ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
НАВИГАЦИОННО-ГИДРОГРАФИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

НАВИГАЦИЯ И ГИДРОГРАФИЯ

Издается с 1995 года

7
1998

МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Санкт-Петербург

Главный редактор
к.т.н. В.С.Макода

Редакционная коллегия:

В.А.Авдонюшкин, к.т.н. С.П.Алексеев (заместитель главного редактора),
к.т.н. С.Б.Балясников, к.т.н. А.И.Баранов (секретарь),
д.т.н. Б.Н.Беляев, к.в.н. П.Г.Бродский, к.т.н. А.К.Воробьев,
к.в.-м.н. А.А.Дадашев, к.т.н. В.Г.Дзюба, д.т.н. А.Н.Добротворский,
д.т.н. Г.И.Емельянцев, к.т.н. А.В.Зинченко (ответственный за выпуск),
д.т.н. Б.Е.Иванов, к.т.н. И.В.Козырь, к.т.н. П.И.Малеев,
д.в.-м.н. А.П.Михайловский, д.т.н. Н.Н.Неронов,
к.т.н. А.Г.Панов, д.т.н. В.И.Пересыпкин, чл.-кор.РАН В.Г.Пешехонов,
к.т.н. Ю.В.Румянцев, к.т.н. С.А.Рудас (заместитель главного редактора),
чл.-кор.РАН А.Е.Сазонов, чл.-кор.РАН А.И.Сорокин,
к.в.-м.н. А.В.Федотов, д.в.н. В.Н.Фрадкин

**© Государственный научно-исследовательский
навигационно-гидрографический институт Министерства обороны РФ**

1998

THE STATE RESEARCH NAVIGATION-HYDROGRAPHIC INSTITUTE

NAVIGATION AND HYDROGRAPHY

Published since 1995

7
1998

RUSSIAN FEDERATION MINISTRY OF DEFENCE

Saint Petersburg

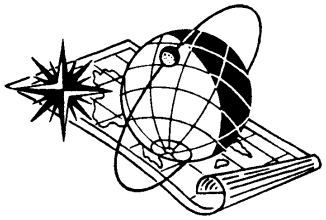
Editor-in-chief
PhD. V.S.Makoda

Editorial board

V.A.Avdonyushkin, PhD. S.P.Alekseev (vice editor-in-chief),
PhD. S.B.Balyasnikov, PhD. A.I.Baranov (secretary),
ScD. B.N.Belyaev, PhD. P.G.Brodsky, PhD. A.K.Vorobiev,
PhD. A.A.Dadashev, PhD. V.G.Dzyuba, ScD. A.N.Dobrotvorsky,
ScD. G.I.Yemelyantsev, PhD. A.V.Zinchenko (responsible for the issue),
ScD. B.E.Ivanov, PhD. I.V.Kozyr, PhD. P.I.Maleyev,
ScD. A.P.Mikhaylovsky, ScD. N.N.Neronov,
PhD. A.G.Panov, ScD. V.I.Peresypkin, CM RAS V.G.Peshekhonov,
PhD. Yu.V.Rumyantsev, PhD. S.A.Rudas (vice editor-in-chief),
CM RAS A.E.Sazonov, CM RAS A.I.Sorokin,
PhD. A.V.Fedotov, ScD. V.N.Fradkin

© RF Ministry of Defense The State Research Navigation-Hydrographic Institute

1998



Государственному

научно-исследовательскому

навигационно-гидрографическому

институту МО РФ

60 лет

1939 — 1999

Уважаемый читатель!

Вашему вниманию предлагается юбилейный выпуск журнала, посвященный 60-летию Гос.НИНГИ МО РФ.

В материалах этого выпуска мы попытались кратко отразить тот сложный путь, который проделал Институт – от создания простейших компасов и радиопеленгаторов до современных автоматизированных навигационных и гидрографических комплексов, спутниковых радионавигационных систем, открывших новую эру в навигации.

Все статьи этого номера подготовлены ведущими специалистами и ветеранами Института. В них мы постарались бережно сохранить для истории имена не только наших сотрудников, но и тех конструкторов, кто внес наибольший вклад в создание новых образцов технических средств навигации и гидрографии.

С присвоением Институту постановлением правительства России в 1994 г. статуса Государственного неизмеримо возросли его роль и ответственность за положение дел в навигации, гидрографии и океанографическом обеспечении обороны и экономики страны.

Институт располагает большим научно-техническим потенциалом. Общее количество его сотрудников – 450 чел., в их числе 86 докторов и кандидатов наук. Тесные рабочие контакты поддерживаются с Международной морской организацией, Международной гидрографической организацией, Международной ассоциацией маячных служб, Межправительственной океанографической комиссией ЮНЕСКО, РАН и Санкт-Петербургским гидрографическим обществом. При Институте функционируют Комитет космической морской навигации и океанографии Федерации космонавтики России, Санкт-Петербургское отделение Российского общественного института навигации, Межведомственный координационный научный совет «Навигация. Средства и методы». Постоянно действует семинар «Средства и методы морской навигации, гидрографии, геофизики и гидрометеорологии» НТО судостроителей им.акад.А.Н.Крылова. С 1992 года организуются регулярные научно-технические конференции «Современное состояние, проблемы морской и воздушной навигации».

Первые успешные шаги Института в конверсионной деятельности, которые нашли отражение на страницах этого выпуска, вселяют надежду и уверенность, что кризисные явления будут преодолены и Россия вновь возродится великой морской державой.

Призываю творчески мыслящих специалистов способствовать этому возрождению на страницах нашего периодического научно-технического журнала.

Главный редактор
контр-адмирал *В.Макода*

СОДЕРЖАНИЕ

Приветствия и поздравления с 60-летием Института 9

Макода В.С., Федотов А.В. 60-летие Государственного научно-исследовательского навигационно-гидрографического института Министерства обороны Российской Федерации 14

Арно Г.Р. Опыт использования программного планирования в истории развития технических средств навигации 21

Малеев П.И. Научные связи Института с организациями Академии Наук и высшими учебными заведениями 25

Алексеев С.П. Навигационно-гидрографическое и гидрометеорологическое обеспечение добычи и транспортировки морских углеводородов 29

Неронов Н.Н., Авдонюшкин В.А. Навигационно-гидрографическое обеспечение строительства морских портов 35

Анохин В.Н. Разработка и реализация новой информационной технологии в управлении природными ресурсами и состоянием окружающей среды субъекта Российской Федерации 37

Тхоржевская Н.О., Осюхин Б.А. О конверсии в области навигационных приборов 42

Балясников С.Б. Навигационно-гидрографическое и гидрометеорологическое обеспечение подводно-технических работ в районе затонувшей АПЛ «Комсомолец» 47

Федотов А.В. Первая отечественная спутниковая радионавигационная система 52

Федотов А.В., Доведов Е.С. Краткая история создания спутниковой радионавигационной системы ГЛОНАСС 57

Безобразов А.И. Из истории создания фазовых радионавигационных систем 60

Виноградов К.А., Новиков И.А. Гидроакустические навигационные системы и средства. 64

Фрадкин В.Н. Исследования в области методов комплексной обработки навигационной информации 71

Лаврентьев А.В., Майгов А.В., Титлянов В.А., Яценко С.В. Развитие навигационных комплексов кораблей ВМФ 75

Емельянцев Г.И., Левит Г.А. Создание и дальнейшее развитие отечественных корабельных инерциальных навигационных систем 79

Дзюба В.Г., Панов А.Г., Глухов Ю.А. Развитие навигационных информационных систем с отображением электронных карт 84

Румянцев Ю.В. Разработка методик и руководств по навигационному обеспечению 88

Неронов Н.Н. Некоторые аспекты решения проблемы навигационно-гидрографического обеспечения выхода ВМФ в Мировой океан в 1954–1964 гг. 92

Авдонюшкин В.А., Горшков В.Н. Развитие средств и методов военной гидрографии 96

Авдонюшкин В.А., Лакунин А.А. Перспективные средства гидрографии 99

Иванов Б.Е., Мятелков В.О. Морская геофизика – новое направление исследований 102

Галахов В.Л., Дмитриев В.Г. Методологические аспекты исследований в области гидрометеорологического обеспечения ВМФ 109

Шевцов А.Т. Некоторые итоги океанографических исследований Института в интересах ВМФ 117

Балясников С.Б., Мастрюков С.И. Состояние и проблемы развития банка океанографических данных Министерства обороны РФ 121

Зотов А.А. Экологический мониторинг среды в районах военно-морских баз 127

Аннотации на английском языке 132

Информация об авторах 135

CONTENTS

Congratulations and Greetings to the Institute 9

V.S.Makoda, A.V.Fedotov. LX Anniversary of RF MoD the State Research Navigation-Hydrographic Institute 14

G.R.Arno. Experience of Using the Program Planning in the History of Technical Aids to Navigation Development 21

P.I.Maleyev. Scientific Contacts of the Institute with Academy of Sciences Organizations and Higher Educational Institutions 25

S.P.Alekseyev. Navigation-Hydrographic and Hydrometeorological Support for Production and Transport of Sea Hydrocarbons 29

N.N.Neronov, V.A.Avdonyushkin. Navigation-Hydrographic Support (NHS) for Construction of Sea Ports 35

V.N.Anokhin. Development and Implementation of New Information Technology to Control the Natural Resources and Environment State of the RF Subject 37

N.O.Thorzhevskaya, B.A.Osyukhin. About conversation in the field of navigation equipment 42

S.B.Balyasnikov. Navigation-Hydrographic and Hydrometeorological Support for Underwater-Technical Work in the Zone around the Sunken SSN "Komsomolets" 47

A.V.Fedotov. The First Russian Satellite Radionavigation System 52

A.V.Fedotov, E.S.Dovedov. Brief History of Creating the GLONASS Satellite Radionavigation System 57

A.I.Bezobrazov. From the History of Phase Radionavigation Systems Development 60

K.A.Vinogradov, I.A.Novikov. Hydroacoustic Navigation Systems and Equipment 64

V.N.Fradkin. Investigations in the Field of Integrated Processing Methods of Navigational Information 71

A.V.Lavrentyev, A.V.Maigov, V.A.Titlyanov, S.V.Yatsenko. Development of the Ship's Integrated Navigation Systems for the Navy 75

G.I.Yemelyantsev, G.A.Levit. Creation and Further Development of National Ship's Inertial Navigation Systems 79

V.G.Dzyuba, A.G.Panov, Y.A.Glukhov. Development of Navigation Information Systems with ENC Display 84

Y.V.Rumyantsev. Development of Methods and Directions for Navigation Support 88

N.N.Neronov. Some Aspects of Solving the Problem of Navigation-Hydrographic Support the Navy's Exit to the World Ocean in 1954–1964 92

V.A.Avdonyushkin, V.N.Gorshkov. Development of Facilities and Methods of Naval Hydrography 96

V.A.Avdonyushkin, A.A.Lakounin. Advanced Facilities and Equipment of Hydrography 99

B.E.Ivanov, V.O.Myatelkov. Marine Geophysics – New Direction of Research 102

V.L.Galakhov, V.G.Dmitriyev. Methodological Aspects of Research in the Field of Hydrometeorological Support for the Navy 109

A.T.Shevtsov. Some Results of the Institute's Oceanographic Investigations in the Interests of the Navy 117

S.B.Balyasnikov, S.I.Mastryukov. Status and Development Problems of the RF MoD Oceanographic Data Base 121

A.A.Zotov. Ecological Environment Monitoring in the Naval Bases Areas 127

Abstracts of published articles 132

Information about authors 135

ПРИВЕТСТВИЯ И ПОЗДРАВЛЕНИЯ с 60-летием ИНСТИТУТА

В канун своего 60-летия Институт получил поздравления от Командования ВМФ и ряда родственных организаций

Начальнику Гос.НИНГИ МО РФ
контр-адмиралу В.С.Макоде

Командование Военно-Морского Флота сердечно поздравляет коллектив Государственного научно-исследовательского навигационно-гидрографического института Министерства обороны Российской Федерации с 60-летием.

На флоте хорошо знают Ваш Институт. Он стоял у истоков создания современного Военно-Морского Флота. В стенах Института получили путевку в жизнь сотни флотских офицеров.

Желаем Вам крепкого здоровья, больших творческих успехов, счастья и благополучия, долгой и плодотворной работы на благо Российского Флота.

Начальник Главного штаба
Военно-Морского Флота
адмирал *В.Кравченко*

Начальнику Гос.НИНГИ МО РФ
контр-адмиралу В.С.Макоде

Сердечно поздравляю коллектив Научно-исследовательского навигационно-гидрографического института Министерства обороны Российской Федерации с 60-летием.

Ваш Институт стоял у истоков создания современного Военно-Морского Флота. В стенах Института получили путевку на флот сотни новых приборов, систем и комплексов, обеспечивающих успешное решение задач ВМФ.

Желаю Вам крепкого здоровья, больших творческих успехов, счастья и благополучия, долгой, плодотворной работы на благо Российского Флота.

Начальник Главного управления навигации и океанографии МО РФ
адмирал *А. А. Комарицын*

Дорогие боевые друзья,
разрешите в день 60-летия Вашего Института приветствовать и сердечно поздравить Вас с этой замечательной датой!

Деятельность военных ученых и специалистов, всего коллектива Государственного научно-исследовательского навигационно-гидрографического института Министерства обороны РФ направлена на решение актуальных научных проблем и задач в области разработки средств и методов навигации, гидрографии и гидрометеорологии морских подвижных объектов в интересах ВМФ России, других министерств, ведомств и организаций.

За сравнительно короткий исторический период Гос.НИНГИ МО РФ превратился в один из ведущих научно-исследовательских центров России, координирующий вопросы навигации, гидрографии, морской картографии и океанографического обеспечения обороны и экономики страны.

Отрадно, что в Ваших рядах успешно служат и трудятся многие наши выпускники.

Располагая существенным потенциалом и возможностями, решая общегосударственные научные и практические задачи по обеспечению безопасности общего мореплавания, спасению жизни человека на море, изучению и использованию Мирового океана Институт постоянно находится на передовых научных позициях мирового уровня.

В настоящее время, несмотря на существенное уменьшение оборонного заказа, снижение доли финансирования НИОКР, Институт продолжает устойчиво функционировать, расширяя сферу деятельности и области применения ее результатов на чисто гражданские приложения как на федеральном, так и на региональном уровнях, ориентируясь на долгосрочные цели и приоритеты. В этом видится залог успешной реализации Ваших замыслов и планов.

Уважаемые коллеги, позвольте от имени профессорско-преподавательского состава коллектива ВМА им.адм.Н.Г.Кузнецова пожелать Вам всем крепкого флотского здоровья, новых научных свершений на благо ВМФ и Отечества.

Начальник Военно-морской академии
имени Адмирала флота Советского Союза
Н.Г.Кузнецова
адмирал — *В. Еремин*

Уважаемые коллеги!
Позвольте сердечно поздравить Вас с 60-летием Института!

Государственный научно-исследовательский навигационно-гидрографический институт Министерства обороны Российской Федерации по праву является ведущей организацией России, внесшей весомый вклад в практику навигационного приборостроения, создание перспективных средств навигации для отечественного флота.

В тесном сотрудничестве и взаимодействии с академическими и отраслевыми институтами, предприятиями промышленности и конструкторскими бюро за сравнительно короткий по историческим меркам срок Вам удалось решить целый комплекс научно-технических проблем и задач, позволивших ВМФ успешно решать задачи по защите государственных интересов России в Мировом океане.

Наши совместные усилия обеспечили создание многих навигационных систем и комплексов боевых кораблей нескольких поколений.

За последние годы Вашим Институтом развернуты ряд актуальных направлений конверсионной деятельности по решению общегосударственных задач на международном уровне.

В настоящее время деятельность Института в статусе государственной организации существенно расширяет поле деятельности, способствует оптимальной реализации научного потенциала и отлаженных связей, позволяет сконцентрировать усилия и экономические ресурсы на приоритетных направлениях исследований и разработок в области навигации, гидрографии и океанографического обеспечения обороны и экономики страны.

Разрешите пожелать Вам – командованию, ученым, всем специалистам и обслуживающему персоналу Института – крепкого здоровья, новых творческих успехов и благополучия и выразить уверенность в дальнейшей плодотворной работе по укреплению могущества России.

Директор
ГНЦ РФ–ЦНИИ "Электроприбор"
член-корреспондент РАН *В.Пешехонов*

Начальнику Гос.НИНГИ МО РФ
контр-адмиралу В.С.Макоде

Поздравляем коллектив Института с 60-летней Годовщиной. Результаты Вашего труда в течение многих лет используются в подготовке гидрографов и штурманов отечественного флота. Плодотворное сотрудничество наших организаций позволяет и сегодня воспитывать высококлассных морских специалистов.

Желаем Вам, дорогие коллеги, дальнейших успехов в развитии наук о Мировом океане, благополучия, регулярного финансирования.

Начальник
Государственной
морской академии
им.адм.С.О.Макарова *И.И. Костылев*

Руководству Государственного
научно-исследовательского
навигационно-гидрографического
института Министерства обороны
Российской Федерации

Коллектив Российского института радионавигации и времени поздравляет Вас, Ваших сотрудников и славных ветеранов со знаменательной датой — шестидесятилетием основания Института.

Начинания и идеи Ваших специалистов, разработки, повсеместная и повседневная поддержка многочисленных организационных и технических проектов, наши совместные маршруты научных и экспериментальных исследований составили основу рождения, разработки и развития важных для отечественного флота радиосистем и средств, становления цифровой радионавигации.

