 1 — конец магнитной бури;

Р = 2 — бухта;

Р = 3 — типичные вариации;

Р = 4 — прогноз;

Р = 5 — специальная информация;

Р = 6 — постепенное начало бури;

Р = 7 — начало бури;

Р = 8 — буря с внезапным началом;

ЧЧММ — часы и минуты события Р (по московскому времени).

Стационарное геомагнитное поле в океане

Исследования геомагнитного поля в океане начались еще в XVI веке, однако до настоящего времени океан является наименее

исследованной в магнитном отношении частью земного шара. Это связано со сложностью создания специальной аппаратуры, сложностью проведения исследований и рядом других причин.

Основное отличие магнитного поля на поверхности океана от магнитного поля на поверхности суши заключается в том, что источники магнитных полей, залегающие в верхней части земной коры, удалены от поверхности наблюдения на расстояние, приблизительно равное глубине океана (2—3 км в рифтовых зонах, 4—6 км в котловинах, 7—10 км в желобах). В связи с этим на поверхности океана наблюдается сложное магнитное поле, представляющее собой наложение полей различных источников, и к тому же нестабильное во времени.

Прямой связи между магнитными аномалиями и рельефом дна обычно не наблюдается. Однако во многих случаях магнитные аномалии приурочены к районам сложного рельефа дна.

Характерной особенностью строения геомагнитного поля в океане является наличие системы аномалий линейной структуры, не имеющих прямых аналогов на континентах.

Простирающиеся линейных аномалий в генеральном плане совпадают с простирающимся срединно-океанских хребтов.

Вид магнитных аномалий имеет знакопеременный характер относительно уровня нормального поля, при этом положительные и отрицательные аномалии чередуются.

Основными пространственными характеристиками стационарного ГМП являются его горизонтальная расчлененность и значение горизонтального градиента его элементов.

Градиентом скалярного поля в точке называется вектор, направление которого совпадает с направлением максимальной скорости возрастания поля, а величина равна производной скалярного поля вдоль этого направления. Горизонтальный градиент какого-либо элемента ГМП представляет собой проекцию градиента этого элемента на горизонтальную плоскость.

На практике в качестве оценки значения горизонтального градиента обычно принимают среднее значение приращения элемента ГМП в районе, отнесенное к единице длины. В табл. 7 приведена классификация характера геомагнитного поля в зависимости от значения горизонтального градиента модуля вектора ГМП.

Таблица 7

Классификация геомагнитного поля в зависимости от значения горизонтального градиента

Характеристика геомагнитного поля	Значение горизонтального градиента, нТл/км
Спокойное	0—20
Среднеаномальное	20—50
Аномальное	50—200
Резкоаномальное	более 200

Горизонтальная расчлененность ГМП (σ_i) является функцией глубины залегания намагниченных пластов, образующих аномальное поле, которая при морской магнитной съемке связана с глубиной моря (H). Практика показывает, что в подавляющем большинстве случаев $\sigma_i > H$.

Горизонтальную расчлененность в заданном направлении определяют как среднее квадратическое значение расстояний между ближайшими экстремальными значениями ГМП.

В зависимости от уровня горизонтальной расчлененности в заданном направлении различают следующие градации характеристик ГМП, приведенные в табл. 8.

Таблица 8
Классификация геомагнитного поля в зависимости от горизонтальной расчлененности

Характеристика геомагнитного поля	Горизонтальная расчлененность, м	
	глубина менее 500 м (шельфовая зона)	глубина более 1000 м (океаническое ложе)
Ровное	5 000	20 000
Среднерасчлененное	1 500—5 000	6 000—20 000
Расчлененное	600—1 500	3 000—6 000
Резкорасчлененное	менее 600	1 000—3 000

Дополнительной характеристикой ГМП является его вертикальная расчлененность (σ_a), характеризующая амплитуду изменений ГМП. Ее удобно использовать при оценке представительности полученных материалов (отражает уровень полезного сигнала). Вертикальную расчлененность определяют как среднее квадратическое значение амплитуд аномалий.

Среднее квадратическое значение градиента поля в заданном направлении (\bar{g} в нТл/км) связано с горизонтальной и вертикальной расчлененностью в том же направлении следующей зависимостью:

$$\bar{g} \approx \pi \frac{\sigma_a}{\sigma_l}, \quad (9)$$

где

$$\sigma_l = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n l_i^2}{n-1}}, \quad (10)$$

$$\sigma_a = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n A_i^2}{n-1}}, \quad (11)$$

где l — расстояние между экстремальными значениями ГМП вдоль галса съемки, м;

A — изменение ГМП между ближайшими экстремальными значениями вдоль галса съемки, нТл;

n — количество выбранных значений.

Интенсивность аномалий магнитного поля в океане в среднем имеет порядок 100 нТл. Среди крупных аномалий (от 100 нТл и больше) наибольшую повторяемость имеют аномалии интенсивностью 200—400 нТл с горизонтальными размерами 10—20 км. Средние горизонтальные градиенты аномалий составляют около 40 нТл/км. При спокойном характере ГМП в районе больших глубин и спокойного характера рельефа дна средние горизонтальные градиенты ГМП не превышают 5—10 нТл/км, т. е. близки к градиентам главного магнитного поля. В районах резкоаномального расчлененного ГМП интенсивность аномалий достигает сотен и тысяч нанотесл, горизонтальная расчлененность может быть ≤ 3 км, а средние горизонтальные градиенты достигают величин 200 нТл/км и более.

Определение величины σ_a (нТл) и σ_l (км) в заданном направлении поясняется на рис. 3.

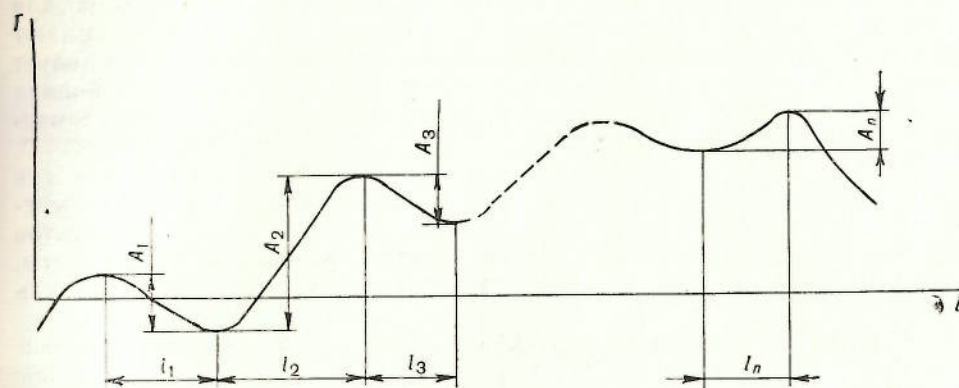


Рис. 3. Определение характеристик расчлененности ГМП

Вертикальные градиенты элементов главного магнитного поля невелики и составляют для различных магнитных широт величину не более 5—30 нТл/км, т. е. при погружении на 1 км абсолютная величина магнитного поля в точке наблюдения по сравнению с величиной магнитного поля на поверхности океана увеличится на 5—30 нТл, а изменение поля на каждые 100 м составит всего 0,5—3 нТл. Однако в действительности такая картина будет наблюдаться лишь там, где аномалии магнитного поля практически отсутствуют и наблюдаемое поле близко к главному магнитному полю.

Для реально наблюдаемого в океане магнитного поля характерно неравномерное увеличение значений магнитного поля с глубиной, при этом вертикальные градиенты будут расти при приближении к источнику аномалии. Величина вертикальных градиентов будет колебаться в широких пределах в зависимости от уровня намагниченности магнитных тел и расстояния до них, достигая в отдельных случаях величин сотен нТл/км и более.

Аномальность по составляющим магнитного поля имеет такой же характер, что и аномальность полного вектора. Аномалии склонения не превышают 1° в районах экватора и 2° в средних широтах. В высоких широтах аномалии склонения могут достигать значительных величин.

Хранение и представление информации о геомагнитном поле

Результаты исследований геомагнитного поля должны храниться в виде, удобном для быстрого и правильного их использования потребителями. В настоящее время основными способами хранения информации о геомагнитном поле являются карты магнитного поля, табличные каталоги, каталоги на технических носителях информации (перфокартах, магнитных лентах, магнитных дисках и т. п.).

Магнитные наблюдения, проводимые в различных точках земной поверхности, дают возможность представить распределение поля при помощи карт изолиний того или иного элемента земного магнетизма.

Изолинии магнитного склонения называются изогнами, изолинии магнитного наклона — изоклинами, изолинии модуля вектора геомагнитного поля или его составляющих — изодинамами.

Построение карт изолиний ГМП в значительной степени облегчает задачу исследования геомагнитного поля, а также практического использования результатов магнитных съемок.

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ,
ПРИНЯТЫЕ В ИНСТРУКЦИИ

Условные обозначения и сокращения	Смысловое значение
ГМП	геомагнитное поле
МВС	магнитовариационная станция
\vec{T}	вектор индукции ГМП, вектор ГМП
T	модуль вектора ГМП
Z	вертикальная составляющая ГМП
H	горизонтальная составляющая ГМП
X	северная составляющая ГМП
Y	восточная составляющая ГМП
g	градиент модуля вектора ГМП
Δ_k	поправка за девиацию
δ_i	поправка за вариации ГМП
ε	цена деления магнитометра или МВС
δT_i	вариации ГМП
a	величина протяжки магнитометра
W	скорость протяжки магнитограммы
τ	цикл измерений
θ	периодичность временных отметок; границы изменения не-исключенных систематических погрешностей
l	длина буксируемого кабеля
V	скорость носителя
L	расстояние от центра судна до буксируемой гондолы
L_g	междугалсовое расстояние
σ	априорная средняя квадратическая погрешность СКП
σ_n	суммарная инструментальная СКП магнитометра
$\sigma_{инт}$	СКП интерполяции
σ_c	СКП магнитной съемки
$\sigma_{вар}$	СКП учета вариаций ГМП
$\sigma_{лев}$	СКП учета девиации магнитометра
σ_e	горизонтальная расчлененность ГМП в заданном направлении
σ_a	вертикальная расчлененность ГМП в заданном направлении
σ_r	СКП измерения ГМП на галсе
m_r	оценка СКП измерения ГМП на галсе
$m_{инт}$	оценка СКП линейной интерполяции
m_c	оценка СКП определения ГМП в любой точке района съемки
M	СКП определения места

Так как элементы земного магнетизма не остаются постоянными во времени, а непрерывно меняются, то составление карт геомагнитного поля приурочивают к какому-либо определенному времени. Обычно для этого принимается середина года, т. е. 1 июля, и этот момент называют эпохой. Например, если карта составлена для эпохи 1975 г., то следует относить величины элементов земного магнетизма к 00 ч 00 мин 1 июля 1975 г. В настоящее время обычно составляют карты главного геомагнитного поля для эпох, кратных пяти: 1965, 1970, 1975, 1980 и т. д.

Карты геомагнитного поля строятся как для отдельных районов, так и для всего земного шара (Мировые карты). Мировые карты геомагнитного поля дают общее представление о распределении элементов земного магнетизма на поверхности Земли. Рассматривая эти карты, можно видеть, что изолинии поля имеют определенную закономерность в своем ходе, в частности:

— изогоны сходятся в двух точках (в северном и южном полушариях), которые являются магнитными полюсами. Магнитный полюс в северном полушарии называют северным магнитным полюсом, а в южном полушарии — южным;

— в районе экватора магнитное наклонение уменьшается до 0° . Воображаемая линия нулевого наклонения носит название магнитного экватора;

— элементы земного магнетизма Z и I считают положительными к северу от магнитного экватора и отрицательными к югу;

— на магнитном экваторе $Z \approx 0$; $I \approx 0^\circ$, $H \approx 30\ 000\text{—}40\ 000$ нТл;

— на магнитных полюсах $Z \approx 70\ 000$ нТл, $I \approx 90^\circ$, $H \approx 0$.

Характеристику изменчивости векового хода различных элементов земного магнетизма дают карты изопор.

В настоящее время, в связи с дальнейшим совершенствованием электронно-вычислительной техники, все более широкое применение находят так называемые цифровые карты, вся информация которых хранится в цифровом виде в запоминающем устройстве ЭВМ и либо высвечивается по требованию на дисплее в нужных местах и формах, либо вычерчивается с помощью графопостроителя на бумаге или пластике, либо вводится в ЭВМ в качестве исходных данных для решения каких-либо задач, минуя наглядные формы его отображения.

Список справочной научно-технической литературы

1. Магниторазведка. Справочник геофизика. Никитский В. Е., Глебовский Ю. С. «Недра», 1980 г.
2. Инструкция по магнитной разведке. Министерство геологии СССР. «Недра», 1981 г.
3. Земной магнетизм. Яновский Б. М. Ленинградский университет, 1978 г.
4. Гидрографические исследования Мирового океана. Сорокин А. И. Гидрометеоздат, 1980 г.
5. Магниторазведка. Логачев А. А., Захаров В. П. Лениздат, 1979 г.
6. Индексы геомагнитной активности. Заболотная Н. А. ГУГМС, 1977 г.
7. Магнитометрические преобразователи, приборы и устройства. Афанасьев Ю. В., Студенцов Н. В., Щелкин А. П. «Энергия», 1972 г.
8. Средства измерений параметров магнитного поля. Афанасьев Ю. В., Студенцов Н. В. и др. «Энергия», 1979 г.
9. Магнито-компасное дело. Нечаев П. А., Григорьев В. В. «Транспорт», 1983 г.

ПЕРЕЧЕНЬ РУКОВОДЯЩИХ ДОКУМЕНТОВ

1. Инструкция по морской магнитной съемке (ИМ-86). ГУНиО МО, 1986 г.
2. Руководство по океанографическому изучению океанов и морей (РОИ-80), ч. I и II. ГУНиО МО, 1980 г.
3. Правила гидрографической службы № 4 (ПГС № 4), ч. 1 и 2. ГУНиО МО, 1984 г.
4. Инструкция по маршрутному промеру (ИПМ-74). ГУНиО МО, 1974 г.
5. Правила штурманской службы № 27 (ПШС № 27). ГУНиО МО, 1982 г.
6. Нормы на океанографические работы. ГУНиО МО, 1982 г.
7. Инструкции по использованию и эксплуатации магнитометрической аппаратуры.

ПЛАНИРОВАНИЕ МАГНИТНОЙ СЪЕМКИ

В общем случае априорная оценка средней квадратической погрешности съемки σ_c определяется формулой

$$\sigma_c = \sqrt{M^2 g^2 + \sigma_{\text{вар}}^2 + \sigma_{\text{дев}}^2 + \sigma_{\text{п}}^2 + \sigma_{\text{и}}^2} = \sqrt{\sigma_{\text{г}}^2 + \sigma_{\text{н}}^2}, \quad (1)$$

где $\sigma_{\text{г}} = \sqrt{M^2 g^2 + \sigma_{\text{вар}}^2 + \sigma_{\text{дев}}^2 + \sigma_{\text{п}}^2}$,

M — ожидаемая СКП определения места, км;

g — преобладающий горизонтальный градиент ГМП в районе, нТл/км;

$\sigma_{\text{вар}}$ — СКП определения вариаций ГМП, нТл;

$\sigma_{\text{дев}}$ — СКП определения поправки за девиацию магнитометра, нТл;

$\sigma_{\text{п}}$ — суммарная инструментальная погрешность магнитометра, нТл;

$\sigma_{\text{и}}$ — СКП интерполяции, нТл;

$\sigma_{\text{г}}$ — априорная оценка СКП измерения ГМП на галсе, нТл.

Планирование магнитной съемки осуществляют в два последовательных этапа.

1. Планирование средств обеспечения съемки.

2. Планирование системы галсов и определение планируемой точности магнитной съемки.

Планирование средств обеспечения съемки осуществляют таким образом, чтобы максимально снизить априорную погрешность измерения ГМП на галсе ($\sigma_{\text{г}}$), которая в общем случае определяется величинами M , g , $\sigma_{\text{вар}}$, $\sigma_{\text{дев}}$, $\sigma_{\text{п}}$.

Преобладающий горизонтальный градиент ГМП в районе съемки (g) определяют на основе обработки имеющихся материалов магнитной съемки в районе и оценки величины среднего градиента ГМП, или на основе использования данных о ГМП в ранее изученных районах, близких по своим геоморфологическим особенностям к планируемому району. При отсутствии указанных данных g принимают равным 30—40 нТл/км.

СКП определения вариаций ГМП ($\sigma_{\text{вар}}$) оценивают:

— при наличии магнитовариационных станций путем оценки СКП измерений вариаций ГМП в соответствии с инструкцией по эксплуатации станции;

— при отсутствии вариационных станций путем оценки среднегодового уровня магнитной активности в районе работ, определяемого в соответствии с приложением 1.9.

СКП определения поправки за девиацию магнитометра оценивают:

— при измерении девиации способом фиктивного датчика и количества измерений в серии на каждом курсе большем 9:

при использовании двух датчиков по формуле

$$\sigma_{\text{дев}} = \frac{2}{3} \sigma_{\text{п}}, \quad (2)$$

при использовании одного датчика по формуле

$$\sigma_{\text{дев}} = \frac{2}{3} g V \tau, \quad (3)$$

где V — скорость судна, м/с;

τ — цикл измерений, с;

g — преобладающий горизонтальный градиент в месте измерений, нТл/м;

— при измерении девиации способом «звезда» или способом «многоугольник» по формуле

$$\sigma_{\text{дев}} = \sqrt{M'^2 \times g'^2 + (0,3\sigma_{\text{вар}})^2}, \quad (4)$$

где $M' = M$ при использовании для координирования радионавигационных систем и $M' = 0,5$ км при использовании координирования по счислению;

$$g' = 10-20 \text{ нТл/км.}$$

Суммарную инструментальную погрешность магнитометра определяют в соответствии с приложением 1.7.

Все полученные данные заносят в таблицу вида:

Вид погрешности	Принятая величина погрешности	Необходимое техническое и методическое обеспечение

Максимальную из полученных погрешностей принимают за основную и ищут возможные пути ее снижения, подбирая необходимую аппаратуру. Влиянием погрешностей, меньших в 3 раза основной, можно пренебречь.

Масштаб планшета выбирают, исходя из планируемой точности выполнения магнитной съемки, на основе ожидаемых максимальных градиентов ГМП по номограмме, приведенной в настоящей инструкции (рис. 1).

По планируемому значению СКП съемки (σ_c) производят оценку допустимой погрешности интерполяции по формуле

$$\sigma_{\text{и}} = \sqrt{\sigma_c^2 - \sigma_r^2} \quad (5)$$

и если $\sigma_r = \sigma_c$, то $\sigma_{\text{и}}$ принимается максимальной из величин $\sigma_c/3$ и $\sqrt{\sigma_c^2 - \sigma_r^2}$, т. е.

$$\sigma_{\text{и}} = \max \{ \sqrt{\sigma_c^2 - \sigma_r^2} \text{ или } \sigma_c/3 \}. \quad (6)$$

Если $\sigma_r > \sigma_c$, то выполнить съемку с заданной погрешностью выбранными техническими средствами невозможно.

При отсутствии данных о ГМП в районе съемки междугалсовые расстояния определяют по таблице зависимости междугалсового расстояния от масштаба съемки.

Таблица зависимости междугалсового расстояния от масштаба съемки

Масштаб съемки	Междугалсовые расстояния, м		Примечание
	нормальные (типовые)	допустимые крайние значения	
1 : 10 000	100	50—200	Указанные в таблице допустимые крайние значения междугалсовых расстояний следует использовать в случае, когда из-за различия в характере поля отдельные участки планшета должны обследоваться с различной подробностью
1 : 25 000	250	125—500	
1 : 50 000	500	250—1 000	
1 : 100 000	1 000	500—4 000	
1 : 200 000	2 000	2 000—8 000	
1 : 250 000	2 500	2 500—10 000	
1 : 500 000	5 000	5 000—20 000	

Масштаб съемки	Междугалсовые расстояния, м		Примечание
	нормальные (типовые)	допустимые крайние значения	
1 : 1 000 000	10 000	—	
1 : 2 000 000	20 000	—	
1 : 2 500 000	25 000	—	

При наличии материалов предыдущих магнитных съемок в районе междугалсовые расстояния в зависимости от полученной погрешности интерполяции определяют по методике, изложенной в приложении 1.8.

МАГНИТНЫЕ ОБСЕРВАТОРИИ СССР

№ п.п.	Название обсерватории и ее адрес	Координаты			
		географические		магнитные	
		широта (φ), N	долгота (λ), E	широта (Ф)	долгота (Λ)
1	АЛМА-АТА 480068, г. Алма-Ата, Каменское Плато, сек- тор ионосферы АН КазССР, Магнитная обсерватория	43,8°	76,9°	33,4°	150,7°
2	АШХАБАД 744000, г. Ашхабад, ул. Гоголя, дом 16, ИФЗиА АН ТССР, ла- боратория электромет- рии и магниторазведки	37,9	58,1	30,5	133,1
3	БОРОК 152742, Ярославская обл., Неноузский рай- он, п/о Борок, Геофи- зическая обсерватория	58,0	39,0	53,0	123,2
4	ВЛАДИВОСТОК 692533, Приморский край, г. Уссурийск, п/о Горнотаежное, Магнитная станция	43,7	132,2	32,8	198,1
5	ИРКУТСК 664000, г. Иркутск, Главпочтамт, пос. Пат- роны, Магнитная об- серватория	52,2	104,4	40,7	174,8
6	КАЗАНЬ 420008, г. Казань, ул. Ленина, дом 18, Ка- занский гос. универси- тет, Геологический фа- культет, Магнитная обсерватория	55,8	48,8	49,3	130,4
7	КАЛИНИНГРАД (ЛАДУШКИН) 238440, г. Ладушкин, Калининградской обл., Комплексная магнито- ионосферная обсерва- тория ИЗМИР АН СССР	54,8	20,7	53,2	105,4
8	КАРАГАНДА 472388, Карагандинская обл., Тельманский рай- он, п/о Березняки, Комплексная магнито- ионосферная станция	49,8	73,1	40,0	148,4

№ п.п.	Название обсерватории и ее адрес	Координаты			
		географические		магнитные	
		широта (φ), N	долгота (λ), E	широта (Ф)	долгота (Λ)
9	КИЕВ 255230, Киевская обл., Вышгородский район, пос. Дымер, Магнит- ная обсерватория	50,7°	30,3°	47,6°	112,2°
10	ЛЕНИНГРАД 199164, Ленинградская обл., Всеволожский район, п/о Колтуши, пос. Воейково, Ком- плексная магнито- ионосферная обсерва- тория ЛО ИЗМИР АН СССР	60,0	30,7	56,2	117,3
11	ЛЬВОВ 292193, Львовская обл., г. Ивано-Фран- ковск, Магнитная об- серватория	49,9	23,8	48,0	105,9
12	МАГАДАН 686134, Магадан- ская обл., пос. Сте- кольный, Отдел радио- космофизических ис- следований (ОРКФИ) при СВКНИИ	60,1	151,0	50,2	210,8
13	МИНСК 223130, Минская обл., село Плещеницы, Маг- нитная обсерватория	54,0	26,5	51,5	110,4
14	МОСКВА 142092, Московская обл., Подольский рай- он, п/о Академгородок, ИЗМИР АН СССР, отдел переменного магнитного поля Земли	55,5	37,3	50,9	120,5
15	МУРМАНСК (ЛОПАРСКАЯ) 183010, г. Мурманск, Владимирская ул., дом 17, Полярный гео- физический институт, полярный отдел	68,2	33,1	63,5	126,2
16	МУРМАНСК (ЛОВОЗЕРО) 183010, г. Мурманск, Владимирская ул., дом 17, Полярный гео- физический институт, магнитный отдел	68,0	35,0	62,9	127,0

№ п.п.	Название обсерватории и ее адрес	Координаты			
		географические		магнитные	
		широта (φ), N	долгота (λ), E	широта (φ)	долгота (λ)
17	НОВО-КАЗАЛИНСК 468210, г. Ново-Казалинск, Кызыл-Ординской обл., ул. Калинина, 3-й км, Комплексная магнитоионосферная станция	45,8°	62,1°	39,9°	138,6°
18	НОВОСИБИРСК 630090, г. Новосибирск, Академгородок, Институт геологии и геофизики СО АН СССР, геофизическая обсерватория «Ключи»	55,0	82,9	45,3	150,0
19	НОРИЛЬСК 663317, г. Норильск, п/я 796 «Север», Полярный космофизический полигон	69,0	88,0	58,2	164,5
20	ОДЕССА 272143, Одесская обл., Коминтерновский район, п/о Первомайское, село Степановка, Магнитная обсерватория	46,8	30,9	43,7	111,1
21	ПЕТРОПАВЛОВСК-КАМЧАТСКИЙ 684034, Камчатская обл., Елизовский район, село Паратунка, ул. Мирная, дом 3, Магнитная обсерватория	53,1	158,6	44,7	218,6
22	ПОДКАМЕННАЯ ТУНГУСКА 663196, Красноярский край, Туруханский район, пос. Бор, Комплексная магнитоионосферная станция	61,5	90,0	57,2	170,3
23	СВЕРДЛОВСК (АРТИ) 623350, Свердловская обл., пос. Арти, Геофизическая ул., дом 1, кв. 6, Магнитная обсерватория	56,4	58,5	48,5	139,4
24	СВЕРДЛОВСК (ВЫСОКАЯ ДУБРАВА) 624030, Свердловская обл., Белоярский район, п/о Высокая Дубрава, Магнитная обсерватория	56,7	61,1	48,5	140,7

№ п.п.	Название обсерватории и ее адрес	Координаты			
		географические		магнитные	
		широта (φ), N	долгота (λ), E	широта (φ)	долгота (λ)
25	ТАШКЕНТ 702221, Ташкентская обл., Верхне-Чирчикский район, п/о Кара-Калпак, Комплексная магнитоионосферная станция	41,3°	69,6°	32,3°	144,0°
26	ТБИЛИСИ 383060, Грузинская ССР, г. Душети, Магнитная обсерватория института геофизики АН ГССР	42,0	44,8	36,7	122,1
27	ХАБАРОВСК 682949, Хабаровский край, Вяземский район, село Забайкальское, Комплексная магнитоионосферная станция	48,5	135,2	38,0	201,1
28	ЮЖНО-САХАЛИНСК 694050, Сахалинская обл., пос. Новоалександровск, СахНИИ, Магнитная обсерватория	47,0	142,7	36,9	206,7
29	ЯКУТСК 677891, г. Якутск, ГСП, проспект Ленина, дом 61, ИКФИА ЯФ СО АН СССР, лаборатория геомагнетизма и земных токов	62,0	129,7	51,0	193,8
	Магнитные станции в Арктике				
30	Остров Хейса	80,6	58,0	71,3	156,1
31	Остров Диксон	73,5	80,6	63,0	161,6
32	Бухта Тикси	71,6	129,0	60,4	191,4
33	Мыс Челюскин	77,7	104,3	66,3	176,5
34	Мыс Уэлен	66,2	169,8	61,8	237,1

Примечания: 1. Данные всех магнитных станций, указанных в настоящем перечне, могут быть получены в МЦД Б2 по запросу (см. приложение 1.11). Материалы обсерваторий поступают в МЦД с задержкой на 6—12 месяцев.

2. Данные наблюдений магнитных арктических станций поступают в МЦД Б2 из Арктического и антарктического научно-исследовательского института (ААНИИ): 192104, г. Ленинград, набережная р. Фонтанки, дом 34, ААНИИ, отдел геофизики.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ МАГНИТОМЕТРИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ

Наименование аппаратуры	Измеряемые элементы ГМП	Инструментальная погрешность измерения, нТл	Диапазон измерения, нТл	Дискретность измерений, с	Виды регистрации	Питание и потребляемая мощность	Изготовитель	Тип первичного преобразователя. Дополнительные данные
Судовые буксируемые магнитометры								
Морской буксируемый магнитометр МБМ-1	T	Систематическая погрешность не более 4, СКП ±1	20 000—100 000	2, 10, 30, 60	Аналоговая запись, перфо-лента в коде МТК-2, выход на ЭВМ	220 В 50 Гц, 420 В·А	НПО «Рудгеофизика», серийное производство	Протонный
Квантовый магнитометр КМ2М-02	T	±3	15 000—100 000	0,3; 1, 30; 60	Аналоговая запись, телеграфная лента в коде МТК-2, магнитная лента	220 В 50 Гц, 400 В·А	СКБ ФП АН СССР, малосерийное производство	Квантовый
Морской протонный магнитометр МПМ-4	T	±1,5	25 000—70 000	9; 18	Аналоговая запись	127, 220 В 50 Гц, 120 В·А	ВНИИ Геофизика, малосерийное производство	Протонный
Компонентный магнитометр КМ-3 «Меридиан»	T H Z	±10 ±50	20 000—70 000 комп.* 20 000—40 000; доп.**0—20 000; комп. 0—20 000; доп.**	0,5; 1; 15; 30; 60	Аналоговая запись, телеграфная лента в коде МТК-2, магнитная лента	20 В 50 Гц, 400 В·А	СКБ ФП АН СССР, малосерийное производство	Квантовый
Морской магнитометр G-801	T	0,5—цикл 3; 6 с 1—цикл 0,5; 1 с	20 000—100 000	0,5; 1; 3	Аналоговая запись, цифровая магнитная лента	115 В, 220 В, 50 Гц, 300 В·А	«Geometrics», США, серийное производство 1971 г.	Протонный

* Измерение методом компенсации.

