

◆ СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ ◆

УДК 527

DOI 10.17285/0869-7035.0094

В. Г. ПЕШЕХОНОВ

НАВИГАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЛЯРНЫХ ПОХОДОВ ПОДВОДНЫХ ЛОДОК

В июле исполняется 60 лет первому походу советской подводной лодки к Северному географическому полюсу. Этот и последующие походы потребовали создания новых средств навигации. Анализу развития навигационного обеспечения походов к полюсу посвящена настоящая статья.

Ключевые слова: Северный полюс, подледная навигация, квазигеографическая система координат.

Введение

Северный географический полюс издавна манил людей своей недоступностью. Отважные путешественники стремились к нему на лыжах и собачьих упряжках, на аэростате. Немецкий физиолог и географ Г. Аншютц-Кемпфе задумал достичь Северного полюса подо льдом на подводной лодке [1]. Одна из проблем полярной навигации заключается в том, что ледяной покров не позволяет использовать астрономический метод определения курса, и Г. Аншютц-Кемпфе решил разработать полностью автономную систему курсоуказания на базе гироскопической техники.

Подобные разработки проводились со времен опытов Л. Фуко (1851 г.), но создать работоспособный на качающемся основании курсоуказатель не получилось. Потребовались годы, чтобы пересмотреть ранее применявшиеся принципы построения гиросурсоуказателей, выработать новые, и в 1909 г. первый в мире гироскопас фирмы «Аншютц» успешно прошел испытания на линкоре «Дойчланд». Это было

Пешехонов Владимир Григорьевич. Академик РАН, научный руководитель, АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор» (С.-Петербург). Директор, Институт информационно-навигационных систем Университета ИТМО (С.-Петербург). Президент международной общественной организации «Академия навигации и управления движением».

выдающимся событием, радикально повлиявшим на навигационное обеспечение кораблей и судов. Но до подледных походов подводных лодок было еще далеко – энергетика имевшихся в то время дизель-электрических подводных лодок требовала частых всплытий для забора воздуха, чему препятствовал ледяной покров океана.

Проблему решило создание в середине прошлого века атомных подводных лодок (АПЛ). Первыми совершили подледный поход к полюсу две АПЛ США. С третьей попытки «Наутилус» прошла в Северный Ледовитый океан через Берингов пролив и 3 августа 1958 г. достигла полюса, но всплыть на нем из-за ледовой обстановки не смогла. «Скейт» отправилась в поход со стороны Гренландского моря и достигла полюса 11 августа 1958 г. [2, 3]. Эта же АПЛ совершила поход к полюсу через 7 месяцев. Началось активное освоение Арктики АПЛ США.

Руководством страны было принято решение о походе к полюсу советской АПЛ. Флот определил, что это будет первая отечественная АПЛ, бортовой номер К-3, экипаж которой был самым опытным среди экипажей атомоходов.

Походы к полюсу АПЛ с навигационными комплексами первого поколения

В октябре 1958 г. председатель Государственного комитета по судостроению¹ Борис Евстафьевич Бутома приехал в НИИ-303 (ныне ЦНИИ «Электроприбор»), чтобы обсудить проблему навигационного обеспечения похода К-3 к Северному полюсу. Проблему могла бы решить инерциальная навигационная система (ИНС), но до ее создания в нашей стране было еще более десяти лет.

Штатный навигационный комплекс подводной лодки К-3 «Плутон» (разработка НИИ-944, ныне «Моринформсистема-Агат», главный конструктор – Эдуард Иванович Эллер) имел скромный приборный состав (2 гирокомпаса «Маяк», гироазимутгоризонт «Сатурн», ртутный лаг ЛР, автопрокладчик «Терек») и обеспечивал навигацию только до 80° северной широты [4, 5]. Борис Евстафьевич признал: «С таким навигационным вооружением мы знаем, как идти к Северному полюсу, но не знаем, как идти оттуда обратно» [7].

Проблем с навигационным обеспечением похода было несколько. Прежде всего нужно было иметь надежный навигационный комплекс – при аварии подо льдом рассчитывать на помощь не приходилось.

С этой точки зрения аппаратный состав комплекса «Плутон» был явно недостаточен. Решили дополнительно разместить на АПЛ гироскопические системы (гироскопы «Маяк», гироазимуты «Сила-ГА», гировертикали «Сила-ГВ»), ртутный лаг «Бурун» и систему счисления и прокладки пути «Сила-В» из состава опытного образца нового навигационного комплекса «Сила-Н» [5] (разработка НИИ-303, главный конструктор – Валентин Иванович Маслевский). В результате было обеспечено глубокое резервирование средств навигации: 4 гирокомпаса, 2 гироазимута, 2 гировертикали, гироазимутгоризонт, 2 лага, 2 автопрокладчика [9].