Мы надеемся на дальнейшее тесное плодотворное сотрудничество наших институтов на благо развития отечественной гидрографии, навигации и службы времени.

Желаем укрепления и развития Вашего Института, его традиций, повышения уровня и потенциала научных и прикладных разработок, здоровья и благополучия всем сотрудникам и ветеранам.

Директор Российского института
радионавигации и времени *С.Б.Писарев*

Начальнику Государственного

научно-исследовательского
навигационно-гидрографического
института (Гос.НИНГИ МО РФ)
контр-адмиралу Макоде В.С.

Уважаемый Виталий Сергеевич!

Поздравляем Вас и славный коллектив Гос.НИНГИ МО РФ с шестидесятилетним юбилеем Института.

В течение многих лет Ваша организация определяет техническую политику в области навигации, гидрографии, морской картографии, океанографического обеспечения обороны и экономики страны. Последние десятилетия Гос.НИНГИ стал научным центром, объединяющим усилия ученых и производственников страны по созданию новейших технологий и технических средств изучения морей и океанов и сохраняющим своё организационное значение, в том числе благодаря регулярным научно-техническим конференциям и выпускаемому журналу "Навигация и гидрография ".

Желаем новых достижений в научной работе, всем сотрудникам здоровья, бодрости, благополучия и счастья, дальнейших трудовых успехов во славу Российского флота и гидрографии. Надеемся на дальнейшее плодотворное сотрудничество.

Директор ИРЭ РАН
академик *Ю. В. Гуляев*

Начальнику Гос.НИНГИ МО РФ
контр-адмиралу В.С.Макоде

Свое шестидесятилетие Институт встречает Государственным учреждением, ответственным за научное обоснование и прогнозирование технической политики страны в области навигации, гидрографии, морской картографии и океанографического обеспечения.

Прошедшие 60 лет показали, что, обладая высоким научным потенциалом, коллектив Института успешно решает и может решать в дальнейшем такие сложные задачи навигационно-гидрографического обеспечения, как научное обоснование и разработка новых технологий, перспективных исследований, научное прогнозирование путей развития технических средств и методов освоения Мирового океана в интересах как обороны, так и экономики России, выполняя практические работы по НГО морского строительства и прокладки подводных коммуникаций.

От имени всех членов Гидрографического общества разрешите поздравить командование и сотрудников Института с юбилеем, пожелать всем Вам здоровья, счастья и успехов в делах.

Президент Гидрографического общества *Н.Неронов*

60-ЛЕТИЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО НАВИГАЦИОННО-ГИДРОГРАФИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

В.С.МАКОДА,
А.В.ФЕДОТОВ

Характеризуются основные этапы становления и развития Гос.НИНГИ. Приводятся итоги работы Института в области навигационно-гидрографического и гидрометеорологического обеспечения ВМФ и народного хозяйства страны. Отмечается его роль в создании средств и методов навигации, гидрографии и гидрометеорологии. Перечисляются современные направления конверсионной деятельности.

Принятая в 1938 г. программа строительства большого океанского флота (СССР) предусматривала значительное расширение научной, конструкторской и производственной базы навигационной техники. Для решения поставленных задач, как показала практика работы Гидрографической службы ВМФ, необходим был единый орган, который координировал бы все вопросы разработки новейших технических средств навигации и гидрографии. И такой орган был создан, когда 10 марта 1939 г. был подписан приказ НК ВМФ об организации Научно-исследовательского гидрографическо-штурманского института РК ВМФ (НИГШИ ВМФ).

Великая Отечественная война показала, что создание НИГШИ как центра научных исследований ВМФ в области навигации, гидрографии и гидрометеорологии было своевременным и вполне оправданным. С образованием Института появилась возможность планирования исследований, привлечения к работе наиболее квалифицированных специалистов и сосредоточения их усилий на наиболее важных научных направлениях. В условиях войны выполнялись срочные оперативные задания командования ВМФ и решались плановые задачи по вооружению строящихся кораблей. Большую работу по оказанию помощи КБФ и частям Лен. фронта проделала оперативная группа НИГШИ в составе 22 чел., которая осталась в осажденном Ленинграде. В группу входили специалисты различных профилей, но в основном это были механики экспериментальной мастерской. Часть из них изготовляла запалы для ручных гранат Ф-1, а специалисты ЭНП работали на боевых кораблях, ремонтируя поврежденные в ходе боевых действий приборы штурманского вооружения. Оперативная группа просуществовала всего 100 дней, но она очень много сделала для Ленинградского фронта и кораблей ВМФ. Так, например, группа под командованием капитана 1 ранга В.А. Климонтовича осуществляла гидрографическое обеспечение боевых действий по борьбе с дальнобойными батареями противника, которые вели огонь по городу.

В первые послевоенные годы деятельность Института была направлена главным образом на реализацию опыта Великой Отечественной войны в области навигационно-гидрографического обеспечения. В этот период основное внимание обращалось на устранение недостатков технических средств навигации и средств навигационного оборудования, выявленных в годы войны, а также на решение вопросов навигационно-гидрографического обеспечения траления. Ввиду малочисленности коллектива многие важные для флота проблемы оставались неохваченными. Научно-исследовательские работы велись лишь по отдельным, наиболее важным, подчас не связанным между собой темам.

С начала 50-х годов фронт научных исследований Института существенно расширился. Наряду с традиционным совершенствованием морских средств навигации и океанографии Институт приступил к разработке методов использования нового штурманского вооружения и специальных технических средств при гидрографических работах: наставлений по применению средств навигационного оборудования; инструкций по прогнозированию радиолокационной наблюдаемости, а также к составлению гидрометеорологических описаний, лоций; атласов течений и приливов различных районов морей и океанов. В это время были разработаны принципиально новые методы аэро-

фотосъемки побережий и съемки рельефа дна, координирования с помощью РНС "Координатор", способы производства девиационных работ на подводных лодках, подвергающихся безобмоточному размагничиванию, а также методы определения глубин с помощью фотограмметрии. Были изданы справочники по волнению морей и океанов, гидрометеорологические справочники на моря Дальнего Востока и Дунайский речной театр, ряд руководств, наставлений и пособий. В 1950 г. был разработан макет более совершенных мореходных таблиц, которые были изданы Гидрографическим управлением в 1953 г.

С середины 1950-х годов в нашей стране началось создание ракетно-ядерного флота. Строительство атомных многоцелевых и ракетных подводных лодок, способных длительное время находиться в плавании и использовать оружие из подводного положения, выдвинуло ряд принципиально новых требований к техническим средствам навигации:

- повысить точность вырабатываемых навигационных параметров (координат места и курса без всплытия в надводное положение и в условиях интенсивного маневрирования);
- обеспечить кораблевождение и применение оружия в удаленных районах Мирового океана, в том числе в высоких широтах вплоть до приполюсных;
- вырабатывать и выдавать в приборы корабельной автоматики навигационные и динамические параметры (курс, путевой угол, абсолютную скорость, углы качки и др.).

Научные исследования Института в области навигации в этот период осуществлялись по трем основным направлениям:

- обоснование путей развития новых технических средств навигации (навигационного оборудования театров) и совершенствование имеющихся средств;
- обоснование и разработка тактико-технических заданий на создание общекорабельных навигационных комплексов;
- разработка методических документов по использованию навигационных комплексов для кораблевождения и применения оружия.

В 1950-е годы в состав научных сотрудников Института влилась группа военных инженеров, получивших специальную подготовку в Военно-Морской академии и имевших большой опыт службы в гидрографических подразделениях флотов в военное время (П.Г.Бойко, Г.Г.Данилин, Л.К.Иванов, А.К.Мирошниченко, П.М.Нефедов, С.В.Панов, П.П.Попов, К.Ф.Смирнов, В.Д.Теплов, А.В.Фокин, В.П.Шестов). Их знания и опыт оказали благотворное влияние на деятельность Института. В.Д.Теплов, например, около 25 лет занимал должность главного инженера и заместителя начальника Института, был широко известен среди ученых и специалистов послевоенного периода, работавших в области морского приборостроения и методов навигационно-гидрографического обеспечения ВМФ. Высокий профессионализм, большой опыт использования штурманской и гидрографической техники в годы войны и участие в послевоенном тралении позволяли ему компетентно решать многочисленные вопросы, возникающие при создании новых морских средств навигации и океанографии.

В конце 1950-х годов в Институт пришла новая группа высококвалифицированных офицеров, в том числе Е.А.Ананченко, А.Г.Герболинский, Л.И.Гордеев, В.П.Заколодяжный, А.П.Князев, Н.Н.Ломасов, В.А.Монтелли, Л.К.Овчинников, Н.Н.Подорожняк, А.И.Сорокин, В.А.Фуфаев. С их участием были теоретически разработаны принципы построения корабельных инерциальных навигационных систем, абсолютных гидроакустических (доплеровских) лагов, спутниковых навигационных систем, радионавигационных систем различного назначения. Специалистами Института и Гидрографической службы ВМФ на район высоких широт были созданы карты в квазигеографической системе координат, разработаны методические рекомендации и руководства для навигационного обеспечения плавания в этих широтах. Совместно с другими научными учреждениями всего за два года удалось заложить научно-технический фундамент и к началу 1960 г. подготовить этап практического создания спутниковой навигационной системы. С 1958 по 1961 г. в Институте были выполнены научные исследования по 56 темам, в результате которых разработаны тактико-технические за-

дания на создание новых лагов для подводных лодок, гидролокационных пассивных отражателей, гидроакустического эхотрала, геодезического радиодальномера, гироскопического курсоуказателя, обеспечивающего плавание вблизи полюса, систем дневного видения звезд, бесконтактного проблескового аппарата и др. Созданы: справочник по влиянию гидрометеорологических факторов на подводные лодки, противолодочные корабли и технические средства навигации; альбом сезонных характеристик слоя скачка плотности воды в северных частях Атлантического и Тихого океанов; методические указания по использованию гидрологических данных при проектировании и эксплуатации гидроакустических систем; раздел монографии "Гидрографические условия базирования сил флота в Арктике". Разработаны методики проведения гидрографических и гидрометеорологических работ в Северном Ледовитом океане, в том числе новый способ изучения рельефа дна океана с привлечением сейсмозондирования и аэрофотомагнитной съемки; наставления, руководства, инструкции по использованию морских средств навигации и океанографии, составлению прогнозов погоды, определению маневренных элементов надводных кораблей и подводных лодок, аэрофотосъемке неизученных районов в высоких широтах, консервации и расконсервации штурманского вооружения и др.

В 1961 г. при сокращении Вооруженных Сил СССР Институт был объединен с одним из научно-исследовательских учреждений ВМФ, однако последующее расширение в первой половине 1960-х годов военного кораблестроения и возрастающие требования общего мореплавания привели в 1963 г. к необходимости восстановления Института как самостоятельного учреждения. Руководство работой по восстановлению и реорганизации Института осуществлял контр-адмирал Ю.И.Максюта, возглавлявший Институт с 1964 по 1978 г. В этот период был сформирован большой коллектив энтузиастов, увлеченно работающих над решением поставленных задач. Успеху дела немало способствовало выделение из непрерывно расширявшегося круга задач наиболее важных и концентрация на них внимания ведущих специалистов. Сложность этой работы заключалась в том, что в 1964 г., когда Институт был воссоздан и расширен, в его состав влилась большая группа молодых специалистов, которые при достаточно высокой теоретической подготовке, полученной в Военно-Морской академии, на специальных курсах офицерского состава, не имели, однако, достаточного опыта плавания на новых кораблях.

В период 1964–1970 гг. был выполнен целый ряд важных научно-исследовательских работ; испытаны и приняты на вооружение новые морские средства навигации и океанографии; внедрены новые методы навигационно-гидрографического обеспечения, в том числе плавания подводных лодок подо льдами Северного Ледовитого океана; разработаны способы навигации по рельефу дна и геофизическим полям. Впервые в СССР были разработаны теоретические основы использования цифровой картографической информации в автоматизированных навигационных системах и показаны его перспективы. Сотрудники Института приняли участие в 12 дальних походах экспедиционных судов и кораблей ВМФ.

В 1970-е годы Институт заявил о себе как о зрелом, полностью сформировавшемся научно-исследовательском учреждении, способном решать в интересах Военно-Морского Флота и страны в целом самые сложные задачи в области навигации, гидрографии, гидрометеорологии и океанографии Следует особо подчеркнуть огромную помощь в формировании и развитии Института, которую оказывала Гидрографическая служба ВМФ, ее начальник адмирал А.И.Рассохо и его заместитель контр-адмирал В.Д.Шандабылов.

23 ноября 1967 г. состоялся запуск первого отечественного навигационного спутника “Космос-192”. В 1972 г. началась опытная эксплуатация первой отечественной низкоорбитной спутниковой навигационной системы. Ее создание стало подлинной революцией в навигации. Впервые наши корабли получили возможность с высокой точностью определять свое место по отечественной системе в любой точке Мирового океана.

В создании этой системы Институту принадлежит особая роль. Институт был инициатором и первопроходцем в деле создания спутниковой навигации. На него легли основные трудности по преодолению первоначального скептицизма, косности, боязни конкуренции со стороны приверженцев традиционных навигационных средств коррекции места.

Особенно плодотворным для научных исследований стал период 1971–1975 гг. За эти годы в Институте было выполнено 209 научных исследований, разработано 91 методическое пособие и завершен ряд опытно-конструкторских работ. В частности, в эти годы были разработаны теоретические основы комплексных гидрографических исследований, созданы первые в стране автоматизированные и инерциальные навигационные комплексы, гравиметрические и магнитометрические приборы, новые типы карт (экранные, фотокарты, составленные по материалам аэрокосмической съемки, и др.), навигационное обеспечение первых глубоководных аппаратов и т.д. Успешному решению стоявших перед Институтом задач способствовали деловые контакты с различными научно-исследовательскими учреждениями, предприятиями и организациями страны. Достаточно сказать, что над созданием морских средств навигации и океанографии в начале 1970-х годов работали 244 организации из 18 министерств, государственных комитетов и учреждений страны. Были разработаны рекомендации по комплексному сбору и обработке материалов океанографических исследований, по составу технических средств обработки наблюдений для океанографических исследовательских судов и подразделений Гидрографической службы ВМФ, проект тактико-технического задания на автоматизированную систему океанографических измерений и их обработки. Специалисты Института в 20 дальних походах экспедиционных судов и кораблей ВМФ провели экспериментальные исследования в 13 районах Атлантического и Тихого океанов. В 1976–1980 гг. продолжала нарастать интенсивность научных исследований. В эти годы был выполнен большой объем научно-исследовательских работ, в результате которых составлено более 120 методических пособий и обоснован ряд ТТЗ на новые морские средства навигации и океанографии.

Следует особо подчеркнуть, что в 1978 г. Институту впервые было доверено возглавить в масштабе всей страны научно-исследовательскую работу по обоснованию Комплексной программы навигационного обеспечения всех видов Вооруженных сил, гражданских министерств и ведомств до 1990 г. В этой работе приняли участие 15 научных организаций страны. Было установлено, что различными ведомствами некоторые ОК и НИР дублируются, неоправданно занимаются производственные мощности промышленности, распыляются государственные средства. Отмечался низкий уровень унификации и стандартизации бортовой аппаратуры. Реализация предложенного проекта Комплексной программы позволила бы как минимум в 2 раза повысить эффективность навигационного обеспечения различных потребителей. К сожалению, представленный в Правительство проект Программы не получил юридического статуса и не был реализован.

Одновременно Институтом был проведен ряд научно-исследовательских работ, целью которых являлось:

- создание подсистемы навигационно-гидрографического обеспечения морской ракетной системы стратегического назначения;
- составление первой в стране программы развития средств и методов морской геодезии в интересах ВМФ и народного хозяйства;
- обоснование требований к навигационному вооружению новых типов кораблей с динамическими принципами поддержания.

Впервые доказана возможность и целесообразность создания автоматических управляющих навигационных комплексов; исследованы варианты построения высокоорбитных спутниковых навигационных систем, обеспечивающих глобальное, непрерывное, всепогодное, высокоточное определение трех координат места и скорости объектов. Исследованы вопросы вычисления параметров гравитационного поля Земли в Мировом океане по аномалиям силы тяжести с точностью, необходимой для эффективного использования оружия и технических средств навигации ВМФ. Обоснована необходимость разработки средств и методов компенсации

влияния геофизических и геодезических неопределенностей на точность выработки навигационных параметров. Исследованы возможности построения измерителей скорости судна на основе новых физических принципов. Многие перспективные морские средства навигации и океанографии были созданы и приняты на вооружение ВМФ благодаря не только таланту конструкторов и разработчиков, но и высокому профессионализму и настойчивости представителей Института, осуществлявших научно-техническое сопровождение выполнявшихся НИР и ОКР и активно участвующих в испытаниях. Наиболее плодотворным было сотрудничество, при котором разработчики и представители Института выступали не просто как исполнители и контролеры, но и как соавторы и единомышленники. Хочется особо отметить настойчивость, изобретательность, самоотверженность, а подчас и подлинное мужество, проявляемые представителями Института при испытаниях новой техники в морских, не всегда благоприятных условиях. С наилучшей стороны в этом отношении проявили себя Е.А.Ананченко, А.И.Баранов, А.И.Безобразов, Р.Н.Беркутов, А.Г.Быковцев, А.Г.Герболинский, Н.Н.Горшков, А.П.Дворников, В.Г.Дзюба, С.Н.Долгих, Г.И.Емельянцев, В.П.Заколодяжный, В.С.Зябрев, В.И.Корякин, Ю.Н.Косков, И.А.Кукулевский, Ю.И.Максюта, Н.Н.Ломасов, В.А.Монтелли, П.М.Нефедов, Л.К.Овчинников, Н.Н.Подорожняк, Л.Л.Поленов, Ф.П.Попов, Н.Г.Раченко, Ю.А.Стецун, Е.Ф.Суворов, В.Д.Теплов, И.И.Тузов, В.Н.Фрадкин, В.А.Фуфаев и др. Значительный вклад в разработку аппаратуры для гидрографических, картографических и геофизических работ внесли: В.Г.Бахмутский, А.М.Воронцов, Б.Х.Ганеев, В.Н.Горшков, С.Н.Гузевич, Г.М.Дьяконов, Б.Е.Иванов, А.В.Каврайский, В.А.Киселев, В.А.Коугия, Г.Ф.Кузьмин, А.К.Мирошниченко, Р.Н.Михайлов, Н.Н.Неронов, Ю.А.Обухов, Б.Г.Попов, Г.Н.Попов, П.П.Попов, В.Н.Раскатов, С.С.Сальников, Р.Б.Семевский, Г.Т.Соловьев, А.И.Сорокин, В.В.Старожицкий, В.А.Цветков, Е.И.Чернобуров, В.Д.Чумаков, А.И.Шапошников и др.