** Измерение методом дополнения.

Продолжение приложения 1.6

Наименование аппаратуры	Измеряемые элементы ГМП	Инструментальная погрешность измерения, нТл	Диапазон измерения, нТл	Дискретность измерений, с	Виды регистрации	Питание и потребляемая мощность	Изготовитель	Тип первичного преобразователя. Дополнительные данные
Наземные переносные магнитометры								
Магнитометр М-33	T	Предельная погрешность не более ±35, СКП ±1,5	20 000—80 000	15, 30, 60	Цифровая печать на бумажную ленту	6,3 (+1,2; минус 0,3), В, 15 В·А	НПО «Рудгеофизика», серийное производство 1975 г.	Квантовый M = 13,5 кг t = (-10) — (+50) °C
Магнитометр ММП-33 (М-33М)	T	Предельная погрешность ±25 во всем диапазоне, СКП ±1,5	20 000—100 000	5, 10, 15, 30	То же	12 В, менее 10 В·А	НПО «Рудгеофизика», серийное производство с 1983 г.	Квантовый M = 12 кг t = (-10) — (+50) °C
Магнитометр МПП-203	T	Систематическая погрешность 2,5, СКП ±1,5	20 000—100 000	3	»	12 В, 3 В·А	НПО «Рудгеофизика», серийное производство с 1980 г.	Протонный M = 6 кг t = (-30) — (+50) °C
Магнитометр М-15	H и d, если известен истинный азимут миры ΔH и Δd, если известен истинный азимут миры не известен	3—5 нТл/цена деления	Практически не ограничен	60	Визуальная индикация	—	Завод «Геолого-разведка», снят с производства	Магнитооптический
Магнитометр М-18		2—3 нТл/цена деления	±3 000	60	То же	—	То же	»
Магнитометр М-23		2—3 нТл/цена деления	±3 000	60	»	—	»	»

Наименование аппаратуры	Измеряемые элементы ГМП	Инструментальная погрешность измерения, нТл	Диапазон измерений, нТл	Дискретность измерений, с	Виды регистрации	Питание и потребляемая мощность	Изготовитель	Тип первичного преобразователя. Дополнительные данные
Магнитометр М-27М		4—5 нТл/цена деления	± 3000	60	Визуальная индикация	—	НПО «Рудгеофизика», серийное производство с 1972 г.	M = 6,4 кг
Аэромагнитометры								
Магнитометр АММ-13	ΔT	2; 10 нТл/мм — чувствительность	30 000—70 000	Непрерывные измерения	Аналоговая запись	27 В, 300 В · А	Завод «Геолого-разведка», снят с производства	Феррозондовый
Магнитометр АМП-7	T	0,5; 10 нТл/мм — чувствительность	40 000—80 000	0,8	Цифрографическая регистрация	27 В, 600 В · А	Завод «Геолого-разведка», снят с производства	Протонный
Магнитометр КАМ-28	T; ΔT	0,5; 2 нТл/мм — чувствительность	32 750—65 500	0,14	Аналоговая запись, цифровая на магнитную ленту	27 В, 115 В, 400 Гц, 260 В · А	Снят с производства	Квантовый
Магнитометр ММ-305	T; ΔT	0,5; 2 нТл/мм — чувствительность	20 000—80 000	0,2	Аналоговая запись, цифровая на перфоленгу	27 В, 540 В · А	НПО «Рудгеофизика», серийное производство с 1980 г.	Квантовый M = 240 кг
Магнитометр КМ2М-03	T	± 3	15 000—100 000	0,3; 1; 30; 60	Аналоговая запись, телеграфная лента в коде МТК-2, магнитная лента	220 В, 50 Гц, 400 В · А	СКБ ФП АН СССР, малосерийное производство	Квантовый
Магнитометр протонный ММС-214	T	Систематическая погрешность 2,5	20 000—100 000	0,25; 0,33; 0,5; 1	Цифровой магнитофон — емкость бобин 10 ⁶ байт	27 ± 2,7 В, 270 В · А	НПО «Рудгеофизика», серийное производство с 1981 г.	Протонный M = 185 кг

Наименование аппаратуры	Измеряемые элементы ГМП	Инструментальная погрешность измерения, нТл	Диапазон измерений, нТл	Дискретность измерений, с	Виды регистрации	Питание и потребляемая мощность	Изготовитель	Тип первичного преобразователя. Дополнительные данные
Вариационные станции								
Магнитовариационная станция СМВ-2	δT или δZ	10—20 нТл/мм	± 100 —250 ± 500 —1 000	Непрерывные измерения	Запись на фото-бумагу	Элементы ЗС-Л-30	Снят с производства	Магнитооптический
Магнитовариационная станция «ИЗМИРАН-4»	δZ , δH , δD	2 нТл/мм — чувствительность	± 100 —250 ± 500 —10 000	То же	Оциллографическая запись	Элементы 1,66-ГМЦ 2У-28	СКБ ФП АН СССР, малосерийное производство	То же
Магнитовариационная станция МВЛ-308	δT	0,1 нТл/мм — чувствительность	20 000—80 000	0,2	Цифровая на перфоленгу ИЛК, магнитную ленту и аналоговая запись	220 В, 50 Гц	НПО «Рудгеофизика», серийное производство с 1983 г.	Квантовый M = 65 кг

Примечание. Все магнитометры, за исключением МБМ-1, ММС-214, МВЛ-308, М-336, ММП-303, МПП-203, не имеют метрологической аттестации и их инструментальная погрешность измерения может быть получена при проведении поверок.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СУММАРНОЙ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ПОГРЕШНОСТИ МАГНИТОМЕТРА

В общем случае суммарная инструментальная погрешность магнитометра складывается из случайной и систематической погрешностей.

Случайные погрешности — это погрешности, изменяющиеся от измерения к измерению и не поддающиеся непосредственному учету вследствие их хаотического изменения. Наличие случайных погрешностей обнаруживается в том, что при многократном повторении измерений одной и той же величины в одинаковых условиях с одинаковой тщательностью, результаты измерений несколько отличаются друг от друга. Случайная погрешность обычно подчиняется нормальному закону распределения и характеризуется средним квадратическим отклонением (средней квадратической погрешностью) (σ) результатов измерений (наблюдений), которое определяет границы случайной погрешности с доверительной вероятностью $P=0,68$.

Систематическая погрешность (Δ_c) — это составляющая погрешности, остающаяся постоянной или закономерно изменяющаяся. Если величина или закон изменения систематической погрешности точно известны, то систематическая погрешность исключается из результатов измерений путем введения соответствующих поправок и в суммарную инструментальную погрешность магнитометра не входит. Однако, как правило, в технической документации на магнитометр указывается не сама величина систематической погрешности, а только границы ее изменения.

Заданные таким образом систематические погрешности относятся к разряду неисключенных систематических погрешностей и входят в суммарную инструментальную погрешность магнитометра. К неисключенным систематическим погрешностям относятся также дополнительные погрешности, нормируемые в технической документации границами изменения результатов измерений при тех или иных условиях, например, нестабильность показаний магнитометра за период непрерывной работы, изменение показаний магнитометра при отклонении напряжения питания от номинального значения, изменение показаний магнитометра при отклонении температуры от нормальной до границ рабочей области температур и т. д.

При суммировании неисключенных систематических погрешностей результата измерения их рассматривают как случайные величины, подчиняющиеся равномерному закону распределения с нулевым математическим ожиданием (см. ГОСТ 8.207.76. «Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. Основные положения»).

Тогда составляющую погрешности, обусловленную наличием неисключенных систематических погрешностей, с доверительной вероятностью $P=0,68$ можно вычислить по формуле

$$\theta = 0,58 \sqrt{\sum_{i=1}^n \theta_i^2}, \quad (1)$$

где θ_i — граница изменения i -й неисключенной систематической погрешности;

n — число суммируемых неисключенных систематических погрешностей.

Оценка суммарной инструментальной погрешности магнитометра с доверительной вероятностью $P=0,68$ вычисляется по формуле

$$\sigma_n = \sqrt{\sigma^2 + \theta^2}. \quad (2)$$

Пример: Пусть в техническом описании магнитометра указано, что:

- среднее квадратическое отклонение результатов наблюдений не превышает 2 нТл для цикла 2 с и 1 нТл для цикла 10 с;
- систематическая погрешность не превышает 4 нТл;
- нестабильность показаний магнитометра за 24 ч непрерывной работы не превышает 2 нТл для цикла 2 с и 1 нТл для цикла 10 с;
- дополнительная погрешность магнитометра от изменения напряжения питания на 10 % не превышает 2 нТл для цикла 2 с и 1 нТл для цикла 10 с;
- ориентационная погрешность не превышает 3 нТл.

Тогда, учитывая, что все указанные погрешности, за исключением среднего квадратического отклонения результатов наблюдения, относятся к разряду неисключенных систематических погрешностей, получаем с доверительной вероятностью $P=0,68$:

1. Для цикла 2 с: $\sigma = 2,0$ нТл, $\theta = 3,3$ нТл, $\sigma_n = 3,9$ нТл;
2. Для цикла 10 с: $\sigma = 1,0$ нТл, $\theta = 3,0$ нТл, $\sigma_n = 3,2$ нТл.

**ПЛАНИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ РЯДОВЫХ ГАЛСОВ
ПРИ ПЛОЩАДНОЙ МАГНИТНОЙ СЪЕМКЕ**

Планирование системы рядовых галсов заключается в определении направления галсов и величины междугалсовых расстояний. Основой для планирования системы галсов является требование, чтобы в районе съемки рядовые галсы располагались примерно перпендикулярно к основному направлению изодинам ГМП, т. е. по направлению максимальной изменчивости ГМП, и чтобы выбранное междугалсовое расстояние обеспечивало исследование ГМП с необходимой подробностью.

В качестве источника экспериментальных данных для планирования системы рядовых галсов могут быть использованы материалы выполненных ранее площадных или маршрутных съемок (магнитограммы, технические носители информации, кальки ГМП, рабочие и отчетные планшеты и т. п.) или материалы рекогносцировочного обследования района работ.

Рекогносцировочное обследование осуществляют путем прокладки в районе работ трех специальных галсов, проходящих через весь район и пересекающихся вблизи одной точки под углами 70° — 150° .

Планирование системы рядовых галсов по экспериментальным данным производят в следующем порядке:

1. В соответствии с методикой, изложенной в приложении 1.4, определяют допустимое значение средней квадратической погрешности интерполяции $\sigma_{\text{и}}$.
2. С магнитограмм или других носителей информации с минимально возможным шагом r в км, но не чаще чем через 1—2 мм в масштабе планшета съемки, снимают значения ГМП $T_i^{\text{изм}}$ вдоль имеющихся в распоряжении галсов.
3. Для каждого галса по методике, изложенной в приложении 1.17,

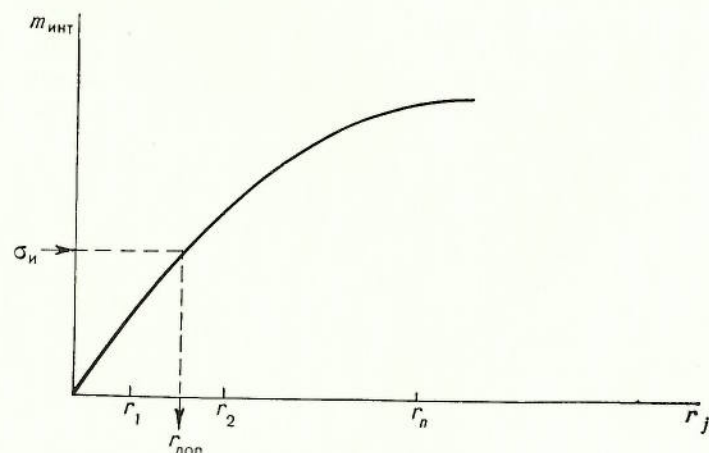
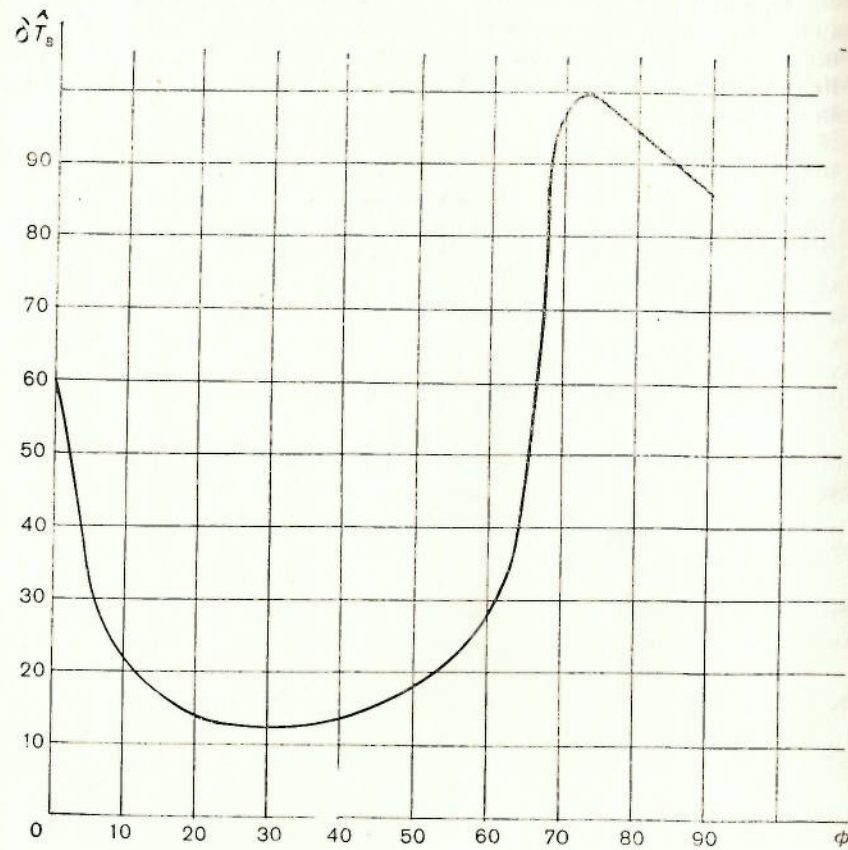


График определения допустимого интервала интерполяции

производят оценку величины СКП линейной интерполяции ($m_{\text{инт}}$) значений ГМП для нескольких интервалов интерполяции $r_j = 2r \cdot j$, где j — целое положительное число. Первоначально расчет производят для

$j = 1, 2, 3, 4$. По полученным значениям строят график зависимости $m_{\text{инт}}$ от r_j и по нему определяют величину интервала интерполяции $r_{\text{доп}}$, которому соответствует $m_{\text{инт}} = \sigma_{\text{и}}$ (см. график).

4. Определяют галс, для которого $r_{\text{доп}}$ максимально и, следовательно, направление которого соответствует направлению наименьшей изменчивости ГМП. Полученное значение $r_{\text{доп}}$ принимают в качестве величины междугалсового расстояния, т. е. полагают $L_r = r_{\text{доп}}$, а в качестве направления рядовых галсов принимают направление, нормальное к данному галсу.



Широтная зависимость среднегодового уровня магнитной активности

СПИСОК МАГНИТНЫХ ОБСЕРВАТОРИЙ, РАСПОЛОЖЕННЫХ
В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ И НА ОСТРОВАХ ОКЕАНОВ И МОРЕЙ

№ п.п.	Название обсерваторий	Координаты	
1	Алерт	82°30' N	62°30' W
2	Остров Хейса	80 37	58 03 E
3	Нью-Элисанд	78 55	11 56
4	Мыс Челюскин	77 43	104 17
5	Туле	77 29	69 10 W
6	Моулд-Бей	76 12	119 24
7	Резольют-Бей	74 42	94 54
8	Остров Медвежий	74 31	19 12 E
9	Остров Диксон	73 33	80 34
10	Бухта Тикси	71 35	129 00
11	Мыс Барроу	71 18	156 45 W
12	Тромсё	69 40	18 57 E
13	Годхавн	69 14	53 31 W
14	Кембридж-Бей	69 06	105 00
15	Абиску	68 22	18 49 E
16	Мурманск (Лопарская)	68 15	33 05
17	Соданкюля	67 22	26 38
18	Коцебу	66 53	162 38 W
19	Мыс Уэлен	66 10	169 50
20	Лейрвогур	64 11	21 42
21	Домбос	62 05	09 07 E
22	Иеллоунай	62 28	114 28 W
23	Нарсарссуак	61 11	45 26
24	Нурмиярви	60 31	24 39 E
25	Леруик	60 08	01 11 W
26	Магадан	60 07	151 01 E
27	Ленинград	59 57	30 42
28	Ловё	59 21	17 50
29	Ситка	57 04	135 19 W
30	Руде-Сков	55 51	12 27 E
31	Эскдейлмьор	55 19	03 12 W
32	Калининград	54 70	20 62 E
33	Вингст	53 45	09 04
34	Петропавловск-Камчатский (Паратунка)	53 06	158 38
35	Валенсия	51 56	10 15 W
36	Хартленд	51 00	04 29
37	Дурб	50 06	04 36 E
38	Виктория	48 31	123 25 W

№ п.п.	Название обсерваторий	Координаты	
39	Южно-Сахалинск	46°57' N	142°43' E
40	Одесса (Степановка)	46 47	30 53
41	Сурларь	44 41	26 15
42	Мемамбецу	43 54	144 12
43	Владивосток (Горнотаежная)	43 41	132 10
44	Панагюриште	42 31	24 10
45	Л'Аквила	42 23	13 19
46	Тбилиси (Душети)	42 05	44 42
47	Кандилли	41 04	29 04
48	Тортоса (Эбро)	40 49	00 30
49	Коимбра	40 13	08 25 W
50	Фредериксберг	38 12	77 22
51	Сан-Мигел	37 46	25 39
52	Альмерия	36 51	02 28
53	Сан-Фернандо	36 28	06 12
54	Какиока	36 14	140 11 E
55	Симосато	33 35	135 56
56	Каноя	31 25	130 53
57	Мисаллат	29 31	30 54
58	Санта-Крус-де-Тенерифе	28 29	16 17 W
59	Ланпинг	25 00	121 10 E
60	Гавана (Центральная Геофизическая обсерватория)	22 58	82 09 W
61	Шапа	22 21	103 50 E
62	Гонолулу	21 19	158 00 W
63	Теолоюкан	19 45	99 11
64	Алибаг	18 38	72 52 E
65	Сан-Хуан	18 07	66 09 W
66	Хайдарабад	17 25	78 33 E
67	Багио	16 25	120 38
68	Сенегал М'Бур	14 24	16 58 W
69	Мунтинлупа	14 22	121 01 E
70	Гуам	13 35	144 52
71	Аннамайлаинагар	11 24	79 41
72	Кодайканал	10 14	77 28
73	Тривандрам	08 29	76 57
74	Ибадан	07 26	03 54
75	Корор	07 20	134 30
76	Давао	07 05	125 35
77	Парамарибо	05 49	55 13 W
78	Мока	03 21	08 40 E
79	Татока	01 12 S	48 31 W

№ п.п.	Название обсерваторий	Координаты	
80	Тангеранг	06°10' S	106°38' E
81	Дар-эс-Салам	06 47	39 13
82	Луанда	08 55	13 10
83	Чумботе	09 06	78 36 W
84	Порт-Морсби	09 24	147 09 E
85	Уанкайо	12 03	75 20 W
86	Апия	13 49	171 47
87	Таити	17 33	149 37
88	Тананариве	18 55	47 33 E
89	Плесанс	20 26	57 41
90	Вассорас	22 24	43 39 W
91	Мапуту	25 55	32 35 E
92	Гнангара	31 47	115 57
93	Херманус	34 25	19 14
94	Лас-Акациас	35 00	57 41 W
95	Тул	37 32	145 28 E
96	Амберли	43 09	172 43
97	Трелью	43 15	65 19 W
98	Порт Альфред (Крозе)	46 35	51 52 E
99	Остров Марион	46 51	37 51
100	Порт-о-Франсе	49 21	70 12
101	Южная Джорджия	54 17	36 29 W
102	Остров Маккуори	54 30	158 57 E
103	Оркадас (Остров Лаури)	60 44	44 47 W
104	Аргентинские о-ва	65 15	64 16
105	Мирный	66 33	93 01 E
106	Дюмон-Д'Юрвиль	66 40	140 00
107	Моусон	67 36	62 53
108	База Сёва	69 02	39 36
109	Санае	70 18	02 20 W
110	Новолазаревская	70 46	11 49 E
111	Халли-Бей	75 31	26 36 W
112	База Скотта	77 51	166 45 E

Примечание. Названия обсерваторий и координаты даны по Каталогу среднегодовых значений элементов геомагнитного поля мировой сети магнитных обсерваторий, вып. XVI, АН СССР, 1983 г., и по Сводным таблицам среднегодовых значений элементов геомагнитного поля мировой сети магнитных обсерваторий, вып. XVII, АН СССР, 1984 г.

**ФОРМА ЗАПРОСА ДАННЫХ ИЗМЕРЕНИИ МАГНИТОВАРИАЦИОННЫХ
СТАНЦИЙ ИЗ МЕЖДУНАРОДНОГО ЦЕНТРА ДАННЫХ**

Материалы магнитных обсерваторий, указанных в списке (Приложение 1.5, 1.10), поступают в Мировой центр данных Б2 (МЦД Б2, г. Москва).

В МЦД Б2 геомагнитные данные хранятся под следующими обозначениями:

- А (I) — месячные таблицы средних часовых значений;
- А (II) — нормальные магнитограммы (скорость развертки 20 мм/ч);
- В — быстрые магнитограммы;
- Е — К-индексы;
- Н — специальные явления.

Геомагнитные данные следует запрашивать в МЦД Б2 по следующему образцу:

ДИРЕКТОРУ МИРОВОГО ЦЕНТРА ДАННЫХ Б2
117296, г. Москва, ГСП-1, ул. Молодежная, дом 3,
МЦД Б2

Прошу Вас выслать в наш адрес следующие материалы:

Обсерватория	Вид наблюдений	Период
1. (название)	А (II) при отсутствии А (I)	с _____ 198 г. по _____ 198 г.
2. (название)	А (II)	с _____ 198 г. по _____ 198 г.

Оплату гарантируем. Наш расчетный счет № _____ в _____ отделении
Госбанка г. _____

Командир войсковой части _____ (подпись) (фамилия И. О.)

Начальник финансового довольствия _____ (подпись) (фамилия И. О.)

(Главный бухгалтер)

КОСВЕННЫЙ СПОСОБ УЧЕТА ВАРИАЦИЙ ГМП

Для оценки амплитуд вариаций ГМП используется информация, заключенная в значениях величин разностей (невязок), полученных в точках пересечения рядовых и специальных галсов. Величину невязки можно представить в виде:

$$\Delta T_i(t_p, t_c) = T_i(t_p) - T_i(t_c) = \delta T(t_p) - \delta T(t_c) + \varepsilon(t_p) - \varepsilon(t_c), \quad (1)$$

где t_p, t_c — время прохождения i -й точки пересечения по рядовому и специальному галсам соответственно;
 $T_i(t_p), T_i(t_c)$ — значения ГМП, измеренные на рядовом и специальном галсах в моменты времени t_p и t_c ;
 $\delta T(t_p), \delta T(t_c)$ — значения вариаций ГМП в моменты времени t_p и t_c ;
 $\varepsilon(t_p), \varepsilon(t_c)$ — значения погрешностей измерения ГМП в моменты времени t_p и t_c .

В общем случае в величину погрешности $\varepsilon(t)$ входят как случайные, так и систематические составляющие, например обусловленные девиацией магнитометра. В косвенном способе учета вариаций используют значения $T_i(t)$ с уже введенными поправками за известные систематические погрешности измерений. Случайные составляющие погрешности измерений минимизируются за счет большого количества используемых значений невязок. Таким образом при использовании косвенного способа учета вариаций предполагается, что преобладающей причиной невязок являются систематически повторяющиеся вариации ГМП.

Существует несколько алгоритмов косвенного способа учета вариаций. Одной из наиболее просто реализуемых в практике магнитометрических работ является методика, предложенная А. И. Зверевым.

В соответствии с этой методикой вычисление поправок за вариации производят в следующей последовательности:

1. В каждой точке пересечения рядового и специального галсов дважды вычисляется величина ΔT_i по формулам:

$$\Delta T_i(t_p, t_c) = T_i(t_p) - T_i(t_c), \quad (2)$$

$$\Delta T_i(t_c, t_p) = T_i(t_c) - T_i(t_p) = -\Delta T_i(t_p, t_c). \quad (3)$$

При общем количестве точек пересечения N получаем $2N$ значений ΔT_i .

2. Для контроля правильности вычислений значений ΔT_i производят их суммирование. При этом должно выполняться равенство

$$\sum_{i=1}^{2N} \Delta T_i = 0. \quad (4)$$

3. Отбраковывают значения ΔT_i , для которых выполняется условие

$$|\Delta T_i| > 3\hat{\delta T}_B, \quad (5)$$

где $\hat{\delta T}_B$ — средняя величина вариаций для широты района съемки, приведенная в приложении 1.9.

4. Оставшиеся значения ΔT_i разбивают на 24 группы по количеству часовых интервалов от 0 до 23 ч. При этом каждую величину

$\Delta T_i (t_p, t_c)$ относят к группе, в которую попадает значение t_p , а величину $\Delta T_i (t_c, t_p)$ — к группе, в которую попадает значение t_c (рис. 1а).

5. По каждому часовому интервалу вычисляют среднее значение невязок по формуле

$$\Delta T_k = \frac{\sum_i^{n_k} \Delta T_{ik}}{n_k}, \quad (6)$$

где n_k — количество значений ΔT_{ik} в k -й часовой группе.

6. Для каждого часового интервала t_k вычисляют величину групповой дисперсии σ_k^2 по формуле

$$\sigma_k^2 = \frac{\sum_i^{n_k} (\Delta T_{ik} - \Delta \bar{T}_k)^2}{n_k}. \quad (7)$$

7. Вычисляют внутригрупповую дисперсию как среднее взвешенное значение групповых дисперсий σ_k^2 , а в качестве весов принимают количество значений в группе n_k по формуле

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{k=0}^{23} \sigma_k^2 n_k}{2N}. \quad (8)$$

8. Вычисляют величину межгрупповой дисперсии δ^2 с учетом условия (4) по формуле

$$\delta^2 = \frac{\sum_{k=0}^{23} [\Delta T_k]^2 n_k}{2N}. \quad (9)$$

9. Рассчитывают дисперсию всего ряда значений невязок ΔT_i как сумму внутригрупповой (σ_k^2) и межгрупповой (δ^2) дисперсий. Среднее квадратическое отклонение (σ_y) значений ΔT_i рассчитывают по формуле

$$\sigma_y = \sqrt{\delta^2 + \sigma^2}. \quad (10)$$

10. Поправки за вариации рассчитывают путем сглаживания значений, полученных по формуле (6), по следующей формуле

$$\delta_k = \frac{\Delta T_{k-1} n_{k-1} + \Delta T_k n_k + \Delta T_{k+1} n_{k+1}}{n_{k-1} + n_k + n_{k+1}}. \quad (11)$$

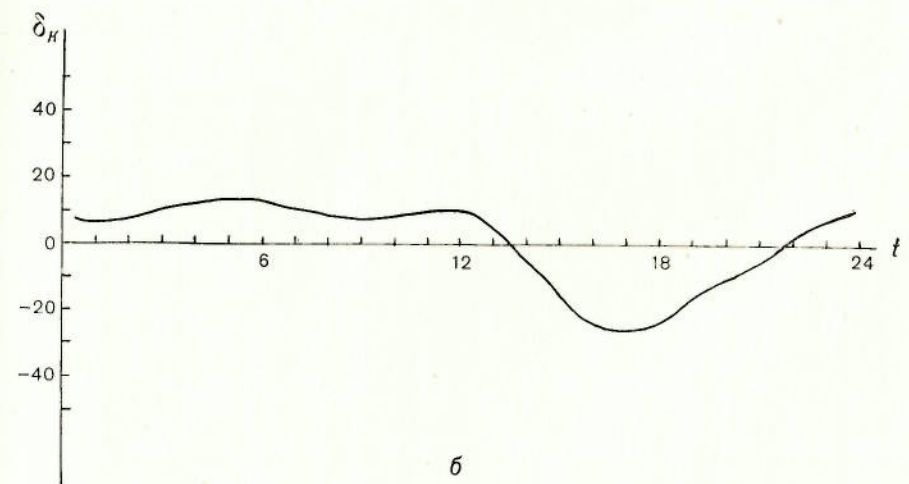
Пример результатов вычисления δ_k приведен на рис. 1б.

11. Для оценки сходимости ряда к усредненной кривой суточной вариации используют значения σ_y , полученные по формуле (10). Величины $(\delta_k \pm \sigma_k)$ должны лежать в пределах (2—3) σ_y . Окончательную проверку достоверности полученных поправок за вариации осуществляют при сравнении величин суммарных погрешностей съемки, рассчитанных с учетом и без учета полученных по формуле (11) поправок за вариации.