Одновременно решалась и другая задача. Гироскопические системы комплекса «Сила-Н» были построены на самых точных в то время шаровых гироскопах и обеспечивали максимально возможное время плавания без коррекции. Совместная обработ-

¹ Во времена Н.С. Хрущева в рамках реформы государственного управления отраслевые министерства были заменены соответствующими государственными комитетами.

ка их информации придала навигационному вооружению важное свойство – малую возмущаемость системы курсоуказания при маневрировании АПЛ [10]. Координаты определялись методом навигационного счисления по данным системы курсоуказания и лагов.

Как известно, направляющая сила гирокомпасов пропорциональна угловой скорости вращения Земли. По мере увеличения широты места направляющая сила убывает, обращаясь в ноль на полюсе – пересечении оси вращения Земли с земной поверхностью. Поэтому в приполюсном районе было решено переходить от выработки курса гирокомпасами к хранению направления гироазимутами.

Еще одна проблема была связана с навигационными картами. Они строятся в меркаторской системе координат, в которой Северный полюс – особая точка. Учеными НИИ-303 и НИИ-9 Министерства обороны СССР (ныне – Государственный научно-исследовательский навигационно-гидрографический институт Минобороны, ГНИНГИ) была предложена квазигеографическая система координат (см. рис. 1), в которой квазиполюс расположен на пересечении 180° меридиана и экватора, а Северный географический полюс перестает быть особой точкой [4].

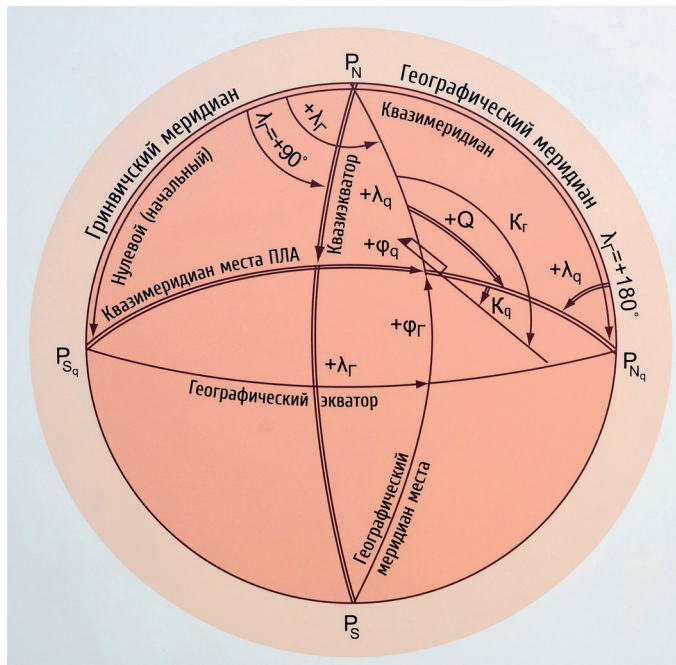


Рис. 1. Квазигеографическая система координат

Готовились к походу тщательно. Развернули на стенде НИИ-303 гироскопическую аппаратуру комплекса «Сила-Н» и выполнили полунатурное моделирование похода, включая маневрирование в приполюсном районе. После установки комплекса на АПЛ дважды выходили под лед, отрабатывая специальные маневры поиска разводий (участки чистой воды) и полыней (участки молодого льда) и вертикального всплытия со взломом корпусом АПЛ льда полыньи.

Тем не менее это был поход в неведомое, и для участия в нем были отобраны лучшие специалисты. Бригаду НИИ-303 возглавил В.И. Маслевский. Штурманскую боевую часть усилили флагманский штурман флотилии АПЛ Дмитрий Эрнестович

Эрдман и входившие в научную группу ведущие специалисты НИИ-9 Анатолий Васильевич Федотов и Владимир Алексеевич Монтелли.

Работы в походе хватило на всех. Бригада НИИ-303 контролировала работу аппаратуры, вручную строили графики выходных данных систем и по ним оценивали состояние аппаратуры. Отслеживалось изменение температуры, магнитных полей и давления в гиропосту, влияющих на точность гироскопов. Штурманы и гидрографы, помимо обычной работы, обеспечивали навигационную безопасность АПЛ от подводных частей айсбергов и огромных сталактитов, свисающих подо льдом. Они же обнаружили подводную гору – часть позднее открытого подводного хребта Гаккеля.