Деятельность Института в 1980-е годы заключалась, прежде всего, в расширении научно-технического сопровождения возросшего числа НИР и ОКР в промышленности, а также в разработке целевых комплексных программ развития навигации и гидрографии. В 1981–1985 гг. было составлено более 170 методических пособий и ряд ТТЗ на новые морские средства навигации и океанографии. Над созданием морских средств навигации и океанографии и разработкой методов их использования работало свыше сотни промышленных предприятий, организаций АН СССР и академий союзных республик, 27 министерств и государственных комитетов. За этот период Институтом обоснованы предложения в проект Основных направлений развития навигационной техники до 2000 г.; определена техническая политика в области создания навигационных комплексов нового поколения; разработаны методы комплексного исследования Мирового океана с помощью автоматизированных систем в интересах ВМФ и народного хозяйства, предложен проект Программы комплексных исследований Арктики и развития технических средств ее изучения и освоения. Разработаны также целевые комплексные программы развития автономных средств навигационных комплексов подводных лодок и надводных кораблей, высокоточных средств коррекции и технических средств изучения морей и океанов. В 1986–1990 гг. научные исследования и разработка новых средств навигации и океанографии осуществлялись по четырем долгосрочным комплексным программам, предусматривавшим создание:

- корабельных (бортовых) морских средств навигации, и в первую очередь автономных средств, на базе инерциальных систем для выработки навигационных и геодезических параметров;
- технических средств навигационного оборудования театров, обеспечивающих гарантированную безопасность плавания всех кораблей и судов в прибрежных водах, на подходах к портам и непосредственно в пунктах базирования;
- методов изучения и картирования квазистационарных полей Мирового океана, способствующих существенному повышению производительности и автоматизации этих работ для удовлетворения требований оружия и безопасности плавания;
- глобальной системы океанологического обеспечения, технических средств и методов оперативного гидрометеорологического обеспечения действий сил флота.

По перечисленным проблемам Институтом выполнено 190 научно-исследовательских работ. В результате были обоснованы и сформулированы предложения в основные программы развития технических средств навигации, гидрографии и гидрометеорологии.

В 1988 г. в связи с реорганизацией научных учреждений ВМФ в состав Института был включен научно-исследовательский океанографический центр МО, основными задачами которого являлись разработка методов сбора, систематизации и автоматизации обработки материалов гидрометеорологических и геофизических исследований; методов анализа гидрометеорологической и геофизической изученности Мирового океана; предложений по проведению океанографических исследований; методов обеспечения кораблей, штабов, гидрометцентров ВМФ режимной и прогностической информацией о среде; а также создание банка океанографических данных. С использованием этого банка данных и современной вычислительной техники стало возможным на качественно новой основе решать задачи гидрометеорологического обеспечения ВМФ.

В связи с возросшим научным потенциалом Института в 1988 г. в нем был образован специализированный совет по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора наук. В 1991–1993 гг. в связи с политическими и экономическими изменениями в стране Институт расширил сферу своей деятельности на чисто гражданские приложения методов и средств навигации, гидрографии и гидрометеорологии. В этих условиях исключительное значение приобрело специальное Постановление Правительства Российской Федерации "О совершенствовании научных исследований" от 19 июня 1994 г. № 711, которым Институт был преобразован в Государственный научно-исследовательский навигационно-гидрографический институт МО РФ и определен головной в стране научно-исследовательской организацией, ответственной за обоснование и разработку технической политики в области навигации, морской картографии, океанографического обеспечения обороны и экономики страны. На Институт возложено решение общегосударственных научных и практических задач по обеспечению общего мореплавания, спасению жизни человека на море, изучению и использованию Мирового океана. Фактически Гос.НИНГИ МО РФ является единственным научным учреждением, координирующим вопросы навигации подвижных объектов, гидрографии, морской картографии и океанографического обеспечения в интересах как военных, так и гражданских ведомств. Вслед за повышением статуса Института был осуществлен переход от выпуска внутриведомственных институтских трудов к изданию научно-технического журнала "Навигация и гидрография". Институтом были организованы и проведены три Всероссийские конференции по проблемам морской навигации и океанографии в 1992, 1995 и 1998 гг., в которых приняли участие представители Министерств, ведомств и научных организаций Российской Федерации и ряда зарубежных государств.

С момента придания Институту статуса "Государственного" в Гос.НИНГИ МО РФ развернуты приоритетные направления конверсионной деятельности по решению общегосударственных задач на международном, федеральном и региональном уровнях:

- осуществление международного проекта "ГОДАР", проводимого под контролем МОК ЮНЕСКО;
- сотрудничество с министерством обороны США в области военной океанографии, в соответствии с заявлением комиссии Черномырдина-Гора по технологическому и экономическому сотрудничеству.

Институтом разработаны:

- Федеральный Российский радионавигационный план;
- Федеральный план развития средств навигационного оборудования прибрежных зон России;
- Федеральная программа цифрового картографирования Мирового океана;
- Федеральная научно-техническая программа "Развитие гравиметрических работ в России";
- Федеральная целевая комплексная программа "Мировой океан";

- Технический проект системы навигационного обеспечения морских и воздушных перевозок в составе проекта "Обустройство Приразломного нефтяного месторождения";
- Технические предложения по навигационно-гидрографическому обеспечению порта Печенга в составе "Технико-экономических расчетов целесообразности сооружения Северного морского порта Печенга".

Выполнены:

- рабочее проектирование системы путей движения судов и системы средств навигационного оборудования на подходах к Лужской губе и порту Усть-Луга;
- гидрографические, геотехнические и геофизические изыскания и камеральная обработка материалов изысканий прибрежных участков газопроводов Россия–Турция и Россия–Германия.

Институт участвует в:

а) выполнении работ по кадастрам природных ресурсов в обеспечение деятельности правительства Ленинградской области;

б) разработке спутниковых систем навигации транспортных средств, решающих проблему координирования всех подвижных объектов;

в) разработке автоматизированной информационно-справочной системы по мониторингу окружающей среды для обеспечения работ по предотвращению и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Институт осуществляет прикладные разработки:

а) навигационного эхолота НЭЛ-2Ж, запущенного в серийное производство;

б) системы отображения электронных карт, решающей вопросы безопасности плавания кораблей и судов других ведомств и обеспечение безопасности жизни человека на море;

в) математического обеспечения современных приемоиндикаторов спутниковых навигационных систем и комплексов площадной съемки дна.

В заключение хотелось бы отметить, что создание перспективных технических средств навигации, гидрографии и гидрометеорологии стало возможным только на основе использования современной вычислительной техники и результатов фундаментальных научных исследований. Такие исследования проводились как в академических, так и в прикладных институтах и позволили совершить ряд революционных сдвигов в области навигации и гидрографии. В результате Институту при поддержке ГУНиО МО совместно с промышленностью удалось обосновать и решить ряд крупных научно-технических проблем, таких как:

- создание корабельных инерциальных навигационных систем и на их основе навигационных комплексов;
- разработка и внедрение спутниковых навигационных систем;
- создание абсолютных доплеровских гидроакустических лагов;
- начало планомерной съемки геофизических полей Земли на основе разработки прецизионной съемочной аппаратуры и глобальных высокоточных средств определения места;
- разработка и создание ряда автоматизированных комплексов площадной съемки рельефа дна и поиска подводных объектов с целью обеспечения безопасности мореплавания, изучению строения морского дна и разведки минеральных ресурсов в диапазоне глубин 0-5000 м;
- разработка и внедрение технических средств и методов, позволяющих представлять, хранить и обрабатывать картографическую информацию в цифровом виде.

Заслуги сотрудников Института высоко оценены командованием ВМФ и Правительством. Указом Верховного Совета СССР от 2 февраля 1984 г. Институт награжден Орденом Трудового Красного Знамени. За выдающийся вклад в разработку технических средств и методов НГО званиями лауреатов Ленинской премии были удостоены Ю.И.Максюта и В.Д.Теплов, а лауреатами Государственной премии стали И.М.Безуглый, В.П.Заколодяжный, Б.Е.Иванов, В.А., Климонтович, А.И. Косниковский,

Ю.В.Ладинский, В.С.Макода, Л.К.Овчинников, Ю.А.Обухов, С.П.Ростовцев, Н.И.Сигачев, А.И. Сорокин, Е.Ф.Суворов, И.И. Тузов, А.М.Червяков, В.А.Фуфаев. Премией Ленинского Комсомола были удостоены К.А.Виноградов, В.М.Герасимов, Г.И.Емельянцев, А.Н.Илясов И.Ф. Корниенко,. Н.А. Минаев, Б.А.Осюхин.

В разные годы Институт возглавляли: капитан 1 ранга Н.И.Сигачев (1939–1946), контр-адмирал Ю.В.Ладинский (1946–1952), капитан 1 ранга В.В.Алексеев (1952–1956), контр-адмирал А.С.Алексеев (1956–1960), контр-адмирал Ю.И.Максюта (1964–1978), контр-адмирал А.В.Федотов (1978–1988), контр-адмирал В.С.Макода (с 1989 г.).

В настоящее время в Институте трудятся более 80 докторов и кандидатов наук. Работы, проведенные Институтом за 60 лет его существования, позволили успешно решить задачи НГО и ГМО ВМФ в период Великой Отечественной Войны, в послевоенное время и в период развития ракетно-ядерного флота, обеспечили изучение Мирового океана в интересах ВМФ.

Научно-технический потенциал, созданный задел, разумное сочетание необходимости и возможности решения задач в данной области определяют дальнейшие перспективы Института.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. История гидрографической службы Российского флота // ГУНиО МО. – СПб, 1997. Т.2, С. 227–239.
2. Федотов А.В. Деятельность Государственного научно-исследовательского навигационно-гидрографического института Министерства обороны Российской Федерации по развитию технических средств навигации // Радионавигация и время. 1996. N 1, 2.
3. Федотов А.В. Из истории Государственного научно-исследовательского навигационно-гидрографического института Министерства обороны Российской Федерации // Навигация и гидрография. 1995. N 1.

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ В ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ НАВИГАЦИИ

Г.Р.АРНО

Рассмотрен опыт работ Института, как головной организации, по формированию комплексных программ развития технических средств навигационного обеспечения.

Непосредственным толчком к использованию принципов программного планирования в системе ГУНиО МО послужило ознакомление с результатами применения методов программно-целевого планирования в практике Министерства обороны США при заказе военной техники. В начале 60-х годов состоялось знакомство специалистов Института с рядом зарубежных научных публикаций, посвященных возможностям применения программных методов при планировании и прогнозировании развития техники. Применительно к техническим средствам навигации (ТСН) такой подход выглядел особенно привлекательно, ибо была очевидна заинтересованность многих государственных ведомств в совершенствовании ТСН и просматривалась возможность объединения этих интересов при разработке перспективных средств и систем навигационного обеспечения. Вместе с тем, сложившийся к тому времени в ВС СССР порядок заказов навигационной техники прямо противоречил таким возможностям. Отдельные виды ВС в пределах выделенных ассигнований заказывали необходимую технику, ориентируясь на возможности ограниченной части промышленных предприятий, практически закрепленных за каждым Заказчиком, межвидовая информация о заказываемой технике практически отсутствовала; имело место массовое дублирование в разработках, появление на вооружении ряда практически идентичных по своим возможностям образцов, обладавших сходными тактико-техническими характеристиками.

Так, например, на вооружении находилось более 30 модификаций приемной аппаратуры наземных РНС, половина из которых имела практически одинаковые характеристики. Необходимо было, базируясь на возможностях всех научно-

исследовательских и промышленных организаций страны, образовать новую систему заказов минимального и одновременно достаточного количества ТСН, удовлетворяющих требованиям различных пользователей. По директивному указанию МО работа в 1966 г. началась с анализа положения дел в каждом виде ВС.

По ВМФ ее поручили Гос.НИНГИ, который начал исследования с подробного подсчета затрат ГУНиО на разработку и закупку технических средств навигационно-гидрографического и гидрометеорологического обеспечения различного назначения за десятилетний период (1961–1970 гг.). Работу возглавил методический отдел 1-го управления (начальник отдела А.В.Федотов, руководитель методической и расчетной групп Г.Р.Арно). В исследованиях участвовали все технические отделы Института, исходные данные оперативно поставляли отделы ГУНиО. Активно подключился к проведению расчетов Научно-технический комитет ВМФ (ответственный представитель А.С.Дубинко). Расчеты были выполнены по 18 союзным и республиканским ведомствам страны (в т.ч. по АН СССР и РСФСР).

В результате впервые в практике МО на основе полученных данных были сделаны заключения:

- об общих затратах (фактических и ожидаемых) на развитие средств и систем НГО по годам, пятилеткам и за 10 лет в целом;
- о долевых затратах на развитие отдельных видов технических средств НГО;
- о загрузке отдельных предприятий и ведомств по разработкам новой и поставкам серийной навигационной техники.

Представленные в МО и Военно-промышленную комиссию (ВПК) материалы выявили определенную тенденцию к ужесточению требований оружия к навигационному обеспечению и весомость затрат, необходимых на развитие технических средств НГО. Были сделаны также первые обобщения по состоянию научно-методического аппарата обоснований развития системы навигационно-гидрографического и гидрометеорологического обеспечения на перспективу до 10 лет.

Выполненная Гос.НИНГИ работа получила одобрение руководства МО. Ее продолжение было санкционировано специальным решением Правительства СССР (1969 г.), что послужило основанием для создания в Институте оперативной группы в составе Е.Ю.Агранашвили, Г.Р.Арно, В.М.Кузьмичева, М.А.Куприянова, В.Г.Николина, В.Д.Теплова, А.В.Федотова, Н.И.Шаповалова и др. Основными направлениями исследований становятся:

- обоснование и уточнение требований к навигационному обеспечению;
- нормативные и поисковые прогнозы по развитию ТСН;
- оценка состояния и перспектив развития ТСН ведущих иностранных государств, а также сравнительный анализ аналогов соответствующей отечественной и зарубежной техники;
- моделирование процесса развития навигационного обеспечения по различным задачам с оценкой эффективности их решения и разработкой соответствующего математического аппарата.

Этот период характеризуется интенсивным внедрением в расчеты ЭВТ, что позволило решать поставленные задачи на качественно новом уровне. На основании заключений и предложений, подготовленных по результатам этих исследований, в середине 70-х годов ГУНиО вышло с ходатайством в МО о целесообразности формирования единой “Государственной комплексной программы навигационного обеспечения нужд обороны и народного хозяйства страны" с привлечением как всех заказывающих Управлений МО, так и гражданских ведомств (Минморфлота, Министерства гражданской авиации, Минрыбхоза и т.д.), для которых навигационное обеспечение столь же необходимо.

С 1978 г. по специальному правительственному решению началась работа по созданию проекта такой программы, рассчитанной на период до 1990 г. Планируемые по ней исследования охватывали основные организации и предприятия, представляющие заказчиков, разработчиков и изготовителей навигационной техники. Этой работой фактически инициировалось формирование в государстве единой системы, от-

ветственной за состояние и развитие навигационного обеспечения в общенациональном масштабе.

Гос.НИНГИ стал головным в намеченных по данной программе исследованиях. Возглавил их начальник Института Ю.И.Максюта, ответственными исполнителями были назначены Г.Р.Арно и Ю.А.Стецун. Одновременно в аппарате МО была создана группа научно-технического сопровождения исследований. Предусмотренные рабочим планом комплексные исследования продолжались в течение двух лет, поэтапный их ход регулярно рассматривался и корректировался Координационным советом по радионавигационным системам и средствам при МО, объединяющим представителей военных и гражданских пользователей. Несмотря на обилие и различие предложений соисполнителей по ходу выполнения этой работы, по жизненным циклам основных ТСН состав Программы удалось сформировать и согласовать довольно успешно. Была сформулирована концепция развития Государственной системы навигационного обеспечения, обоснованы и выделены наиболее перспективные исследования и разработки как по навигационному оборудованию районов, так и по бортовым средствам и системам навигации. Проектом программы предусматривалось значительное сокращение образцов серийно выпускаемых навигационных систем. Так, число модификаций приемной аппаратуры наземных радионавигационных систем уменьшалось с 45 до 7. Системы курсоуказания сокращались с 12 до 2 модификаций, инерциальные системы летательных аппаратов и подвижных сухопутных объектов – с 6 до 2 модификаций и т.д.