Практический опыт использования описанной методики показывает, что она может обеспечить снижение погрешности съемки в средне- и слабоаномальных районах в средних широтах в 1,5 раза. Если точность измерения на галсе после введения поправок за вариации не повысилась, то поправки, определенные косвенным методом, не вводятся.



а



б

Рис. 1. Определение косвенным способом средних значений поправок за вариации: а — распределение невязок рядовых и специальных галсов; б — график средних значений поправок за суточные вариации

ФОРМА ТАБЛИЦ ВЫЧИСЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПОПРАВОК
ЗА ДЕВИАЦИЮ И ПРИМЕР ПОСТРОЕНИЯ ГРАФИКА
ПОПРАВОК ЗА ДЕВИАЦИЮ

Таблица 1

Таблица вычисления коэффициентов поправок за девиацию по результатам наблюдений
на восьми равноотстоящих курсах

МК, градус	I	МК, градус	II	III	IV	Множи- тель	V	Множи- тель	VI	VII	VIII	IX
	Δ_k , нТл		Δ_k , нТл	$\frac{I+II}{2}$	$\frac{I-III}{2}$		Произве- дение множите- ля на IV		Произве- дение множите- ля на IV	Верхняя половина столбца III	Нижняя половина столбца III	
0	+50	180	-40	+5	+45	0	0	1	+45	+5	+2,5	$3,7 = E$
45	+25	225	-45	-10	+35	0,71	+24,8	0,71	+24,8	-10	0	$-5 = D$
90	0	270	-5	-2,5	+2,5	1	+2,5	0	0			
135	-10	315	+10	0	-10	0,71	-1,1	-0,71	+7,1			
							$\Sigma_1 = +20,2$	$\Sigma_2 = +76,9$				
							$B = 1/2$	$C = 1/2$				
							$\Sigma_1 = +10,1$	$\Sigma_2 = +38,4$				

Контроль: III + IV = I

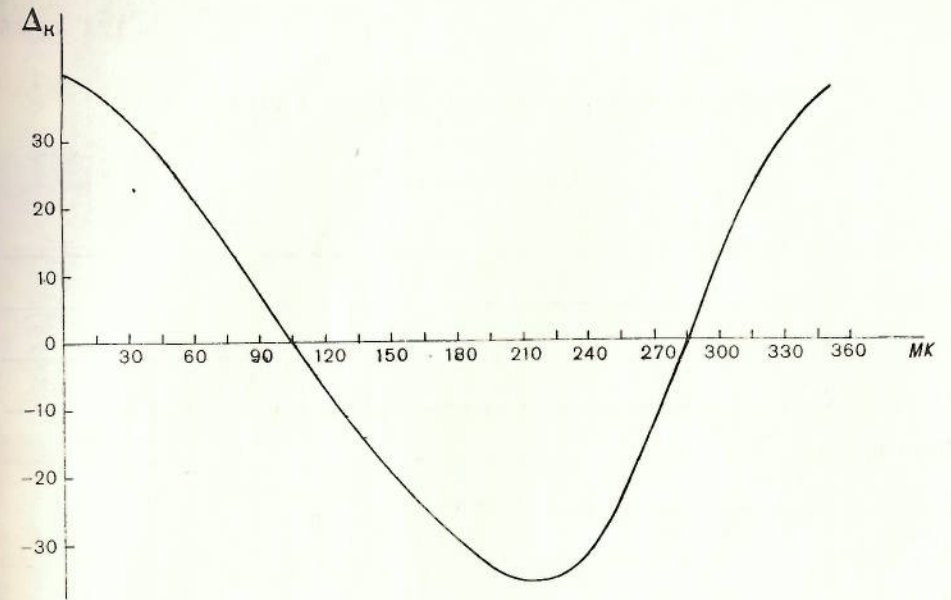


График поправок за девиацию
Примечание. Масштаб по оси ординат должен обеспечивать снятие отсчетов
с погрешностью не более $0,05 \Delta_{k \max}$, где $\Delta_{k \max}$ — максимальное значение поправки за
девиацию магнитометра

Таблица 2

Таблица вычисления поправок за девиацию для 24 равноотстоящих курсов

$D = -5$		$E = +4$		III	IV	$B = +10$		$C = +38$		VII	МК	$T_{МК}$	МК	$T_{МК}$
M	$\frac{D \times M}{1}$	M	$\frac{E \times M}{II}$	$I+II$	$\frac{A=0}{III+A}$	M	$\frac{B \times M}{V}$	M	$\frac{C \times M}{VI}$	V+VI	градус	нТл	градус	нТл
0	0	1	+4	+4	+4	0	0	1	+38	+38	0	+42	180	-34
0,5	-2,5	0,87	+3,9	+1,4	+1,4	0,26	+2,6	0,97	+36	+38,6	15	+40	195	-37
0,87	-4,4	0,5	+2,0	-2,4	-2,4	0,5	+5,0	0,87	+33	+38	30	+36	210	-40
1	-5,0	0	0	-5,0	-5,0	0,71	+0,7	0,71	+27	+34,1	45	+29	225	-39
0,87	-4,4	-0,5	-2,0	-6,4	-6,4	0,87	+8,7	0,5	+19,6	+27,7	60	+21	240	-34
0,5	-2,5	-0,87	-3,9	-6,4	-6,4	0,97	+9,7	0,26	+10	+19,7	75	+13	255	-26
0	0	-1	-4	-4	-4	1	+10	0	0	+10	90	+6	270	-14
-0,5	+2,5	-0,87	-3,9	-1,4	-1,4	0,97	+9,7	-0,26	-10	-0,3	105	-2	285	-1
-0,87	+4,4	-0,5	-2,0	+2,4	+2,4	0,87	+8,7	-0,5	-19	-10,3	120	-8	300	+13
-1	+5	0	0	+5,0	+5,0	0,71	+7,1	-0,71	-27	-19,9	135	-15	315	+25
-0,87	+4,4	0,5	+2,0	+6,4	+6,4	0,5	+5,0	-0,87	-33	-28,0	150	-22	330	+34
-0,5	+2,5	0,87	+3,9	+6,4	+6,4	0,26	+2,6	-0,97	-36	-33,4	165	-27	345	+40

Самолет АН-24 № 46054. Координаты: $\varphi = 40^{\circ}32' N$, $\lambda = 20^{\circ}21' W$, $d = 6^{\circ}$. Дата: 9.05.83 г.
Тип и номер магнитометра: ММ-305 № 404. Способ определения места — по неподвижному ориентиру

Образцы оформления магнитограмм и перфолент

Начало ленты №

Наименование и адрес части _____

Район работ _____

Название, (тип) судна (самолета) _____

Планшеты № _____

Даты производства съемки _____

Время _____ часового пояса

Журнал № _____

Магнитометр (марка) _____

№ п.п.	Содержание	Листы	
		от	до

Магнитную съемку произвел _____

Магнитограмму проверил и принял _____

Конец ленты №

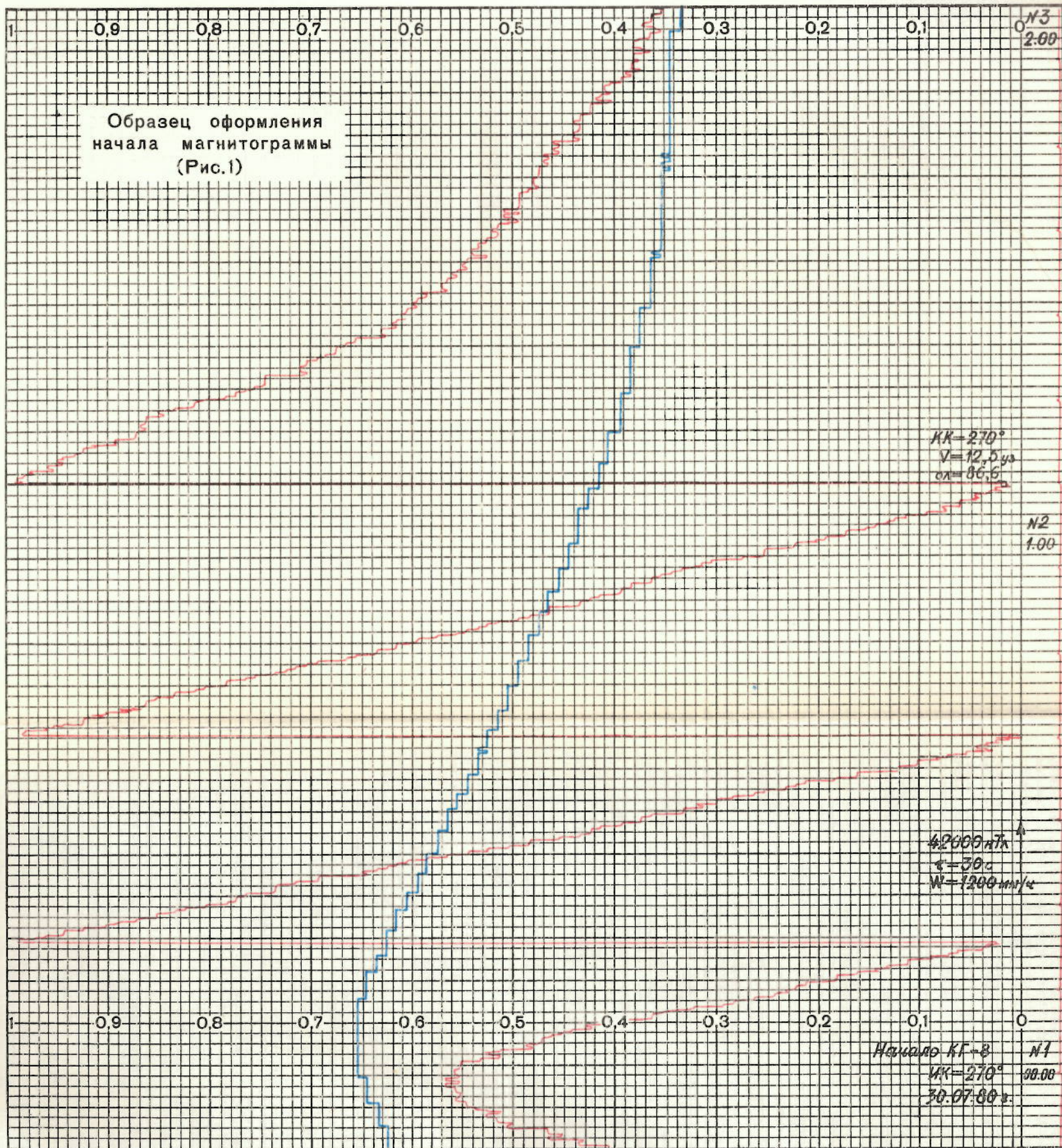
Планшет № _____

Даты производства съемки _____

Галсы № _____

Магнитограмму обработали: в 1-ю руку _____

во 2-ю руку _____



В/ч 00000, г. Ленинград, гису «Плутон»,
МБМ-1 № 645. Красное море, 10—11 октяб-
ря 1980 г., журнал № 13

Начало перфоленги № 9
Галсы № 12—13
10.10.80 г., 8 ч 10 мин, цикл 2 с



Рис. 3. Образец оформления начала перфоленги



Конец перфоленги № 9
11.10.80 г., 22 ч 15 мин
Галсы № 12—13

В/ч 00000, г. Ленинград, гису «Плутон»,
Красное море, 10—11 октября 1980 г., жур-
нал № 13.
Съемку произвели: Иванов, Петров

Рис. 4. Образец оформления конца перфоленги

ОПИСАНИЕ ФОРМАТОВ ДЛЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ МАГНИТОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ НА ТЕХНИЧЕСКИХ НОСИТЕЛЯХ И В ТАБЛИЧНОМ ВИДЕ

А. Формат для хранения морских магнитометрических данных на магнитной ленте и их обмена

1. Общие сведения

Ширина магнитной ленты (МЛ) — 12,7 мм (т. е. 0,5 дюйма). Максимальный диаметр катушки — 266,7 мм (т. е. 10,5 дюйма). Максимальная длина ленты — 750 м. Плотность записи — 32 бит/мм (т. е. 800 бит/дюйм).

Код для символов — либо ASCII (двоичный, восьмиразрядный, в котором восьмой бит служит для проверки на четность), либо EBCDIC (он же код IBM-360, он же код ДКОИ для ЕС ЭВМ, т. е. девятиразрядный код, в котором девятый бит — для проверки на нечетность). Допускаются все цифровые и все алфавитные символы, а из специальных символов — точка, запятая, звездочка, плюс, минус, равенство, обе круглые скобки и разрез (косая черта «/»). Рекомендуется пользоваться только латинскими буквами.

Магнитометрические данные одного рейса представляют собой файл и должны располагаться на одной МЛ. Если одной МЛ недостаточно, допускается запись данных одного рейса на двух или нескольких МЛ с обязательным повторением первой записи на каждой МЛ.

2. Первая запись — информация о рейсе

Для удобства обмена геофизическими данными первая запись имеет единый формат для МЛ, содержащих батиметрические, магнитные, гравиметрические и сейсмологические данные. Формат первой записи практически повторяет международный формат MGD77. Поэтому в описываемом здесь формате первой записи, применительно к каталогу только магнитометрических данных, некоторые участки и отдельные байты остаются незаполненными (пустыми или нулевыми).

Первая запись состоит из 24 участков по 80 байтов в каждом и сведена в таблицу 1.

3. Вторая запись (информация о галсе)

Каждому галсу отвечает одна запись. Она состоит из участков по 80 байтов в каждом. Первый участок содержит информацию о галсе в целом и сведен в таблицу 2.

4. Информация об одной точке, заносимая в каталог

Состав информации об одной точке на галсе, заносимой в каталог, приведен в таблице 3.

При передаче в центр сбора данных материалов прежних отечественных и зарубежных экспедиций не всегда доступна вся информация, перечисленная в таблице 3. Допускается отсутствие данных в байтах:

06—17 — дата и момент измерений, а также номер часового пояса со знаком;

35—38 — поправка за вариации ГМП.

Информация о рейсе, заносимая в каталог

Номер байта	Формат записи	Содержание
УЧАСТОК № 1		
01	11	1
02—09	8A1	Международный код съемки. Если нет — оставить пустыми
10—14	5A1	MGD77
15—22	18	Номер файла в центре сбора данных. При представлении данных в центр — не заполняется
23—26		Не заполняется
27—31	5/1	Измерявшиеся в рейсе геофизические параметры: 27 — батиметрия; 28 — магнитометрия; 29 — гравиметрия; 30 — сейсмопрофилирование; 31 — глубинное сейсмическое зондирование (ГСЗ) В каждом из этих байтов указывается один из следующих кодов: 0 — неизвестно; 1 — измерения не проводились; 3 — измерения проводились, но на данной МЛ этих результатов нет; 5 — измерения проводились и они есть на МЛ Например, если в рейсе, помимо силы тяжести, измерялись глубины и магнитное поле, то в байты 27—31 заносятся соответственно коды 5, 3, 5, 1, 1
32—37	3/2	Дата создания настоящего файла на МЛ (год, месяц, день)
38—45	8A1	Инвентарный номер (шифр), под которым материалы измерений в рейсе хранятся в организации, передавшей настоящий файл (в любой форме) в центр сбора данных
46	11	Вид, в котором материалы поступили в центр: 1 — публикация, статья; 2 — отчетный каталог в виде таблиц; 3 — данные сняты с профиля; 4 — перфоленга; 5 — перфокарты; 6 — магнитная лента; 7 — данные, снятые с карты в точках измерений; 8 — данные, снятые с карты по изолиниям; 9 — таблица осредненных аномалий
47—78	32A1	Организация, передавшая данные в центр
79, 80	12	01
УЧАСТОК № 2		
01—18	18A1	Страна — исполнитель измерений
19—39	21A1	Название корабля или иного носителя, с которого выполнялись измерения

Номер байта	Формат записи	Содержание
40	I1	Тип вышеупомянутого носителя: 0 — неизвестно; 1 — надводный корабль; 2 — подводная лодка; 3 — самолет; 4 — буй; 5 — дрейфующий лед; 6 — твердая суша; 7 — гондола; 8 — донный прибор; 9 — прочие
41—46	6A1	То же самое кратко текстом, например, <i>SHIP</i> , <i>PLANE</i> (или <i>КОРАБЛЬ</i> , <i>САМОЛЕТ</i> , <i>ДОННЫЙ</i> , <i>ПОДВОДНЫЙ</i> и т. п.)
47—78	32A1	Руководитель магнитометрических измерений, например, НАЧ. МАГН. ОТРЯДА ТУЛИН
79, 80	I2	02
УЧАСТОК № 3		
01—03	3A1	Название корабля сокращенно тремя буквами. Заполняется в центре сбора данных. Например, для «Академика Курчатова» — <i>AKU</i> , для «Дмитрия Менделеева» — <i>DME</i> , для «Витязя» — <i>VIT</i>
04	I1	Источник номера рейса: 1 — номер рейса существует официально; 2 — номер присвоен рейсу в центре сбора данных
05—07	I3	Номер рейса. Если номер существует официально, заполняется исполнителем, а если нет — заполняется в центре сбора данных
08—58	51A1	Название проекта, если рейс выполнен в рамках какого-либо проекта, например, <i>GEOSIX</i> . Здесь же рекомендуется дать краткое описание съемки, например, <i>МАРШРУТНАЯ СЪЕМКА В БИОЛОГ. РЕЙСЕ</i>
59—78	20A1	Организация-заказчик и организация, финансирующая измерения, если таковая была (отличная от организации-исполнителя), например, <i>KMAGE SEVMORGEО</i> (или русскими буквами — <i>КМАГЭ СЕВМОРГЕО</i>)
79, 80	I2	03
УЧАСТОК № 4		
01—06	3I2	Дата выхода корабля в рейс (год, месяц, день)
07—40	34A1	Порт выхода и страна
41—46	3I2	Дата прихода из рейса (год, месяц, день)
47—78	32A1	Порт прихода и страна
79, 80	I2	04
УЧАСТОК № 5		
01—40	40A1	Навигационное оборудование корабля (перечислить), например, <i>SATEL/LORAN — A/SEXTANT</i>

Номер байта	Формат записи	Содержание
41—78	38A1	Навигационное обеспечение для определения места при магнитных измерениях (перечислить, ставя на первое место то средство, которое применялось чаще, и т. д., например, 1 — <i>SATEL-LITE</i> , 2 — <i>SEXTANT</i>)
79, 80	I2	05
УЧАСТОК № 6		
01—40	40A1	Средство для измерения глубины с указанием основных технических параметров: частоты, ширины луча и т. д.
41—78	38A1	Организация, где находятся первичные материалы батиметрии с указанием их формы (<i>MICROFILM</i> или <i>ANALOG RECORDS</i> и т. п.)
79, 80	I2	06
УЧАСТОК № 7		
01—40	40A1	Средства для измерения магнитного поля с указанием количества приборов
41—78	38A1	Организация, где находятся первичные материалы магнитометрии с указанием их формы
79, 80	I2	07
УЧАСТОК № 8		
01—40	40A1	Средства для измерения силы тяжести, если таковые измерения проводились
41—78	38A1	Организация, где находятся первичные материалы гравиметрических измерений с указанием их формы
79, 80	I2	08
УЧАСТОК № 9		
01—40	40A1	Средства для сейсмопрофилирования и для ГСЗ, если таковые измерения проводились
41—78	38A1	Организация, где находятся материалы сейсмопрофилирования с указанием их формы
79, 80	I2	09
УЧАСТОК № 10		
01	A1	A
02—72	71A1	Форматы чтения на Фортране информации, содержащейся в лидере (шапке) галса. В соответствии с изложенным в разделе А, п. 3 настоящего приложения: I1, I5, I4, I1, I2, I3, I2, I4, I2, I3, I4, I2 F4.1, 2I1, 2I2, 3F3.1, F2.1, F4.3, 3I1, I1
73—78		Не заполняются
79, 80	I2	10

Номер байта	Формат записи	Содержание
УЧАСТОК № 11		
01	A1	B
02—51	50A1	Форматы чтения на Фортране информации, содержащейся в участке записи для одной точки, заносимой в каталог. В соответствии с изложенным в разделе A, п. 4 настоящего приложения: I1, I4, 3I2, F3.1, 2I3, F5.3, I4, F5.3, F4.1, 4F6.1, F5.3, I1
52—78		Не заполняются
79, 80	I2	11
УЧАСТОК № 12		
01	I1	Признак регистрации составляющих: 0 — не регистрируются; 1 — регистрируются составляющие Y, Z; 3 — регистрируются d, I
02—78		Не заполняются
79, 80	I2	12
УЧАСТОК № 13		
01—03	F3.1	Шаг выдачи значений ГМП в каталоге с точностью до 0,1 мин. Если шаг выдачи на протяжении рейса не одинаковый, то указать 999
04—15	6I2	Частота измерений инструментальная с точностью до 1 с. При непрерывной регистрации указывается 00: 04, 05 — для модуля вектора ГМП; 06, 07 — для H-компоненты; 08, 09 — для X-компоненты; 10, 11 — для Y-компоненты (или для d); 12, 13 — для Z-компоненты (или для I); 14, 15 — для градиента При отсутствии каких-либо измерений в соответствующие байты заносится 99
16—19	I4	Расстояние до буксируемого датчика от навигационной системы корабля с точностью 1 м
20—23	I4	Глубина погружения датчика магнитного поля с точностью 1 м (со знаком)
24—26	I3	В случае использования градиентометра — расстояние между датчиками с точностью 1 м
27	I1	Тип съемки: 1 — маршрутная; 2 — площадная; 3 — и площадная и маршрутная
28—33	6A1	Время, приведенное для включенных в каталог значений ГМП: GMT — гринвичское; MSK — московское; LOKAL — местное; SHIP — судовое
34, 35	I2	Количество определений девиации в рейсе. Если девиация не определялась — 99

Номер байта	Формат записи	Содержание
36	I1	Проводился ли учет вариаций и каким способом: 0 — не проводился; 1 — проводился частично; 2 — с помощью береговых МВС; 3 — с помощью морских МВС; 4 — косвенным способом; 9 — неизвестно
37, 38	I2	Количество используемых МВС: 37 — байт береговых МВС; 38 — байт морских МВС
39—78	41A1	Кратко текстом основные поправки, введенные при обработке, например, DEVIACIA, VARIACIA
79, 80	I2	13
УЧАСТОК № 14		
01—78		Не заполняются
79, 80	I2	14
УЧАСТОК № 15		
01—78		Не заполняются
79, 80	I2	15
УЧАСТОК № 16		
01—02	I2	Число десятиградусных квадратов, в которые попали значения ГМП, занесенные в каталог (в это число не включается код 9999, замыкающий перечень квадратов)
03		Не заполняется
04—78	15 (I4, IX)	Перечень квадратов. Каждый десятиградусный квадрат кодируется четырехразрядным десятичным кодом. Первая цифра кода вытекает из сочетания знаков при долготе и широте: 1 — для северной широты и восточной долготы; 3 — для южной широты и восточной долготы; 5 — для южной широты и западной долготы; 7 — для северной широты и западной долготы. Вторая цифра равна десяткам градусов в широте; третья — сотням градусов в долготе; четвертая — десяткам градусов в долготе. Например, если значению ГМП приспаны координаты 37° южной широты и 04°13' восточной долготы, то оно попадает в квадрат 3300. Значение ГМП с координатами 34° северной широты и 143,5° западной долготы — в квадрат 7314
79, 80	I2	16
УЧАСТОК № 17		
01—75	15 (I4, IX)	Продолжение перечня квадратов, если он не умещается в предыдущем участке. Перечень завершается дополнительным кодом 9999

Номер байта	Формат записи	Содержание
76—78		Не заполняются
79, 80	I2	17
		УЧАСТКИ № 18—24
01—78	78A1	Любые дополнительные данные о рейсе, которые целесообразно сообщить
79, 80	I2	Номер участка

Таблица 2

Информация о галсе, заносимая в каталог

Номер байта	Формат записи	Содержание
01	I1	2
02—06	I5	Номер галса
07—10	I4	Число значений ГМП на галсе (оно же число участков в данной записи, не считая первого)
11	I1	Способ нумерации значений ГМП: 0 — неизвестно; 1 — номера даны исполнителем; 2 — номера присвоены в центре сбора данных
12, 13	I2	Последние 2 цифры года измерения первого значения ГМП на галсе
14—16	I3	Градусы со знаком } округленная до минут Минуты } широта первого на галсе значения ГМП
17, 18	I2	
19—22	I4	Градусы со знаком } округленная до минут Минуты } долгота первого на галсе значения ГМП
23, 24	I2	
25—27	I3	Градусы со знаком } округленная до минут Минуты } широта последнего на галсе значения ГМП
28, 29	I2	
30—33	I4	Градусы со знаком } округленная до минут Минуты } долгота последнего на галсе значения ГМП
34, 35	I2	
36—39	F4.1	Скорость корабля на галсе с точностью 0,1 уз (при аэромагнитной съемке — с точностью до 1 км/ч). Если скорость в пределах галса изменялась менее чем на 1 уз, указывается средняя скорость на галсе или скорость в начале галса. Если изменения более 1 уз, указывается 9999. При съемке со льда указывается 0000
40	I1	Наличие других геофизических измерений на галсе: 4 — были гравиметрические измерения; 2 — было сейсмопрофилирование; 1 — было ГСЗ; 6 = 4 + 2 — были гравиметрические измерения и сейсмопрофилирование и т. д.

Номер байта	Формат записи	Содержание
41	I1	Способ определения поправки за девиацию: 1 — способом «звезда» или «многоугольник»; 2 — одним магнитометром способом «фиктивного датчика»; 3 — двумя магнитометрами способом «фиктивного датчика»; 9 — неизвестно
42, 43	I2	Способ наблюдений: В байте № 42 коды: 0 — неизвестно; 1 — с надводного корабля; 2 — с подводной лодки; 3 — с самолета; 4 — с буя; 5 — со льда; 6 — с неподвижного основания; 7 — в буксируемой гондоле; 8 — донными приборами; 9 — прочие В байте № 43 коды: 1 — опорные; 2 — рядовые; 3 — контрольные; 4 — опытные, исследовательские работы; 5 — наблюдения в дрейфе; 6 — наблюдения на рейде
44, 45	I2	Тип магнитометра, измерения которым проводились на данном галсе: 1 — протонные; 2 — квантовые; 3 — феррозондовые; 4 — магнитомеханические; 5 — градиентометры; 6 — прочие В байте № 44 указывается основной магнитометр, в байте № 45 — магнитометр, которым на этом галсе работали меньше. Если работы велись одним магнитометром, 45 байт не заполняется
46—48	F3.1	Величина поправки за девиацию с точностью 0,1 нТл
49—51	F3.1	Инструментальная погрешность магнитометра при измерении горизонтальных составляющих вектора ГМП (X , Y , H) или магнитного склонения (d)
52—54	F3.1	Инструментальная погрешность магнитометра при измерении вертикальной составляющей вектора ГМП (Z) или магнитного наклона (I)
55, 56	F2.1	Инструментальная погрешность магнитометра при измерении модуля вектора ГМП
57—60	F4.3	Инструментальная погрешность магнитометра при измерении градиента
61	I1	Способы определения координат на галсе: 0 — неизвестно; 1 — Декка; 2 — визуально; 3 — радиолокатором; 4 — Лоран-А; 5 — Лоран-С; 6 — «Омега»

Номер байта	Формат записи	Содержание
62	I1	7 — спутниковый навигатор; 8 — радиогеодезическая система; 9 — по звездам и солнцу Точность координат значений ГМП, характеризуемая окружностью, радиус которой R равен средней квадратической погрешности положения: 0 — неизвестна; 1 — $R \leq 20$ м; 2 — $20 \text{ м} < R \leq 50$ м; 3 — $50 \text{ м} < R \leq 100$ м; 4 — $100 \text{ м} < R \leq 200$ м; 5 — $200 \text{ м} < R \leq 500$ м; 6 — $500 \text{ м} < R \leq 1000$ м; 7 — $1000 \text{ м} < R \leq 2000$ м; 8 — $2000 \text{ м} < R \leq 5000$ м; 9 — $R > 5000$ м
63		Не заполняется
64—67	F4.1	Курс корабля на галсе
68—80		Не заполняются

Таблица 3

Информация об одной точке, заносимая в каталог

Номер байта	Формат записи	Содержание
01	I1	0
02—05	I4	Номер точки
06, 07	I2	Дата измерений — день
08, 09	I2	Дата измерений — месяц
10, 11	I2	Момент измерений — часы
12—14	F3.1	Момент измерений — минуты (с точностью до 0,1 мин)
15—17	I3	Номер часового пояса со знаком
18—20	I3	Градусы широты со знаком
21—25	F5.3	Минуты широты с точностью 0,001
26—29	I4	Градусы долготы со знаком
30—34	F5.3	Минуты долготы с точностью 0,001
35—38	F4.1	Поправка за вариации с точностью до 0,1 нТл
39—44	F6.1	Значение модуля вектора ГМП с точностью до 0,1 нТл
45—50	F6.1	Значение X -компоненты с точностью до 0,1 нТл или d с точностью до 0,1'
51—56	F6.1	Значение Y -компоненты с точностью 0,1 нТл
57—62	F6.1	Значение Z -компоненты с точностью 0,1 нТл или l с точностью 0,1'
63—68	F5.3	Значение градиента ГМП с точностью 0,001 нТл
69—79		Не заполняются
80	I1	Код, обозначающий последнюю точку на галсе: 0 — не последний пункт; 1 — последний пункт

Байты с 39 по 68 заполняются в зависимости от вида проводившихся измерений. Например, при измерении только модуля вектора ГМП байты 45—68 не заполняются (или заполняются нулями).