Одной из задач было определение широты места, на которой нужно перевести комплекс из географической системы координат в квазигеографическую на пути к полюсу и совершить обратный переход на пути от полюса. С одной стороны, чем ближе к полюсу произойдет переход, тем меньше будет накопленная ошибка гироазимутов из-за дрейфов гироскопов. Но с другой стороны, чем ближе к полюсу, тем больше погрешность гироскопов, а следовательно, и исходная погрешность для хранения.

К Северному полюсу шли по Гринвичскому меридиану между Гренландией и Шпицбергенем. На этом маршруте между 80° и 82° северной широты высока вероятность встречи с айсбергами, и они действительно попадались [9]. Во избежание столкновения с подводными частями айсбергов увеличили глубину погружения АПЛ, а для того чтобы не произошло возмущений гироскопических систем, все маневры АПЛ выполнялись максимально плавно.

К Северному полюсу вышли 17 июля 1962 г. в 6 часов 50 минут. Ледовая обстановка не позволила всплыть на полюсе, К-3 прошла 60 миль в Западное полушарие, развернулась и вновь прошла через полюс. Только на широте 85° было найдено разводье, пригодное для всплытия. Несмотря на облачность, штурману удалось проверить с помощью оптического секстанта выработку курса. На широте 79° вышли из-под льда и по данным радионавигации определили поправки координат. Невязка по широте составила около 9 миль, по долготе – около 34 миль. Учитывая, что АПЛ прошла без обсерваций по координатам 1284 мили за 175 часов, накопленная погрешность примерно соответствовала инструментальной погрешности лага [7].

Таким образом было доказано, что скомпонованное из имеющихся гироскопических систем навигационное вооружение АПЛ с помощью разработанных методов обработки навигационной информации проблему навигации в полярных широтах в первом приближении решило. Дорога в Арктику для советских АПЛ была открыта.

О значимости этого достижения свидетельствует тот факт, что по возвращении АПЛ К-3 встречало руководство страны во главе с Н.С. Хрущевым. Всем участникам похода вручили государственные награды, в том числе В.И. Маслевскому – орден Ленина.

За успехи в решении проблемы всеширотной подводной навигации в апреле 1963 г. лауреатами Ленинской премии стали сотрудники НИИ-303 А.И. Коган, Г.М. Малышев, В.И. Маслевский, М.И. Пахомов, Ю.Д. Рихтерман, С.Ф. Фармаковский, сотрудник НИИ-944 Г.Д. Блюмин, сотрудник Государственного оптического института П.М. Дианов, ЛОМО – А.Е. Елькин, НИИ-9 – В.Д. Теплов.

Параллельно с описываемыми событиями в ЦНИИ «Электроприбор» с 1959 г. по техническому заданию Военно-Морского Флота велась разработка первого всеширотного навигационного комплекса «Сигма» (главный конструктор – В.И. Маслевский).

Гироскопическое ядро комплекса составили: система курсоказания «Сириус» (три аperiодических гирокомаса, три гироазимута и аналоговый счетно-решающий прибор), система центральной гировертикали «Сектор» (две гировертикали). В состав комплекса также входили относительный лаг «Скиф», автопрокладчик «Сапфир», система фиксации времени «Фиксатор-2М», система питания, сигнализации и связи «Сигма-ПС». Основное средство астрокоррекции – астронавигационная система «Сегмент» с навесной гировертикалью «Сегмент-В». На АПЛ стратегического назначения в составе навигационного комплекса использовалось новое всепогодное средство астронавигации – радиосекстан «Самум». Вне навигационного комплекса в навигационное вооружение АПЛ входили: эхоледомер, телевизионная аппаратура, обеспечивающая контроль ледяного покрова с борта АПЛ и поиск полыней и разводий, эхолот и приемоиндикаторы радионавигационных систем.

В 1963 г. комплекс был смонтирован на борту АПЛ К-181 для проведения государственных испытаний, заключительным этапом которых был поход к Северному полюсу [8]. Условия похода усложнили – выходили в высокие широты через узкий желоб между островом Виктория и Землей Франца-Иосифа (см. рис. 2).