Комплексная программа навигационного обеспечения предусматривала:

- классификацию систем и средств на период разработки;
- требования к обеспечению по основным группам пользователей военного и гражданского назначения;
- принципы государственной политики в области навигационного обеспечения;
- предложения по жизненным циклам отдельных отечественных технических средств ТСН с одновременным их сравнением с зарубежными аналогами;
- перечень фундаментальных и прикладных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по созданию перспективных ТСН нового поколения;
- предложения по кооперации научных и промышленных организаций страны в обеспечение выполнения программы.

Проект Комплексной программы стал первым государственным документом, обосновывающим и определяющим развитие технических средств навигационного обеспечения широкого круга пользователей. В исследованиях по ней принимали участие практически все сотрудники Института. Наиболее объемную часть работы выполнили А.И.Баранов, Б.К. Кочергин, П.Л. Кучинский, В.А. Панкевич, В.Д.Теплов и др.

Для контроля за ходом внедрения отдельных положений Программы предлагалось не реже одного раза в год рассматривать ход ее выполнения и при необходимости вносить коррективы. Для координации работ рекомендовалось образовать единое Управление и Центральный научно-исследовательский институт навигации. Возможным вариантом считалось использование ГУНиО МО и Гос.НИНГИ с возложением на них соответствующих функций.

В 1981 г. были проведены окончательные расчеты по количественному составу включенных в программу ТСН и полная оценка соответствующих затрат. К сожалению, несмотря на представление в Правительство, Программа не была утверждена на государственном уровне. Тем не менее, согласованная на уровне всех заинтересованных ведомств она получила признание в качестве концептуального документа, определяющего основные направления развития навигационной техники, не став однако обязательным к исполнению документом. Поэтому почти до конца 80-х годов развитие ТСН по-прежнему определялось узковедомственными интересами, без согласования между собой заказов различных потребителей. В результате отечественная навигационная техника продолжала все более отставать от мирового уровня, финансировались параллельные разработки, продолжал процветать ведомственный монополизм промышленных организаций.

Попытка изменить ситуацию была предпринята в 1987 г., когда по решению ВПК были инициированы новые исследования по формированию “Комплексной программы навигационного обеспечения подвижных объектов МО и отраслей народного хозяйства на 1991–2000 гг. и определению перспектив развития средств и методов навигации на период до 2010 г.”. К этим работам подключилось уже более 50 научных и промышленных организаций, представлявших около 30 ведомств, заказывавших и разрабатывавших ТСН. Головным вновь был назначен Гос.НИНГИ. Руководил исследованиями заместитель начальник Института Ю.С.Дубинко. Наиболее активное участие в них приняли Г.Р.Арно, Н.И.Богаткин, А.П.Веселкин, А.К.Воробьев, В.А.Катенин, Н.В.Кодрау, В.А.Колесников, Ю.Г.Николаев, А.Г.Панов.

К концу 1989 г. выполненные в соответствии с решением ВПК исследования завершились разработкой проекта “Комплексной программы...” на соответствующий период, положительную оценку которому дала Государственная межведомственная комиссия. В этом документе, кроме обоснования качественного состава программы, оценивался уровень и предлагались направления развития необходимой элементной базы ТСН, анализировалось состояние работ по их стандартизации и унификации, формированию нормативно-технической базы. Были усовершенствованы методология перехода к обобщенным требованиям по навигационному обеспечению основных групп военных и гражданских пользователей, а также методики оценки эффективности их обеспечения при различных вариантах формирования программы. В приложении к проекту Программы прилагалась более полная схема взаимодействия научно-исследовательских и производственных организаций при проведении обоснований, разработок и поставок ТСН.

Итоговые материалы этой работы не встретили возражений ни в Министерстве обороны, ни в ведомствах, представляющих гражданских пользователей. Но практическое внедрение выдвинутых предложений не было осуществлено в связи с изменениями политики государства.

В 90-х годах МО поставило перед научно-исследовательскими организациями новые задачи по оценке возможности более резкого сокращения (по сравнению с планировавшимся по предыдущей Программе) номенклатуры разрабатываемых технических средств и уменьшению объемов ассигнований на их развитие. Очередной цикл исследований с начала 1994 г. имел целью уточнение ранее разработанных программ развития ТСН военных подвижных объектов на перспективу до 2010 г.

И вновь головным по этой работе определяется Гос.НИНГИ. К исследованиям подключаются научные сотрудники нового поколения Н.О.Адамов, А.С.Александров, О.А.Тимошенко, В.С.Трегубов, В.В.Чернявец и др. Руководство осуществляет начальника Института В.С.Макода. Полученные результаты позволяют сформулировать предложения по приоритетным разработкам ТСН на перспективу, дающим возможность сократить объем требующихся на развитие военной техники затрат.

Продолжаются работы над совершенствованием методик обоснований направлений унификации ТСН. В частности на новый математический уровень выводится методика сопоставительного анализа систем и средств навигационного обеспечения военных подвижных объектов в интересах сокращения номенклатуры ТСН, включаемых в Программу вооружения.

В целом, накопленный Институтом к настоящему времени опыт программного планирования ТСН позволяет сделать вывод о необходимости формирования и совершенствования навигационного обеспечения воздушных, морских и наземных объектов как единого целого в интересах всех реальных и потенциальных пользователей. Для этого государству необходимо закрепить четкую иерархическую структуру организаций–представителей заказчиков, отвечающих за состав системы НГО и определяющих приоритетные направления ее развития.

Целесообразно также осуществлять регулярную разработку утверждаемых на государственном уровне “Комплексных программ навигационного обеспечения...”, рассчитанных на период до 10 лет и включающих, прежде всего, все основные средства оборудования районов и наиболее важные средства вооружения основных групп воз-

душных, морских и наземных подвижных объектов, и их корректировку каждые три года. И, наконец, для разработки и выполнения “Комплексных программ...” необходимо организовать дееспособную кооперацию научно-исследовательских и промышленных организаций, занимающихся обоснованиями, разработками и производством навигационной техники.

НАУЧНЫЕ СВЯЗИ ИНСТИТУТА С ОРГАНИЗАЦИЯМИ АКАДЕМИИ НАУК И ВЫСШИМИ УЧЕБНЫМИ ЗАВЕДЕНИЯМИ

П.И.МАЛЕЕВ

Рассмотрены творческие связи Гос.НИНГИ с институтами Академии Наук и ВУЗами страны в интересах решения проблем навигации морских объектов. Очерчен широкий круг научных организаций, привлекаемых по инициативе Института к решению проблем навигации. Показано, что достижение качественно новых высоких параметров навигационной техники возможно лишь на основе результатов фундаментальных и поисковых исследований.

Научные связи нашего Института с академическими организациями и ВУЗами в интересах развития технических средств навигации морских объектов имеют давние исторические традиции. Необходимость привлечения институтов АН и ВУЗов к проблемам навигации определялась высокими требованиями к этим средствам со стороны нового корабельного оружия и трудностями удовлетворения этих требований в морских условиях.

Особенно широкое развитие эти связи получили после Великой Отечественной Войны, когда складывающаяся военно-политическая обстановка поставила перед ВМФ задачу выхода в океан, а затем и достижения военно-стратегического паритета, что привело к созданию океанского подводного ракетно-ядерного флота [1]. Решить задачу оснащения такого флота совершенными средствами навигации без привлечения последних достижений научно-технического прогресса не представлялось возможным. Особенно остро стояла задача обеспечения навигационными данными подводных лодок при длительном плавании под водой.

С целью активизации работы в этом направлении руководством Института был предпринят ряд организационных мер, одной из которых стало создание периодически обновляющейся нештатной группы ведущих научных сотрудников Института (руководителем был назначен автор данной статьи). Группе поручалось:

- вести систематический информационный поиск новых физических явлений и эффектов, пригодных для создания более эффективных средств навигации;
- проводить исследования возможных направлений их использования в интересах совершенствования существующих и создания принципиально новых средств навигации;
- отслеживать развитие новых перспективных для навигации научных направлений;
- разработать научно обоснованные рекомендации руководству Института по реализации новых направлений в создании средств навигации.

С другой стороны, сложность проблем навигации и обеспечения оружия морских объектов, важность и срочность их решения привели к необходимости активизации внутренних поисковых исследований по выявлению возможных путей решения стоящих задач в том числе и за счет использования новых физических явлений и эффектов. Одна из таких НИР (научный руководитель Е.А.Ананченко), выполненная в1965–1967 гг., была направлена на поиск путей создания средств навигации, обладающих не только высокой точностью определения основных навигационных параметров, но и скрытностью их применения. Исследования показали, что решение этой проблемы

возможно лишь на базе высокоточных инерциальных навигационных систем (ИНС). Создание же таких систем было связано с необходимостью увеличения точности их основных чувствительных элементов (гироскопов и акселерометров) по меньшей мере в 100, а то и в 1000 раз [2]. Поскольку в существовавших в то время гироскопах и акселерометрах чувствительная масса удерживалась на шарикоподшипниках и никакое совершенствование таких элементов не позволяло надеяться на достижение требуемых точностей, было рекомендовано предложить институтам АН и ВУЗам осуществить широкую программу фундаментально-поисковых исследований по выявлению возможности использования для этой цели новых физических явлений и эффектов.

С этой целью специалистами Института была подготовлена поддержанная ГУНиО МО комплексная НИР, охватывающая 7 новых физических явлений и эффектов. К исполнению этой темы по разработанным Институтом частным техническим заданиям, направленным на использование конкретного явления или эффекта, были привлечены такие ведущие научные организации страны как: Физический институт АН СССР, Институт автоматики и телемеханники АН СССР, Московский Государственный университет (МГУ), Институт автоматики АН Киргизской ССР, Ленинградский электротехнический институт (ЛЭТИ), Институт прикладной математики и кибернетики при Горьковском университете и Физико-технический институт АН УССР. Научно-техническое сопровождение этой комплексной работы было поручено автору данной статьи. В состав межведомственных комиссий по приемке выполненных отдельных этапов и НИР в целом включались (помимо наших сотрудников) ведущие ученые страны, в частности, академик А.Ю.Ишлинский – директор Института проблем механики АН СССР, академик С.Н.Вернов – директор Института ядерных исследований при МГУ, члены Секции прикладных проблем при Президиуме АН СССР.

Результаты этих и ряда других исследований позволили оценить:

- перспективы использования неконтактных подвесов чувствительной массы гироскопов в электростатическом и магнитном полях;
- возможности создания гироскопов на эффекте Саньяка, в которых используется запаздывание световой (или сверхвысокочастотной) волны, распространяющихся по кольцевому контуру в противоположных направлениях;
- возможности создания гироскопов на основе микрочастиц атомов и ядер;
- возможности использования в инерциальных системах эффекта Мессбауэра, состоящего в резонансном поглощении гамма-квантов атомными ядрами твердого тела и обеспечивающего чрезвычайно высокую точность. Относительная погрешность в измерении влияния гравитационного поля Земли на энергию гамма-кванта составила 10^{-16} на метр высоты;
- перспективы использования низкотемпературных явлений, в том числе:
  - явления сверхпроводимости;
  - эффекта Мейснера по выталкиванию из сверхпроводника магнитного поля;
  - эффекта Браунбека по устойчивому зависанию сверхпроводника в магнитном поле;

– эффектов Джозефсона, состоящих в том, что контакт сверхпроводящих тел оказывается необычайно чувствительным к внешним магнитным, электромагнитным полям и излучениям;

– эффекта Барнетта – появление магнитного поля у сверхпроводника при его вращении и другие эффекты и явления.

К настоящему времени у сверхпроводников и приборов на их основе выявлено около 30 своеобразных физических свойств. Ряд из них, помимо перечисленных выше, могут представлять интерес не только для гироскопии, но и других средств навигации, в частности для наземной и спутниковой радионавигации и астронавигации [3].

Выявленные наиболее перспективные направления в создании прецизионных чувствительных элементов для ИНС получили развитие в ряде прикладных НИР, а затем и ОКР, выполненных организациями промышленности. Некоторые из перечисленных выше новых направлений в создании гироскопов, а также результаты анализа развития подобных элементов за рубежом нашли отражение в работе [4].

Ряд из выявленных перспективных для навигации эффектов и явлений получил дальнейшее развитие как в последующих работах нашего Института, так и в работах АН и ВУЗов по обоснованным в Институте направлениям развития гироскопической техники и разработанным нами техническим заданиям. К этим работам привлекались, в частности, Физико-технический Институт низких температур АН УССР, Институт кибернетики АН УССР, Институт проблем механики АН СССР, Ленинградский Государственный университет (ЛГУ) и другие организации.

К настоящему времени специалистами Института выявлено и проанализировано 33 типа гироскопических чувствительных элементов, отличающихся эффектом или явлением, лежащим в основе их работы, и более 50 подтипов (или вариантов), различающихся менее существенными признаками [5]. Из них восемь, предложенных нами, защищены авторскими свидетельствами на изобретения.

В результате проведенных исследований и выполненных институтами промышленности ряда прикладных НИР по нашим техническим заданиям точность наиболее совершенных гироскопов удалось повысить по сравнению с началом 1960-х годов в 100000 раз. Учитывая, однако, широкий спектр требований потребителей гироскопической техники, получили развитие также и некоторые менее точные, но зато не столь сложные и более дешевые гироскопы.

Существенный прогресс достигнут и в создании акселерометров. Их точность за эти годы была доведена до 10^{-5} м/с^2.

Институтам АН и ВУЗам задавались поисковые НИР в интересах развития не только гироскопических, но и других средств навигации. В частности, в интересах развития спутниковых навигационных систем с конца 1950-х годов привлекались научно-исследовательский Радиофизический институт (г. Горький), а также Институт теоретической астрономии АН СССР и Московский Энергетический институт АН СССР. По вопросам гидроакустики – Институт океанологии АН СССР и Институт физики металлов АН СССР; по проблеме сейсмических полей – Институт вычислительной техники СО АН СССР. При исследовании вопросов распространения радиоволн в интересах радионавигации – ЛЭТИ, ЛГУ и другие организации. Широкое привлечение к решению проблем морской навигации ведущих научных организаций страны, специализирующихся в различных областях знаний, позволило значительно повысить эффективность ряда разрабатываемых средств навигации. Так, например, разработанные в ЛГУ алгоритмы расчета поправок за распространения радиоволн на сложных кусочно неоднородных (суша-море-суша) трассах обеспечили повышение точности определения места в прибрежных районах в 2–3 раза.

Необходимо подчеркнуть, что работы по совершенствованию существующих и созданию принципиально новых средств навигации с использованием нетрадиционных явлений и эффектов горячо поддерживались начальником ГУНиО МО А.И.Рассохо, который принимал активное участие в обсуждении и постановке поисковых работ.

Творческие связи Института с ведущими научными учреждениями не ограничивались выдачей технических заданий, их согласованием, обеспечением научно-

технического сопровождения и приемкой результатов работ. В ряде случаев специалисты Института непосредственно участвовали в выполнении отдельных разделов совместных с институтами АН и ВУЗами исследований. В частности, автор статьи принимал участие в выполнении двух прогнозных академических НИР в1978 г. (научный руководитель чл. корр. АН СССР А.А.Красовский) и в 1984 г. (научный руководитель чл. корр. АН СССР А.Н.Алексеев).

Одновременно с широким привлечением организаций АН и ВУЗов для решения проблем навигации руководство Института в те годы резко активизировало изобретательскую и рационализаторскую деятельности своих сотрудников. В результате только за период с 1982 по 1990 г. было подано более 800 заявок на изобретения и получено свыше 250 авторских свидетельств. В число наиболее активных изобретателей в Институте входили: В.И.Бойков, К.А.Виноградов, С.Н.Гузевич, Е.А.Денисюк, П.И.Малеев, Б.В.Нилов, В.А.Осюхин, В.В.Чернявец.

Большую роль в развертывании фундаментально-поисковых исследований и налаживании научных связей с академическими институтами и ВУЗами играла Секция прикладных проблем (СПП) при Президиуме АН СССР, созданная в 1964 г. (ее первым председателем был чл. корр. АН СССР Е.П.Попов), а также Научный Совет по проблемам навигации и автоматического управления во главе с академиком Б.Н.Петровым. Совет включал 10 секций, работа которых охватывала практически все известные к тому времени научные направления, имеющие отношение к навигации и управлению подвижными объектами.

Основными задачами Научного Совета являлись: объединение усилий ученых различных специальностей на решение актуальных проблем навигации и управления, координация проводимых фундаментально-поисковых НИР, определение наиболее перспективных направлений развития автономных средств навигации, а также информирование руководящих органов о результатах выполненных исследований и рекомендациях по их использованию. В работе Совета и ряда его секций активное участие принимали сотрудники Института Е.А.Ананченко, Г.А.Левит, П.И.Малеев, А.В.Федотов и др. Наибольшей регулярностью в работе отличались секции: "Навигационных систем и их чувствительных элементов" (председатель чл. корр. АН СССР Б.Е.Черток), "Использования новых физических явлений и принципов" (председатель академик С.Н.Вернов), "Использования низкотемпературных явлений" (председатель чл. корр. АН СССР А.Е.Алексеевский) и Ленинградская секция "Навигационных систем и их чувствительных элементов" (председатель д.т.н., профессор С.Ф.Фармаковский). Некоторые из этих секций , в частности первая, несмотря на трудности с финансированием, продолжают активно работать и в настоящее время.