Допускается указывать координаты точки с меньшим числом десятичных знаков, чем указано в таблице 3, оставляя пустыми соответствующие байты или заполняя их нулями.

Отбор характерных значений ГМП для занесения в каталог производится в соответствии с требованиями п. 5.3.13. Дискретность дополнительных значений определяется в техническом задании на съемку в зависимости от решаемой задачи. Целесообразно выбирать дополнительные точки так, чтобы значение ГМП между ними можно было рассчитать методом линейной интерполяции с погрешностью не более одной трети погрешности съемки.

Б. Формат для представления на перфоленте каталога магнитометрических данных

1. Общие сведения

Для представления применяется бумажная 8-дорожечная перфолента. Рекомендуется применять 7-разрядный код ЕС ЭВМ, в котором 8-й бит является контрольным для проверки на четность. Записи отделяются друг от друга символом «конец блока».

Каталог для каждого галса представляет одну запись. Кроме нее, на перфоленте делаются две записи-маркировки (в начале и в конце ленты). Допускается размещать каталог на нескольких бобинах с обязательными записями-маркировками на каждой. От руки на каждой бобине с обоих концов должно быть четко написано: НАЧАЛО или КОНЕЦ (особенно крупно), КОРАБЛЬ, НОМЕР РЕЙСА или (если рейс не имеет официального номера) ДАТА ВЫХОДА, ГОД ИЗМЕРЕНИЙ, ГАЛСЫ ОТ — ДО на данной бобине, НОМЕР БОБИНЫ (если каталог размещен на нескольких бобинах) с указанием рядом в скобках ОБЩЕГО ЧИСЛА БОБИН каталога. Неотъемлемой частью каталога является пояснительная записка (см. раздел В).

2. Запись-маркировка

Информация, заносимая в запись-маркировку (в начале и в конце ленты), сведена в табл. 4.

3. Информация о галсе

Каждому галсу соответствует одна запись. Первый участок ее — информация о галсе, далее — по одному участку на каждую точку. Длина каждого участка — 80 байтов.

Порядок занесения информации и кодировка строк те же, что и при записи на магнитную ленту (см. раздел А, п. 3). Если какие-либо из требуемых сведений оказались недоступными в момент подготовки перфоленты, допускается оставление соответствующих байтов пустыми.

Недостающие сведения должны быть включены в пояснительную записку в виде таблицы.

4. Участок, содержащий информацию об одной точке измерения геомагнитного поля

Порядок занесения информации и ее кодирование строго те же, что и при записи на магнитную ленту (см. раздел А, п. 4).

Таблица 4

Информация, заносимая в запись-маркировку

Номер байта	Формат записи	Содержание
01	I1	1
02—11	10A1	Название корабля
12—14	I3	Номер рейса, если он официально существует; если нет — не заполняется
15—20	3I2	Дата выхода в рейс: последние две цифры год, месяц, день
21—40	20A1	Типы и номера приборов (текстуальное перечисление)
41—44	I4	Расстояние до буксируемого датчика с точностью до 1 м
45—47	I3	Расстояние между датчиками с точностью до 1 м (при использовании градиентометров)
48—53	6A1	Время, указанное в каталоге: GMT — гринвичское; MSK — московское; LOKAL — местное; SHIP — судовое
54, 55	I2	Количество определений девиации
56	I1	Проводился ли учет вариаций ГМП: 0 — не проводился; 1 — проводился частично; 2 — с помощью береговых МВС; 3 — с помощью морских МВС; 4 — косвенным способом; 9 — неизвестно
57—80		Не заполняются

В. Пояснительная записка к каталогу магнитометрических данных при представлении его на перфоленте

Пояснительная записка является неотъемлемой частью каталога, если он представляется на перфоленте. Она содержит информацию, необходимую при переносе каталога на магнитную ленту в центре сбора данных. В пояснительной записке приводятся следующие сведения:

1. Имела ли магнитная съемка в рейсе международный код и какой.
2. Проводились ли в рейсе, помимо магнитометрических измерений:
 - измерения глубин;
 - измерение гравитационного поля;
 - сейсмопрофилирование;
 - глубинное сейсмическое зондирование;
 - другие геофизические измерения.
3. Инвентарный номер (шифр), под которым материалы перечисленных измерений хранятся в организации, передающей каталог, или в другой организации.
4. Способ составления каталога (по результатам измерений, по публикациям, по данным, снятым с карт, и т. д.).
5. Полное название организации, передающей каталог, с указанием ведомства.
6. Страна, выполнившая измерения.
7. Название корабля (или иного носителя), с которого выполнены измерения.

8. Тип вышеуказанного носителя: надводный корабль, подводная лодка, самолет, буй, дрейфующий лед, буксируемая гондола, донный прибор или иной носитель.

9. Руководитель (руководители) экспедиции в целом и магнитометрических измерений в частности.

10. Имел ли рейс номер по официальной документации. Если имел, то какой.

11. Выполнялся ли рейс в рамках какого-либо проекта (международного, общесоюзного, ведомственного). Если да, то указывается название проекта. Рекомендуется кратко отметить общий характер магнитной съемки, например, «маршрутная съемка в биологическом рейсе».

12. Выступала ли какая-либо организация в роли заказчика съемки. Кто финансировал работы.

13. Дата выхода в рейс и порт выхода. Дата прихода из рейса и порт прихода.

14. Перечисляется навигационное оборудование корабля.

15. Перечисляются навигационные средства, применявшиеся для определения координат при магнитной съемке, в порядке интенсивности применения, например, «спутниковый навигатор «МАГНАВОКС», в периоды его отказов — секстан и радиолокатор».

16. Какие средства применялись для определения глубин моря. Указываются основные технические характеристики.

17. В какой организации находятся первичные материалы измерения глубины и в какой форме (микрофильмы, аналоговые записи, перфолента и т. п.).

18. Какие средства использовались при гравиметрических измерениях. В какой организации находятся материалы и в какой форме.

19. Какие средства применялись для сейсмопрофилирования и ГСЗ. В какой организации находятся материалы и в какой форме.

20. Какой интервал в минутах между двумя последовательными значениями глубин, регистрируемыми в цифровом виде. Какова инструментальная частота измерений.

21. Какая принималась скорость звука. Приводились ли измерения глубин к нулю какими-либо поправками. Если да, то какие поправки введены. Как интерполировалась глубина на моменты магнитометрических измерений (например, «использовались пятиминутные значения плюс пики и провалы»).

22. Интервал выдачи значений геомагнитного поля в каталоге. Если он постоянный — это отмечается. Если не постоянный — указывается диапазон.

23. Непрерывно или дискретно выполнялись магнитные измерения. Если дискретно, то какова инструментальная частота измерений.

24. Вид магнитной съемки (модульная, компонентная, градиентометрическая) и тип (маршрутная, площадная).

25. Расстояние до буксируемого датчика и глубина его погружения. В случае использования градиентометра — расстояние между датчиками.

26. Сведения об измерении вариаций геомагнитного поля. Сведения об определении девиации магнитометра (способ, аппаратура). Введены ли поправки.

27. Какова структура каталога. Есть ли деление по галсам, имеют ли галсы номера.

28. Время, приведенное в каталоге (гринвичское, московское и т. д.).

29. Указать число десятиградусных квадратов, в которые попали значения геомагнитного поля, занесенные в каталог, кодируя их четырехразрядным десятичным кодом (способ кодирования описан в разделе А, табл. 1, участок № 16).

30. Если какие-либо сведения о рейсе, помимо перечисленных выше, представляются важными, то они сообщаются дополнительно.

Г. Формат для представления в табличном виде каталога магнитометрических данных

Представляемый в табличном виде каталог магнитометрических данных состоит из трех частей: пояснительной записки (см. раздел В), перечня галсов и информации о точках, заносимых в каталог. Перечень галсов и информация о точках, заносимых в каталог, должны быть четко напечатаны или написаны от руки на специальных бланках. Форма бланка для занесения информации о точках приведена в табл. 5, а форма бланка перечня галсов — в табл. 6.

Таблица 5

Каталог магнитометрических данных

(судно . . . , рейс № . . .) Галс № . . . , курс судна . . . , $V = \dots$

Дата измерений	Номер часового пояса	Номер точки	Время измерений	Координаты точки		Поправки за вариацию	Значение T , нГл	Значение X , нГл значение d , угл. мин	Значение Y , нГл значение H , нГл	Значение Z , нГл значение I , угл. мин	Значение ΔT , нГл
				φ	λ						

Перечень галсов (судно ..., рейс № ...)

Номер галса	Число значений ГМП на галсе	Год съемки	Курс судна	Скорость судна, уз	Координаты				Магнитометр					Определение места		Способ определения девиации	Поправка за девиацию
					первой точки на галсе	последней точки на галсе	φ	λ	при измерениях X, Y, H	при измерениях Z	при измерениях T	при измерениях ΔT	способ	точность			
					φ	λ											

ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ МВС

Для вычисления поправок за вариации магнитограммы МВС, фиксирующие изменения измеряемых элементов ГМП, требуют специальной обработки. Для упрощения процесса ручной обработки магнитограмм МВС и вычисления поправок за вариации целесообразно использовать специальные палетки, изготовленные на прозрачной бумаге или целлулоиде.

1. Палетка для снятия среднечасовых значений вариаций

Палетка для снятия среднечасовых ординат (рис. 1) представляет собой две вертикальные линии, разнесенные на расстояние, равное протяжке магнитограммы МВС за 1 ч, и имеющие миллиметровую шкалу с началом отсчета от произвольной горизонтальной линии.

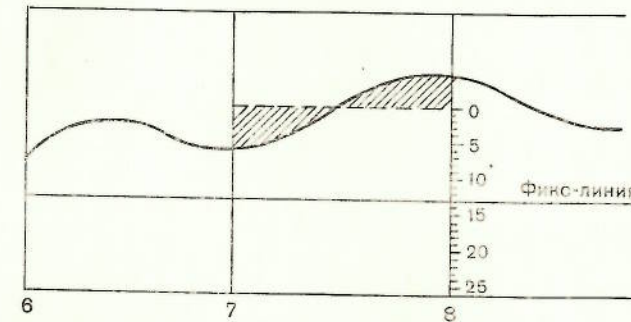


Рис. 1. Палетка для определения среднечасовых значений вариаций

Наложив палетку на магнитограмму МВС так, чтобы вертикальные линии совпадали с часовыми отметками на магнитограмме, перемещают палетку вверх или вниз так, чтобы горизонтальная линия отсчета одинаковые площади, ограниченные кривой записи вариаций, вертикальными часовыми линиями и горизонтальной линией. Ордината точки пересечения кривой записи вариаций с горизонтальной линией является среднечасовым значением вариаций в масштабе чувствительности вариометра МВС (нТл/дел.).

2. Палетки для вычисления величины модуля вектора вариаций ГМП при измерении его составляющих

При работе с магнитовариационными станциями, фиксирующими δZ и δH , вычисление δT необходимо производить по формуле

$$\delta T = \delta Z \sin I_0 + \delta H \cos I_0, \tag{1}$$

где δZ , δH и δT — вариации Z , H и T соответственно, нТл;
 I_0 — угол магнитного наклона для места, где расположена станция.

Расчеты по формуле (1) выполняются лишь тогда, когда

$$\delta H > \frac{0,5\epsilon}{\cos I_0}, \tag{2}$$

где ϵ — цена одного деления ординаты отчетного графика, нТл/мм.

На участках магнитограмм, где $\delta H < \frac{0,5\varepsilon}{\cos I_0}$,
 ординаты δZ принимают равными δT . (3)

Для упрощения вычисления δT по δH и δZ целесообразно использовать палетки.

Удобна палетка в виде системы прямоугольных декартовых координат с дополнительной осью δT (рис. 2), построенной под углом I_0 к оси абсцисс. Оси градуируют в масштабе 10 нТл/см. Для вычисления δT по соответствующим осям откладывают величины δZ и δH и находят некоторую вспомогательную точку с координатами δZ и δH . Расстояние от нуля системы координат до проекции точки на ось δT в выбранном масштабе дает искомую величину δT в нанотеслах.

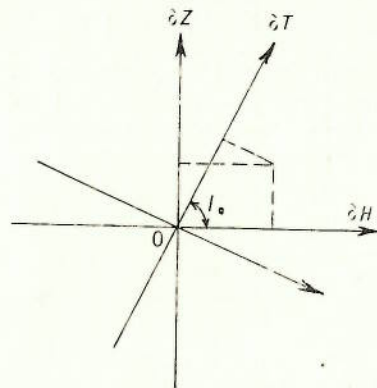


Рис. 2. Палетка для вычислений δT по δH и δZ

Можно также применять палетку в виде двух совмещенных функциональных шкал (рис. 3).

Палетка представляет собой две перпендикулярные прямые. Горизонтальная прямая принимается за нулевую линию и совмещается с нулевой линией магнитограммы МВС. На вертикальную линию слева и справа наносят деления через 10 нТл; с одной стороны строится шкала произведения $\delta Z \varepsilon_Z \sin I_0$, с другой — $\delta H \varepsilon_H \cos I_0$, где δZ , δH — ординаты с- магнитограмм δZ и δH , выраженные в мм; ε_Z и ε_H — цены деления записи δZ и δH соответственно; I_0 — магнитное наклонение.

Очевидно, что масштаб одной шкалы будет $\varepsilon_Z \sin I_0$ нТл/мм, другой $\varepsilon_H \cos I_0$ нТл/мм.

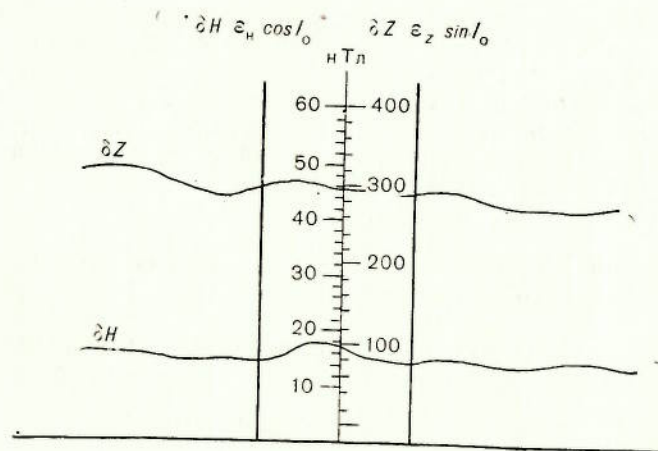


Рис. 3. Палетка для вычислений δT по δH и δZ

Построив обе шкалы, прикладывают палетку к магнитограмме в точке, для которой нужно подсчитать δT . Пересечения кривой δZ со шкалой $\delta Z_{\text{мм}} \varepsilon_Z \sin I_0$ и кривой δH со шкалой $\delta H_{\text{мм}} \varepsilon_H \cos I_0$ дают две цифры, сумма которых равна δT

$$\delta Z_{\text{мм}} \varepsilon_Z \sin I_0 + \delta H_{\text{мм}} \varepsilon_H \cos I_0 = \delta T. \quad (4)$$

При работе с группой вариационных станций необходимо по каждой станции иметь графики вариаций, построенные в едином масштабе. По всем записям каждой МВС нужно проверить отсутствие дрейфа и скачков нуля и, если нужно, внести соответствующие исправления в нулевые линии; после этого нулевые линии МВС увязывают (приводят к единому уровню). Для увязки нулевых линий МВС на магнитограммах или графиках вариаций всех МВС выбирают участки наиболее спокойного поля. В соответствии со средним уровнем наиболее спокойного поля проводят новые нулевые линии, параллельные прежним линиям. Абсолютный уровень нулевых линий разных станций не будет при этом одинаков из-за различий магнитного поля в пунктах расположения станций. Правильность выбора новых нулевых линий проверяют вычислением средних месячных ординат. Они должны быть близки к нулю. Окончательную проверку графиков вариаций делают с помощью контрольных приборов, которые сами должны быть сверены и увязаны друг с другом. По контрольным наблюдениям выясняют разность нулевых уровней всех станций между собой. Эта разность должна быть постоянной в течение всего периода наблюдений. Формулы для вычисления поправок за вариации по двум и трем станциям приведены в п. 5.4.11.

Для расчетов поправок может быть использован следующий графический способ: строится треугольник АБВ в масштабе 1 : 2 500 000 или крупнее, где А, Б, В — точки установки станций (рис. 4). Исходя из величины вариаций в точках А, Б, В в момент t графическим путем, используя метод линейной интерполяции, определяют поправку за вариации для заданной точки. Пользуясь расчетами по формулам или палеточными данными, строят сводные графики δ_k для каждого маршрута.

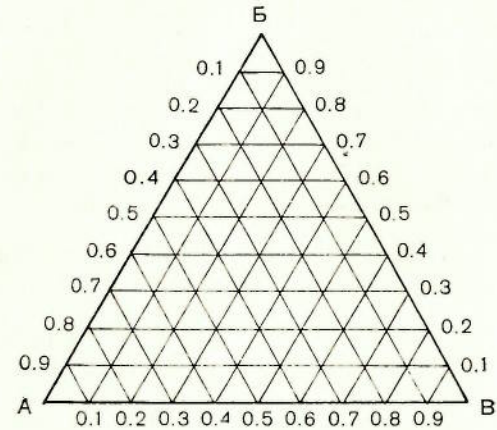


Рис. 4. Палетка для графической интерполяции поправок по трем МВС

**ОЦЕНКА ВЕЛИЧИНЫ СРЕДНЕЙ КВАДРАТИЧЕСКОЙ ПОГРЕШНОСТИ
ИНТЕРПОЛЯЦИИ ВДОЛЬ ГАЛСОВ**

Исходные данные. Имеется равномерный ряд из n измеренных вдоль галса значений ГМП $T_i^{\text{изм}}$ ($i = 1, 2, 3, \dots, n$), снятых с магнитограмм или других носителей информации с шагом r .

Требуется. Оценить величину средней квадратической погрешности линейной интерполяции значений ГМП вдоль галса ($m_{\text{инт}}$) для интервала интерполяции r_j , где j — целая часть отношения $r_j/2r$, $j=1$, если $r_j = \bar{L}_r$, $r = \bar{L}_r/2$ (\bar{L}_r — среднее междугалсовое расстояние).

Методика решения.

1. Путем линейной интерполяции между значениями $T_i^{\text{изм}}$ рассчитывают значения $T_i^{\text{инт}}$ для $i = j+1, j+2, \dots, n-j$ по формуле

$$T_i^{\text{инт}} = \frac{T_{i-j}^{\text{изм}} + T_{i+j}^{\text{изм}}}{2}. \quad (1)$$

Например, для случая $j=1$ расчет $T_i^{\text{инт}}$ производят для $i = 2, 3, 4, 5, 6, \dots, n-1$ по формуле

$$T_i^{\text{инт}} = \frac{T_{i-1}^{\text{изм}} + T_{i+1}^{\text{изм}}}{2}. \quad (2)$$

2. Для каждого $i = j+1, j+2, \dots, n-j$ рассчитывают разности Δ_i между $T_i^{\text{изм}}$ и $T_i^{\text{инт}}$ по формуле

$$\Delta_i = T_i^{\text{изм}} - T_i^{\text{инт}}. \quad (3)$$

3. Оценивают величину СКП линейной интерполяции по формуле

$$m_{\text{инт}}(r_j) = \sqrt{\frac{\sum_{i=j+1}^{n-j} \Delta_i^2}{n-2j}}. \quad (4)$$

Например, для случая $j=1$, т. е. когда $r_1=2r$, оценку производят по формуле

$$m_{\text{инт}}(r_1) = \sqrt{\frac{\sum_{i=2}^{n-1} \Delta_i^2}{n-2}}. \quad (5)$$

**2. СВЕДЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ
МАГНИТНОЙ СЪЕМКИ С СУДНА**

**ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ
МАГНИТНОЙ СЪЕМКИ С СУДНА**

1. Сотрудники магнитной партии обязаны соблюдать все требования командования судна, корабельного устава, инструкций и настоящих правил.

2. Контроль за соблюдением техники безопасности возлагается на командира геофизической партии.

3. Магнитные измерения должны производиться в строгом соответствии с техническими инструкциями и наставлениями по эксплуатации приборов и оборудования.

4. Запрещается:

— находиться вблизи или на линии стравливаемого или выбираемого троса, кабель-буксира, у шпиль и брашпиль во время отдачи и подъема якорей;

— загромождать предметами палубу и проходы;

— производить различные переделки в бортовой электросети, подключаться к ней и устанавливать в помещениях судна электроприборы без разрешения командира электромеханической части (механика);

— протягивать электропровода переносных ламп по металлическим палубам, трапам и через двери.

5. Перед исследованиями, связанными с забортными работами, перед началом спуска (подъема) гондолы необходимо получить разрешение на производство работ у вахтенного офицера (штурмана).

6. У рабочих мест, с которых проводятся забортные работы, должны находиться спасательные круги с линем.

7. Работы на верхней палубе в темное время суток, независимо от погоды, производятся в спасательных жилетах. В остальное время жилеты надеваются по команде вахтенного офицера (штурмана).

8. В штормовую погоду двигаться по палубе следует придерживаясь за штормовые леера. Двери на палубе закрывать за собой на все задрайки.

9. Запрещается:

— стоять под грузовой стрелой (грузом) при спуске (подъеме) гондолы и других погрузочно-разгрузочных работах;

— производить работы с откидной площадки, если она не оборудована леерным ограждением;

— сотрудникам, не выполняющим работу, находиться в штормовую погоду на верхней палубе.

10. При пуске лебедки рычаг контроллера необходимо вводить плавно, с постепенным увеличением (уменьшением) скорости вращения барабана лебедки.

11. При обнаружении неисправности лебедки она останавливается, о чем немедленно докладывается специалистам электромеханической части.

12. Устранение неисправности лебедки производится только после постановки ее на стопор и отключения электропитания моторов.

13. При подъеме приборов с помощью лебедки один из сотрудников должен предупреждать лебедчика словами или знаками: «показался», «вышел» и «стоп», не допускать ударов приборов о борт судна или сплетения кабель-буксира с кабелем (тросом) соседних лебедок.

14. В случае переплетения кабель-буксира с кабелем (тросом) другой лебедки подъем прибора прекращается и принимаются меры к устранению сплетения.

15. На время перерыва в работе лебедки рычаги управления ставятся на «стоп», пусковое устройство выключается, лебедка стопорится и закрывается чехлом.

16. Запрещается:

— работать на лебедке лицам, не сдавшим зачета по самостоятельному ее обслуживанию;

— отходить от контроллера во время работы лебедки на любых скоростях;

— оставлять без присмотра лебедку с включенным питанием;

— работающему на лебедке отвлекаться и разговаривать;

— вытравливать (выбирать) кабель-буксир (трос) при рассогласовании работы тросоукладчика и барабана лебедки.

17. Перед проведением спуско-подъемных работ необходимо убедиться в полной обесточенности магнитометра и расстыковке бортового и бортового кабелей на лебедке.

18. При стравливании кабель-буксира из бухты нужно стоять сзади бухты и стравливать кабель-буксир от себя.

19. Все работы с кабель-буксиром производить только в рукавицах.

20. Запрещается:

— производить спуск (подъем) гондолы через клюз или утку;

— производить нагрузку на кабель-буксир (трос) сверх установленного запаса прочности;

— при вытравливании (выборке) кабель-буксира (троса) находиться около линии его движения и направлять его руками;

— стоять внутри бухты и спереди нее при стравливании кабель-буксира (троса);

— при наличии на выбираемом кабель-буксире (тросе) узлов или петель прикасаться к ним или развязывать их руками до полной выборки кабель-буксира (троса).

21. В лаборатории должны находиться только те сотрудники, которые участвуют в данных работах.

22. Кислоты и щелочи, необходимые для работы, держать в лабораториях в небольших количествах в плотно закрытой и закрепленной посуде, чтобы при качке жидкости не могли разлиться.

23. Рабочие жидкости протонных магнитометров, как правило, являются легковоспламеняющимися, поэтому при заливке и сливе их необходимо соблюдать правила пожарной безопасности при работе с легковоспламеняющимися жидкостями. Заполнение корпуса рабочей жидкостью или ее слив необходимо производить в специально отведенном месте, защищенном от пыли, с соблюдением правил пожарной безопасности.

Курение и применение открытого огня на рабочем месте при разборке и сборке корпуса, заливке и сливе рабочей жидкости **ЗАПРЕЩАЕТСЯ.**

24. Электропровода приборов и переносных ламп не должны иметь повреждений изоляции.

25. В лабораторных помещениях должны соблюдаться общие правила пожарной безопасности.

26. Работая с электронной аппаратурой и приборами, находящимися под током высокого напряжения, сотрудники должны соблюдать правила техники безопасности.

27. Каждый сотрудник перед сдачей вахты или уходом из лаборатории обязан привести в порядок свое рабочее место. Сотрудник, уходящий последним из лаборатории, должен убедиться, что водопроводные краны закрыты, электроприборы и свет выключены, оборудование закреплено по-походному, иллюминаторы задраены.