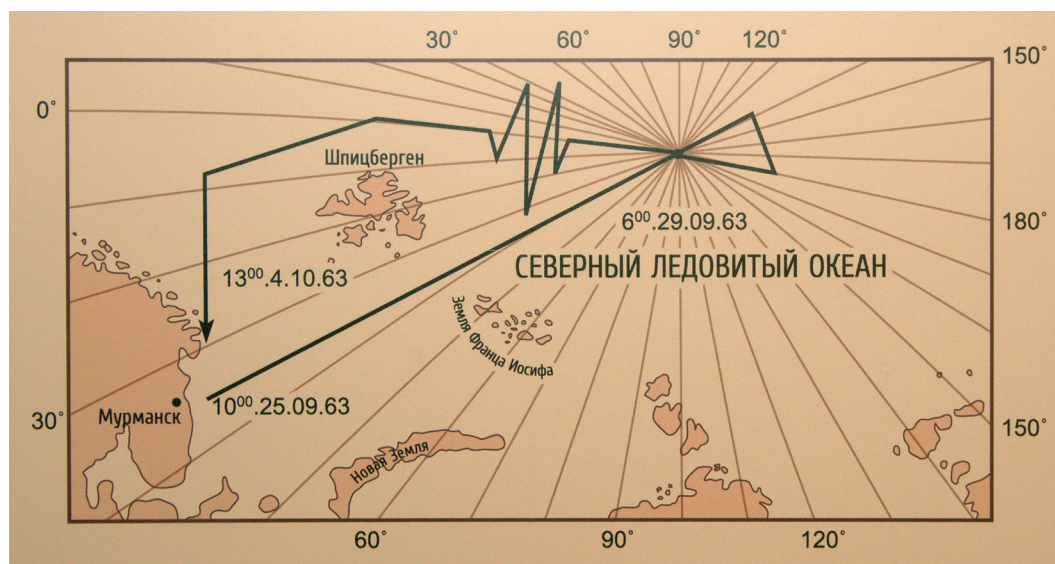


Рис. 2. Маршрут к полюсу

За работой комплекса наблюдала бригада специалистов ЦНИИ «Электроприбор», руководителем снова был В.И. Маслевский. Одна из задач заключалась в выяснении влияния маневрирования АПЛ в высоких широтах на работу системы курсоказания «Сириус». «Сириус» проверку выдержал. Это был подлинный шедевр механики, и особенно – вновь разработанный закрытый шаровый гирокоп.

Поход прошел без навигационных происшествий, и по данным счисления 29 сентября АПЛ достигла полюса. Вблизи полюса нашли полыню и, выполнив маневр «вертикальное всплытие», взломали корпусом АПЛ тонкий лед, в 6 часов 51 минуту вышли на поверхность (см. рис. 3).

Стояли сумерки, и использовать астронавигационное определение координат и курса было невозможно. Поправки к координатам определили только на 79° параллели. Они составили по широте менее полумили, по долготе – около 6 миль [7].



Рис. 3. На полюсе, в центре в последнем ряду – В.И. Маслевский

Практически одновременно с походом к полюсу в сентябре 1963 г. АПЛ К-115 и К-178 совершили подледный переход с базы Северного флота на Кольском полуострове на базу Тихоокеанского флота на Камчатке [11]. Специфика этого похода заключалась в частности в том, что часть пути АПЛ пришлось преодолевать в мелком море, когда расстояние между ледяным покровом и дном было минимальным.

Наконец, в 1966 г. АПЛ К-116 и К-133 с навигационным комплексом «Сигма» совершили трансатлантический переход через пролив Дрейка с Северного флота на Тихоокеанский. Операционной зоной Военно-Морского Флота стал весь Мировой океан. Комплекс «Сигма» нашел широкое применение и в различных модификациях устанавливался на АПЛ полутора десятков проектов.

Походы к полюсу с навигационными комплексами второго поколения

Отличительная особенность навигационных комплексов второго поколения заключается прежде всего в том, что это комплексы инерциальные. Они открыли новые возможности навигации, в том числе подледной высокоширотной.

Однако, для того чтобы реализовать инерциальную навигационную систему (ИНС), необходимо было разработать: гироскопы и акселерометры по крайней мере на порядок более точные, чем используемые в комплексах первого поколения; высоконадежные цифровые вычислительные средства, работающие в реальном масштабе времени, для управления и обработки информации ИНС; высокоточные, желательны безредукторные следящие гироскопические системы; системы термостабилизации гироскопических приборов сложной карданной конструкции.