Участие в заседаниях секций , на которых с научными докладами выступали ведущие ученые страны и обсуждались результаты исследований институтов АН и ВУЗов, позволяло знакомиться с последними достижениями по рассматриваемым направлениям развития науки и техники, в том числе с состоянием развития средств навигации в интересах других видов ВС.

В последние годы из-за трудностей с финансированием затормозилась работа не только секций Совета , но и развитие новых направлений в создании средств навигации. Число поисковых НИР значительно сократилось. Это ставит под угрозу поддержание боевой эффективности кораблей ВМФ, поскольку при сокращении флота сохранение его боевой мощи может опираться прежде всего на более высокую техническую оснащенность. Если учесть, что создание новых систем навигации, как и оружия, требует около 10 лет, то ясно, что необходимо не только совершенствовать существующие средства, но и проводить широкий поиск и разработку новых более совершенных средств навигации уже в настоящее время с тем, чтобы реформированный ВМФ оставался на высоте своих задач. Необходимо полнее использовать и имеемый научный задел [6].

Вся история развития не только средств навигации, но и техники вообще убедительно свидетельствует о том, что новое качество рождается, как правило, в результате проведения фундаментально-поисковых исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Российская наука – Военно-Морскому Флоту. – М. :Наука, 1997. –383 с.
2. Развитие механики гироскопических и инерциальных систем. – М. :Наука, 1973. – 456 с.
3. Малеев П.И. , Рассохо А.И. Перспективы использования сверхпроводимости в навигации и гидрографии. //Записки по гидрографии.–1995. –№236.–С. 67–74.
4. Малеев П.И. Новые типы гироскопов. –Л.: Судостроение.–1971.– 160 с.
5. Малеев П.И. Основные направления развития гироскопов //Судостроение за рубежом.–1979. – Вып.145.– С. 1–21.
6. Малеев П.И. Некоторые перспективы использования новых эффектов и явлений для навигации и гидрографии //Навигация и гидрография.–1995.– №1.–С. 27–34.

НАВИГАЦИОННО-ГИДРОГРАФИЧЕСКОЕ И ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДОБЫЧИ И ТРАНСПОРТИРОВКИ МОРСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ

С.П.АЛЕКСЕЕВ

Излагаются основные результаты начального этапа организации конверсионной деятельности Гос.НИНГИ по навигационно-гидрографическому и гидрометеорологическому обеспечению добычи и транспортировки морских углеводородов. Показано, что научно-технический потенциал военной навигации, гидрографии, океанографии и накопленный опыт позволяют эффективно использовать их в интересах экономики страны.

Конверсионное использование научно-технического потенциала военной навигации, гидрографии и океанографии связано с выходом 19 июня 1994 г. Постановления Правительства РФ № 711, которым Гос.НИНГИ МО РФ определен головной научно-исследовательской организацией, ответственной за обоснование и разработку технической политики в области навигации, гидрографии, морской картографии, океанографического обеспечения не только обороны, но и экономики страны.

Возможности Института в этом отношении определяются тем, что он является научно-исследовательским подразделением Главного управления навигации и океанографии (ГУНиО) МО РФ.

Научно-технический потенциал военной навигации, гидрографии и океанографии базируется на хорошо отлаженной и работоспособной кооперации институтов РАН, отраслевых НИИ и заводов. Он включает:

- средства и методы высокоточной навигации морских и воздушных судов;
- средства навигационного оборудования побережья и морских сооружений;
- системы управления движением судов и электронные навигационные информационные системы;
- средства и методы съемки рельефа и грунта дна;
- средства и методы океанографических исследований.

Важными составными частями научно-технического потенциала также являются:

- фондовые океанографические материалы Научно-исследовательского центра (НИЦ Гос.НИНГИ);
- фондовые материалы батиметрических съемок, картографические материалы и информационные технологии Центрального картографического производства ГУНиО МО;
- специализированные исследовательские суда различных классов с развитой системой базирования на Северном, Балтийском, Черноморском и Тихоокеанском флотах, а также на Каспийской флотилии.

НИЦ Гос.НИНГИ входит в государственную систему сбора, хранения и обмена океанографической информации. В него поступает информация примерно по 100 элементам и параметрам природной среды от подразделений ВМФ, мореведческих организаций других отечественных ведомств и из-за рубежа. В Центре накоплены сведения приблизительно о 30 тыс. наших и зарубежных экспедиций, данные более 1,8 млн.

гидрологических станций, включающих свыше 60 тыс. наблюдений за течениями, около 20 млн. судовых метеорологических наблюдений, почти 120 тыс. аэрологических зондирований. Примерно 30% накопленной информации получено Гидрографической службой ВМФ и является уникальной.

Фондовые материалы Центрального картографического производства ГУНиО МО включают результаты всех батиметрических съемок в виде планшетов промеров с нанесенными на них глубинами, изобатами и характеристиками грунтов.

По результатам батиметрических съемок составлены и постоянно издаются соответствующие картографические материалы. Коллекция морских навигационных карт ГУНиО МО, являющаяся одной из крупнейших в мире, содержит генеральные и частные, путевые общенавигационные и радионавигационные карты различных масштабов. Кроме того, имеются руководства для плавания, извещения мореплавателям с описанием навигационно-гидрографической обстановки, международно-правовым аспектам деятельности на море и данными об опасных и закрытых для плавания районах.

Для производства гидрографических и океанографических исследований могут использоваться специализированные суда и катера ГУНиО МО водоизмещением от 4 до 9000 т (около 150 единиц).

Институт имеет лицензию от 13.02.97 № СПБ 002174-А на осуществление соответствующих видов деятельности. Вся аппаратура и технические средства, используемые Гос.НИНГИ, имеют свидетельства о метрологической аттестации.

После выхода Постановления Правительства № 711 Институт приступил к активной реализации накопленного потенциала в интересах экономики страны. За истекший короткий срок сформировались и приобрели характер устойчивого развития следующие направления конверсионной деятельности:

- проектирование систем навигационного обеспечения освоения и эксплуатации нефтегазовых месторождений на арктическом шельфе;
- производство морских инженерных изысканий в обеспечение проектирования и строительства подводных газопроводов и линий связи;
- производство морских инженерных изысканий в обеспечение проектирования портов и отдельных гидротехнических сооружений;
- проектирование средств навигационного оборудования и системы путей движения на акватории Финского залива.

Основные результаты работ Института в этой области:

- технический проект системы навигационного обеспечения морских и воздушных перевозок для нефтяного месторождения «Приразломное» по заказу компании «ГИПРОСПЕЦГАЗ»;
- технический проект инженерно-гидрографических и инженерно-гидрометеорологических изысканий для площадки строительства морской ледостойкой платформы (МЛСП) «Приразломная» по заказу компании «ГИПРОСПЕЦГАЗ»;
- инженерно-гидрографические изыскания в обеспечение строительства волоконно-оптической системы связи на Черном море по заказу компании «ГИПРОСВЯЗЬ»;
- инженерно-гидрографические изыскания для ТЭО строительства подводного газопровода Россия-Турция через Черное море (проект «Голубой поток») по заказу компании NeSA (Голландия);
- проект буксировки МЛСП «Приразломная» по заказу компании Brown & Root (США);
- камеральные инженерные изыскания на основе фондовых материалов по морскому варианту газопровода Джубга – Туапсе – Лазаревское – Якорная Щель по заказу компании «ГИПРОСПЕЦГАЗ»;
- рабочий проект системы путей движения и средств навигационного оборудования на морских подходах к порту Усть-Луга по заказу АО «МОРНИИПРОЕКТ»;

- инженерно-гидрографические изыскания для проектирования системы путей движения и средств навигационного оборудования на морских подходах к порту Усть-Луга по заказу АО «МОРНИИПРОЕКТ»;
- участие в ТЭО строительства нефтеналивного терминала в Финском зал. по заказу компании NESTE (Финляндия);
- камеральные инженерные изыскания на основе фондовых материалов по уточнению трасс Северо-Европейского газопровода на акватории Финского зал. по заказу компании North Transgas Oy (Финляндия);
- морские инженерные изыскания по трассам Северо-Европейского газопровода на акватории Финского зал. по заказу компании North Transgas Oy (Финляндия) и техническим требованиям компании Geoconsult AS (Норвегия).

Рассмотрим кратко основные достижения Института по наиболее крупным из перечисленных проектов.

Известно, что разработка нефтегазовых месторождений на арктическом шельфе России представляет собой важнейшую задачу, от успешного решения которой во многом зависит экономика страны на долгосрочную перспективу. Мощный импульс получит промышленность Северо-Запада (и, в частности, предприятия военно-промышленного комплекса). Здесь предполагается создание около 200 тыс. новых рабочих мест. Переключение на Арктику основных экспортных потоков энергоресурсов снизит политическую уязвимость российского транспорта углеводородов.

Участвуя в этом процессе, Институт вначале выполнил отдельные работы по оптимизации ТЭО Штокмановского и Приразломного месторождений, а затем технический проект системы навигационного обеспечения морских и воздушных перевозок для нефтяного месторождения «Приразломное» [1-3]. В проектировании приняли активное участие специалисты ААНИИ, СБО ГОИН, ИКИ РАН, АО «Аквастандарт», АО «Моринтех» и других авторитетных организаций.

Сформулированы предложения по Службе НГГМО компании «Росшельф», особенностью которых является наличие организационных структур, ответственных за решение задач специализированного гидрометеорологического обеспечения. Показано, что это позволит снизить ущерб, наносимый деятельности промысла за 10 лет, на 120-170 млн. долл.

В ходе проектирования были разработаны проекты ряда руководящих документов по навигационно-гидрографическому и гидрометеорологическому обеспечению освоения и эксплуатации нефтегазовых месторождений на арктическом шельфе, основными из которых являются:

а) Технические требования к средствам предупреждения и навигационного оборудования морских стационарных платформ;

б) Общие технические требования к средствам гидрометеорологического оборудования объектов морских нефтегазовых месторождений.

Эта разработка - первая попытка создания нормативной базы НГГМО в увязке с требованиями международных стандартов, законодательства РФ и требованиями отечественных отраслевых руководящих документов - в итоге явилась началом формирования единой системы взглядов на состав и технические характеристики средств НГГМО нефтегазовых месторождений.

При этом система НГГМО приобретает ряд принципиальных особенностей, обусловленных тем, что:

- основные элементы инфраструктуры промыслов размещаются в районах интенсивного судоходства, рыболовства, оперативной деятельности ВМФ и других видов ВС;
- для районов промыслов характерна сложная навигационно-гидрографическая и гидрометеорологическая обстановка, отечественный и мировой опыт решения целого ряда задач навигационного обеспечения для этих условий отсутствует;
- районы промыслов недостаточно изучены в навигационно-гидрографическом и гидрометеорологическом отношении как в части обеспечения безопасности морепла-

вания и полетов воздушных судов, так и в части обеспечения проектирования гидротехнических сооружений;

- вся деятельность промысла базируется на заданной регулярности смены буровых вахт, снабжения стационарных морских установок морским и воздушным путем и транспортировки опасных грузов.

В процессе технического проектирования системы НГГМО месторождения «Приразломное» уточнен ряд исходных данных по параметрам природной среды, а также обоснована необходимость выполнения морских инженерных изысканий для проведения работ по буксировке и установке МЛСП в расчетной точке [4].

Показано, в частности, что:

а) Реально ожидаемые экстремальные характеристики ветрового волнения существенно отличаются от принятых ранее для проектирования.

Например, для 95% доверительного интервала высоты волн 0,1% обеспеченности находятся в пределах 9,6-10,2 м против среднего значения 8,1 м указанных в исходных данных [5, 6]. После длительной и острой дискуссии новые данные по экстремальным характеристикам ветрового волнения вошли в документ «Локальные технические условия района установки МЛСП».

В связи с эти возникла необходимость уточнения ряда проектных решений по МЛСП.

б) Экстремальные характеристики поля скорости течений, в том числе придонных, в районе установки МЛСП требуют уточнения, т.к. получены механическими измерителями скорости потока в условиях волновых движений и колебаний поверхностных буев. Международные интеркалибрационные эксперименты показали, что погрешности таких измерений могут достигать 100-250%.

Поэтому были разработаны предложения по программе и методике исследования придонных течений, как в точке установки МЛСП на месторождении, так и по маршруту буксировки. Позднее заказчик работ - компания B &R подтвердила необходимость получения именно этих характеристик. Проведение указанных работ предусматривается перспективными планами исследований.

в) Из-за отсутствия авиационного климатического описания района месторождения не представляется возможным обоснованное категорирование вертолетной площадки МЛСП «Приразломная» и пунктов базирования авиации, что не позволяет осуществить обоснованный выбор технических средств воздушной навигации в соответствии с требованиями соответствующих руководящих документов. В дальнейшем это может привести к затруднениям в организации транспортного обслуживания месторождения.

Система НГГМО месторождений на арктическом шельфе представлена в виде совокупности функциональных подсистем:

- обеспечения навигационной безопасности и управления морским и воздушным движением;
- обеспечения безопасности и расчетных режимов функционирования технологических комплексов в различных гидрометеорологических условиях;
- сопряжения с автоматизированными комплексами управления месторождений.

Основой системы НГГМО являются отечественные технические средства, которые в полной мере способны обеспечить реализацию требований к навигационному обеспечению морских и воздушных перевозок. Пути технической реализации функциональных подсистем НГГМО подробно рассмотрены в работах [1-3].

Выше указывалось, что Гос.НИНГИ, участвуя в проектировании морских газопроводов выполнил ряд морских инженерных изысканий на Черном и Балтийском морях. Как правило, в соответствии с требованиями отечественных руководящих документов [7-11], эти изыскания проводились в два этапа. На первом этапе выполнялись камеральные инженерные изыскания на основе имеющихся фондовых материалов. Цель первого этапа - уточнение трасс подводных газопроводов для предварительной технико-экономической оценки нескольких вариантов их прокладки. На втором этапе выполнялись натурные работы, состав которых, а также используемые методы и оборудование в значительной мере определялись по результатам камеральных изысканий. Цель

второго этапа - получение фактических данных по коридорам трасс подводных газопроводов для определения основных проектных решений и ТЭО оптимального варианта трассы.

В связи с эти возникла необходимость уточнения научно-технических основ и технологии морских инженерных изысканий на базе имеющихся фондовых материалов и нового отечественного оборудования.

В состав камеральных изысканий входили:

а) Навигационно-гидрографическое описание района, при котором выделялись:

- опасные участки;
- сложные районы;
- подводные препятствия.

б) Построение профилей глубин и расчет изгибов трубопроводов (в вертикальной и горизонтальной плоскостях) на основе анализа фондовых материалов батиметрической и картографической изученности.

в) Расчет гидрометеорологических параметров (на основе обработки соответствующих фондовых материалов) - статистических характеристик волнения, течений, уровня моря, ледового покрова, ветра и речного стока. Здесь же определялись экстремальные характеристики гидрометеорологических процессов для периодов времени заданной продолжительности. Для решения этой задачи использован хорошо зарекомендовавший себя метод [12], основанный на известных результатах теории случайных функций по статистике выбросов.

В составе инженерно-гидрометеорологических изысканий выполняются также литодинамические исследования.

Литодинамические процессы способны заметно повлиять на заносимость подводных траншей (прорезей) на морском дне, вымывание засыпки заглубленных трубопроводов, миграцию береговой черты, а также оказать непосредственное динамическое воздействие на трубопровод. Например, величина обратимых высотных деформаций рельефа дна на акватории Финского зал. в приурезной зоне доходит до 2,5м, а в волноприбойной - до 0,5-1,2 м. Плановые деформации надводного уступа берега на участке Джубга – Лазаревское достигают 0,5-1 м/год.

Особую опасность для подводных трубопроводов представляют мутьевые потоки. Так, на склоновых участках дна Балтийского моря наблюдаются мутьевые потоки со скоростью 0,5-2,5 м/с.

Исключительное значение имеет исследование литодинамических процессов на Черноморском побережье Кавказа, что определяется сложной геоморфологией района, своеобразием протекающих на континентальном склоне литодинамических процессов, в т.ч. под воздействием волнения и течений. Действительно, трасса подводного газопровода здесь пересекает склон, примыкающий к побережью Кавказа длиной примерно 20 миль и склон Анатолийского побережья длиной около 80 миль. В этом районе присутствуют многочисленные подводные долины и каньоны, которые в большинстве случаев извилисты и имеют хорошо выраженные склоны (вследствие этого на отдельных участках возможны протяженные провисы трубы, возникновение значительных вибрационные нагрузок и разрушение металла; к тому же провисы трубы возможны и под влиянием придонных течений, режим которых не исследован). Для материкового склона характерны мутьевые потоки.

Интенсивное влияние волнения наблюдается до глубин 50 м. При скорости течений вдоль берега более 0,3-0,5 м/с возможно перемещение значительных масс обломочного материала.

Под влиянием волнений, течений и активных геологических процессов на Кавказском побережье отмечались случаи неожиданного углубления ложа каньонов на 8-12 м, скорость суспензионных потоков превышала 0,7 м/с. Фондовые же данные по литодинамическим процессам, здесь как правило, имеют весьма ограниченный объем или локализованы по отдельным районам. В связи с эти, представляется необходимым широкое использование методов математического моделирования литодинамических процессов и совершенствование методов их экспериментального исследования.