28. Запрещается:

— находиться в лабораториях посторонним лицам;

— включать какие-либо агрегаты, приборы и другое оборудование лицам, не имеющим к ним непосредственного отношения;

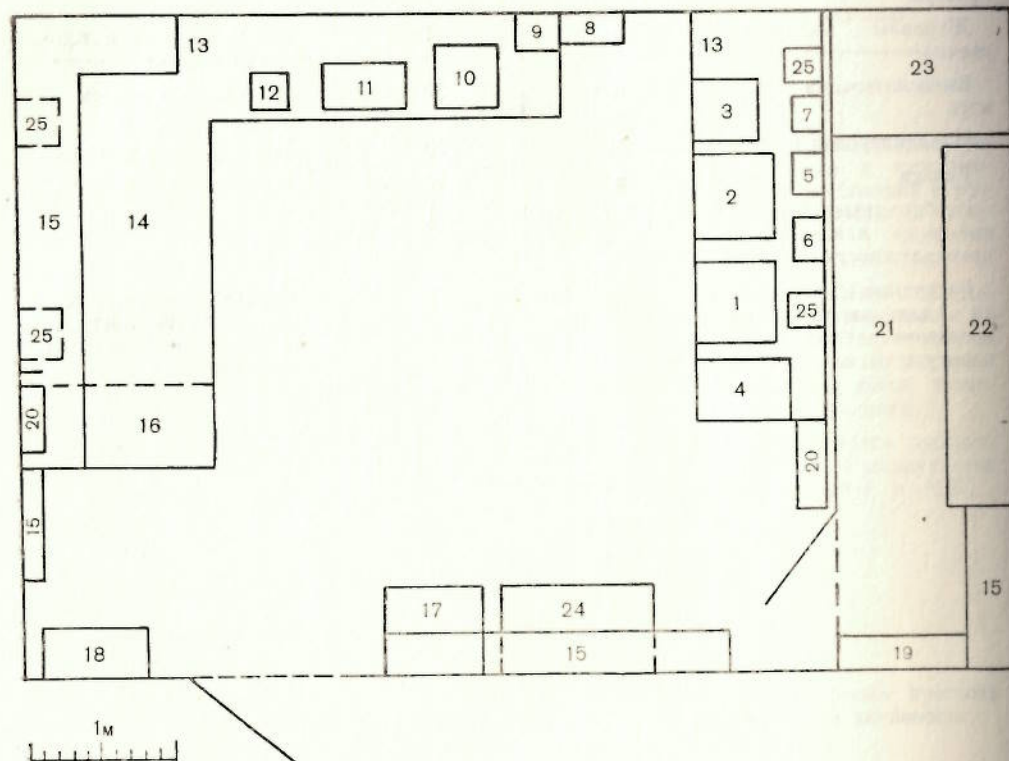
— хранить пищевые продукты, а также имущество и оборудование, не относящиеся к работам, производимым в данной лаборатории.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ИНСТРУМЕНТОВ, ОБОРУДОВАНИЯ
И РАСХОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ РАБОТЫ
МАГНИТОМЕТРИЧЕСКОЙ ПАРТИИ

Наименование	Единица измерения	Количество	Примечание
Приборы			
Судовой буксирный магнитометр с ЗИП	К-т	По 2 на каждое судно	Тип и количество определяется в зависимости от требований к точности съемки и измеряемых элементов ГМП
Магнитная вариационная станция с ЗИП	»	По 1 на каждый вариационный пункт	Тип МВС определяется в зависимости от измеряемых элементов ГМП. Количество пунктов определяется техническим заданием
Контрольно-измерительная аппаратура: — частотомер электронно-счетный	»	1	Определяется инструкцией по эксплуатации магнитометра и МВС
— осциллограф универсальный	»	1	
— генератор НЧ сигналов	»	1	
— прибор комбинированный типа Ц-4315	»	1	
— мегаомметр Е6-13	»	1	
— радиоприемник	»	1	
— ЭКВМ	»	1	Для приема прогноза магнитной активности
Инструменты			
Паяльник электрический	Шт.	2	
Набор слесарного инструмента	К-т	1	
Набор радиомонтажного инструмента	»	1	
Имущество			
Универсальный клей	Флакон	2	
Провод монтажный разный	М	50	
Канистра	Шт.	2	
Пособия и принадлежности			
Инструкция по морской магнитной съемке	Шт.	1	
Инструкция по эксплуатации используемого магнитометра	»	1	На каждый прибор

Наименование	Единица измерения	Количество	Примечание
Техническое описание прибора	Шт.	1	На каждый прибор
Журналы магнитной съемки	»	1	На месяц для каждого вида съемки
Вычислительная бумага	Лист	30	На 3 месяца работы
Миллиметровая бумага	М	10	На 3 месяца работы
Калька	»	10	На 3 месяца работы
Необходимые чертежные и канцелярские принадлежности	К-т	1	
Расходные материалы для эксплуатации магнитометрической аппаратуры			Состав и нормы расхода согласно инструкции по эксплуатации аппаратуры

ПРИМЕРНАЯ СХЕМА РАЗМЕЩЕНИЯ ПРИБОРОВ И ОБОРУДОВАНИЯ
В СУДОВОЙ МАГНИТОМЕТРИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ



1 — стойка магнитометра; 2 — регистрирующий прибор; 3 — перфоратор; 4 — осциллограф; 5 — морские часы; 6 — репитер гирокомпы; 7 — переговорное устройство или телефон; 8 — курсограф; 9 — репитер лага со счетчиком пройденного расстояния; 10 — радиоприемник; 11 — пишущая машинка; 12 — портативная ЭВМ; 13 — лабораторный стол; 14 — стол для обработки результатов измерений (являющийся одновременно копировальным); 15 — полки для книг и полевых материалов; 16 — сейф (в тумбе стола); 17 — холодильник; 18 — умывальник; 19 — вешалка; 20 — соединительные коробки; 21 — помещение для хранения ЗИП, контрольно-измерительной аппаратуры и принадлежностей; 22 — стеллажи; 23 — шкаф; 24 — стол для ремонта аппаратуры; 25 — вентилятор

ПАМЯТКИ ВАХТЕННОМУ ОФИЦЕРУ И ВАХТЕННОМУ ГИДРОГРАФУ
ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МАГНИТНОЙ СЪЕМКИ С СУДНА

Памятка вахтенному офицеру при производстве
магнитной съемки с судна

1. При производстве магнитной съемки с судна за кормой судна буксируется гондола магнитометра на кабеле длиной 200—300 м.
2. Спуск и подъем гондолы магнитометра производится вахтенным магнитологом только по разрешению вахтенного офицера, который ответственен за безопасность всех работ, производимых на судне.
3. Для проведения спуска и подъема гондолы в помощь вахтенному магнитологу вахтенный офицер выделяет необходимый состав команды.
4. Спуск и подъем гондолы магнитометра допускается только на МАЛОМ ХОДУ СУДНА.
5. О предстоящем спуске и подъеме гондолы вахтенный офицер докладывает командиру судна.
6. О выпуске гондолы вахтенный офицер докладывает командиру судна, делает запись в судовом журнале и вывешивает на рукоятках машинного телеграфа табличку «ГОНДОЛА ЗА БОРТОМ». Одновременно поднимается сигнал «ПРОВЕДЕНИЕ СУДНОМ ГИДРОГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ».
7. При буксировке гондолы **ЗАПРЕЩАЕТСЯ** давать задний ход машинам и работа машинами «в раздрай» во избежание порчи кабеля и гондолы и исключения несчастных случаев с личным составом.
8. После подъема гондолы и доклада вахтенного магнитолога вахтенный офицер докладывает командиру судна, снимает с ручек машинного телеграфа табличку «ГОНДОЛА ЗА БОРТОМ» и делает запись в вахтенном журнале.
9. При производстве магнитной съемки размагничивающее устройство должно быть **ВЫКЛЮЧЕНО**.
10. Не включать лебедку (шпиль) без разрешения вахтенного магнитолога.

Памятка вахтенному гидрографу

Все записи о маневрах судна в журнале океанского (морского промера) и в журналах магнитной съемки должны быть идентичны.

Для этого вахтенный гидрограф обязан при всех маневрах судна сообщать следующие данные:

— номер галса, время его начала и конца, отсчет лага, курс и скорость судна, а также о всех изменениях указанных характеристик.

Пример. 12 ч 45 мин, $ол=56,7$. Конец Г-12.

12 ч 46 мин, $ол=60,1$. Начало Г-13, курс 234, скорость 15,0 уз;

— о начале поворота или нового галса предупреждать не позднее, чем за 1—2 мин;

— время, отсчет лага при определении места судна и переходе с планшет на планшет.

Пример. 00 ч 32 мин, $ол=30,2$. Определение места судна по АДК и РЛС «Дон».

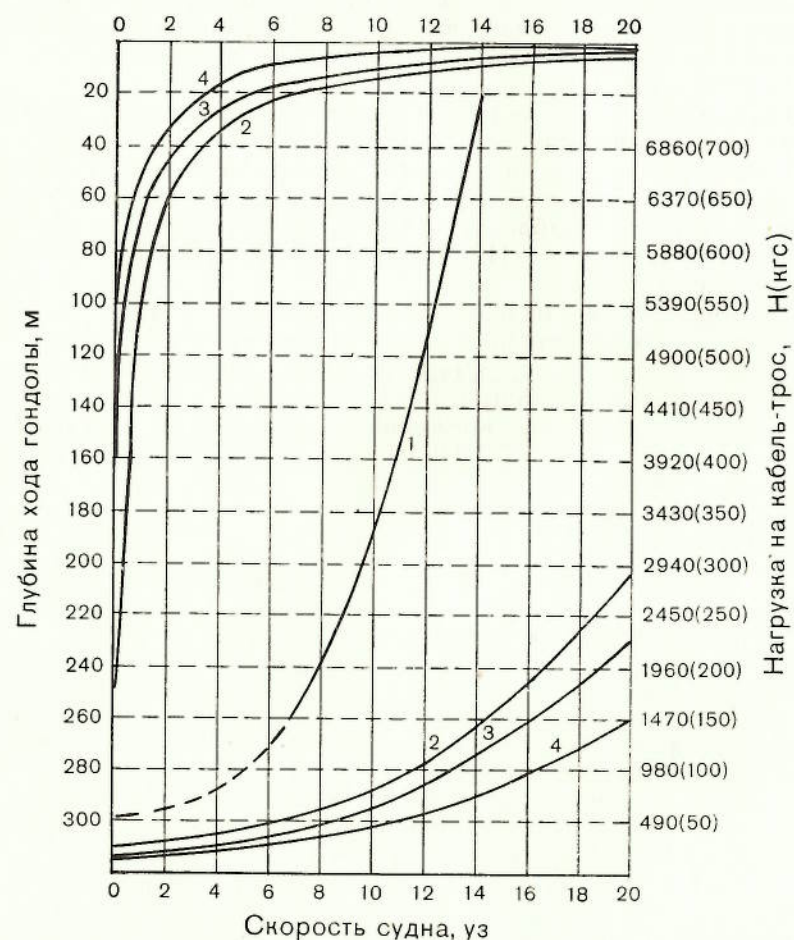
01 ч 05 мин, $ол=32,5$. Перешли на планшет 250-78-60;

— в конце каждого галса и при всех определениях места сообщать координаты судна;

— время, отсчет лага, глубины при прохождении судна над экстремальными глубинами.

**НОМОГРАММА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ БУКСИРОВКИ
МАГНИТОМЕТРОВ**

Номограмма состоит из двух частей, разделенных кривой 1:
 — верхняя часть (кривые 2, 3 и 4) для определения глубины хода гондолы в зависимости от скорости судна;
 — нижняя часть (кривые 2, 3 и 4) для определения нагрузки на кабель-трос в зависимости от скорости судна;
 — кривая 1 одновременно служит для решения обеих задач.



1 — компонентный магнитометр КМ-3 (длина гондолы 2000 мм, диаметр 400 мм, вес 70 кг, длина кабель-троса 250 м); 2 — магнитометр МБМ-1 (длина гондолы 500 мм, диаметр 190 мм, вес 23 кг, длина кабель-троса 275 м); 3 — магнитометр МБМ-1 (длина гондолы 500 мм, диаметр 190 мм, вес 23 кг, длина кабель-троса 200 м); 4 — магнитометр МБМ-1 (длина гондолы 500 мм, диаметр 190 мм, вес 23 кг, длина кабель-троса 100 м)

Пример. Для магнитометра МБМ-1 с длиной кабель-троса 200 м (кривая 3) при скорости судна 10 уз глубина хода гондолы составит 15 м, а нагрузка на кабель-трос составит 735 Н (60 кгс).

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАГНИТНОГО СКЛОНЕНИЯ В МОРЕ НА СУДАХ

Для определения магнитного склонения в море с помощью магнитного компаса необходимо вычислить общую поправку данного компаса и зная из прежних наблюдений коэффициент A постоянной девиации. Общая поправка магнитного компаса может быть определена путем пеленгования небесных светил или же, при отсутствии видимости светил, сравнением показаний магнитного и гирокопического компасов. Общая поправка магнитного компаса ΔMK_i для данного компасного курса представляет собой алгебраическую сумму магнитного склонения и девиации на данном магнитном курсе, взятую с обратным знаком, т. е.

$$\Delta MK_i = - (d + \delta_i), \quad (1)$$

где d — искомое магнитное склонение в точке определения;
 δ_i — девиация магнитного компаса на данном курсе.

По общим поправкам на восьми равноотстоящих курсах величина магнитного склонения d рассчитывается по формуле

$$d = - \frac{\sum_{i=1}^8 \Delta MK_i}{8} - A, \quad (2)$$

где A — коэффициент постоянной девиации компаса, вычисленный после проведения девиационных работ перед выходом из базы.

Выполнение работ перед выходом в море

1. Проверить исправность оптических пеленгаторов магнитного и гирокопического компасов.
2. Определить постоянную поправку гирокомпаса путем пеленгования береговых створов (истинное направление которых известно) или небесных светил.
3. По береговым створам, магнитное направление которых известно, определить девиацию на восьми равноотстоящих курсах и по результатам наблюдений вычислить коэффициенты девиации, в частности коэффициент A , входящий в формулу (2). Рассчитать таблицу девиации.

Выполнение работ в море

А. При условии видимости небесных светил

1. На восьми компасных курсах определить общую поправку магнитного компаса по пеленгам на небесные светила. На каждом курсе взять 10—20 пеленгов (прямых и обратных) и записать дату, время наблюдений и счислимые координаты места.
2. Для каждого курса вычислить общую среднюю поправку магнитного компаса

$$\Delta MK_{cp} = ИП_{cp} - КП_{cp}. \quad (3)$$

Истинный пеленг ($ИП$) светила рассчитывается по известным в астрономии формулам или же выбирается из таблиц азимутов светил. Результаты измерений и расчетов сводятся в таблицу (см. табл. 1).

Таблица 1

Пример вычисления поправок магнитного компаса по пеленгам небесных светил

№ п.п.	КМК, румб	t, ч мин с	КП, градус	ИП, градус	ΔМК _{ср} , градус	Наблюдаемое светило
1	N	6 03 00	268,5	271,0		Капелла
		03 20	269,5	271,8		
		03 40	269,5	271,5		
		04 00	268,5	271,3		
		04 20	268,8	271,2		
		04 40	269,6	271,4		
		05 00	268,4	271,6		
		05 20	268,5	271,3		
		05 40	268,7	271,4		
		06 00	269,0	271,5		
2	NE	Средн.	269,0	271,4	+2,4	»
		6 10 00	268,5	272,1		
		10 20	268,5	272,0		
		10 40	268,0	272,3		
		11 00	267,0	271,8		
		11 20	267,8	272,1		
		11 40	268,2	271,9		
		12 00	268,4	271,7		
		12 20	268,1	272,0		
		12 40	267,9	272,1		
3	E	Средн.	268,0	272,0	+4,0	»
		6 15 00	268,5	272,1		
		15 20	268,2	272,0		
		15 40	268,6	271,9		
		16 00	267,8	271,5		
		16 20	267,9	272,0		
		16 40	267,5	271,8		
		17 00	268,0	272,2		
		17 20	267,8	271,7		
		17 40	267,8	272,0		
4	SE	Средн.	268,0	271,9	+3,9	»
		6 20 00	268,5	271,4		
		20 20	268,8	272,0		
		20 40	269,0	271,3		
		21 00	268,2	271,5		
		21 20	267,8	271,8		
		21 40	268,5	272,1		
		22 00	268,2	271,9		
		22 20	268,1	271,8		
		22 40	267,8	272,0		
Средн.	267,7	272,1				
Средн.	268,3	271,8	+3,6			

Продолжение табл. 1

№ п.п.	КМК, румб	t, ч мин с	КП, градус	ИП, градус	ΔМК _{ср} , градус	Наблюдаемое светило
5	S	6 25 00	270,5	274,0		Капелла
		25 20	270,8	274,2		
		25 40	271,3	273,9		
		26 00	272,0	274,0		
		26 20	271,0	274,5		
		26 40	271,9	274,1		
		27 00	271,2	273,8		
		27 20	271,5	273,8		
		27 40	272,0	274,1		
		28 00	271,8	274,2		
6	SW	Средн.	271,4	274,1	+2,7	»
		6 30 00	272,5	274,5		
		30 20	272,8	274,2		
		30 40	272,6	274,8		
		31 00	272,3	274,9		
		31 20	273,0	274,2		
		31 40	273,1	274,7		
		32 00	272,4	274,6		
		32 20	272,5	274,8		
		32 40	272,1	274,5		
7	W	Средн.	272,6	274,5	+2,0	»
		6 35 00	274,0	278,0		
		35 20	273,9	278,2		
		35 40	273,8	278,1		
		36 00	274,0	277,9		
		36 20	274,2	277,8		
		36 40	274,1	278,0		
		37 00	274,3	278,4		
		37 20	273,8	277,8		
		37 40	273,9	277,9		
8	NW	Средн.	274,0	278,0	+4,0	»
		6 40 00	274,5	279,1		
		40 20	274,6	278,9		
		40 40	274,8	278,8		
		41 00	275,0	279,2		
		41 20	274,9	279,3		
		41 40	275,4	279,0		
		42 00	275,6	279,5		
		42 20	276,0	279,4		
		42 40	276,2	279,2		
43 00	276,3	279,6				
Средн.	275,3	279,2	+3,9			

$$\sum_{i=1}^8 \Delta MK_{ср} = 26,5^\circ; \Delta MK_{ср} = +3,3^\circ$$

3. Вычислить магнитное склонение по формуле (2).
 Примечание. Перед пеленгованием светила необходимо выдерживать судно на каждом курсе не менее 5 мин и при наблюдениях отсчитывать пеленги с максимальной возможной точностью.

Б. При отсутствии видимости небесных светил

1. Определить общую поправку магнитного компаса на восьми равноотстоящих курсах путем сличения его показаний с показаниями гирокопического компаса. Общая поправка магнитного компаса ΔMK_i для каждого курса в этом случае вычисляется по формуле

$$\Delta MK_i = R_i + \Delta GK, \quad (4)$$

где $R_i = K_{ГК} - K_{МК}$ — сличение;

$K_{ГК}$ — курс по гирокомпасу;

$K_{МК}$ — курс по магнитному компасу;

ΔGK — поправка гирокомпаса.

2. Вычислить магнитное склонение по формуле (2).

Порядок выполнения работ

1. Лечь по главному магнитному компасу последовательно на восемь равноотстоящих курсов. На каждом курсе произвести серию 3—5 сличений показаний магнитного компаса и гирокомпаса и определить сличение R_i по формуле

$$R_i = K_{ГК_{ср}} - K_{МК_{ср}}. \quad (5)$$

2. Рассчитать для восьми курсов сличения общую поправку магнитного компаса ΔMK_i по формуле (4).

Величина поправки гирокомпаса ΔGK принимается равной той, которая была получена при последнем определении.

3. Для контроля изменения поправки гирокомпаса за время наблюдений в обязательном порядке повторяется сличение компасов на начальном курсе. Таким образом, если общая поправка определяется на восьми курсах, то сличение производится девять раз.

Результаты измерений и расчетов сводятся в таблицу (см. табл. 2).

4. Рассчитать величину магнитного склонения d по формуле (2).

Примечания: 1. Перед сличением необходимо выдерживать судно на каждом курсе не менее 5 мин. Отсчеты курсов по магнитному компасу производить с точностью 0,25°.

2. Скорость хода судна при выполнении работ по сличению не должна превышать 6 уз, а повороты должны осуществляться на возможно большей циркуляции.

3. Поправку гирокомпаса при первой возможности определять по пеленгам на небесные светила.

Таблица 2

Таблица вычисления поправок магнитного компаса по сличению с гирокомпасом

№ п.п.	$K_{МК}$, румб	$K_{ГК}^*$, градус	ΔGK^{**} , градус	$K_{ГК}$, градус	$K_{МК}$, градус	R , градус	ΔGK , градус	ΔMK , градус
1	N	6,0	0,0	6,0	0,0	+6,0	0,2	+6,2
2	NE	53,5	-0,2	53,3	46,0	+7,3	0,2	+7,5
3	E	97,4	-0,5	96,6	90,5	+6,4	0,2	+6,6
4	SE	142,0	-0,8	141,2	134,5	+6,7	0,2	+6,9
5	S	186,0	-1,0	185,0	181,0	+4,0	0,2	+4,2
6	SW	232,2	-1,2	231,0	226,0	+5,0	0,2	+5,2
7	W	278,0	-1,5	276,5	272,0	+4,5	0,2	+4,7
8	NW	325,6	-1,8	323,8	325,8	+8,0	0,2	+8,2

$$\sum_{i=1}^8 \Delta MK_i = 49,5^\circ; \Delta MK_{ср} = +6,2^\circ$$

* Отсчет по гирокомпасу.

** Величина изменения поправки гирокомпаса на данный курс.

ФОРМА ЖУРНАЛА МАГНИТНОЙ СЪЕМКИ

Титульный лист

_____ (наименование организации)
 _____ (почтовый адрес)
 _____ (название судна)

ЖУРНАЛ
 МАГНИТНОЙ СЪЕМКИ № _____

район (океан, море) _____
 планшет № _____
 измерения произвели _____

начат: « _____ » _____ 198 года

окончен: « _____ » _____ 198 года

На оборотной стороне титульного листа

Журнал проверил и принял:

_____ (должность)

_____ (звание, Ф.И.О., подпись)

« _____ » _____ 198 года

СХЕМА ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ

Третий — четвертый лист

ОГЛАВЛЕНИЕ

№ п.п.	Планшет № _____	Номер галса	Лист		Номер магнитограммы	Номер перфоленты
			от	до		

Пятый лист

СВЕДЕНИЯ О ПРИБОРАХ

Наименование	Заводской номер	Год выпуска	Дата последней проверки и номер документа

« _____ » 198 г. № галса

№ магнитограммы _____ № перфоленты _____

Номер определения	Время, ч мин	Отсчет лага, мили	Истинный курс, градус	Скорость носителя, уз	Измеренное значение ГМП, нТл	Примечание

Последний лист

В настоящем журнале пронумеровано _____ листов
из них заполнено _____ листов

_____ (должность)

_____ (звание, Ф. И. О., подпись)

« _____ » 198 г.

МЕТОДИКА ПОИСКА И ОБСЛЕДОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ, ПРЕДСТАВЛЯЮЩИХ НАВИГАЦИОННУЮ ОПАСНОСТЬ, С ПОМОЩЬЮ БУКСИРУЕМОГО МАГНИТОМЕТРА

Настоящая методика определяет порядок действий и вычислений при решении следующих задач:

— поиск с помощью буксируемого магнитометра объектов, представляющих навигационную опасность;

— обследование с помощью буксируемого магнитометра объектов, представляющих навигационную опасность, с целью определения их координат и пространственного положения.

К объектам, представляющим навигационную опасность, относятся затонувшие суда, контейнеры, самолеты, вертолеты, автомашины, якоря и так далее, собственное магнитное поле которых может интерпретироваться как поле магнитного диполя. Суммарная масса ферромагнитных материалов, образующих объект поиска, называется «магнитной массой» или «ферромагнитной массой» объекта.

Методика предназначена для использования в подразделениях Гидрографической службы ВМФ.

А. Поиск объектов, представляющих навигационную опасность

Задачей поиска является установление магнитных контактов с объектами, представляющими навигационную опасность в районе поиска, и фиксация местоположения этих контактов. Магнитным контактом называют факт измерения собственного магнитного поля объекта.

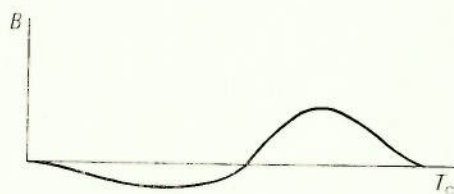


Рис. 1. Наилучшие для идентификации формы аномалий от затонувших объектов

Признаком установления магнитного контакта служит регистрация на магнитограмме локальной аномалии, соизмеримой по протяженности с объектом поиска (от 0,3 до 3 его длин). Возможные формы аномалий от лежащих на дне объектов приведены на рис. 1 и 2. Наилучшей для идентификации объекта формой аномалии является двугорбая кривая, показанная на рис. 1, которая проявляется

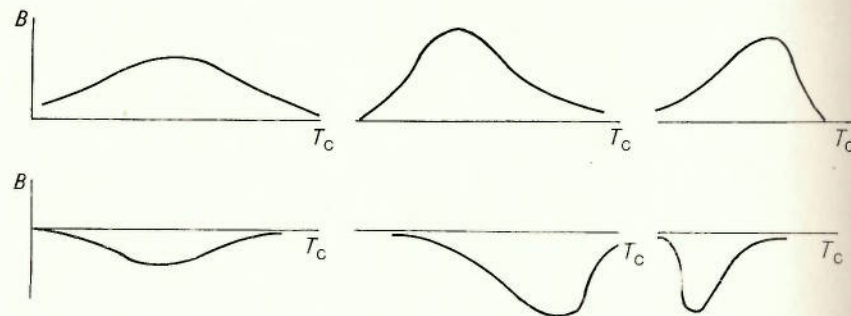


Рис. 2. Возможные формы аномалий от затонувших объектов

при движении судна по направлению, составляющему с направлением главной оси объекта не более 30°.

Примечание. Магнитной аномалией называют разность между наблюдаемым и нормальным значениями геомагнитного поля. При этом за нормальное поле принимается текущее среднее значение ГМП на галсе по длине, превышающей десять длин объекта поиска.

Поиск следует производить путем планомерного покрытия всего района системой параллельных галсов с постоянным междугалсовым расстоянием L_g . Местоположение каждого магнитного контакта наносят на планшет. Если погрешность координатных контактов дополнительно обозначаются выставлением вех. Результатом поиска является установление в районе поиска магнитных контактов со всеми лежащими на дне объектами, соизмеримыми по магнитной массе с объектом поиска. Исходными данными для расчета междугалсового расстояния являются:

1. Средняя глубина моря в районе поиска — H , м.
2. Дальность обнаружения объекта магнитометром — D , м.
3. Возвышение объекта над дном (неровности дна) — b_0 , м.
4. Глубина буксирования гондолы магнитометра — h , м.

Дальность обнаружения объекта D — это расстояние до объекта, на котором образуемая им магнитная аномалия по амплитуде равна величине порога обнаружения магнитометра A_b в районе поиска.

Расчет междугалсовых расстояний L_g осуществляют в следующей последовательности:

1. Оценивают величину порога обнаружения магнитометра A_b , для чего:

а) по эксплуатационной документации на магнитометр определяют его среднюю квадратическую погрешность измерения геомагнитного поля σ ;

б) определяют магнитную широту района поиска Φ в соответствии с приложением 1.1 данной Инструкции или вычисляют по формуле

$$\operatorname{tg} \Phi = 2 \operatorname{tg} I, \quad (1)$$

где I — магнитное склонение в районе поиска, определяемое по карте, приведенной в приложении 18 Инструкции по использованию морского буксируемого магнитометра МБМ, издания ГУНиО МО 1978 г.;

в) по графику, приведенному на рис. 3, определяют характерный для данной магнитной широты Φ уровень вариаций геомагнитного поля в диапазоне частот от 1 до 100 с (σ_{100} , нТл);

г) вычисляют среднюю ожидаемую на магнитограмме протяженность аномалий от объекта поиска T_c по формуле

$$T_c = \frac{2a}{V}, \quad (2)$$

где a — ориентировочная длина объекта поиска, м;
 V — скорость судна, уз;

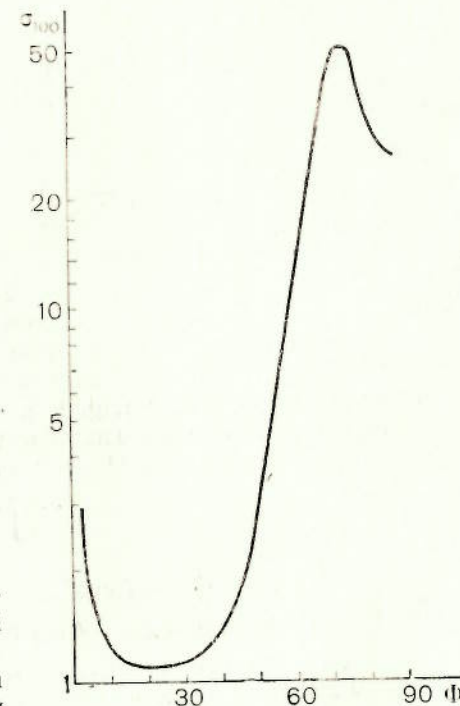


Рис. 3. Зависимость уровня вариаций геомагнитного поля в диапазоне периодов 1—100 с от магнитной широты Φ

д) по графику, приведенному на рис. 4, определяют коэффициент ослабления влияния вариаций геомагнитного поля C_B , соответствующий вычисленной по формуле (2) ожидаемой протяженности аномалий от объекта T_c ;

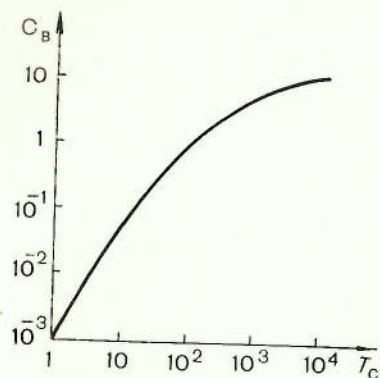


Рис. 4. Зависимость коэффициента ослабления влияния вариаций геомагнитного поля от протяженности магнитной аномалии на магнитограмме

е) вычисляют составляющую средней квадратической погрешности измерения геомагнитного поля σ_B в нТл, обусловленную влиянием вариаций геомагнитного поля

$$\sigma_B = C_B \sigma_{100}; \quad (3)$$

ж) определяют величину порога обнаружения магнитометра A_B в нТл по следующему правилу:

$$A_B = \begin{cases} 3\sigma, & \text{если } \sigma \geq 3\sigma_B; \\ 3\sigma_B, & \text{если } \sigma \leq 0,3\sigma_B; \\ 3\sqrt{\sigma_B^2 + \sigma^2}, & \text{если } 0,3\sigma_B < \sigma < 3\sigma_B. \end{cases} \quad (4)$$

2. Определяют величину дальности обнаружения объекта магнитометром (D) в зависимости от имеющейся информации об объекте поиска:

а) если известна магнитная (ферромагнитная) масса объекта поиска (m), а также его главные размеры и направление главной оси (магнитного азимута), то D в м вычисляют по формуле

$$D = p \sqrt[3]{\frac{5 \cdot 10^4 m}{A_B}}, \quad (5)$$

где $p = [1 + (R^2 - 1) \cos^2 I \cos^2 \psi_0]^{1/6}$ — коэффициент усиления;

$R = \frac{a}{b}$ — удлиненность объекта поиска (a — длина объекта, b — его ширина), для судов $R = 5-10$;

I — магнитное наклонение в районе поиска;

ψ_0 — магнитный азимут главной оси объекта, градус;

m — магнитная масса объекта, т;

A_B — порог обнаружения магнитометра, нТл.

На рис. 5 приведены зависимости коэффициента усиления p от азимута главной оси объекта ψ_0 для различных значений магнитного наклонения I ;

б) если известна только магнитная масса объекта поиска (ферромагнитная масса) m , то D вычисляют по формуле

$$D = \sqrt[3]{\frac{5 \cdot 10^4 m}{A_B}} \quad (6)$$

или определяют с помощью номограммы, приведенной на рис. 6;

в) если объект поиска известен только в самых общих чертах, например: автомашина грузоподъемностью 10 т, судно водоизмещением 2000 т, самолет грузоподъемностью 1 т и т. п., то D вычисляют на основе вспомогательной информации, приведенной в таблице величины сигнала от различных объектов в зависимости от расстояния, по формуле

$$D = l \sqrt[3]{\frac{V_{\Pi}}{V} \cdot \frac{A_B}{B}}, \quad (7)$$

где V_{Π} — водоизмещение (грузоподъемность, вес, объем) объекта поиска;

V — водоизмещение (грузоподъемность, вес, объем) объекта из таблицы (графа 2), наиболее близкого к объекту поиска;

A_B — порог обнаружения магнитометра, нТл;

B — величина сигнала от объекта из таблицы (графа 4), равная или наиболее близкая к величине A_B ;

l — минимальное расстояние до объекта из таблицы (графа 3), соответствующее величине B .