Первый морской инерциальный навигационный комплекс «Тобол» был создан специально организованным для этой цели московским НИИ «Дельфин» (впоследствии ЦНИИ «Дельфин») под руководством главного конструктора Олега Васильевича Кищенко. ИНС была построена по полуаналитической схеме со свободной в азимуте платформой на поплавковом гироскопе, ранее разработанном для космической техники и адаптированном для морских применений. Точность комплекса повышена путем периодического включения гидроакустического (абсолютного) лага (разработка ЦНИИ «Морфизприбор», главный конструктор – Владимир Иванович Бородин).

Серьезные трудности пришлось преодолеть при разработке вычислительных средств. Была использована схема на токовых ключах, высоконадежная, но с невысокой производительностью, так как обеспечивающие более высокую производительность компоненты в тот период имели недостаточную надежность. В результате получился высоконадежный комплекс, что было очень важно для флота.

Государственные испытания комплекса «Тобол» включали походы в низкие и высокие широты. Работу комплекса контролировала бригада специалистов НИИ «Дельфин» (руководитель – Алексей Владимирович Новгородский) с участием представителей ЦНИИ «Электроприбор» и ЦНИИ «Морфизприбор». В поход к Северному полюсу стратегическая АПЛ К-245 проекта 667 вышла 10 октября 1972 г. Маршрут был хорошо известен – желоб Святой Анны, затем по Гринвичскому меридиану до полюса. При подходе к полюсу гироскопы потеряли меридиан, но все ИНС работали устойчиво. 20 октября АПЛ К-245 прошла полюс, развернулась и начался поиск льдины. Ее нашли в 7 милях от полюса. К-245 взломала лед и вышла на поверхность. Экипаж традиционно установил государственный флаг на ледяных торосах. Впрочем, выход на поверхность был коротким – льдина была узкой и лед угрожающе ломался о корпус АПЛ. На широте 85° нашли еще одну льдину и провели обсервацию, определившую погрешность в 1,1 мили.

29 октября АПЛ К-245 вернулась на военно-морскую базу. Инерциальный навигационный комплекс «Тобол» испытание выдержал и был принят на вооружение. Это был первый поход к полюсу стратегической АПЛ.

Инерциальный комплекс «Медведица» для многоцелевых АПЛ разработал ЦНИИ «Электроприбор» (главный конструктор в 1969–1973 гг. – Владимир Григорьевич Гордеев, затем – Владимир Григорьевич Пешехонов). Первоначально комплекс «Медведица» предназначался для подводных лодок проекта 949, но в 1974 г. Минсудпромом было принято решение о том, что на АПЛ проекта 671 РТМ основные приборные комплексы должны быть цифровыми, и пришлось ускоренно разработать инерциальный навигационный комплекс «Медведица-РТМ».

Входившая в его состав ИНС полуаналитического типа «Стрелец» (главный конструктор – Борис Дмитриевич Жарков) построена на вновь разработанном обратном закрытом шаровом гироскопе (ЗШГО) с аэродинамической опорой ротора. Гироскоп обладал достаточной точностью, чтобы отказаться от периодического использования гидроакустического лага. Однако у ЗШГО был недостаток – при запуске гироскопа в результате трибоскопического эффекта могли образовываться частицы износа опоры, нарушающие нормальную работу гироскопа. Это и произошло при подготовке к походу к полюсу, и выход АПЛ пришлось отложить на неделю.

Особенность комплекса «Медведица-РТМ» заключалась в том, что в его состав были включены все средства навигации АПЛ, и цифровые средства комплекса обеспечива-

ли обработку их информации. Для этой цели был разработан глубоко резервированный цифровой вычислительный комплекс (ЦВК, главный конструктор – Николай Иванович Григорьев, главный конструктор программного обеспечения – Николай Иванович Федоров) на базе унифицированной в судостроительной промышленности цифровой вычислительной машины «Карат».

Опытно-поставочный образец комплекса «Медведица-РТМ» был установлен на головной АПЛ К-524 и после ряда доработок прошел государственные испытания. Заключительная часть государственных испытаний по уже установившейся традиции заключалась в походе к полюсу. Поход состоялся в марте 1980 г. Это был первый поход к полюсу советской АПЛ в период, когда ледовая обстановка была максимально тяжелой. Руководил походом командующий флотилией АПЛ вице-адмирал Евгений Дмитриевич Чернов, чей вклад в освоение Арктики хорошо известен. На борту были председатель государственной комиссии по приемке комплекса «Медведица-РТМ» контр-адмирал Николай Сергеевич Борисеев, главный штурман Северного флота Юрий Иванович Жеглов, флагманский штурман флотилии АПЛ Александр Петрович Бурсевич, главный наблюдающий от ВМФ за разработкой комплекса «Медведица-РТМ» Игорь Иванович Тузов.