г) Инженерно-геологическое описание района, при которым выделяются:

- зоны благоприятных условий;
- зоны малоблагоприятных (относительно благоприятных) условий;
- зоны неблагоприятных условий.

В основу типизации инженерно-геологических условий положены характеристики [13]:

- рельефа морского дна;
- донных грунтов (мощность, состав, физическое состояние);
- препятствий и опасных геологических явлений (природных и техногенных).

По результатам анализа фондовых материалов строились карты инженерно-геологического районирования и инженерно-геологические разрезы по трассам трубопроводов.

Уточнение трасс подводных газопроводов по результатам камеральных изысканий предполагает интегральную оценку природных условий.

Оценка природных условий имеет следующие принципиальные особенности:

а) многофакторность, т.е. необходимость учета совместного влияния большого числа факторов природной среды;

б) неопределенность, которая может относиться к одной из следующих категорий:

- категория А. Неопределенность идеала, т.е. неопределенность идеального набора данных о параметрах среды, необходимых для выбора трассы;
- категория В. Неопределенность (неточность) используемых фондовых данных и данных моделирования;
- категория С. Неопределенность влияния параметров природной среды на выбор трассы.

в) эмерджентность, т.е. несводимость влияния параметров природной среды к влиянию каждого из них;

г) вероятностный характер влияния, обусловленный конечностью пространственно-временного описания природных условий и вероятностный природой физической картины влияния.

Формализованная оценка природных условий с учетом указанных особенностей представляет известную сложность. Именно поэтому в настоящее время технология изысканий опирается на использование принципа районирования условий. Очевидно, что такой подход может сопровождаться просчетами, существенно влияющими на объем и стоимость натурных изыскательских работ.

В дальнейшем для решения задачи интегральной оценки природных условий планируется использовать более строгие математические модели, формализованные в терминах нечетких множеств [14, 15]. Выполненные расчеты показали, что реализация этих моделей обеспечивает получение единственного решения, которое является устойчивым к погрешностям задания исходных данных.

По результатам камеральных изысканий специалистами Гос.НИНГИ с привлечением смежных организаций был успешно выполнен ряд натурных морских инженерных исследований.

Все работы проводились за счет зарубежного заказчика без каких-либо затрат государственных средств. При приемке их подчеркивалось высокое качество и своевременность представления отчетных материалов.

Накопленный Гос.НИНГИ МО опыт свидетельствует о том, что научно-технический потенциал военной навигации, гидрографии и океанографии может с большой эффективностью использоваться в интересах экономики страны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев С.П., Герасимов В.М., Добротворский А.Н. и др. - Результаты технического проектирования системы навигационного обеспечения морских и воздушных перевозок для Приразломного нефтяного месторождения. / Третья международная конференция «Освоение шельфа арктических морей России» (РАО-97) // Рефераты докладов. - СПб., - 1997. - С.194-199.
2. Алексеев С.П., Герасимов В.М., Добротворский А.Н., Дерцакян А.К. - Пути решения проблемы навигационного обеспечения освоения и эксплуатации нефтегазовых месторождений на арктическом шельфе. «Навигация и гидрография». - № 4, 1997. - С.9-19.
3. Система навигационного обеспечения морских и воздушных перевозок в составе проекта «Обустройство Приразломного нефтяного месторождения». Технический проект. Пояснительные записки ГНГИ 3.60.030.ПЗ.1. - ГНГИ 3.60.030.ПЗ.9. - 1996. - Гос.НИНГИ МО РФ. (Коллектив авторов).
4. Разработка предложений по навигационно-гидрографическому и гидрометеорологическому обеспечению проводки МЛСП по каналу Северодвинского порта и морской буксировки МЛСП для месторождения «Приразломное» (Технический проект). Пояснительная записка, кн.1, ч.2, ГНГИ 3.60.030 ТП2.1. - 1997. - С.80, Гос.НИНГИ МО РФ.
5. Лавренов И.В. и др. Оценка экстремальных высот ветровых волн в Печерском море. // Навигация и гидрография. - 1997. - № 4. - С.144-152.
6. Лавренов И.В. и др. Оценка экстремальных высот ветровых волн в Печерском море. // Навигация и гидрография. - 1997. - № 5. - С.85-93.
7. Ведомственные строительные нормы. Инженерные изыскания на континентальном шельфе. ВСН 51.2.-84. - Мингазпром, 1985. - 70 с.
8. Ведомственные строительные нормы. Проектирование морских подводных нефтегазопроводов. ВСН 51.9.-86. - Мингазпром, 1987. - 96 с.
9. Пособие по инженерным изысканиям для проектирования и строительства магистральных газопроводов на шельфе. - РАО ГАЗПРОМ. - 1996. - 187 с.
10. Ведомственные строительные нормы. Учет деформаций речных русел и берегов водоемов в зоне подводных переходов магистральных трубопроводов. ВСН 163-83. - Л., Гидрометеоиздат. - 1985. - 144 с.
11. Строительные нормы и правила. Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волнение, ледовые и от судов). СНиП 2.06.04-82.- М., Госстройиздат. - 1983. - 38 с.
12. Кушнир В.М. Оценки экстремальных значений гидрометеорологических величин и продолжительности их существования. - Метеорология и гидрология, 1997, № 2. - С.50-55.
13. Office Analysis Enginering-Surveys for the Clarification of Survey Paths on Lines of the North-Evropean Gas Pipeline in Russian Territorial Waters. GNGI 3.60.030 KI G.O (Chief S.P.Alekseev). - 1998. - 96 pp.
14. Алексеев С.П., Добротворский А.Н., Серебряков А.М., Ставрова Е.В. Комплексная оценка природных условий для уточнения трасс морского газопровода на предварительных стадиях проектирования (в печати).
15. Алексеев С.П., Добротворский А.Н., Серебряков А.М., Ставрова Е.В. Технология оценки природных условий для выбора трасс подводного газопровода в прибрежной зоне на предварительной стадии проектирования (в печати).

НАВИГАЦИОННО-ГИДРОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА МОРСКИХ ПОРТОВ

Н.Н.НЕРОНОВ,
В.А.АВДОНЮШКИН

Охарактеризован новый подход к построению системы НГО. Предложен к использованию метод оценки степени обеспечения устойчивого навигационного ориентирования. Предложенная технология успешно апробирована при проектировании порта в Усть-Луге (Финский зал.) с использованием новейших технических средств, разработанных Институтом, и рекомендуется к широкому практическому использованию.

Реализуя современную стратегию развития Гос.НИНГИ, ориентированную на долгосрочные цели и приоритеты [1] , специалистами Института проводится значительная работа в области конверсионной деятельности, использования двойных технологий по навигационно-гидрографическому обеспечению (НГО) экономики страны. Одним из важных направлений в осуществлении конверсионной программы является НГО проектирования, строительства и эксплуатации морских портов.

Выполнение требований к НГО предусматривает необходимость проведения исследований по определению влияния физико-географических условий и учету особенностей морских акваторий на технологию строительства портов и портовых комплексов. Алгоритм исследований морских акваторий с целью получения необходимых сведений о физико-географических условиях для проектирования, строительства и ввода в эксплуатацию порта разработан Н.Н.Нероновым [2]. Этот алгоритм, последующие

развитие идеи и проработка вопросов НГО проектирования, строительства и эксплуатации портов, позволили группе специалистов под руководством В.С.Макоды и С.П.Алексеева разработать технологию НГО. В основу ее был положен принцип системно-целевого подхода – рассматривается система НГО не только непосредственно в районе строительства порта, но и на морских подходах к нему.

Данная технология предусматривает проведение всесторонних оценок необходимых и реально достижимых уровней безопасности плавания, эффективности мероприятий по наращиванию системы навигационного оборудования при установлении новых, расширении и углублении существующих подходов к портам и портовым комплексам, а также определение минимально необходимых объемов дноуглубительных и гидрографических работ. При обосновании (уточнении) системы путей движения судов на подходах к портам предусматривается учет возможности организации движения по вновь разрабатываемым маршрутам, обеспечивающим минимизацию частоты встреч судов и их маневрирование в соответствии с правилами МППСС-72, разделения полос движения крупнотоннажных судов и судов с опасными грузами со всеми остальными судами.

В ходе проведенных сотрудниками Института (В.Я.Комин, А.М.Черненко, А.Ю.Устименко) исследований разработан метод оценки степени обеспечения устойчивого навигационного ориентирования, т.е. обеспечения судоводителя навигационной информацией, достаточной для своевременного выполнения запланированных маневров в интересах безопасного плавания, эффективности мероприятий по наращиванию системы навигационного оборудования.

Данный метод позволяет оптимизировать состав средств навигационного оборудования (СНО) по критерию заданного уровня риска ошибки судоводителя и снизить, по мнению разработчиков, навигационную опасность почти вдвое.

Особенную сложность в НГО проектирования и строительства морских портов представляют районы по типу восточной части Финского зал., на побережье и акватории которой предусматривается развертывание инфраструктуры перспективных транспортно-технологических портовых комплексов. Эта часть залива представляет собой сложный в навигационно-гидрографическом отношении район, изобилующий мелководными фарватерами, навигационными опасностями, стесненными акваториями и т.п.

При достигнутом объеме судопотоков существующая система навигационно-гидрографического обеспечения, в первую очередь система навигационного оборудования и лоцманские службы портов , обеспечивают безопасность плавания судов в Финском зал. Однако планируемое развитие портов в восточной его части вызовет значительное увеличение судопотоков. По данным материалов ТЭО “Система управления безопасностью мореплавания в Финском заливе”, выполненного ОАО “ЛЕНМОРНИИПРОЕКТ”, максимальная плотность судопотока оценивается величиной порядка 15500 судов в год. При этом не менее 2000 судов будут перевозить опасные и ядовитые грузы. По предварительным оценкам в районе островов Сескар и Мощный количество встреч судов в течение суток составит 20 – при вероятности 0,99; 30 – при вероятности 0,95 и 40 – при вероятности 0,53.

Значительное увеличение судопотока, использование крупнотоннажных судов с большой осадкой, малые глубины на фарватерах и навигационные опасности существенно осложняют навигационно-гидрографическую обстановку, что вызывает необходимость освоения новых путей движения судов в рассматриваемом районе, комплексного развития системы НГО безопасности мореплавания. Учитывая сложность акватории в навигационно-гидрографическом отношении было решено проверить разработанную Институтом технологию НГО при проектировании и строительстве порта в Усть-Луге. Коллективом специалистов Гос.НИНГИ (В.А.Авдонюшкин, С.П.Алексеев, Б.В. Князев, В.Я.Комин, В.С.Макода, Н.Н.Неронов, А.Ю.Устименко, А.М.Черненко и др.) по заказу АО “Кампания Усть-Луга” была успешно проведена разработка проекта “Система путей движения судов и система СНО на подходах к Лужской губе и порту Усть-Луга”. На основе созданной технологии НГО проектирования и строительства морского

порта на подходном канале к строящемуся порту Усть-Луга Институтом был выполнен комплекс гидрографических работ с использованием технических средств, разработанных, в том числе, и сотрудниками Гос.НИНГИ, а именно: профилограф ПЦ-8 (А.И.Свечников) и комплекс площадной съемки АГКПС-200 (В.Н.Раскатов – Гос.НИНГИ; В.И.Каевицер – ИРЭ РАН). Результаты проделанной работы получили должное признание и подтвердили высокое качество предложенной технологии. Это дает все основания считать последнюю пригодной для НГО эксплуатации уже действующих портов и подходов к ним.

Важно отметить, что в Международной гидрографической организации разработан новый стандарт для гидрографических работ с повышенными требованиями по точности измерения глубин и их “привязки” к координатам. В связи с этим необходимо будет выполнить съемки в некоторых отечественных портах и гаванях и на подходах к ним, а также в районах, где осуществляется проход иностранных судов, т.к. в противном случае их заход в эти порты, как только новые требования примут силу закона, будет исключен.

По ориентировочным подсчетам авторов статьи, объем таких гидрографических работ может составить около 250 тыс.км^2. Для их выполнения по существующей технологии съемок потребуется около 10 лет (с использованием 10 больших и 15 малых гидрографических катеров). При переходе на предлагаемую Институтом технологию продолжительность съемок может быть сокращена вдвое, что дает основания предложить новую технологию НГО проектирования, строительства и эксплуатации портов к практическому использованию на любых акваториях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Макода В.С. О современном состоянии, стратегии развития и основных направлениях деятельности Государственного научно-исследовательского навигационно-гидрографического Института МО РФ. – Навигация и гидрография, 1996. №3, с.9–12.
2. Неронов Н.Н. Обобщенный алгоритм исследований морских акваторий с целью получения некоторых сведений о ФГУ района, необходимых для проектирования, строительства и ввода в эксплуатацию морского порта, тезисы V конференции по географии и картографированию Мирового океана Русского географического общества. РАН, СПб., 1992 г.

РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ НОВОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ ПРИРОДНЫМИ РЕСУРСАМИ И СОСТОЯНИЕМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ СУБЪЕКТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

В.Н.АНОХИН

Представлены результаты разработки и реализации новой информационной технологии в управлении природными ресурсами и состоянием окружающей среды Ленинградской области, основанной на использовании геоинформационных систем, автоматизированных систем ведения комплексных территориальных кадастров природных ресурсов, автоматизированных информационных систем для специалистов органов управления.

Начавшийся в конце 80-х годов и все более углубляющийся до настоящего времени экономический кризис не мог не отразится на состоянии одной из основных систем обеспечения жизнедеятельности и развития государства – системы научного обеспечения. К 1993 г. кризис вплотную затронул научные учреждения МО РФ, в том числе и Гос.НИНГИ. Объем военных заказов резко уменьшился, а с ним значительно уменьшился объем исследований и работ по научному сопровождению НИОКР. Низкий уровень заработной платы привел к постепенному оттоку из Института молодых квалифицированных специалистов. В этой ситуации необходимо было найти новые направления работ в интересах народного хозяйства, которые в условиях кризиса могли бы иметь долгосрочную перспективу финансирования, соответствовали профилю дея-

тельности Института и квалификации его специалистов, а в последующем могли быть использованы в интересах МО.

Анализ ситуации позволил выявить сильные и слабые стороны специалистов Гос.НИНГИ. Практически отсутствовал опыт выполнения крупных научных проектов в интересах народного хозяйства, незначительным был и опыт конкуренции с другими научно-исследовательскими организациями за получение заказов. Институт не имел возможности привлекать значительные силы и средства для организации собственных поисковых исследований. Вместе с тем специалисты Института имели уникальный опыт самостоятельной постановки и обоснования конкретных прикладных проблем, определения путей их решения, разработки технических заданий на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, поиска исполнителей, включения этих направлений в заказ МО, научного сопровождения заказов МО, практической реализации результатов исследований. Участие специалистов Института во всей технологической цепочке – от постановки проблемы до ее практической реализации – требовало от них не только системной подготовки и высокой научной квалификации, но и качеств организаторов и руководителей исследований. Развитие этих качеств помогло ряду творческих коллективов Института в условиях кризиса и обострившейся конкуренции не только получать разовые заказы, но и организовать работу по ряду долгосрочных и перспективных для Института направлений исследований.

Кратко об одном из направлений исследований.

С начала 90-х годов в РФ взамен построенной по отраслевому принципу системы управления государством началось формирование территориальных систем управления субъектами федерации и перераспределение властных полномочий между федеральным центром и территориями. Территориальные системы управления не имели необходимого для реализации их функций научного обеспечения, поскольку наука развивалась преимущественно по отраслевому принципу.

Анализ проблем управления территориями показал, что наиболее близкими к профилю задач, решаемых Институтом, являются задачи управления природными ресурсами и состоянием окружающей среды. В Институте имелся целый ряд высококвалифицированных специалистов (физиков, математиков, географов, океанологов, гидрометеорологов, гидрографов, топографов, специалистов по автоматизированным информационным системам и вычислительной технике), которые были готовы к решению задач, связанных с изучением природной среды и разработкой информационных технологий управления природопользованием.

В 1993 г. Правительством РФ было принято решение о начале эксперимента по созданию на уровне субъектов федерации системы комплексных территориальных кадастров природных ресурсов, как основы для управления природопользованием.

Творческим коллективом специалистов Гос.НИНГИ в течение двух месяцев на инициативной основе был разработан пилотный проект по созданию комплексного территориального кадастра природных ресурсов и системы информационного обеспечения управления природопользованием и экологической безопасностью Ленинградской области [1]. Проект был рассмотрен и поддержан администрацией Ленинградской области и коллегией Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды РФ.

В качестве основных задач проекта были определены:

- Разработка требований к системе информационного обеспечения управления природопользованием и экологической безопасностью Ленинградской области.
- Обоснование структуры и функций территориальной автоматизированной информационной системы управления природопользованием и экологической безопасностью (АИС - ПР).
- Разработка структуры комплексного территориального кадастра природных ресурсов (КТКПР), разработка и создание автоматизированной системы ведения КТКПР (АС КТКПР) как элемента АИС -ПР.
- Создание топографо-геодезической основы АИС-ПР.

- Разработка нормативно-правового обеспечения системы управления природопользованием и экологической безопасностью.
- Создание первой очереди АИС-ПР.

Для успешного выполнения проекта Институт оказался перед необходимостью привлечения большого числа специалистов природоресурсного и природоохранного профиля. С целью оптимальной организации работ при администрации Ленинградской области под методическим руководством и при кадровой поддержке Гос.НИНГИ был создан Научно-исследовательский центр информации, проблем природопользования и экологической безопасности (НИЦ «Природопользование»). Находясь в ведении комитета природопользования и экологической безопасности правительства Ленинградской области, НИЦ обеспечил долгосрочную перспективу совместных с Гос.НИНГИ работ по созданию системы методического и информационного обеспечения управления природными ресурсами и состоянием окружающей среды Ленинградской области.