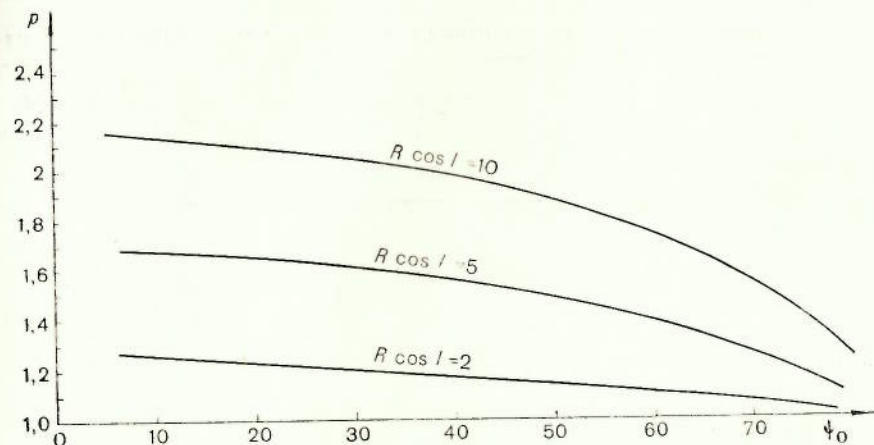


Рис. 5. Зависимость коэффициента усиления от магнитного азимута главной оси объекта для различных соотношений удлиненности объекта и магнитного наклонения

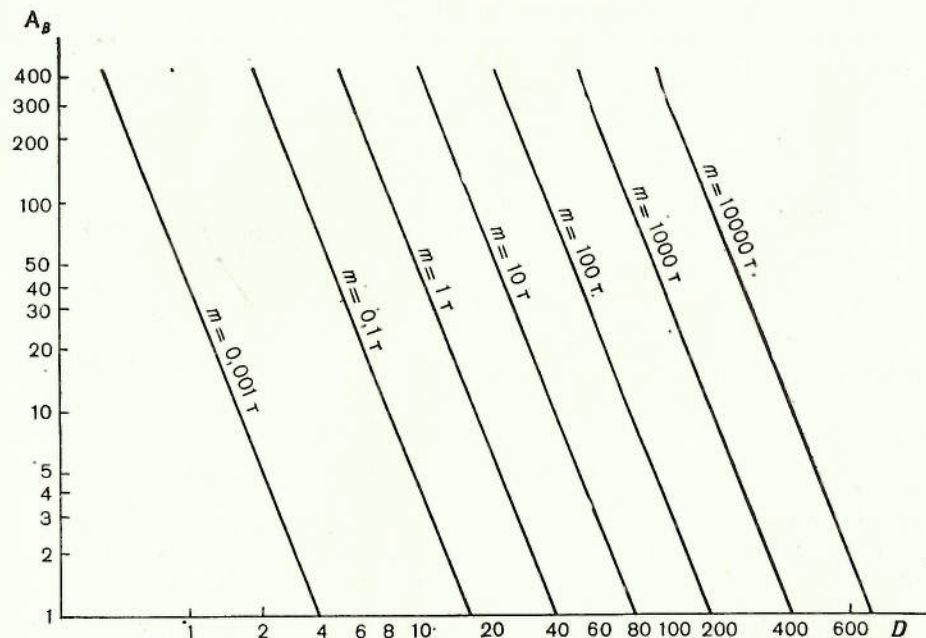


Рис. 6. Зависимость амплитуды магнитной аномалии, создаваемой объектом, от расстояния до него для различных значений магнитной массы объекта

3. Вычисляют междугалсовое расстояние L_r в м по формуле

$$L_r = \sqrt{D^2 - (H - h - b_0)^2}, \quad (8)$$

где D — дальность обнаружения магнитометра, м;
 H — средняя глубина моря в районе поиска, м;

h — глубина буксировки гондолы магнитометра, м;
 b_0 — ожидаемое возвышение объекта поиска над дном (неровности дна), м.

При этом, если глубина буксировки гондолы магнитометра h не определена в эксплуатационной документации на используемый магнитометр или в соответствующей инструкции по использованию данного магнитометра, то ее определяют в соответствии с Инструкцией по морской магнитной съемке (ИМ-86).

Таблица величины сигнала от различных объектов в зависимости от расстояния

Объект	Параметр V , характеризующий объект (водоизмещение, объем, вес и т. п.)	Минимальное расстояние до объекта L , м	Величина сигнала B , нТл
1	2	3	4
Судно	10 000 (водоизмещение)	30	2000—15 000
		300	2—15
		450	0,6—5
Судно	1000 (водоизмещение)	30	300—2000
		300	0,3—2
		450	0,1—0,6
Якорь	20 т (вес)	15	200—650
		30	25—30
		45	3—10
Автомобиль	1 т (грузоподъемность)	10	1—40
Легкий самолет	0,3 т (грузоподъемность)	6	10—30
		15	0,6—2
Трубопровод	300 мм (диаметр)	8	10—15
		15	12—50
Трубопровод	150 мм (диаметр)	3	100—400
		15	4—6
Магнит	Диаметр 5 см, длина 25 см	6	60—200
		30	0,5—1,5

Для обеспечения безопасности движения гондолы магнитометра должно выполняться требование (см. рис. 7)

$$H = h > b_0 + 10. \quad (9)$$

Если при расчетах по формулам (5), (6) или (7) окажется, что $D \leq (H - h - b_0)$, то необходимо заглубить гондолу магнитометра до уровня, при котором $D > (H - h - b_0)$. Наиболее оптимальным является заглубление гондолы $h = H - b_0 - D/3$. В этом случае принимают $L_r = D$.

Примечание. Если заглубление гондолы осуществляют путем уменьшения скорости судна, то все расчеты повторяют для новой скорости.

Направление галсов при поиске устанавливают по следующим правилам, которые приведены в порядке убывания их приоритета:

1. Если известно направление (азимут) главной оси объекта поиска — перпендикулярно оси объекта.

2. Если направление главной оси объекта поиска неизвестно, но имеется крупномасштабная карта распределения геомагнитного поля

в районе поиска — вдоль основного направления изодинам геомагнитного поля.

3. Если указанные в пп. 1 и 2 условия отсутствуют — произвольно.

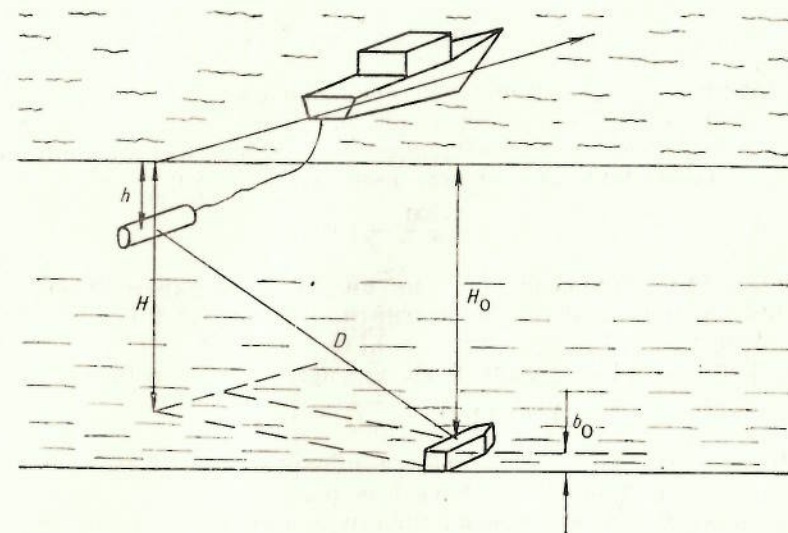


Рис. 7. Схема поиска затонувших объектов

Поиск осуществляют при минимальных для используемого магнитометра циклах измерения (регистрации) геомагнитного поля. При этом скорость протяжки магнитограммы на аналоговом регистраторе W в мм/ч должна удовлетворять условию:

$$W = \frac{1800}{\tau}, \quad (10)$$

где τ — цикл измерения (регистрации) магнитометра, с.

Пример. Необходимо провести поиск затонувшего судна в районе с координатами:

$$\begin{aligned} \varphi &= 58^{\circ}10' \text{ N} & \lambda &= 21^{\circ}00' \text{ E} \\ \varphi &= 58 10 & \lambda &= 21 15 \\ \varphi &= 58 00 & \lambda &= 21 00 \\ \varphi &= 58 00 & \lambda &= 21 15 \end{aligned}$$

Глубина в районе поиска составляет от 100 до 200 м. Магнитное склонение $d = 10^{\circ} \text{ W}$.

Об объекте поиска известно:

- Водоизмещение $V_n = 8000$ т.
- Водоизмещение $V_n = 8000$ т, груз — хлопок.
- Водоизмещение $V_n = 8000$ т, груз — механическое оборудование.
- Водоизмещение $V_n = 8000$ т, груз — механическое оборудование, ориентация судна на дне (азимут) 60° .

Поиск производится морским буксируемым магнитометром МБМ-1. Экономическая скорость судна 10 уз.

Решение. 1. Оцениваем величину порога обнаружения A_b магнитометра МБМ-1 в районе поиска;

— в соответствии с эксплуатационной документацией магнитометра МБМ-1 его минимальный цикл измерения составляет $\tau = 2$ с, а средняя квадратическая погрешность измерения на этом цикле $\sigma = 1$ нТл;

— в соответствии с картой, приведенной в приложении 18 Инструкции по использованию морского буксируемого магнитометра МБМ, магнитное наклонение в районе поиска составляет $I \approx 70^\circ$. Тогда по формуле (1) находим, что магнитная широта в районе поиска составляет $\Phi \approx 55^\circ$;

— по графику, приведенному на рис. 3, для $\Phi = 55^\circ$ определяем $\sigma_{100} \approx 5$ нТл;

— по формуле (2) вычисляем среднюю ожидаемую на магнитограмме протяженность аномалии от объекта поиска T_c . При этом исходим из того, что судно водоизмещением $V_n = 8000$ т имеет длину не более 200 м, а экономическая скорость поиска $V = 10$ уз:

$$T_c = \frac{2 \cdot 200}{10} = 40 \text{ с};$$

— по графику, приведенному на рис. 4, определяем коэффициент ослабления влияния вариаций геомагнитного поля $C_b \approx 0,1$;

— по формуле (3) вычисляем $\sigma_b \approx 0,1 \cdot 5 = 0,5$ нТл;

— по формуле (4) вычисляем A_b для случая, когда $0,3\sigma_b < \sigma < 3\sigma_b$:

$$A_b = 3 \sqrt{0,5^2 + 1^2} \approx 3,4.$$

2. Определяем величину дальности обнаружения D в зависимости от имеющейся информации об объекте поиска:

а) так как об объекте поиска ничего, кроме водоизмещения, неизвестно, то используем табл. 1 и формулу (7). В табл. 1 наиболее близким к объекту поиска является судно водоизмещением 10 000 т, о котором известно, что на расстоянии $l = 450$ м величина создаваемого им сигнала $B = 0,6 - 5$ нТл. Тогда по формуле (7) получаем, полагая $B = A_b = 3,4$ нТл:

$$D = 450 \cdot \sqrt[3]{\frac{8000}{10000} \cdot \frac{3,4}{3,4}} \approx 420 \text{ м};$$

б) так как груз затонувшего судна — хлопок, то магнитная масса объекта поиска определяется только массой судна и составляет не более 40 % от его полного водоизмещения, т. е. $m = 8000 \cdot 0,4 = 3200$ т. Тогда по формуле (6) находим:

$$D = \sqrt[3]{\frac{5 \cdot 10^4 \cdot 3200}{3,4}} \approx 370 \text{ м};$$

в) так как груз затонувшего судна — механическое оборудование, то магнитная масса объекта поиска составляет его полное водоизмещение, т. е. $m = 8000$ т. Тогда по формуле (6) находим:

$$D = \sqrt[3]{\frac{5 \cdot 10^4 \cdot 8000}{3,4}} \approx 500 \text{ м}.$$

Примерно такое значение получаем и по номограмме, приведенной на рис. 6;

г) так как известно, что судно затонуло на курсе 60° , а магнитное склонение в районе поиска составляет $d = 10^\circ W$, то магнитный азимут главной оси объекта составляет $\psi_0 = 60^\circ + 10^\circ = 70^\circ$. Для судов коэффициент удлинения равен 5—10, то для расчетов примем $R = 7$. Вычисляем величину $R \cos I = 7 \cdot 0,34 \approx 2,4$ и по графику, приведенному на рис. 5, определяем коэффициент усиления $p \approx 1,1$. Тогда по формуле (5) находим:

$$D = 1,1 \cdot \sqrt[3]{\frac{5 \cdot 10^4 \cdot 8000}{3,4}} \approx 550 \text{ м}.$$

3. Вычисляем по формуле (8) междугалсовое расстояние L_r . При этом учитываем, что глубина буксировки гондолы магнитометра МБМ-1

при длине кабеля 250 м и скорости 10 уз составляет $h \approx 15$ м. Возвышение объекта поиска над дном полагаем равным нулю, так как оно не задано, а при $b_0 = 0$ вычисленные междугалсовые расстояния обеспечивают обнаружение объекта, даже полностью занесенного илом. Вычисление производим для глубин моря $H = 100$ м и $H = 200$ м:

$$\text{а) } H = 100 \text{ м, то } L_{r_{100}} = \sqrt{420^2 - 85^2} \approx 410 \text{ м};$$

$$H = 200 \text{ м, то } L_{r_{200}} = \sqrt{420^2 - 185^2} \approx 380 \text{ м};$$

$$\text{б) } H = 100 \text{ м, то } L_{r_{100}} = \sqrt{370^2 - 85^2} \approx 360 \text{ м};$$

$$H = 200 \text{ м, то } L_{r_{200}} = \sqrt{370^2 - 185^2} \approx 320 \text{ м};$$

$$\text{в) } H = 100 \text{ м, то } L_{r_{100}} = \sqrt{500^2 - 85^2} \approx 490 \text{ м};$$

$$H = 200 \text{ м, то } L_{r_{200}} = \sqrt{500^2 - 185^2} \approx 460 \text{ м};$$

$$\text{г) } H = 100 \text{ м, то } L_{r_{100}} = \sqrt{550^2 - 85^2} \approx 540 \text{ м};$$

$$H = 200 \text{ м, то } L_{r_{200}} = \sqrt{550^2 - 185^2} \approx 520 \text{ м}.$$

В случаях а), б) и в) направление съемочных галсов выбираем вдоль изодинам геомагнитного поля в районе поиска, в случае г) — перпендикулярно главной оси объекта поиска, т. е. в направлении $150^\circ - 330^\circ$.

Скорость лентопротяжки аналогового регистратора, согласно формуле (10), для цикла измерений $\tau = 2$ с должна превышать 900 мм/ч, так как в состав магнитометра МБМ-1 входит самописец ЛКС4-005, имеющий скорости протяжки 120, 720, 1200, 2400 и 3600 мм/ч, то в качестве рабочей устанавливаем скорость лентопротяжки $W = 1200$ мм/ч.

Б. Обследование объектов, представляющих навигационную опасность

Задачей обследования является проверка всех магнитных контактов, выявленных в процессе поиска, определение координат и пространственного положения объектов, с которыми магнитный контакт подтвержден, а также величины их магнитного момента. Магнитный контакт считать подтвержденным, если он проявился не менее, чем на двух смежных галсах.

Обследование каждого магнитного контакта проводят путем покрытия окрестности точки установления контакта системой взаимноперпендикулярных галсов с междугалсовым расстоянием в 3—5 раз меньшим, чем при проведении поиска. При этом длина галсов должна не менее, чем в 3 раза превышать размеры магнитной аномалии обследуемого объекта. Количество галсов обследования устанавливают таким, чтобы обеспечить получение на фоне геомагнитного поля однозначного изображения магнитной аномалии от объекта, но не менее, чем три галса в каждом направлении. В качестве одного из направлений галсов обследования выбирают направление галсов поиска.

Если обследуемый магнитный контакт проявился при поиске только на одном смежном галсе, то обследование контакта начинают с его подтверждения. Для этого прокладывают три галса обследования с междугалсовым расстоянием, равным 0,2—0,3 междугалсового расстояния при поиске, причем центральный галс прокладывают через магнитный контакт по поисковому галсу. Если магнитный контакт проявился не менее, чем на двух смежных галсах, то его обследование продолжается. В противном случае данный магнитный контакт считается ложным и переходят к обследованию очередного магнитного контакта.

Обследование каждого магнитного контакта завершают прохождением через точки экстремальных (минимального и максимального) значений магнитной аномалии от объекта.

Пространственное положение и величину магнитного момента обследованного объекта определяют путем обработки полученного изображения магнитной аномалии. Порядок обработки (см. рис. 8):

1. По результатам измерений геомагнитного поля на галсах обследования вычислить среднее значение геомагнитного поля в окрестности точки установления магнитного контакта:

$$T_{\text{ср}} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k T_{i\text{ср}}, \quad (11)$$

где $T_{i\text{ср}} = \frac{1}{N_i} \sum_{j=1}^{N_i} T_{ij}$ — среднее значение геомагнитного поля на i -м галсе обследования;

i -м галсе обследования;

T_{ij} — j -е измеренное значение геомагнитного поля на i -м галсе обследования;

N_i — количество измерений геомагнитного поля на i -м галсе;

k — количество галсов обследования.

2. Снять с рабочего планшета максимальное (T_{max}) и минимальное (T_{min}) значения геомагнитного поля, относящиеся к обследованному магнитному контакту, и вычислить величины максимального (A^+) и минимального (A^-) значений аномалии по формулам:

$$\left. \begin{aligned} A^+ &= T_{\text{max}} - T_{\text{ср}}, \\ A^- &= T_{\text{ср}} - T_{\text{min}}. \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

где $T_{\text{ср}}$ — среднее значение геомагнитного поля, вычисленное по формуле (11).

3. Провести на рабочем планшете через точки T_{max} и T_{min} (точки М и N) прямую линию, которая соответствует оси магнитной аномалии, и разделить отрезок MN на участки MO и NO таким образом, чтобы выполнялось условие:

$$\frac{NO}{MO} = 1,5 \frac{A^-}{A^+}. \quad (14)$$

Точку O принять за положение центра объекта.

4. Определить магнитный азимут ψ оси магнитной аномалии (азимут магнитной аномалии). Принять величину ψ в качестве азимута магнитного момента объекта β , т. е. принять $\beta = \psi$.

5. На основе данных о магнитном наклонении I в районе поиска, азимуте магнитного момента объекта β и соотношения $\frac{A^-}{A^+}$ по графикам, приведенным на рис. 9, определить наклонение магнитного момента объекта α .

6. На основе данных о I , ψ и α по графикам, приведенным на рис. 10, уточнить значение азимута магнитного момента объекта β .

7. Повторить действия по пп. 5 и 6. Повторения проводить до тех пор, пока расхождение между значениями β и α , полученными на последнем шаге, и соответствующими значениями β и α , полученными на предыдущем шаге, не будет превышать 3° .

Примечание. Как правило, число повторений операций по пп. 5 и 6 составляет не более 5.

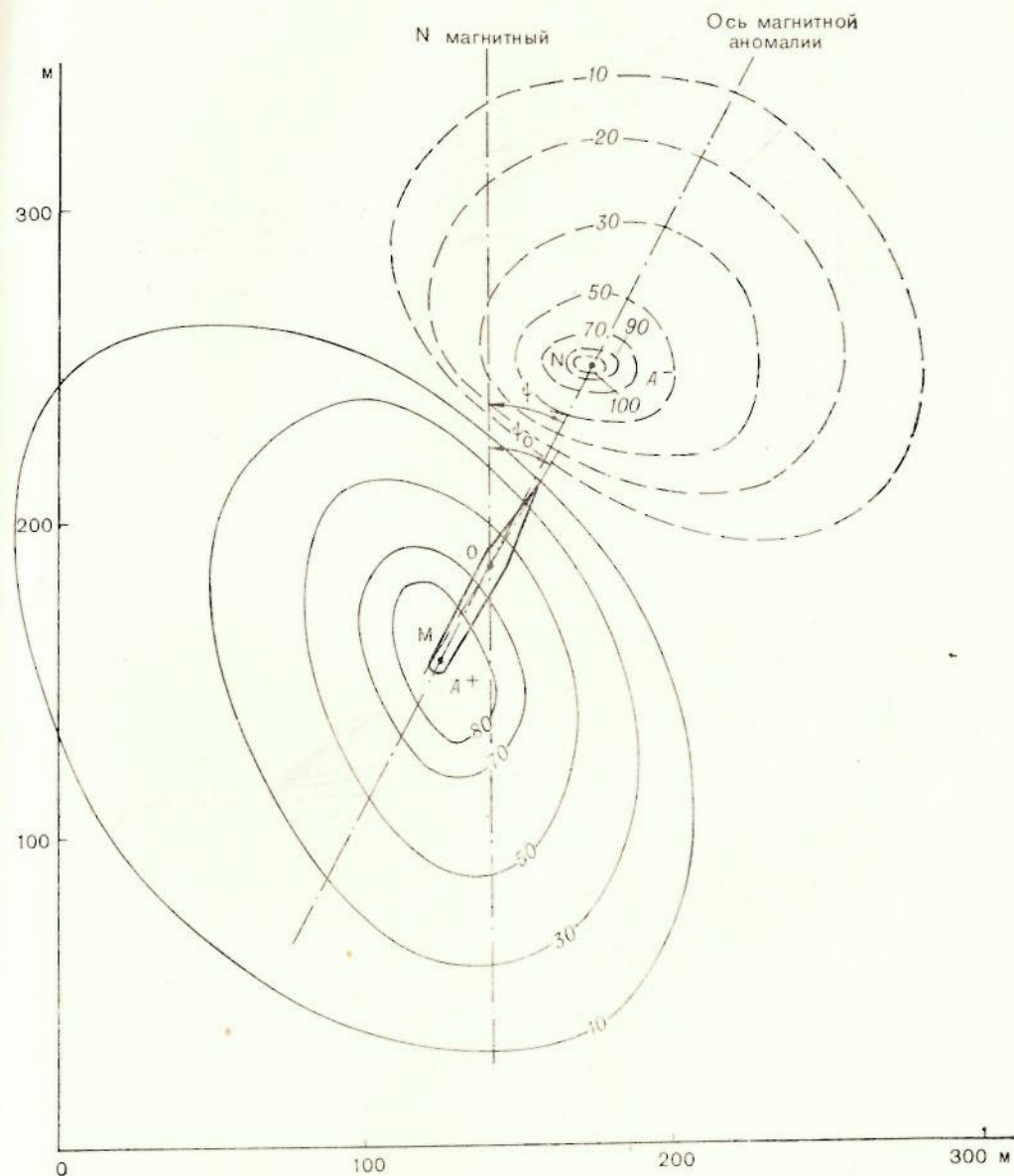


Рис. 8. Пример изображения аномалии от затонувшего объекта
 $A^- = 115 \text{ нТл}$ — центр магнитной аномалии, ψ — азимут магнитной аномалии, ψ_0 — магнитный азимут объекта, O — центр объекта, $A^+ = 90 \text{ нТл}$ — центр магнитной аномалии

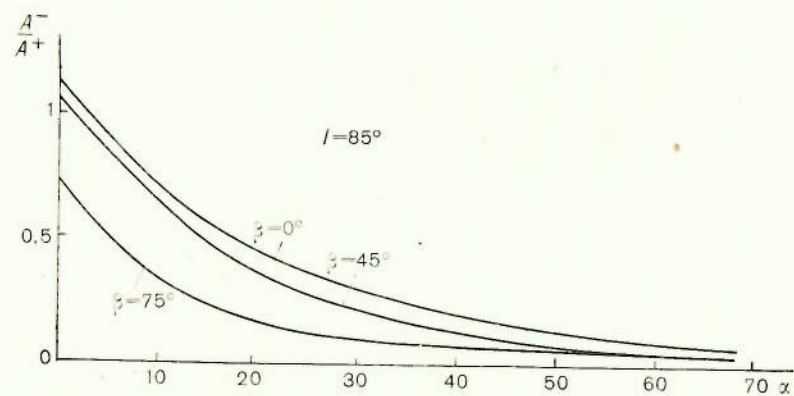
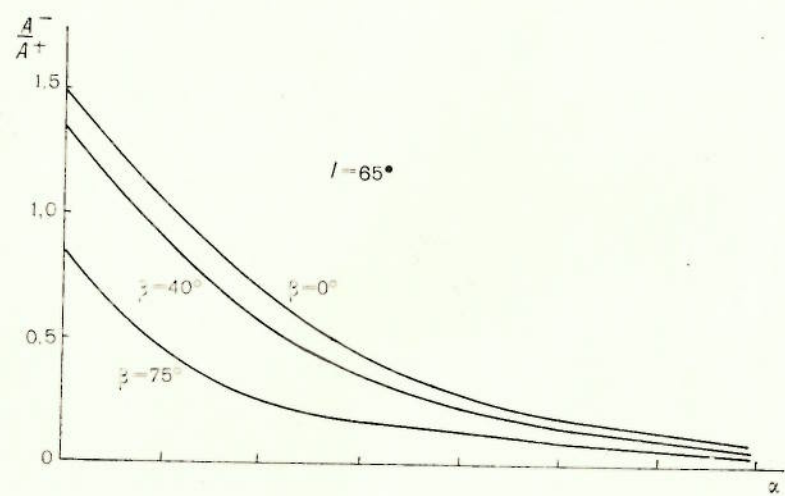
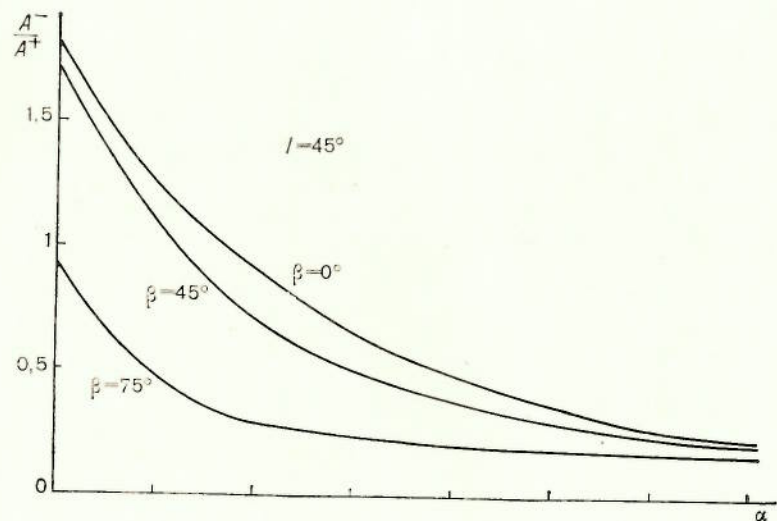


Рис. 9. Зависимость отношения экстремальных значений амплитуды аномалии ($\frac{A^-}{A^+}$) от наклона магнитного момента объекта (α) для различных азимутов магнитного момента (β) и магнитного наклона (I)

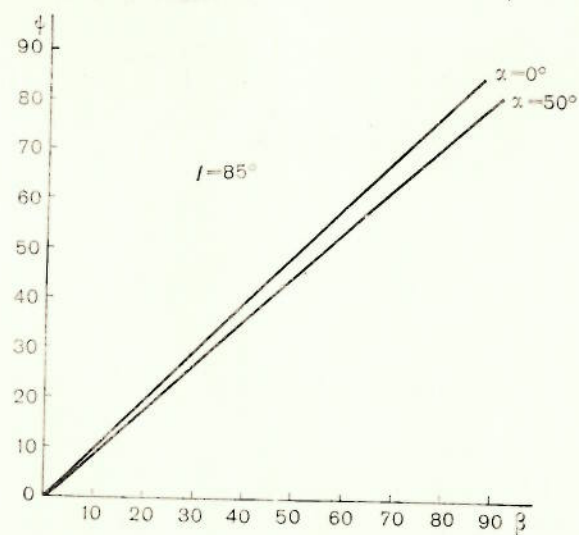
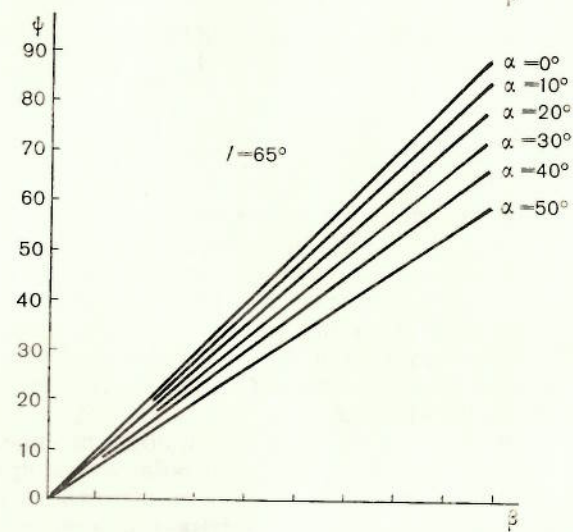
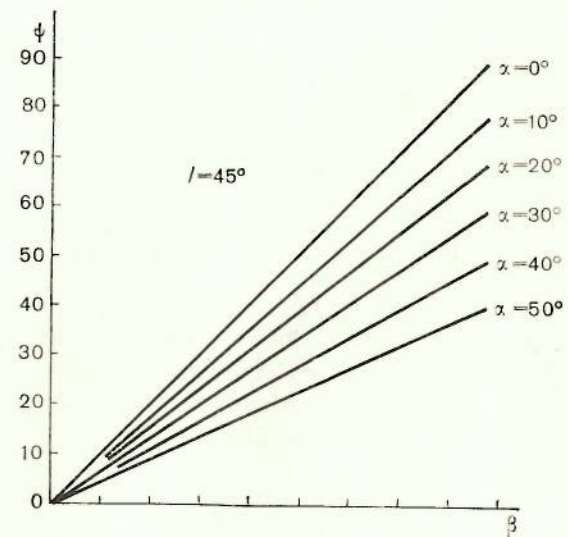


Рис. 10. Зависимость азимута магнитной аномалии (ψ) от азимута магнитного момента (β) для различных наклонов магнитного момента (α) и магнитного наклона (I)

8. Вычислить магнитный азимут ψ_0 и удлиненность R обследованного объекта по формулам:

$$\operatorname{tg} \psi_0 = \frac{\sin \beta}{\cos \beta - \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} I}}, \quad (15)$$

$$R = \sqrt{1 + \left(\frac{\operatorname{tg}^2 I}{\operatorname{tg}^2 \alpha} - 1\right)(1 + \operatorname{tg}^2 \psi_0)}. \quad (16)$$

9. Определить по номограмме, приведенной на рис. 6, или вычислить магнитную массу объекта (m), а также вычислить магнитный момент объекта (μ_m). Вычисления производят по формулам:

$$m = \frac{BH_0^3}{5 \cdot 10^4}, \quad (17)$$

$$\mu_m = \frac{BH_0^3}{10^5} = \frac{m}{2}, \quad (18)$$

где B — величина сигнала от объекта, в качестве которой принимают наибольшее из значений A^+ и A^- , т. е. $B = \max\{A^+, A^-\}$, нТл;

H_0 — глубина над объектом, м;

m — магнитная масса объекта, т;

μ_m — магнитный момент объекта, кА·м².