В бригаду ЦНИИ «Электроприбор» входили: по ИНС «Стрелец» – Борис Дмитриевич Жарков, Юрий Ефимович Наумов, Евгений Сергеевич Баркалов, по ЦВК – Валентин Викторович Васильев, по программному обеспечению – Александр Александрович Ирклей и Михаил Семенович Бляхман, по комплексу электропитания – Николай Павлович Горбунов. Техническим руководителем испытаний был главный конструктор комплекса – автор настоящей статьи.

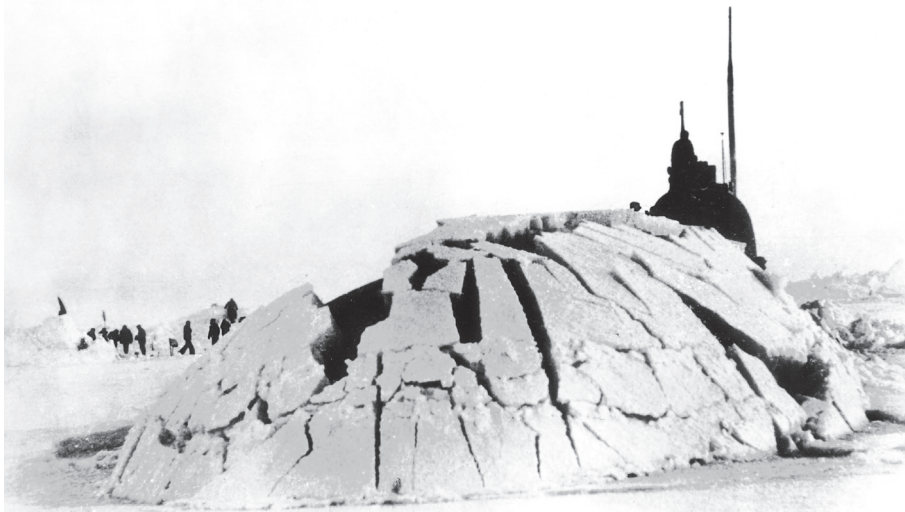


Рис. 4. АПЛ вышла на поверхность в полынье. В левом верхнем углу – флаг на полюсе

Поход проходил спокойно, проблем с комплексом не было. 22 марта прошли пролив Франц-Виктория и перед переходом в квазигеографическую систему координат всплыли для уточнения своего места по спутнику. Результат превзошел ожидания,

и нашей радости не было предела. Уверенно продолжили путь. По всей трассе движения наблюдали паковый лед, в районе полюса тоже. Поиск полыньи продолжался почти сутки. Все очень устали, но адмирал Чернов был неумолим, и лодка описывала координат за координатом. Наконец полынья была найдена, и АПЛ К-524, проломив полуметровый лед, всплыла всего в четырехстах метрах от полюса (см. рис. 4).

Была ясная морозная (-33°) погода, уже наступил полярный день, и незаходящее солнце двигалось по горизонту. На полюсе были больше суток (см. рис. 5), наблюдали самолеты, совершавшие трансполярные рейсы (а они – нас). Когда пришло время погружаться, оказалось, что лодка вмерзла и при отрыве ото льда получила большой дифферент на нос. До стопоров гиросприборов ИНС осталось всего 4° , но комплекс работал устойчиво и до возвращения на базу сохранил высокие точностные характеристики.



Рис. 5. На полюсе с «Медведицей». Слева направо: В.В. Васильев, штурман П.М. Ермолаев, Б.Д. Жарков, Н.П. Горбунов, И.И. Тузов, В.Г. Пешехонов, Н.С. Борисеев, А.А. Ирклей, Ю.Е. Наумов, Е.С. Баркалов, М.С. Бляхман

Поход К-524 показал, что арктические походы обеспечены инерциальными навигационными комплексами даже в наиболее сложное для навигации время года.