Последующее выполнение работ показало высокую экономическую эффективность такого механизма взаимодействия с администрацией субъекта федерации в условиях ограниченных финансовых ресурсов.

В период 1994–1998 гг. выполнен комплекс совместных с НИЦ «Природопользование» работ и получены следующие основные результаты:

- Разработан и обоснован комплекс предложений по оптимизации территориальной системы управления природопользованием и экологической безопасностью Ленинградской области.
- Разработаны основные концептуальные положения и принципы создания территориальной автоматизированной системы информационного обеспечения управления природопользованием и экологической безопасностью территории, единой автоматизированной системы ведения кадастров природных ресурсов и автоматизированной системы ведения КТКПР.
- Создана и передана в опытную эксплуатацию первая очередь АИС «Природопользование и экологическая безопасность» (АИС-ПР) в составе локальной вычислительной сети (ЛВС) комитета природопользования и экологической безопасности Ленинградской области, включающей в себя следующие автоматизированные информационные системы (АИС) специалистов комитета:
  - «Экологическая и радиационная безопасность»;
  - «Экономические аспекты экологической безопасности»;
  - «Особо охраняемые природные территории»;
  - «Управление лицензированием и воспроизводством минерально-сырьевых ресурсов»;
  - «Лицензирование твердых полезных ископаемых»;
  - «Лицензирование подземных вод и геоэкология»;
  - «Лесные ресурсы»;
  - «Водные ресурсы»;
  - «Земельные ресурсы»;
  - «Делопроизводство».
- Разработана методология создания интерфейсов АИС специалистов территориальных систем управления.
- Разработаны структура комплексного территориального кадастра природных ресурсов (КТКПР), структуры баз данных кадастровой информации и принципы организации взаимосвязей атрибутивных и графических (пространственных) характеристик.
- Разработана и практически реализована в АИС-ПР технология использования геоинформационных систем (ГИС) в территориальных АИС.
- Реализованы в виде программных продуктов модели и методики комплексной оценки природно-ресурсного потенциала, анализа и прогноза экологической ситуации на основе разработанных экспертных систем, комплексирования информации и моделирования ситуаций в целях информационного обеспечения управления природопользованием и экологической безопасностью:
  - эколого-хозяйственного зонирования территории Ленинградской области ;

- классификации и приоритезации рисков при возникновении аварийных ситуаций (методика МАГАТЭ);
- оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия (методика Минприроды РФ);
- ОНД-86 (Методика Росгидромета);
- комплексной оценки территорий по степени благоприятности ее освоения на основе гидрогеологических параметров (методика ВСЕГЕИ);
- эколого-гигиенической оценки нагрузки вредных факторов на население различных территорий (методика Ленинградского областного центра Госсанэпиднадзора).

- Разработаны элементы лингвистического обеспечения АИС-ПР, позволяющего создать единое информационное пространство в рамках АИС-ПР на базе единой системы классификаторов, кодификаторов, номенклаторов информации и тематического рубрикатора, а также на базе унифицированной системы учета и описания информационных ресурсов (метаинформации).
- Созданы цифровые топографические и кадастровые карты природных ресурсов и состояния окружающей среды в целом для Ленинградской области (М 1:500 000) и для ее муниципальных образований (М 1:100 000).

Разработанные информационные технологии и автоматизированные системы ведения кадастров использованы при создании элементов территориальных автоматизированных информационных систем ряда муниципальных образований Ленинградской области (Сланцевский, Гатчинский, Кингисеппский, Тихвинский, Тосненский районы, г.Сосновый Бор).

В новом системном проекте, разработанном в 1997 г. [2], целью дальнейших работ определена разработка технологии управления природными ресурсами и состоянием окружающей среды на основе принципов комплексного природопользования [3], требований устойчивого развития [4] и с использованием автоматизированных информационных и кадастровых систем. Информационной основой новой технологии территориального управления природопользованием будет являться единая автоматизированная система кадастров природных ресурсов, в которой комплексный территориальный кадастр природных ресурсов должен быть системообразующим элементом. Выполненные разработки отдельных элементов информационной технологии управления природопользованием территорий являются уникальными для России и соответствуют современному мировому уровню, о чем свидетельствуют обсуждения результатов работ по данному проекту на семинарах и конференциях различного уровня [5-8].

Препятствием для полномасштабного внедрения современных информационных технологий управления природопользованием и состоянием окружающей среды на всей территории Ленинградской области и в других регионах России является глубокий экономический и финансовый кризис, а также невозможность в сложившихся условиях провести реформирование существующей отраслевой системы управления природными ресурсами [9]. Результаты эксперимента в Ленинградской области позволили разработать и представить в Правительство РФ антикризисный проект по реформированию системы управления природными ресурсами на региональном и территориальном уровнях на основе принципов комплексного природопользования и с использованием автоматизированных информационных и кадастровых систем [10]. В качестве одного из перспективных механизмов внедрения новых информационных технологий в территориальные системы управления природопользованием было предложено долевое финансирование работ в рамках межрегиональных проектов [11].

Достаточно перспективным направлением дальнейших работ представляется интеграция разработанной АИС-ПР с другими территориальными информационными системами, в частности, с АИС управления социально-экономической деятельностью региона, разработанной АО «Волгоинформсеть» и департаментом экономики администрации Самарской области [11].

Важными итогами совместно выполненных специалистами Гос.НИНГИ и НИЦ «Природопользование» работ является не только разработка и практическая реализация конкретных автоматизированных информационных и кадастровых систем, но и , что более важно, разработка методологии и технологии выполнения этих работ. Технология создания таких систем включает в себя определенную последовательность этапов и процедур обследования органов управления, анализа полученной информации, системного проектирования, разработки пользовательских интерфейсов, программного обеспечения, структур баз данных и их информационное наполнение, выбор и создание цифровой картографической информации, ввод метаинформации и т.д.

Еще более важным результатом является создание коллектива разработчиков, способных с максимальной эффективностью при минимальных затратах реализовать эту технологию разработки и создания АИС территориальных органов управления.

Разработанные методология и технология создания автоматизированных информационных систем на основе геоинформационных технологий могут быть успешно использованы для создания соответствующей мировым стандартам системы информационного обеспечения Федеральной гидрографической службы РФ. Геоинформационные системы могут быть использованы в системах информационного обеспечения ВМФ [12].

Информационные технологии с использованием геоинформационных систем – это технологии XXI века, без которых будет невозможным эффективное функционирование ни одной системы управления, имеющей пространственно распределенные объекты управления. В первую очередь это относится к системам управления ВМФ и МО РФ.

В заключение краткая информация о специалистах Гос.НИНГИ – основных руководителях направлений и разработчиках проекта: д.т.н. В.Н.Анохин – руководитель проекта, к.т.н. Б.Н.Шейко, к.т.н. В.Г.Дмитриев, Ю.М.Костин – руководство направлениями работ, методические разработки, системное проектирование, к.г.н. Д.А.Шумахер – геоинформационные технологии, создание цифровых топографических и кадастровых карт, Е.М.Печугин, М.Ю.Костыряченко – программное обеспечение, к.т.н. В.А.Катенин, Е.А.Стадник – организационное и техническое обеспечение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пилотный проект "Разработка методических основ и создание автоматизированной территориальной (Ленинградская область) системы информационного обеспечения управления природопользованием и экологической безопасностью как элемента федеральной системы". С-Пб.: 1994.- 89 с.

2. Системный проект «Разработка и реализация новой технологии управления природными ресурсами, объектами и состоянием окружающей среды Ленинградской области на основе автоматизированных информационных и кадастровых систем». С-Пб.: 1997.- 80 с.

3. Областной закон «О комплексном природопользовании в Ленинградской области» от 5 февраля 1997г. № 4-оз.

4. Концепция перехода Российской Федерации к устойчивому развитию. Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 1 апреля 1996г. №440.

5. Y.V.Focin, V.N.Anokhin. Problems of sustainable development for Leningrad Region: Natural resources management and environmental quality. International Conference on Environmental Indices. Abstract book Index – 97, St.-Petersburg, Russia, July 7-11,1997, p. 43-44.

6. Анохин В.Н. Результаты и проблемы разработки и реализации технологии территориального управления природопользованием на основе автоматизированных информационных и кадастровых систем. Всероссийская научно-практическая конференция «Самарская область на пороге XXI века: стратегия социально-экономического развития», 25-26 июня 1998г., Самара.

7. Анохин В.Н. Территориальная система кадастров природных ресурсов. III Всероссийская учебно-практическая конференция «Организация, технология и опыт ведения кадастровых работ», Москва, 23-27 ноября 1998г.

8. Анохин В.Н., Шумахер Д.А. Опыт использования ГИС-технологий в управлении природопользованием. Информационный бюллетень ГИС-Ассоциации, 1998, №4 (16), с.73-74.

9. Орлов В.П. Проблемы управления природными ресурсами. М.: Геоинформмарк, 1998, 42 с.

10. Разработка и реализация элементов технологии управления комплексным природопользованием Ленинградской области с использованием автоматизированных кадастровых систем на основе требований устойчивого развития. Отчет по теме «АИС-ПР-98» . С.-Пб.: НИЦ «Природопользование», 1998г., 151с.

11. Анохин В.Н., Цыбатов В.А., Кравченко К.М. Территориальная автоматизированная информационная система «ТАИС": концепция построения. Тезисы докладов научно-практического семинара «Информационные системы в управлении природопользованием и экономическим развитием территорий», С.-Пб., 14-15 апреля 1998г., с. 7-8.

12. Анохин В.Н., Костин Ю.М., Шейко Б.Н., Шумахер Д.А. Геоинформационные системы и перспективы их использования в Военно-Морском Флоте. Записки по гидрографии, 1997, № 240, с.8-11.

О КОНВЕРСИИ В ОБЛАСТИ НАВИГАЦИОННЫХ ПРИБОРОВ

Н.О.ТХОРЖЕВСКАЯ,
Б.А.ОСЮХИН

Приведены характеристики созданного НПК «Промэлектроника» при научно-техническом сопровождении Гос.НИНГИ первого российского навигационного эхолота НЭЛ-20К двух модификаций, отмечены их отличительные особенности и преимущества. На основе полученного опыта показано, что даже в сложной финансовой ситуации нашего времени Флот может получать новые навигационные приборы при правильном использовании конверсионных возможностей.

В связи с распадом СССР часть разработчиков и изготовителей навигационных приборов оказалась за пределами России. В их числе монопольный поставщик навигационных эхолотов для ВМФ, а также судов морского, речного и рыболовного флотов – ПО «РЭУТ» (бывшее им. В. И. Ленина), г. Бэлць, (Молдова).

Сложившаяся ситуация, грозящая осложнениями со снабжением российских флотов эхолотами – основными приборами, обеспечивающими навигационную безопасность плавания, заставила искать нетрадиционные пути решения стоящих задач. В условиях рыночной экономики, дающей возможность хозяйственной самостоятельности предприятиям различных форм собственности, представилось целесообразным создать новый, чисто российский эхолот с использованием современных технологий и организовать его производство в Санкт-Петербурге.

Специалистами нашего Института, обладающими большим опытом научно-технического сопровождения ОКР в промышленности, были сформулированы требования к перспективному эхолоту, основными из которых являются:

- соответствовать минимальным требованиям ВМФ и Российского Морского Регистра к судовым навигационным эхолотам;
- малый вес и габариты, простота и надежность в эксплуатации;
- технологичность в изготовлении, не требующая привлечения специализированных производств;
- серийное изготовление эхолота должно быть по силам любому неспециализированному предприятию любых форм собственности, в том числе предприятиям малого и среднего бизнеса.

Разработку эхолота, изготовление отдельных образцов, проведение испытаний и запуск в серийное производство взял на себя в инициативном порядке НПК «Промэлектроника», при научно-техническом сопровождении Гос.НИНГИ. Все эти работы были выполнены на принципах самофинансирования, за счет собственных средств без каких-либо вложений со стороны государства. Разработка и испытания эхолота были осуществлены в течение семи месяцев. В апреле 1994 г. первый российский навигационный эхолот НЭЛ-20К получил свидетельство, в котором содержится одобрение типа судовой навигационной аппаратуры от Морской администрации и Регистра. Основные технические характеристики эхолота НЭЛ-20К приведены в табл.1. Там же для сравнения приведены характеристики отечественных и зарубежных аналогов. Приборный состав и схема соединения приборов эхолота НЭЛ-20К (первая модификация) приведены на рис.1. Там же указаны типы кабелей и допустимые длины межприборных кабельных трасс. Типы кабелей могут заменяться по согласованию с изготовителем.

Одним из основных отличий эхолота НЭЛ-20К является отсутствие традиционного электромеханического самописца. Все его функции выполняет принципиально новый для навигационных эхолотов прибор – электронный регистратор. Он обеспечивает отображение на экране TV-монитора профили по измеренным глубинам за истекшие 15 минут плавания и хранение в модуле твердотельной памяти информации об измеренных глубинах за последние три часа плавания. При этом информация сохраняется в течении шести месяцев после снятия питания, либо извлечения модуля из эхолота.

Таблица 1

Сравнительные характеристики отечественных и зарубежных эхолотов

Характеристики	Тип эхолота, фирма (страна)						
	НЭЛ-20К[1], НПК «Промэлектроника» (Россия)	НЭЛ-М3Б, ПО «Рэут» (Молдова)	ATLAS DESO 2S, KRUPP ATLAS Elektronik (Германия)	LAZ 4400, Honeyvell-ELAC (США-Германия)	EM 200, Simrad, (Норвегия)	FE-860, Furuno, (Япония)	JFE-570 SD, Japan Radio Systems, (Япония)
Измерение глубины, м - минимальная - максимальная	0,3 400	0,5 500	0,8 500	1,0 500	0,5 500	1,0 800	2,0 450
Инструментальная погрешность измерения глубины, %	0,5	0,5	0,1	0,5	1,0	0,5	1,0
Максимальная потребляемая электрическая мощность, ВА	80(60)	130	150	50	95	50	60
Масса аппаратной части, кг	44(18)	88	57	24	25	24	20
Тип устройства регистрации измеряемых глубин	Электронный[2] на твердотельной памяти	**ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЙ**					
		Самописец на ЭТБ	Самописец на ЭТБ	Самописец на ЭТБ	Струйный самописец на простой бумаге	Самописец на ЭТБ	Самописец на ЭТБ
Количество репитеров ПГУ, шт.	До двух	До трех	До пяти	До двух	1	Нет	Нет
Наличие сигнализации о выходе на заданную глубину	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть	Нет
Возможность замены антенны без докования судна	Есть	Нет	Есть (водолазом)	Нет	Нет	Нет	Нет
Возможность выдачи данных внешним потребителям (стандарт)	Есть	Нет	Есть	Есть	Есть	Есть	Нет

[1] В скобках приведены данные 2-ой модификации эхолота НЭЛ-20К.

[2] В 1-ой модификации эхолота использован TV-монитор, во второй – плоский электролюминисцентный графический дисплей типа “PLANAR”.

Записанная информация о глубинах может быть просмотрена на экране электронного регистратора данного или другого эхолота НЭЛ-20К, а также с помощью ПЭВМ. Подобная конструкция электронного регистратора обладает целым рядом технологических преимуществ и удобств. При эксплуатации электронный регистратор не требует расходных материалов, дефицитной электротермической бумаги. Полностью электронный прибор имеет более высокую надежность, чем обычные электромеханические самописцы, не требуют довольно частой замены перьев, ремней, как в используемых ранее эхолотах типа НЭЛ-М3Б. Электронный регистратор не представляет сложности при комплектовании и изготовлении, не содержит дефицитных элементов, что снижает трудоемкость и стоимость изготовления.