Пример. В ходе обследования выявлена магнитная аномалия от затонувшего объекта, изображение которой приведено на рис. 8. Требуется определить пространственное положение объекта и его магнитный момент.

Известно, что магнитное склонение в районе обследования $I=52^\circ$, магнитное склонение $d=2^\circ W$, глубина над объектом составляет $H_0=75$ м, а среднее значение геомагнитного поля $T_{\text{ср}}=48\,605$ нТл.

Кроме того, известно, что затонувший объект — военный корабль водоизмещением 950 т, имеющий длину $a=75$ м и ширину $b=6,5$ м.

Решение. 1. Так как среднее значение геомагнитного поля в районе обследования известно, то его не рассчитываем, а принимаем равным $T_{\text{ср}}=48\,605$ нТл.

2. Снимаем с рабочего планшета (рис. 8) значения $T_{\text{max}}=48\,695$ нТл (точка М) и $T_{\text{min}}=48\,490$ нТл (точка N). По формуле (12) вычисляем:

$$\begin{aligned} A^+ &= 48\,695 - 48\,605 = 90 \text{ нТл,} \\ A^- &= 48\,605 - 48\,490 = 115 \text{ нТл.} \end{aligned}$$

3. Проводим через точки М и N прямую. Вычисляем по формуле (13) соотношение:

$$\frac{NO}{MO} = 1,5 \cdot \frac{115}{90} \approx 1,92 \approx 2.$$

Делим отрезок MN в пропорции 1:2 и точку O принимаем за центр объекта.

4. Определяем магнитный азимут аномалии $\psi=25^\circ$. Принимаем $\beta=\psi=25^\circ$.

5. С помощью графиков, приведенных на рис. 9, для $I=52^\circ$, $\beta=25^\circ$ и $\frac{A^-}{A^+}=1,28$ определяем $\alpha=6^\circ$.

6. С помощью графиков, приведенных на рис. 10, для $I=52^\circ$, $\psi=25^\circ$ и $\alpha=6^\circ$ определяем $\beta=25^\circ$.

7. Так как значения β , полученные при выполнении пп. 5 и 6, совпадают, то переходим к следующему этапу расчетов.

8. Вычисляем по формулам (15) и (16) магнитный азимут ψ_0 и удлиненность объекта R :

$$\begin{aligned} \psi_0 &= 27^\circ, \\ R &= 13. \end{aligned}$$

9. Принимаем $B=\max\{90, 115\}=115$ нТл и по формулам (17) и (18) для $H=75$ м находим магнитную массу затонувшего объекта m и его магнитный момент μ_m :

$$\begin{aligned} m &= 970 \text{ т,} \\ \mu_m &= 485 \text{ кА} \cdot \text{м}^2. \end{aligned}$$

Из примера видно, что вычисленные значения магнитной массы объекта и его удлиненности близки к известным значениям соответствующих параметров.

В. Отчетная документация по результатам проведения поиска и обследования объектов, представляющих навигационную опасность

Отчетными документами по результатам проведения поиска и обследования объектов, представляющих навигационную опасность, являются:

1. Графическое изображение магнитной аномалии, создаваемой объектом, в масштабе 1:5000 или крупнее с нанесенным объектом.

2. Научно-технический отчет, содержащий:

— постановку задачи на поиск и обследование объектов, представляющих навигационную опасность;

— принятое решение на поиск и обследование объектов, обоснованное необходимыми расчетами;

— результаты поиска и обследования объектов;

— материалы расчетов пространственного положения обследованных объектов и величины магнитного момента;

— результаты сравнения данных об объекте, полученных в результате обследования с помощью буксируемого магнитометра, с данными об объекте, полученными другими средствами, если такие данные имеются.

Отчетные документы представляются в 280 ЦКП ВМФ установленным порядком.

**3. СВЕДЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ
МАГНИТНОЙ СЪЕМКИ СО ЛЬДА**

**ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ
МАГНИТНОЙ СЪЕМКИ СО ЛЬДА**

1. Выезд (выход) на работы разрешается только в тех случаях, когда толщина льда достаточна для производства работ и при благоприятном прогнозе погоды. Элементы риска недопустимы.

2. При больших переездах (переходах) предварительно изучают предстоящий путь по карте, наносят на нее маршрут пути и копию оставляют на базе.

3. Каждый сотрудник должен иметь комплект одежды и снаряжения, защищающий от мороза, сильных ветров, воды и сырости, защитные очки, ношение которых при ярком солнце и сплошном снежном покрове обязательно.

4. При работе в необитаемых районах Арктики и на островах для защиты от хищников сотрудники партии (группы) должны иметь нарезное огнестрельное оружие или охотничьи ружья с пулями «жакан».

5. При выходе двух-трех человек из базы экспедиции на небольшие расстояния устанавливаются сроки их возвращения, они снабжаются ракетницей, запасом ракет различного цвета и за ними ведется визуальное наблюдение.

6. Перед выездом на место работ командир (начальник) партии должен детально проверить обеспеченность людей необходимым снаряжением.

7. При переездах и переходах по льду необходимо соблюдать следующие общие правила:

- вести постоянное наблюдение за погодой и ледовой обстановкой;
- избегать передвижения во время пурги. Если она настигает при переезде (переходе), нужно прекратить движение, поставить палатку или, если ее нет, построить укрытие из снега и переждать непогоду;

- избегать переездов (переходов) по затороженным участкам. Если гряды торосов невозможно обойти, то в них следует идти шагом, избегая быстрых движений и прыжков, так как под снегом возле торосов могут быть трещины или пустоты, занесенные снегом;

- при переезде (переходе) по прибрежному участку моря не удаляться без необходимости далеко от берега;

- опасаться трещин, тюленьих лунок и других препятствий, попадающихся по пути следования;

- не форсировать трещины, а объезжать (обходить их). Если это невозможно, то устроить через них настилы или мостики из досок (бревен);

- для форсирования разводий использовать боты, шлюпки-ледянки и надувные резиновые лодки;

- избегать переезда на механическом транспорте в темное время по неисследованной трассе;

- при переезде на нартах в холодное время нужно часто сходить с них, чтобы согреться;

- при переездах, независимо от вида транспорта, иметь при себе неприкосновенный запас продовольствия. Вместе с тем нельзя перегружать себя лишними вещами, затрудняющими передвижение;

- во время пребывания в пути не рекомендуется ложиться на лед или снег хотя бы на короткое время, а также утолять ими жажду.

8. При ухудшении прогноза погоды (сильный ветер, туман, метель, пурга) срочно предупредить все работающие в районе партии и группы.

В осенний период работы на льду допускаются только в закрытых бухтах и узкостях, где отсутствует сильное течение.

9. В условиях плохой видимости производство наружных работ допускается в случае крайней необходимости или для наблюдений на специально оборудованных площадках. Территория, на которой производятся работы, и подходы к ней ограждаются, а в целях защиты от нападения медведей выделяется наблюдатель с оружием.

При ветре и низкой температуре (минус 30—40 °С) длительные работы производить не рекомендуется. При проведении работ организуется наблюдение людей друг за другом, чтобы не было обмороживания.

На ледовой базе соблюдают следующие общие правила пожарной безопасности:

— костры разжигают с подветренной стороны на расстоянии не ближе 10 м от палаток;

— бензин, керосин и другие легковоспламеняющиеся материалы хранят в стороне от палаток на расстоянии не ближе 100 м от них;

— при керосиновом освещении лампы и фонари подвешивают на металлических проволоках на расстоянии 0,5 м от потолка и стен;

— к ремонту газовых плит, установке газовых баллонов или замене их допускают лишь людей, прошедших специальное обучение и имеющих необходимый опыт и навыки;

— при пользовании газовыми горелками соблюдать правила техники безопасности при работе с газом;

— в палатках не оставляют без присмотра зажженные плитки, печи и т. п., не пользуются открытым огнем, не курят при замене баллонов с газом.

10. Сотрудники, работающие в подвижных группах, должны соблюдать следующие правила:

— после посадки самолета выходить на лед только по команде командира самолета;

— выйдя на лед, измерить его толщину и осмотреть льдину в пределах видимости самолета;

— не переходить через трещины с открытой водой, независимо от их ширины, в сторону, противоположную стоянке самолета;

— при производстве измерений каждые 5—10 мин осматривать поверхность льда в пределах видимости;

— по сигналу «к самолету» немедленно прекратить работы и, забрав приборы, следовать к месту стоянки самолета.

11. При падении в воду со льда следует широко раскинуть руки, чтобы не уйти под лед с головой. Пострадавшему нужно немедленно оказать помощь и как можно скорее доставить в палатку, на самолет и т. п., где можно просушить или сменить одежду, согреться и принять другие профилактические меры.

12. При обрыве части припайного льда и выносе в море людей, если быстрое спасение невозможно, на льдине необходимо организовать временный лагерь:

— установить палатку или укрытие из снега и льда;

— все запасы топлива, продовольствия распределить таким образом, чтобы их хватило на возможно длительный период;

— из подручного материала установить ориентир для более легкого обнаружения лагеря самолетом;

— выбрать посадочную площадку для самолета (вертолета);

— при появлении самолета развести костры и дать сигнальные выстрелы ракетами.

13. Запрещается:

— сотрудникам совершать одиночные переходы на расстояние более 1 км;

— во время пурги удаляться от палатки далее ее видимости;

— при работах в прибрежных районах заходить на дрейфующие льдины;

— хранить в жилых палатках отработанные и запасные баллоны из-под газа;

— при наличии запаха газа в палатке пользоваться электроприборами, зажигать открытый огонь, курить, включать и выключать электрорубильники и выключатели;

— пользоваться открытым огнем в палатках для обнаружения утечки газа из газовых приборов и газогенераторов;

— при скорости ветра более 30 м/с выходить из палатки;

— при работах в подвижных группах удаляться от стоянки самолета одному и без огнестрельного оружия.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ИНСТРУМЕНТОВ, ОБОРУДОВАНИЯ И РАСХОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ РАБОТЫ МАГНИТОМЕТРИЧЕСКОЙ ПАРТИИ

Наименование	Ед. изм.	Количество	Примечание
Приборы			
Магнитометр с ЗИП	к-т	По 2 на каждую летную группу	Наземные магнитометры (тип определяется в зависимости от измеряемых элементов ГМП), по 2 к-та на летную партию
Магнитная вариационная станция (МВС)	»	По 1 на каждый вариационный пункт	Наземные МВС, тип определяется в зависимости от измеряемых элементов ГМП
Астрономический теодолит (ОТ-02, ТБ-1)	»	1	Для определения координат места
Часы-секундомер	шт.	1	
Термометры наружные	»	3	
Походная фотолаборатория	к-т	1	Для приборов с фоторегистрацией
ЭКВМ (БЗ-34, СЗ-15, БЗ-21, МК-54)	»	1	
Инструменты			
Паяльник электрический	шт.	2	
Набор слесарного инструмента	к-т	1	
Набор радиомонтажного инструмента	»	1	
Рулетка 20 м	шт.	1	
Имущество			
Запасной комплект химикатов для фотолаборатории	к-т	1	Для приборов с фоторегистрацией
Монтажный провод	м	20	
Радиоприемник	к-т	1	
Карманный фонарь	шт.	1	
Пособия и бланковый материал			
Инструкция по морской магнитной съемке	шт.	1	
Техническое описание прибора	»	1	На каждый прибор
Морской астрономический ежегодник	»	1	
Таблицы ТВА-57	»	1	

Наименование	Ед. изм.	Количество	Примечание
Журналы для записи результатов наблюдений (см. приложение 3.7.)	шт.	—	В соответствии с планируемым объемом работ
Журнал астрономических наблюдений	»	—	То же
Бланки для производства вычислений	»	—	» »
Вычислительная бумага	лист	—	» »
Миллиметровая бумага	м	—	» »
Калька	»	—	» »
Необходимые чертежные и канцелярские принадлежности	к-т	1	» »
Расходные материалы для эксплуатации магнитометров			Состав и нормы расхода согласно инструкции по эксплуатации аппаратуры

Примечания: 1. При получении магнитооптических магнитометров во всех трущихся осях, винтах приборов обычную смазку заменяют незамерзающей, свойства которой должны быть проверены в камере холода при температуре минус 45—50 °С.
2. Имущество магнитометрической партии при транспортировке к месту работ в общие ящики с другим имуществом не упаковывают, а перевозят отдельно.

МЕТОДИКА СВЕРКИ МАГНИТООПТИЧЕСКИХ МАГНИТОМЕТРОВ

А. Методика сверки *H*-магнитометров (М-15)

1. Установить магнитометр в точке измерений в помещении павильона обсерватории.
 2. Произвести 6 серий измерений при температуре окружающей среды t_1 .
 3. Последний отсчет на магнит при незакрученной нити предыдущей серии считать первым отсчетом на магнит последующей серии при незакрученной нити.
 4. Результаты наблюдений занести в журнал магнитной съемки со льда (листы 9—29). В журнал должно быть занесено:
 - № магнитометра;
 - дата и время измерений;
 - температура магнитной системы;
 - 2 отсчета на миру;
 - 6 серий отсчетов по шкале магнитометра;
 - число полных оборотов закрученности нити.
- Примечание. Форма журнала магнитной съемки со льда приведена в приложении 3.9.
5. Включить грелки в помещении и поднять температуру воздуха в помещении до максимально достижимой (t_2).
 6. Произвести 6 серий измерений после достижения магнитной системой магнитометра температуры воздуха t_2 .
 7. Повторить действия по пп. 3 и 4.
 8. Выполнить 4 наведения на магнит при незакрученной нити с промежутком в 1 мин. Наведение на миру производить перед началом и в конце этой серии измерений.
 9. Результаты измерений занести в журнал магнитной съемки со льда (листы 9—29). В журнал должно быть записано:
 - № магнитометра;
 - дата и время измерений;
 - температура магнитной системы;
 - 2 отсчета на миру ($n_{\text{миру}}$);
 - 4 отсчета на магнит ($n_{\text{магн}}$) в строках «0».
 10. Получить в обсерватории следующие сведения:
 - истинный азимут в точке измерения $A_{\text{и}}$;
 - базисные значения горизонтальной составляющей $H_{\text{баз}}$ и склонения $d_{\text{баз}}$;
 - ординаты (запись) вариаций d и H на момент наблюдений орд. d и орд. H ;
 - цену деления вариометров $\varepsilon_{\text{н}}$, ε_d .
 11. Произвести вычисления коэффициентов упругости кварцевых нитей C_t при температурах t_1 и t_2 по формуле

$$C_t = (H_{\text{баз}} + \text{орд. } H\varepsilon_{\text{н}}) \sin \theta, \quad (1)$$

где θ — средний угол отклонения магнита от магнитного меридиана при закрученности нити на $+K\pi$ и $-K\pi$, градус.

12. Вычислить температурный коэффициент магнитометра μ_t по формуле

$$\mu_t = \frac{C_{t_1} - C_{t_2}}{t_1 - t_2}. \quad (2)$$

13. Вычислить температурную постоянную магнитометра C_0 по формуле

$$C_0 = \frac{C_{t_2} - \mu_t t_2}{K} = \frac{C_{t_1} - \mu_t t_1}{K}, \quad (3)$$

где K — коэффициент закрученности нити.

14. Вычислить инструментальную поправку к магнитному склонению по формуле

$$\Delta d = d_{\text{баз}} + \text{орд. } d\varepsilon_d - A_{\text{и}} + n_{\text{миру}} - n_{\text{магн}}. \quad (4)$$

15. Вычисления выполнять в две руки.

16. Сравнить полученные результаты с ранее проведенными сверками магнитометра.

17. Результаты вычислений занести в журнал магнитной съемки со льда (лист 6).

Б. Методика сверки *Z*-магнитометров (М-18, М-27, М-27М)

1. Установить магнитометр в точке измерений в помещении павильона обсерватории.
2. Снять не менее 12 отсчетов с промежутком в 1 мин при температуре окружающей среды t_1 . Результаты наблюдений занести в журнал магнитной съемки со льда (листы 30—50). В журнал должно быть записано:
 - № магнитометра;
 - дата, время измерения;
 - температура магнитной системы;
 - 12 отсчетов по шкале магнитометра.
3. Включить грелки и поднять температуру воздуха в помещении до максимально достижимой t_2 .
4. Поддерживая температуру воздуха t_2 постоянной, повторить действия по п. 2.
5. Установить магнитометр в градуировочные кольца Гельмгольца. Ступенчато увеличивать ток в кольцах так, чтобы изменение магнитного поля соответствовало изменению показаний магнитометра на 15—25 делений. Градуировку производить при постоянной температуре.
6. На каждой ступени снять по 2 отсчета с исключением люфта лимба. Наблюдения провести не менее, чем на 3 ступенях в рабочем диапазоне измерений. Результаты наблюдений занести в журнал магнитной съемки со льда (лист 8). В журнал должно быть записано:
 - № магнитометра;
 - дата, время измерений;
 - температура магнитной системы;
 - сила тока в кольцах Гельмгольца;
 - по 2 отсчета на каждой ступени.
7. Получить в обсерватории следующие данные:
 - базисное значение вертикальной составляющей ($Z_{\text{баз}}$);
 - постоянную колец Гельмгольца (K);
 - ординаты вариаций вертикальной составляющей на момент наблюдений (орд. Z);
 - цену деления *Z*-вариометра.
8. Произвести вычисления цены деления магнитометра ε_Z по формуле

$$\varepsilon_Z = \frac{(I_2 K + \text{орд. } Z_2 \varepsilon_{Z\text{вар}}) - (I_1 K + \text{орд. } Z_1 \varepsilon_{Z\text{вар}})}{n_2 - n_1}, \quad (5)$$

где I_2 и I_1 — сила тока в кольцах Гельмгольца на каждой ступени, мА;
 n_2 и n_1 — отсчеты, снятые с магнитометра на каждой ступени.

9. Произвести вычисление температурного коэффициента магнитометра t_z по формуле

$$t_z = \frac{(n_2 - n_1) \varepsilon_z - (\text{орд. } Z_2 - \text{орд. } Z_1) \varepsilon_{z_{\text{вар}}}}{t_2 - t_1}, \quad (6)$$

где n_2 и n_1 — отсчеты магнитометра, снятые при температуре t_2 и t_1 .

10. Произвести вычисления нуля-пункта магнитометра Z_0 по формуле

$$Z_0 = Z - \varepsilon_z n - t_z (t_2 - t_1), \quad (7)$$

где Z — значение вертикальной составляющей в момент сличения, вычисляется по формуле

$$Z = Z_{\text{баз}} + \text{орд. } Z \varepsilon_{z_{\text{вар}}}, \quad (8)$$

n — отсчеты, снятые с магнитометра;

t — температура, при которой производятся измерения.

11. Вычисления выполнить в две руки.

12. Сравнить полученные результаты с ранее проведенными сверками магнитометра.

13. Результаты вычислений занести в журнал магнитной съемки со льда (лист 7).

В. Методика проверки работоспособности Z -магнитометров (М-18, М-27, М-27М) в полевых условиях

При съемке с дрейфующего льда условия эксплуатации Z -магнитометров, например рабочий диапазон температур, может значительно отличаться от условий, в которых проводится их обсерваторская проверка. В связи с этим может возникнуть необходимость в процессе съемки провести сравнение результатов обсерваторских исследований следующих констант магнитометров:

ε_z — цены деления;

t_z — температурного коэффициента;

Z_0 — нуля-пункта рабочего диапазона.

Определение указанных констант необходимо проводить по методике обсерваторских исследований, приведенной в разделе Б настоящего приложения. При этом необходимо учитывать следующие особенности.

1. При определении цены деления градуировочные кольца Гельмгольца устанавливаются в защищенном от ветра укрытии, удаленном не менее чем на 20 м от магнитных масс.

2. При определении температурного коэффициента, помимо искусственного нагрева, возможно использование эффекта естественного перепада температур в период высокого и низкого солнца.

3. При определении нуля-пункта в полярных широтах, где величина модуля вектора ГМП близка к величине вертикальной составляющей, сличение Z -магнитометров производят по результатам измерений абсолютных магнитометров, например протонных, и H -магнитометров. Значение вертикальной составляющей рассчитывают по формуле

$$Z = \sqrt{T^2 - H^2}, \quad (9)$$

где T — модуль вектора ГМП, нТл;

H — горизонтальная составляющая ГМП, нТл.

Определение нуля-пунктов проводят дважды в сутки перед вылетом в район работ и при возвращении на базу.

Если при определении констант Z -магнитометра в полевых условиях имеются расхождения с результатами определения констант в обсерваторских условиях, необходимо повторить определение констант не менее 3 раз с перерывом между определениями 24 ч.

Тогда:

— если результаты определений констант в полевых условиях повторяются, выбраковывают константы, полученные в обсерваторских условиях;

— если результаты определений констант не повторяются, то все результаты измерений, выполненные данным магнитометром, выбраковывают.

ПРАВИЛА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ С МАГНИТНОЙ ВАРИАЦИОННОЙ
СТАНЦИЕЙ «ИЗМИРАН-4»

Порядок производства измерений на МВС «ИЗМИРАН-4» следующий:

1) установка МВС на неподвижное основание (на льду в соответствии со ст. 3.7.29 настоящей инструкции);

2) установка пульта управления и прокладка соединительного кабеля;

3) ориентировка МВС по буссоли на магнитный полюс с точностью до 0,5° и нивелировка ее по жидкостным уровням (нивелировка производится со вставленным барабаном регистратора);

4) снимается барабан регистратора и на его место вставляется матовое стекло;

5) увеличивают яркость «зайчиков» от вариометров на матовом стекле до обеспечения их нормальной видимости;

6) вворачивают шины для каждого вариометра;

7) с помощью компенсационных магнитов выставляют для каждого вариометра средний «зайчик» на расстоянии 2 см от базисных «зайчиков»;

8) поочередно определяют чувствительность вариометров МВС, задавая ток определенной величины порядка 8—10 мА и разной полярности в градуировочных кольцах Гельмгольца;

9) в соответствии с требованиями регулируют чувствительность вариометров с помощью дополнительных магнитов на шинах корпуса МВС;

10) заряжают барабан регистратора и выполняют контрольные измерения в течение 2—4 ч, одновременно производят ступенчатое регулирование напряжения канала осветительной лампы (порядок выставления величины напряжения накала записывают);

11) проявляют магнитограмму и по ширине записи определяют оптимальное напряжение накала осветительной лампы;

12) устанавливают оптимальное напряжение накала, заряжают барабан регистратора и проводят рабочую запись вариаций;

13) во время записи вариаций дважды в сутки производят поочередную градуировку вариометров МВС, задавая ток разной полярности той же величины, что и в п. 8 (в это время другие вариометры отключены); для повышения точности определения чувствительности вариометров необходимо производить разворот МВС строго на 180°, измеряя соответствующее изменение уровня записи, полученные результаты сравнивают с результатами, полученными по градуировочному импульсу;

14) через сутки в одно и то же время снимают и проявляют магнитограмму.

ФОРМА ПОЛЕВОГО ЖУРНАЛА МВС

Титульный лист

_____ (наименование организации)

_____ (почтовый адрес)

ПОЛЕВОЙ ЖУРНАЛ МВС

район (океан, море) _____

планшет № _____

измерения произвели _____

начат: « » _____ 198 г.

окончен: « » _____ 198 г.

На оборотной стороне титульного листа

Журнал проверил и принял:

_____ (должность)

_____ (звание, Ф.И.О., подпись)

« » _____ 198 г.

Второй лист

СВЕДЕНИЯ О ПРИБОРАХ

Наименование прибора	Заводской номер	Год выпуска	Дата проверки и номер документа

РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА РАБОТОЙ МВС

Дата _____ Координаты $\varphi =$ _____ $\lambda =$ _____

Регистрируемые элементы вектора индукции ГМП: _____

Время, ч мин	Содержание выполняемой операции	Контроли- руемый элемент	Характеристика гра- дуировочного импульса		Темпера- тура, °С	Отметки о регулировках и неисправ- ностях	Условия регистрации (погода, влажность, возможные источники помех)
			сила тока, мА	поляр- ность			

Последний лист

В настоящем журнале пронумеровано _____ листов

из них заполнено _____ листов

(должность)_____
(звание, Ф.И.О., (подпись))

« » _____ 198 г.

ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА РАБОТЫ С МАГНИТООПТИЧЕСКИМИ
МАГНИТОМЕТРАМИ М-15 И М-18 (М-27, М-27М)

А. Общие правила работы с магнитометрами

1. Наблюдатель должен хорошо знать устройство прибора, правила установки, физический смысл измеряемых величин, источники погрешностей и пути их снижения, технику измерений и записи.

2. Наблюдатель должен следить, чтобы магнитное поле в районе магнитной системы не нарушалось близким расположением магнитных масс. В одежде наблюдателя не должно быть магнитных предметов. (Часы при работе с магнитометром должны находиться у помощника наблюдателя. Футляр прибора с компенсационными магнитами и буссолью, инструменты должны быть удалены от магнитометра на расстояние 7—10 м).

3. В магнитометрах, конструкция которых не допускает переноса их в разарретированном состоянии, магнитная система разарретировается только при производстве измерений, после чего она немедленно арретировается.

Отходить от прибора разрешается только после его арретирования (за исключением случаев, когда при помощи магнитометра осуществляется измерение вариаций магнитного поля).

4. Вскрывать корпус прибора наблюдателю не разрешается; вскрытие прибора для регулировки или ремонта производится только лицом, специально назначенным для этого командиром партии.

5. Если в процессе работы были допущены случайные нарушения правил обращения с прибором — сильный толчок, поворот при разарретированной системе и др., то эти факты записывают в журнал магнитной съемки со льда (в графу Примечание), а показания прибора проверяют (на ближайшей опорной точке) на ледовой базе путем сверки с показаниями базового прибора. Производят внешний осмотр магнитометра, при котором особое внимание обращается на следующее:

- 1) качество закрепления линз в оправках; жесткость сборки деталей магнитометра в соответствии с его конструкцией;
- 2) чистота, отсутствие царапин и пятен на оптике;
- 3) плавность вращения осей;
- 4) жесткость установки и плавность хода подъемно-установочных и микрометрических винтов;
- 5) исправность всех деталей штатива.

Примечание. Форма журнала магнитной съемки со льда приведена в приложении 3.9.

Б. Порядок производства измерений магнитометром М-18
на рабочей точке

1. Магнитометр закрепляют на треноге и устанавливают над точкой наблюдения.

2. Ориентируют его в выбранном направлении по буссоли или на глаз. При точных работах с приборами, не требующими ориентирования, в целях уменьшения азимутальной погрешности на каждой точке наблюдения нужно устанавливать прибор приблизительно по одному и тому же азимуту (с точностью $\pm 20^\circ$). Не рекомендуется устанавливать магнитометр М-18 по азимуту 180° (северным полюсом магнитной системы на магнитный юг).

3. Производят предварительную нивелировку по круглому уровню и точную по двум цилиндрическим уровням.

4. Разарретируют магнитометр.