Походы к полюсу с навигационными комплексами третьего поколения

Навигационные комплексы третьего поколения стали развитием инерциальных комплексов. ЦНИИ «Электроприбор» разработал первый навигационный комплекс третьего поколения «Симфония» (главный конструктор – В.Г. Пешехонов) для АПЛ стратегического назначения, в состав которого вошли новые средства навигации: высокоточный инерциальный корректор геометрического типа «Скандий» (главный конструктор – Валерий Залманович Гусинский) на электростатических гироскопах

(главный конструктор – Анатолий Сергеевич Анфиногенов), астрорадиооптикотелевизионная система с дальномерно-угломерным спутниковым каналом (главный конструктор – Михаил Кузьмич Петушков), навигационная гравиметрическая система (главный конструктор – Анатолий Валентинович Тиль) и ряд других систем.

Головной образец комплекса «Симфония» поставлен в 1979 г. на АПЛ ТК-208 и проходил государственные испытания с 1981 г. Председателем штурманской секции государственной комиссии был заместитель главного штурмана Северного флота Виталий Сергеевич Макода, обеспечивший огромный объем проверок комплекса в ходе девятнадцати выходов АПЛ в море в 1981–1982 гг. Комплекс «Симфония» был чрезвычайно сложным, в его состав входили впервые разработанные системы, особо сложным было алгоритмическое обеспечение (руководители разработки – Сергей Петрович Дмитриев и Александр Иванович Сумкин). После первых выходов в море потребовались большие доработки комплекса, его составных частей и программно-алгоритмического обеспечения. В начале 1983 г. был завершен первый этап государственных испытаний.

Второй этап государственных испытаний инерциального навигационного комплекса «Симфония», заключавшийся в походе к Северному полюсу, начался 21 сентября 1985 г. Секцию государственной комиссии по-прежнему возглавлял контр-адмирал В.С. Макода, руководителем сдаточной бригады «Электроприбора» был заместитель главного конструктора комплекса «Симфония» А.А. Черников, в состав бригады входили: по гирокорректору «Скандий» – В.З. Гусинский, по ИНС «Стеллит» – Ю.Е. Наумов, по ЦВК «Струна» – Ю.М. Матросов, по системе электропитания комплекса – Б.С. Дубровин. Большой вклад в совершенствование гирокорректора «Скандий» внес представитель ГНИНГИ Геннадий Иванович Емельянец.

Маршрут похода был проложен через Карские Ворота, Новоземельскую впадину и далее по нулевому меридиану через желоб Святой Анны. Поход проходил без приключений за исключением одного момента, когда обнаружилось «плавающее» падение сопротивления изоляции в цепи электропитания постоянного тока. Неисправность была локализована в аккумуляторной яме АПЛ, устранена, и поход продолжен [2]. На 84° параллели нашли полынью с чистой водой, провели обсервацию, перевели комплекс в квазигеографическую систему координат и продолжили путь к полюсу. Как обычно, присутствие на борту ведущих специалистов «Электроприбора» (см. рис. 6) использовалось для обучения личного состава штурманской боевой части – с комплексом такого состава и такой точности штурманы имели дело впервые.

На полюсе АПЛ вышла на поверхность, взломав метровый лед. Далее все проходило по уже установившейся традиции с тем только исключением, что Ю.М. Матросов случайно провалился в воду, невольно повторив купание на полюсе штурмана К-181 [2]. 9 октября АПЛ К-524 вернулась на военно-морскую базу, завершив 2-й этап государственных испытаний комплекса «Симфония».

Было выяснено, что в полярных широтах коррекция координат неэффективна и для уменьшения погрешности выработки координат достаточно периодического включения жесткого демпфирования колебательных составляющих погрешностей по данным гидроакустического лага. В дальнейшем на основе этого вывода была разработан метод так называемой протяженной коррекции.

Подводя итоги испытаний, председатель штурманской секции государственной комиссии В.С. Макода сказал: «Программа испытаний выполнена полностью. Комплекс показал устойчивую, надежную работу, обеспечил заданные по техническим

условиям параметры. Я как штурман, отвечающий за навигационную безопасность плавания, с таким комплексом уверен за безопасность прохождения желоба Святой Анны, когда внизу глубина около 4 тысяч метров, а наверху – паковый лед толщиной до 50 м» [2].



Рис. 6. На полюсе с «Симфонией». В первом ряду слева направо: В.З. Гусинский, Б.С. Дубровин, А.А. Черников, В.С. Макода, И.И. Тузов, Ю.Е. Наумов, Г.И. Емельянцеv, В.Б. Попов, Ю.М. Матросов

Следующий поход к полюсу совершила в 1987 г. серийная АПЛ. Цель похода заключалась в испытательном пуске баллистических ракет из приполюсного района. В том числе проверялись взаимодействие комплекса «Симфония» с ракетным комплексом и вновь введенный режим протяженной коррекции навигационного комплекса.