5. Вращая ручку измерительного магнита в одну сторону, подводят риски подвижного индекса симметрично относительно неподвижной (нулевой) линии на шкале.

6. Берут по шкале серию наблюдений из трех отсчетов.

7. Сбивают настройку и подводят риски подвижного индекса, вращая ручку измерительного магнита в другую сторону.

8. Берут три отсчета по шкале. При этом, если отсчеты по шкале отличаются друг от друга более чем на 0,3 деления шкалы, серии повторяют.

9. Арретируют прибор.

В журнал магнитной съемки со льда (листы 30—50) записывают следующие данные измерения: номер пункта, время, температуру воздуха, отсчеты в делениях шкалы. В начале работы в журнале записывают положение указателя поворота диапазонного магнита (в графу Примечание).

В. Порядок производства измерений магнитометром М-15

1. Треножник привинчивают к головке треноги, при этом становой винт затягивают настолько, чтобы смещение треножника на треноге было исключено, а нивелировочные винты вращались не очень туго.

2. Прибор устанавливают на треножник и закрепляют. При установке прибор берут за втулку конусной вертикальной оси. Привинчивают противовес. Нивелируют прибор.

Перед началом наблюдений закрепляют стопорный винт лимба. При наблюдениях микрометренным винтом лимба не пользуются.

3. Отворачивают стопорный винт алидады и визируют выбранную миру, наведя на нее биссектор трубы (при этом магнитная система должна быть арретирована). Производят отсчет по верньеру $n_{1\text{миры}}$.

4. Прибор приблизительно устанавливают так, чтобы измерительная магнитная система располагалась вдоль магнитного меридиана при незакрученной нити.

Возможно 2 варианта заводской выставки измерительной системы:

— ориентирующий магнит системы совпадает с осью магнитометра (обычная настройка) и направлен на северный магнитный полюс;

— ориентирующий магнит системы направлен на южный магнитный полюс (в этом случае при работе по второй методике приложения 3.8 отсчет берут по второму верньеру).

5. Разарретируют подвесную магнитную систему, для чего контргайка раскручивается на один — два оборота и ввертывается винт арретирующего приспособления; эти действия производят плавными движениями с обязательным наблюдением за состоянием магнитной системы в окошечко домика, расположенное с другой стороны зрительной трубы.

6. Закрывают крышку окошечка, в которое наблюдали магнитную систему. После успокоения магнитной системы плавным поворотом алидады горизонтального круга грубо совмещают отраженную от зеркала вертикальную нить с видимым в зрительной трубе биссектором, для чего поворачивают прибор по азимуту.

7. Закрепляют стопорный винт алидады и микрометренным винтом алидады точно совмещают отраженную нить с биссектором; момент совмещения засекают по часам с точностью до минуты. Записывают время, температуру (с точностью до десятых долей градуса) и отсчет по верньеру.

8. По верньеру горизонтального круга производят отсчет, который соответствует моменту, когда магнит подвесной системы находится около плоскости магнитного меридиана n_{01} .

9. Открепляют стопорный винт алидады, плавно поворачивают ее по ходу часовой стрелки на угол $+K\pi$, т. е. закручивают нить на угол $+K\pi$, при этом магнит отклонится от меридиана на некоторый угол θ_1 . В зависимости от качества нити и величины H закручивание нити можно производить на углы $\pi, 2\pi, 4\pi, \dots K\pi$, обеспечивая угол отклонения магнита $30^\circ \leq \theta \leq 60^\circ$ (K — коэффициент закрученности нити магнитной системы, равный целому четному числу).

10. Доворачивают алидаду на угол θ_1 (поворачивают в общей сложности на угол $K\pi + \theta_1$), производят грубую наводку биссектора на отраженную от зеркала нить и закрепляют стопорный винт алидады.

11. Микрометренным винтом алидады точно совмещают биссектор с отраженной нитью; в момент точного совмещения записывают отсчет по верньеру и число поворотов алидады $(n_{+K\pi})$.

12. Отдают стопорный винт алидады и закручивают нить алидады на угол $-K\pi$, для чего плавно поворачивают алидаду на $2K$ полных оборота против часовой стрелки; при K оборотах происходит раскручивание нити с $+K\pi$ до положения на меридиан и при последующих оборотах закручивание нити на $-K\pi$. При закручивании нити на $-K\pi$ магнитная система отклоняется от магнитного меридиана на угол θ_2 , но в противоположную сторону.

13. Доворачивают алидаду на угол θ_2 против хода часовой стрелки, производят грубую наводку биссектора на отраженную нить и закручивают стопорный винт алидады.

14. Микрометренным винтом алидады точно совмещают биссектор с отраженной нитью и в момент совмещения записывают отсчет по верньеру и число K ($n_{-K\pi}$).

15. Отворачивают стопорный винт алидады и плавно поворачивают ее на угол $+K\pi$ по часовой стрелке, чем добиваются положения, когда магнитная система находится примерно в вертикальной плоскости магнитного меридиана; грубо наводят биссектор на отраженную нить и закручивают стопорный винт алидады.

16. Микрометренным винтом алидады точно совмещают биссектор с отраженной нитью и в момент совмещения записывают время и температуру (с точностью до десятых долей градуса) и отсчет по верньеру n_{02} .

17. Отворачивают стопорный винт алидады, прибор поворачивают приблизительно в плоскости магнитного меридиана и арретируют магнитную систему; визируют миру и берут отсчет по верньеру $n_{2\text{миры}}$. Расхождения между результатами визирования миры по пп. 3 и 17 не должны превышать 1'. В противном случае измерения повторяют.

На этом заканчивается выполнение одной серии.

18. Измерения H -магнитометром производят двумя полными сериями, при этом, если значение величины полуразности углов θ_1 и θ_2 в сериях превышает допустимую величину, наблюдения повторяются.

В журнал магнитной съемки со льда (листы 9—29) записывают время, температуру, положение магнитной системы (закрученность нити), отсчет по верньеру при наведении на магнит и миру, а также № пункта, дату, № прибора, особые отметки (видимость, ветер, вибрации).

19. Допустимую величину полуразности углов θ_1 и θ_2 определяют по величине заданной погрешности ΔH из формулы

$$\frac{\theta_1 - \theta_2}{2} \approx \frac{1 - \cos \theta}{2,06 \cdot 10^{-4} \sqrt{H}} \sqrt{\Delta H}, \quad (1)$$

где θ_1 — угол отклонения магнита от первоначального положения после закручивания нити на $+K\pi$, градус;

θ_2 — угол отклонения магнита от первоначального положения при закручивании нити на $-K\pi$, градус;

θ — средний угол отклонения магнита от первоначального положения при закручивании нити на угол $K\pi$, градус;

H — величина горизонтальной составляющей ГМП в районе работ, нТл;

ΔH — инструментальная погрешность измерения горизонтальной составляющей, нТл.

Для каждого отдельного случая по заданной погрешности ΔH можно определить величину максимально допустимой полуразности $\frac{\theta_1 - \theta_2}{2}$ из приведенной ниже таблицы, которая дает эти значения для ΔH равной одной нТл, по значениям θ и H .

Таблица максимально допустимой полуразности углов отклонения магнита в зависимости от угла отклонения и значения горизонтальной составляющей геомагнитного поля

θ°	H , нТл					
	5000	10 000	15 000	20 000	25 000	30 000
10	1,0	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4
15	2,3	1,6	1,4	1,2	1,0	1,0
20	4,4	2,9	2,4	2,1	1,9	1,7
30	9,2	6,5	5,3	4,6	4,1	3,7
40	16,1	11,4	9,3	8,0	7,2	6,5
50	24,6	17,4	14,2	12,3	11,0	10,0
60	34,4	24,3	19,9	17,2	15,4	14,0
70	45,2	32,0	26,2	22,6	20,2	18,4
80	56,8	40,2	32,9	28,4	25,4	23,1

Если ΔH не равна одной нТл, то искомая величина для данных H и θ будет равна табличному значению, умноженному на $\sqrt{\Delta H}$.

Пример. В районе работ $H=0,175 \cdot 10^5$ нТл. Прибор дает при закручивании нити на 2π $\theta=60^\circ$. Заданная погрешность $\Delta H=0,5$ нТл. Максимально допустимая величина полуразности углов θ_1 и θ_2 будет

$$\frac{\theta_1 - \theta_2}{2} = \frac{0,5}{2,06 \cdot 10^{-4} \cdot 0,175 \cdot 10^5} \cdot \sqrt{0,5} \approx 13';$$

или из таблицы

$$\frac{\theta_1 - \theta_2}{2} \approx 18,6 \cdot \sqrt{0,5} \approx 13'.$$

Из уравнения $\Delta H \approx \frac{4,24 \cdot 10^{-8} H \left(\frac{\theta_1 - \theta_2}{2} \right)^2}{(1 - \cos \theta)^2}$ (2)

для условий, приведенных выше, можно определить, какую погрешность в определении H получим при данной величине $\frac{\theta_1 - \theta_2}{2} = 10'$:

$$\Delta H \approx \frac{4,24 \cdot 10^{-8} \cdot 0,175 \cdot 10^5 \cdot 10^2}{(0,5)^2} \approx 0,3 \text{ нТл.}$$

ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ НАБЛЮДЕНИЙ, ПРОВЕДЕННЫХ С ПОМОЩЬЮ МАГНИТООПТИЧЕСКИХ МАГНИТОМЕТРОВ

1. Предварительная обработка результатов наблюдений включает:
— прокладку на рабочем планшете координат станций РНС и нанесение пути их дрейфа;
— прокладку мест точек магнитных наблюдений на рабочем планшете;

— составление списка координат точек магнитных наблюдений;
— вычисление истинных азимутов мир;

— вычисления в журнале магнитной съемки со льда H, d, Z (форма журнала магнитной съемки со льда приведена в приложении 3.9);

— обработку магнитограмм МВС;

— построение калек распределения элементов ГМП H, d, Z на рабочем планшете в районе работ;

— составление контрольной схемы магнитных пунктов с нанесенными значениями H, d, Z .

2. Вычисление горизонтальной составляющей ГМП — H и магнитного склонения — d производят в следующей последовательности:

— проверяют соответствие номеров использованных магнитометров и записанных в журнале магнитной съемки;

— вычисляют углы отклонения магнитной системы θ_1 и θ_2 при закручивании нити на $+K\pi$ и $-K\pi$ от положения магнитной системы, близкой к магнитному меридиану, по формуле

$$\left. \begin{aligned} \theta_1 &= n_{+K\pi} - n_{01}, \\ \theta_2 &= n_{-K\pi} + n_{02}, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где $n_{+K\pi}, n_{-K\pi}$ — отсчеты по верньеру при поворотах магнитной системы $+K\pi$ и $-K\pi$ соответственно;

K — коэффициент закрученности нити магнитной системы;
 n_{01}, n_{02} — отсчеты по верньеру при положениях магнитной системы, близких к магнитному меридиану;

— вычисляют средний угол отклонения магнитной системы θ в точке измерений по формуле

$$\theta = \frac{\theta_1 + \theta_2}{2}; \quad (2)$$

— вычисляют полуразность углов отклонения магнитной системы θ' и проверяют ее соответствие допустимой величине в соответствии с приложением 3.6, п. 19

$$\theta' = \frac{\theta_1 - \theta_2}{2}; \quad (3)$$

— вычисляют среднее время (t_{cp}) и среднюю температуру (t_{cp}°) производства наблюдений;

— вычисляют средний отсчет на миру ($n_{миры}$) из двух наблюдений и средний отсчет наведения на магнит при положениях магнитной системы, близких к магнитному меридиану (n_0);

— снимают с магнитограмм МВС и заносят в таблицу значение составляющих вариаций δH на среднее время наблюдений, которое вычисляют по формуле

$$\delta H = \text{орд. } H \varepsilon_H, \quad (4)$$

где орд. H — ордината в мм, снятая с магнитограмм на время $t_{\text{ср}}$;
 ε_H — цена деления вариометра МВС, нТл/мм;

— вычисляют значение наблюдаемой горизонтальной составляющей ГМП H' по формуле

$$H' = \frac{K(C_0 + \mu t_{\text{ср}}^\circ)}{\sin \theta}, \quad (5)$$

где K — коэффициент закрученности нити магнитной системы;
 C_0, μ — коэффициенты, полученные при сверке магнитометра в соответствии с приложением 3.3;

— вычисляют горизонтальную составляющую ГМП без влияния вариаций (абсолютную) H по формуле

$$H = H' - \delta H; \quad (6)$$

— вычисляют магнитный азимут мира по формуле

$$A_M = n_{\text{миры}} - n_0; \quad (7)$$

— вычисляют наблюдаемое магнитное склонение d'

$$d' = A - A_M + \Delta d, \quad (8)$$

где A — азимут мира;

Δd — инструментальная поправка, полученная при сверке магнитометра в соответствии с приложением 3.3;

— снимают с магнитограммы МВС на среднее время наблюдений $t_{\text{ср}}$ значение составляющих вариаций δd , которое вычисляют по формуле

$$\delta d = \text{орд. } d \varepsilon_d, \quad (9)$$

где орд. d — ордината в мм, снятая с магнитограммы МВС;
 ε_d — цена деления вариометра МВС, угл. мин/мм;

— вычисляют магнитное склонение без влияния вариаций (абсолютное) d по формуле

$$d = d' - \delta d. \quad (10)$$

3. Вычисление вертикальной составляющей ГМП производят в следующей последовательности:

— проверяют соответствие номеров использованных магнитометров и записанных в журнале магнитной съемки;

— вычисляют средний отсчет по шкале из первой серии наблюдений и второй серии наблюдений (по три отсчета) и средний отсчет из двух серий ($n_{\text{ср}}$);

— вычисляют среднее время $t_{\text{ср}}$ и среднюю температуру $t_{\text{ср}}^\circ$ двух серий наблюдений;

— вычисляют наблюдаемую вертикальную составляющую Z' по формуле

$$Z' = Z_0 + \varepsilon_z n_{\text{ср}} + T_z t_{\text{ср}}^\circ, \quad (11)$$

где ε_z, T_z — коэффициенты, полученные при сверке магнитометра в соответствии с приложением 3.3;

Z_0 — значение нуля-пункта, нТл, полученное при сверке магнитометра;

— снимают с магнитограммы МВС на среднее время наблюдений $t_{\text{ср}}$ значение составляющих вариаций δZ , которое вычисляют по формуле

$$\delta Z = \text{орд. } Z \varepsilon'_z, \quad (12)$$

где орд. Z — ордината в мм, снятая с магнитограммы МВС;
 ε'_z — цена деления вариометра МВС, нТл/мм;

— вычисляют вертикальную составляющую ГМП Z без влияния вариаций (абсолютную) по формуле

$$Z = Z' - \delta Z. \quad (13)$$

4. Окончательная обработка результатов наблюдений включает:

— проверку журнала магнитной съемки со льда;

— вычисление инструментальных поправок и коэффициентов магнитометров;

— нанесение на планшет точек магнитных наблюдений;

— вычисление абсолютных значений H, Z, d ;

— вычисление северной — X , восточной — Y составляющих ГМП и наклона — I ;

— составление каталога магнитных пунктов;

— построение карт распределения элементов ГМП в районе работ.

5. Инструментальные поправки и коэффициенты магнитометров вычисляют в соответствии с приложением 3.3.

6. Вычисление элементов ГМП: H, Z, d производят по формулам 1—13 настоящего приложения.

7. Вычисление элементов X, Y, I производят по формулам:

$$\left. \begin{aligned} \text{tg } I &= \frac{Z}{H}, \\ X &= H \cos d, \\ Y &= H \sin d. \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

8. Каталог магнитных пунктов составляют по форме, приведенной в приложении 1.15. Магнитные пункты записывают в каталог в порядке их нумерации. Географические координаты пунктов записывают с точностью до 0,1'. Значение элементов ГМП заносят в каталог с точностью до долей нТл (H, Z, X, Y, T) или до десятых долей угловых минут (d, I).

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ С МАГНИТООПТИЧЕСКИМИ
МАГНИТОМЕТРАМИ

А. Первая методика

Порядок проведения работ по первой методике (рис. 1).

1. В 40—50 м от самолета устанавливают теодолит и выбирают (выставляют) миру на расстоянии 150—200 м от теодолита.

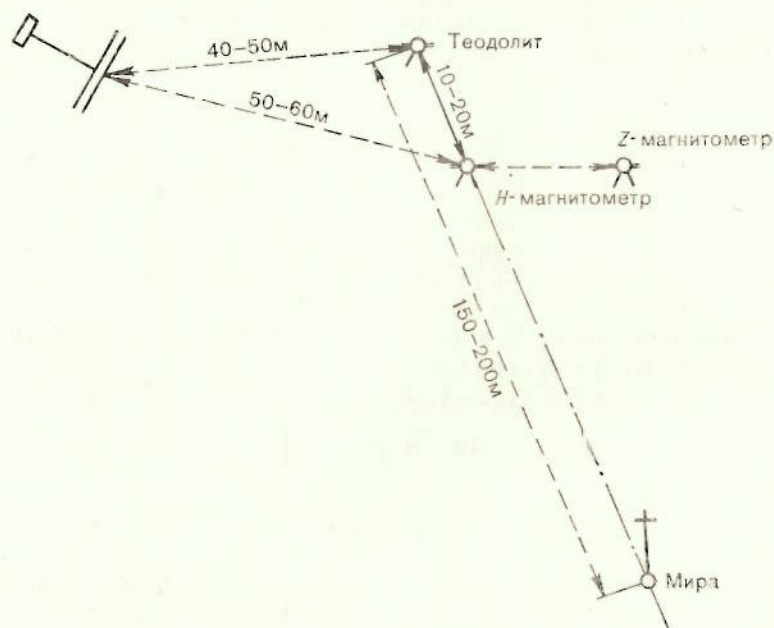


Рис. 1. Схема размещения приборов на магнитном пункте постоянных наблюдений

2. На линии створа теодолита с мирой на расстоянии 10—20 м от теодолита и не ближе 60 м от самолета устанавливают *H*-магнитометр.

3. На расстоянии 15—20 м от *H*-магнитометра под углом $90^\circ \pm 45^\circ$ к направлению линии теодолит—*H*-магнитометр устанавливается *Z*-магнитометр.

4. Магнитометры нивелируют и ориентируют по буссоли. Футляры приборов (с компенсационными магнитами и буссолью) и инструменты относят от магнитометров на расстояние 8—10 м.

5. Измеряют высоты светил (при координировании астрономическим способом) и азимут миры. Время измерения фиксируют по хронометру.

6. Производят измерения *H*-магнитометром тремя полными сериями. При снятии показаний с магнитометров часы должны находиться у помощника магнитолога — наблюдателя.

7. Производят измерения *Z*-магнитометром двумя сериями (по три отсчета в серии).

8. Производят измерение абсолютным (протонным или квантовым) магнитометром (5 отсчетов).

Б. Вторая методика

Порядок проведения работ по второй методике (рис. 2).

1. В 10—20 м от самолета устанавливают теодолит.

2. На расстоянии 100—150 м от теодолита устанавливают *H*-магнитометр.

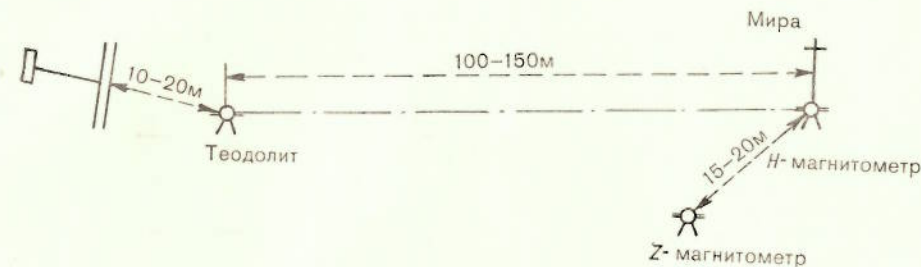


Рис. 2. Схема размещения приборов на магнитном пункте разовых наблюдений

3. По направлению теодолит—*H*-магнитометр в сторону от линии базирования на расстоянии 15—20 м от *H*-магнитометра устанавливают *Z*-магнитометр.

4. Магнитометры нивелируют и ориентируют по буссоли.

5. Измеряют высоты светил и азимут оси *H*-магнитометра (используемого как мира). Ось магнитометра можно отметить немагнитным штырем, установленным на домике магнитометра. Время измерения фиксируют по хронометру.

6. Производят измерение *H*-магнитометром, используя в качестве миры ось теодолита. Отсчет на ось теодолита производят по обратному верньеру (отличается на 180°).

Остальные операции по второй методике производят аналогично первой.

Примечания: 1. Производство измерений по первой методике предпочтительней при наблюдениях на ледовой базе и на выносных вариационных станциях. Производство измерений по второй методике предпочтительней при наблюдениях летними группами на магнитном пункте.

2. Основные правила работы с *H*- и *Z*-магнитометрами приведены в приложении 3.6.

ФОРМА ЖУРНАЛА МАГНИТНОЙ СЪЕМКИ СО ЛЬДА

Титульный лист

_____ (наименование организации)

_____ (почтовый адрес)

ЖУРНАЛ МАГНИТНОЙ СЪЕМКИ
СО ЛЬДА № _____

район (океан, море) _____

планшет № _____

измерения произвели _____

начат: « _____ » 198 г.

окончен: « _____ » 198 г.

На обороте титульного листа

Журнал проверил и принял:

_____ (должность)

_____ (звание, Ф. И. О., подпись)

« _____ » 198 г.

2 лист

СХЕМА ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ

ОГЛАВЛЕНИЕ

№ п.п.	Планшет № _____	Номер галса и номера пунктов	Лист	
			от	до

5 лист

СВЕДЕНИЯ О ПРИБОРАХ

Наименование	Заводской номер	Год выпуска	Дата последней сверки и номер документа

6—7 лист

РЕЗУЛЬТАТЫ СВЕРОК *H*-МАГНИТОМЕТРА

Тип _____ № _____

Периоды сверок	Дата	Для закрученности								
		+			-					
		μ	C_0	Δd	μ	C_0	Δd			
До полевых работ										
После полевых работ										
Принято в обработку										

**4. СВЕДЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ
АЭРОМАГНИТНОЙ СЪЕМКИ**

**ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ
АЭРОМАГНИТНОЙ СЪЕМКИ**

1. Всему личному составу аэромагнитной партии, участвующему в полетах, необходимо неукоснительно соблюдать общие правила техники безопасности, установленные для членов экипажей самолетов.

2. Самолет (вертолет) должен быть предварительно подготовлен для установки аппаратуры по техническим условиям, согласованным с главным конструктором самолета (вертолета) и утвержденным главным инженером главного управления ГВФ. Подготовка осуществляется подразделениями ГВФ.

3. После установки аппаратура тщательно проверяется на аэродроме в присутствии бортмеханика или авиамеханика.

Аэрогеофизическая аппаратура должна быть заземлена на специальную металлизацию самолета (вертолета).

4. В полете можно производить только те ремонтные работы аэрогеофизической аппаратуры, которые не связаны с перепайкой деталей и полной разборкой аппаратуры.

5. Лицам, допущенным к работе с аппаратурой, при ремонте блоков питания аэромагнитометра необходимо соблюдать общие правила техники безопасности, установленные для работ с током высокого напряжения.

6. Включение аппаратуры на земле от наземного агрегата производится в присутствии бортмеханика или авиатехника.

7. Во время заправки самолета (вертолета) горюче-смазочными материалами аэрогеофизическая аппаратура должна быть обесточена.

8. Питание всей съемочной аппаратуры при взлете и посадке выключается. Включение производится после взлета с разрешения командира самолета.

9. Перед взлетом необходимо проверить отсоединение кабеля наземного питания и доложить об этом командиру самолета.

10. Запрещаются полеты с выпускной гондолой без тросоруба.

11. Выпуск и подъем подвесной гондолы во время полета производится только по команде командира самолета после того, как пиропатроны будут вставлены в гнездо тросоруба.

12. При выпуске гондолы соблюдают следующие меры предосторожности:

— при освобождении чеки, закрепляющей рычаг выпускного устройства, придерживают рычаг рукой;

— при разматывании кабеля с лебедки «собачку» на храповике не освобождают.

13. Подъем гондолы после окончания работ или аварийный подъем гондолы производится бортоператором немедленно после команды командира самолета.

14. После подъема гондолы бортоператор должен убрать пиропатроны из гнезда тросоруба и доложить об этом командиру самолета.

При хранении пиропатронов и обращении с ними необходимо соблюдать правила техники безопасности при работе со взрывчатыми веществами.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ИНСТРУМЕНТОВ, ОБОРУДОВАНИЯ И РАСХОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ РАБОТЫ ПРИ АЭРОМАГНИТНОЙ СЪЕМКЕ

Наименование	Единица измерения	Количество	Примечание
Аэромагнитометр с ЗИП	к-т	По 1 на каждую летную группу	Тип аэромагнитометра определяется в зависимости от требований к точности съемки и измеряемых элементов ГМП
Резервная гондола с датчиком	»	То же	
Магнитная вариационная станция	»	По 1 на каждый вариационный пункт	Количество МВС определяется техническим заданием
Приемондикатор РНС с ЗИП	»	1	
Контрольно-измерительная аппаратура:			Определяется инструкциями по эксплуатации магнитометра, МВС и приемондикатора РНС
— тестер	»	2	
— осциллограф	»	1	
— частотомер	»	1	
Автотрансформатор ЭКВМ (БЗ-34, СЗ-15, БЗ-21, МК-54)	шт. к-т	1 1	
Инструменты			
Паяльник электрический	шт.	2	
Набор слесарного инструмента	к-т	1	
Набор радиомонтажного инструмента	»	1	
Имущество			
Универсальный клей	флакон	2	
Провод монтажный разный	м	50	
Пособия и принадлежности			
Инструкция по морской магнитной съемке	шт.	1	
Инструкция по эксплуатации аэромагнитометра	»	1	
Техническое описание прибора	»	1	На каждый прибор
Бортовой журнал	»	2	
Журнал АМС	»	2	На месяц
Журнал определения места	»	2	» »

Наименование	Единица измерения	Количество	Примечание
Перфолента	рулон	—	Рассчитывается при составлении технического задания
Бумага для самописца	»	—	На месяц
Вычислительная бумага	лист	30	
Миллиметровая бумага	м	10	» »
Калька	»	10	» »
Необходимые чертежные и канцелярские принадлежности	к-т	1	
Расходные материалы для эксплуатации магнитометра (спирт, магнитная лента, лента для регистраторов и т. д.)	»	1	Состав и нормы расхода согласно инструкции по эксплуатации данной аппаратуры

ФОРМА БОРТОВОГО ЖУРНАЛА АЭРОМАГНИТНОЙ СЪЕМКИ

Титульный лист

БОРТОВОЙ ЖУРНАЛ АЭРОМАГНИТНОЙ СЪЕМКИ

Полет произведен по маршрутам _____

Типы и номера приборов _____

Определение места по _____

Проверка хронометра _____

Метеоусловия в полете _____
(видимость, ветер, болтанка)

Сводка о выполнении съемки

Показатели	Элементы полета			Примечание
	подлет	рабочий ход	итого	
Километраж				
Время				

1 пилот _____, 2 пилот _____, Штурман _____

Бортмеханик _____, Бортрадист _____

Магнитолог _____, Оператор-радиометрист _____

Принято в производство _____ км аэромагнитной съемки

« _____ » 198 г.

Командир партии — руководитель полета _____

№ ориентира	Время, ч мин	Время полета между ориентирами, ч мин	Расстояние между ориентирами, км	Средняя скорость полета, км/ч	МК, градус	Высота полета истинная, м	Примечание

ФОРМА ЖУРНАЛА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТА

Титульный лист

_____ (наименование организации)

_____ (почтовый адрес)

ЖУРНАЛ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТА № _____

район (океан, море) _____

планшет № _____

измерения произвели _____

начат " _____ 198 г.

окончен " _____ 198 г.

На обороте титульного листа

Журнал проверил и принял:

_____ (должность)

_____ (звание, Ф. И. О., подпись)

" _____ 198 г.

2 лист

СХЕМА ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ

ОГЛАВЛЕНИЕ

№ п.п.	Планшет №	Номера галсов	Лист	
			от	до

5 лист

СВЕДЕНИЯ О ПРИБОРАХ

Наименование	Заводской номер	Год выпуска	Дата проверки и номер документа

6 лист и далее

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ

Дата _____ Маршрут _____ Самолет, борт № _____

№ перфолент _____ № распечаток _____

№ п.п.	Время, ч мин	КК, градус	ΔК, градус	ИК, градус	Скорость, км/ч	Высота полета, м	Отсчеты приемоиндикатора		Географические координаты, градус	
							канал А	канал Б	φ	λ

Последний лист

В настоящем журнале пронумеровано _____ листов

из них заполнено _____ листов

(должность)

(звание, Ф. И. О., подпись)

« _____ 198 г.

Редактор *С. И. Богданов*

Технический редактор *Л. А. Ванькаева*

Сдано в набор 8.05.86.

Формат 70×108^{1/16}

Подписано к печати 04.01.87.

Усл. печ. л. 17,5 + 2 вклейки. Уч.-изд. л. 13,56 + 0,35 вклейки. Изд. № 80 Заказ 560

ЦКФ ВМФ