7 сентября 1987 г. в 20 часов 55 минут АПЛ всплыла в нескольких милях от полюса и произвела пуск двух баллистических ракет из надводного положения. По результатам этого похода был доработан и утвержден как основной метод протяженной коррекции комплекса и отработано взаимодействие навигационного и ракетного комплекса в высоких широтах.

Флот, который вначале настороженно принял комплекс «Симфония» из-за его новизны и сложности, поверил в комплекс и эффективно его использовал.

ЦНИИ «Дельфин» разработал навигационный комплекс третьего поколения «Шлюз» (главный конструктор – Алексей Петрович Сапожников) для АПЛ стратегического назначения, главной особенностью которого стало использование лазерного корректора ИНС (главный конструктор лазерного гироскопа – Владимир Николаевич Курятов).

Навигационный комплекс «Шлюз» прошел первый этап государственных испытаний на АПЛ К-51 (председатель государственной комиссии – флагманский штурман дивизии АПЛ С.П. Алексеев) в декабре 1984 г. После устранения замечаний и доработок в 1985 г. АПЛ совершила арктический поход до 87° параллели для проверки работы комплекса «Шлюз» в высоких широтах и в 1986 г. – поход к Северному полюсу с выполнением ракетной стрельбы из приполюсного района. В 1989 г. навигационный комплекс «Шлюз» был принят на вооружение [9].

Заключение

Освоение подводной навигации в приполюсном районе Северного Ледовитого океана стало одним из важнейших достижений современной морской навигации. В начале шестидесятых годов проблема получила решение благодаря комплексированию имевшихся в то время гироскопических систем, разработке квазигеографической системы координат, профессионализму и личному мужеству моряков-подводников.

В семидесятые годы после создания первых морских инерциальных навигационных систем арктические походы подводных лодок получили эффективное навигационное обеспечение. Еще через десятилетие в основном благодаря созданию инерциальной системы на прецизионном электростатическом гироскопе стало возможным длительное подледное плавание без выхода на поверхность с высокой точностью навигационного обеспечения.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Ишлинский А.Ю.** Механика. Иден, задачи, приложения. М.: Наука, 1985. 623 с.
2. **Кузнецова В.А.** Поход к вечным льдам. СПб.: ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», 2010. 124 с.
3. **Калверт Д.** Подо льдом к полюсу. М.: Воениздат, 1962. 208 с.
4. **Монтелли В.А.** Об истории решения одной из проблем навигационного обеспечения всеширотного плавания // Гироскопия и навигация. 1997. №3. С. 39–50.
5. **Фармаковский С.Ф.** Развитие навигационного вооружения атомных подводных лодок в СССР в период 1951–1965 гг. // Гироскопия и навигация. 1994. №4. С. 76–82.
6. **Князев А.П.** Из истории создания первого отечественного навигационного комплекса // Гироскопия и навигация. 1997. №2. С. 78–81.
7. **Фармаковский С.Ф.** Походы атомных подводных лодок в район Северного полюса // Гироскопия и навигация. 1997. №1. С. 72–79.
8. **Князев А.П.** Испытания первого всеширотного навигационного комплекса подводных лодок в Арктике // Записки по гидрографии. 1987. Вып. 218. С. 49–52.
9. **Богомазов К.Я.** Освоение навигационных комплексов на подводных лодках Северного флота. СПб.: ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», 2011. 318 с.
10. **Ишлинский А.Ю.** Полная компенсация внешних возмущений, вызванных маневрированием в гироскопических системах // Теория инвариантности и ее применение в автоматических устройствах: труды совещания, состоявшегося в г. Киеве 16–20 октября 1958 года. М., 1959. С. 81–92.
11. **Михайловский А.П.** Вертикальное всплытие. Записки подводника. СПб., 1995.

Peshkhonov, V. G. (Concern CSRI Elektropribor, JSC, Saint Petersburg, Russia)
Navigation Aids for Submarine Polar Missions, *Гироскопия и навигация*, 2022, vol. 30, no. 2 (117), pp. 95–106.

Abstract. July 2022 marks the 60th anniversary of the first mission of a Soviet submarine to the geographic North Pole. This and subsequent missions required new navigation aids to be developed. This paper studies the development of the navigation aids used in the polar missions.

Key words: North Pole, under-ice navigation, quasi-geographic coordinate system.

Материал поступил 24.05.2022