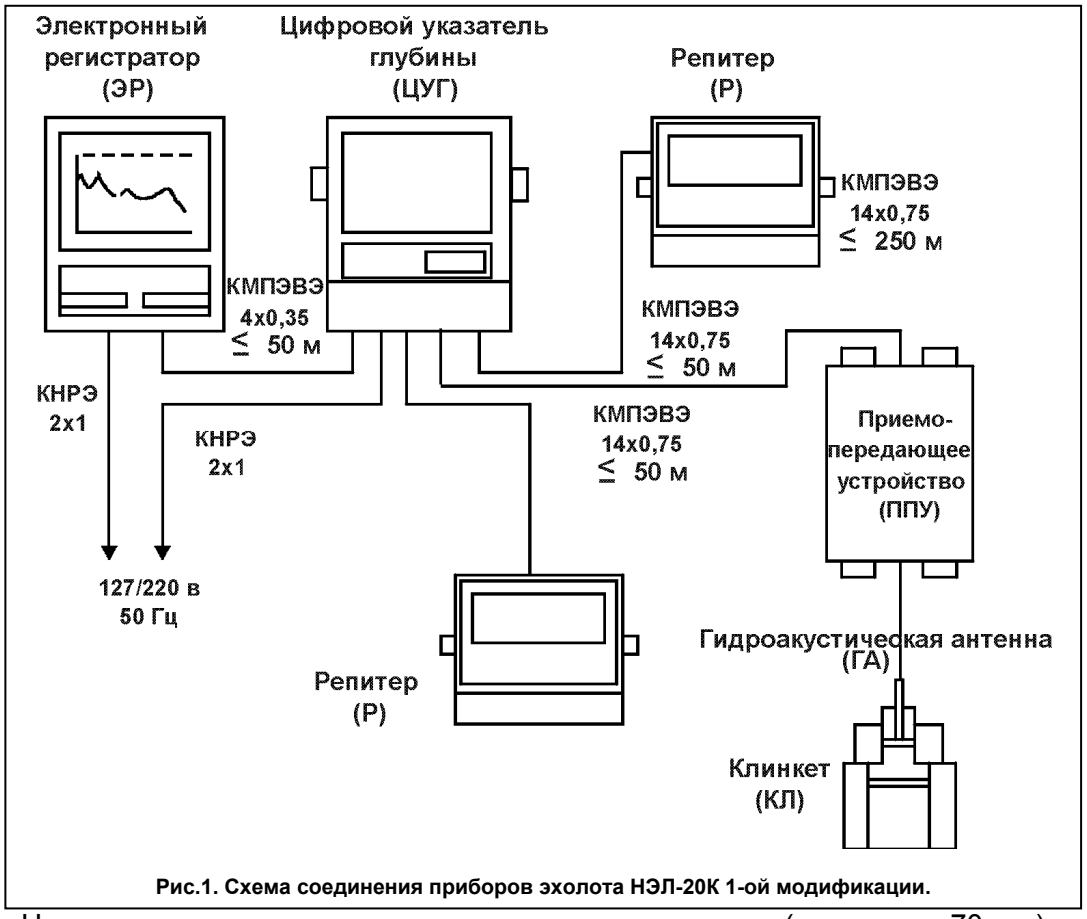


Рис.1. Схема соединения приборов эхолота НЭЛ-20К 1-ой модификации.

Новая антенна эхолота имеет очень малые размеры (диаметр – 70 мм) и устанавливается в обычный клинкет, что обеспечивает возможность ее замены без докования судна. При этом может использоваться оригинальный клинкет нового эхолота, либо штатный круглый клинкет лага ИЭЛ-2М (ИЭЛ-1). В последнем случае антенна крепится к специальной установочной трубе, имитирующей трубку лага. Эхолот имеет две рабочие частоты – 96 и 380 кГц. На высокой частоте производится измерение малых глубин (0,3 – 40 м), на низкой частоте – измерение глубины от 4 до 400 м. Введение двух рабочих частот дало ряд преимуществ по сравнению с одночастотными навигационными эхолотами – повысилась системная надежность, так как при выходе из строя одного из каналов эхолот не теряет работоспособность. Высокочастотный канал обеспечивает минимальную измеряемую глубину 0,3 м, что существенно для малотоннажных и речных судов класса река-море. Наконец, высокочастотный канал более устойчиво работает при наличие аэрации обтекающих антенну потоков воды. Это обстоятельство экспериментально подтверждено во время испытаний при плавании на буксире (буксирный конец – 40 м). Насыщенная пузырьками воздуха кильватерная струя буксира создавала сильные помехи работе низкочастотного канала (частота 96 кГц, а у аналога - эхолота НЭЛ-М3Б – 100 кГц), в то же время высокочастотный канал

имел устойчивый акустический контакт с грунтом и обеспечивал надежное измерение глубины. При разработке эхолота были предусмотрены простота и удобство его установки и монтажа как на новых судах, так и при замене эхолотов на старых судах. Малые габариты антенны эхолота НЭЛ-20К позволяют устанавливать ее с помощью переходных фланцев на старые посадочные места антенн эхолотов устаревших типов (НЭЛ-М3Б, НЭЛ-М4 и др.) без дополнительных корпусных работ. Существенно уменьшено количество приборов, входящих в состав эхолота. Так состав эхолота НЭЛ-М3Б в полной комплектации (без репитеров) входит 7 приборов аппаратной части, для их монтажа требуется девять межприборных кабелей, из них шесть – многожильных (12-24 жилы). В состав же эхолота НЭЛ-20К входит всего три прибора (без репитеров) и требуется всего четыре кабеля, из которых два – кабели питания. Это значительно упрощает установку и монтаж прибора на судне.

В настоящее время эхолот НЭЛ-20К успешно эксплуатируется на судах морского флота России, а также зарубежных стран.

В 1995 г. по специальному разрешению Главкома ВМФ один комплект эхолота НЭЛ-20К, имеющий сертификат Регистра, был закуплен ГУНиО МО для проведения госиспытаний, которые были успешно завершены в 1996 г., и эхолот был рекомендован после доработок для принятия на снабжение надводных кораблей и судов ВМФ на замену эхолотов НЭЛ-М3А, НЭЛ-М3Б, НЭЛ-М4. В 1998 г. первые два комплекта доработанных эхолотов НЭЛ-20К были поставлены ВМФ России.

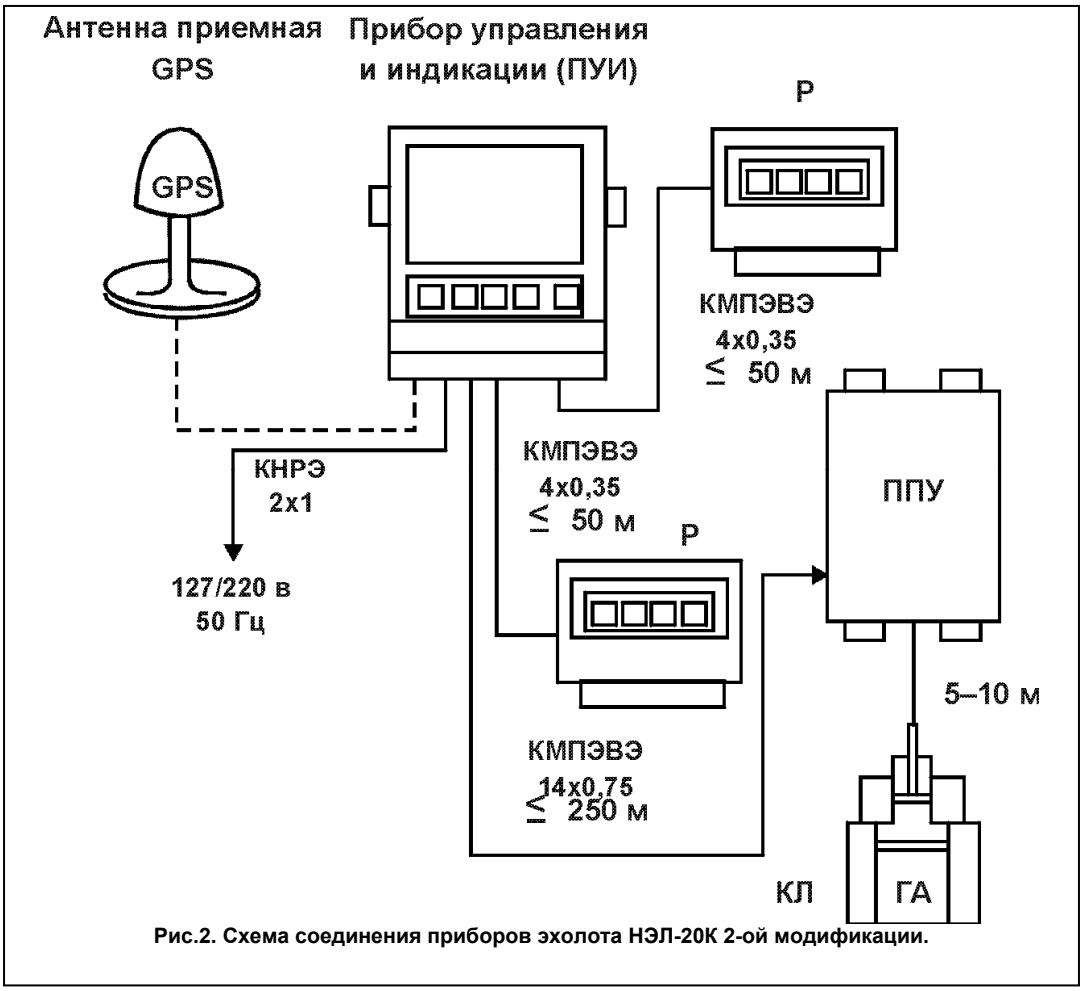


Рис.2. Схема соединения приборов эхолота НЭЛ-20К 2-ой модификации.

В настоящее время НПК «Промэлектроника» разработал, испытал и подготовил к выпуску вторую модификацию эхолота НЭЛ-20К (рис. 2).

В этой комплектации цифровой указатель глубины и электронный регистратор заменены вновь разработанным прибором управления и индикации. Таким образом

количество приборов аппаратной части (без репитеров) сокращено до двух – приемо-передающего устройства и прибора управления и индикации. При этом приемопередающее устройство и антенна одинаковы для обеих комплектаций, что обеспечивает их преемственность и позволяет модифицировать уже стоящие на судах эхолоты.

Прибор управления и индикации выполнен на элементной базе высокой степени интеграции. Отображение информации производится на плоском электролюминисцентном графическом дисплее типа “PLANAR”.

По желанию Заказчика в прибор управления и индикации может входить плата приемника GPS (фирмы Trimbl). В этом случае эхолот обеспечивает также выработку координат места судна (φ, λ), модули вектора абсолютной скорости (V) путевого угла (ПУ).

Сокращение числа приборов аппаратной части и межприборных кабельных трасс еще более упрощает установку и монтаж эхолота на судне, а также упрощает обслуживание в процессе эксплуатации.

Сравнительные массогабаритные характеристики приборов эхолота НЭЛ-20К первой и второй модификации приведены в табл.2.

Таблица 2.

Сравнительные характеристики двух модификаций эхолота НЭЛ-20К.

Прибор	Первая модификация		Вторая модификация	
	габариты, мм	вес, кг	габариты, мм	вес, кг
Приемо-передающее устройство	380x220x185	7,0	380x220x185	7,0
Цифровой указатель глубины	310x323x283	16,0	–	–
Электронный регистратор	410x300x360	16,0	–	–
Прибор управления и индикации	–	–	324x258xx193	10,0
Репитер (до двух шт.)	197x264x105	2,5	140x140x60	0,5

Таким образом в результате успешного сотрудничества НПК «Промэлектроника» и Гос.НИНГИ военно-морской и морской флоты России получили возможность оснащать свои корабли и суда современными навигационными эхолотами отечественного производства без каких либо затрат со стороны государства на разработку и организацию их производства.

Полученный опыт разработки первого Российского эхолота показывает, что даже в сложной финансовой ситуации Флот может получать новые навигационные приборы при правильном взаимодействии государственных и альтернативных структур.

НАВИГАЦИОННО-ГИДРОГРАФИЧЕСКОЕ И ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОДВОДНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТ В РАЙОНЕ ЗАТОНУВШЕЙ АПЛ «КОМСОМОЛЕЦ»

С.Б.БАЛЯСНИКОВ

Рассмотрены основные принципы и методы океанографических исследований, навигационно-гидрографического и гидрометеорологического обеспечения подводно-технических работ и радиационно-экологического мониторинга в районе нахождения апл «Комсомолец». Представлены основные результаты выполнявшихся в 1990–1995 гг. наблюдений за течениями, температурой, соленостью и прозрачностью морской воды, ветром и волнением, стратификацией грунта. Проанализирован полученный Гос.НИНГИ опыт навигационно-гидрографического и гидрометеорологического обеспечения подводно-технических работ.

В связи с необходимостью принятия всесторонне обоснованных организационных и технических решений по обеспечению радиационно-экологической безопасности затонувшей в 1989 г. апл «Комсомолец» потребовался большой объем океанографических данных. Задача по их представлению заинтересованным службам была возложена на Гос.НИНГИ. Эти работы Института условно можно разделить на три основных этапа. На первом производилась предварительная оценка условий среды в районе гибели лодки, на втором выполнялось доизучение этого района, а на третьем осуществлялось уже собственно гидрометеорологическое и навигационно-гидрографическое обеспечение соответствующих подводно-технических работ.

Предварительная оценка состояния среды в районе гибели апл была поручена НИЦ Гос.НИНГИ на следующие сутки после катастрофы.

Район гибели апл «Комсомолец» – северо-восточный склон Лофотенской котловины Норвежского моря – к началу 1989 г. в океанографическом отношении оказался малоизученным. Для оценки возможного влияния океанографических условий на различных стадиях работ с апл потребовались данные о ветре, волнении, течениях, температуре, солености и прозрачности морской воды, а также о рельефе дна и характере грунта. Однако, по большинству этих параметров дать оценки, основывающиеся на фактических наблюдениях, было невозможно. В районе нахождения апл отсутствовали прямые измерения течений, а измерения температуры, солености и прозрачности, отбор проб грунта носили единичный характер. Более представительные данные имелись по метеорологическим условиям. Но и здесь отсутствовали обобщения по синоптической обстановке, характеризующие длительность существования различных типов погоды и соответственно возможность проведения операций с апл в течение необходимого времени. Поэтому для ответа на поставленные вопросы о состоянии среды были использованы материалы отдельных экспедиций, выполнявшихся в районах, прилегающих к району гибели лодки, а также материалы ряда атласов и пособий (как показали последующие исследования, первоначальные оценки НИЦ, в целом, подтвердились).

Большая неопределенность в оценках элементов среды и высокая цена возможных ошибок при учете влияния океанографических условий на работы с апл определили необходимость их уточнения по непосредственным наблюдениям в районе нахождения апл. Задачи по доизучению района нахождения лодки решались в период 1990–1995 гг. океанографическими экспедициями (таблица).

Наблюдения в 1990 г. носили рекогносцировочный характер и продолжались около 38 сут. Результаты их позволили сформулировать задачи и выбрать методологию последующих комплексных исследований. При этом прикладная направленность предстоящих работ, новизна применяемой океанографической техники обусловили необходимость использования как стандартных, так и новых методов океанографических исследований.

Различные варианты решения проблемы обеспечения радиационно-экологической безопасности апл «Комсомолец» обуславливали специфику требований к океанографической информации. Первоначально рассматривался вариант подъема апл. Поэтому главным фактором, влияющим на выбор способа подъема, было определено течение от поверхности до дна (и прежде всего оценка его максимальных значений). В последующем решили ограничиться размещением защитных покрытий на корпусе лодки. Это потребовало проведения продолжительных наблюдений за придонными течениями для оценок возможного переноса радиоактивных примесей в случае выхода их за пределы корпуса. Поэтому в НИЦ была разработана специальная программа наблюдений с использованием как стандартных, так и экспериментальных измерителей течений.

Перечень экспедиций ГС ВМФ, выполнявших исследования в районе гибели апл «Комсомолец

№ п/п	Класс и наименование корабля	Период проведения работ	Вид наблюдений		
			T°, S‰ ст.	течения, сут.	метео срок
1.	ОИС «А.Вилькицкий»	04–06.1990 г.	220	26	461
2.	ОИС «В.Каврайский», ОИС «С.Дежнев»	04–10.1991 г.	803	173	1881
3.	ГИСУ «Персей»	06–08.1991 г.	492	53	449
4.	ОИС «М.Крупский»	06–08.1991 г.	365	101	784
5.	ОИС «И.Крузенштерн»	05–06.1992 г.	2	51	290
6.	ОИС «Б.Давыдов»	09–11.1993 г.	85	170	256
7.	ОИС «С.Дежнев»	03–04.1994 г.	81	4	295
8.	ОИС «С.Дежнев»	07–08.1994 г.	50	240	230
9.	ОИС «Л.Демин»	06–08.1995 г.	4	120	180

Наблюдения за течениями производились с дрейфующих судов и на автономных буйковых станциях. Для исследования режима течений использовались автономные буйковые станции двух типов – с поверхностными буями (АБС) для наблюдений над течениями в слое 50-1200 м и притопленными буями (ПАБС) для наблюдений на глубинах от 300 до 1655 м. В 1990 г. с ОИС «А.Вилькицкий» были выставлены АБС и ПАБС с продолжительностью наблюдений в 17 сут. и 9 сут. соответственно.

В 1991 г. с ОИС «М.Крупский», «С.Дежнев» и «Персей» на период с 16 июня по 28 августа были выставлены 15 АБС и ПАБС с горизонтами наблюдений на 50, 100, 300, 500, 700, 1000, 1200, 1400, 1500, 1550, 1600 и 1650 м. Часть из них – с максимально возможной близостью к месту нахождения апл. Одна из ПАБС была поставлена на удалении 1 миля от лодки, две другие – на 15 и 40 миль к востоку от точки нахождения апл, на стыке Медвежинского подводного желоба с материковым склоном. Такая схема позволила получить необходимые данные как для оценки режима течений непосредственно в месте нахождения лодки, так и для проверки гипотезы о наличии стоковых течений в придонном слое Медвежинского желоба.

В мае-июне 1992 г. с ОИС «И.Крузенштерн» на 15 сут. были выставлены 4 АБС в местах их постановки в 1991 г. В сентябре 1993 г. с ОИС «Б.Давыдов» были поставлены 3 ПАБС, а в июне 1994 г. с ОИС «С.Дежнев» – разработанные в НПО «Аквастандарт» по заданию Института две возвращаемые донные автономные станции радиационного контроля, в состав которых входили измерители течений, рассчитанные на работу не менее 6 мес. на отстоянии 1,5 м от дна.

Наблюдения за течениями в дрейфе осуществлялись с борта ОИС «М. Крупский» (1991 г.) разработанным по техническому заданию Института акустическим зондом-профилографом течений – от поверхности до глубин на 10–30 м выше дна. Зонд-профилограф позволил в масштабе времени близком к реальному при известных параметрах дрейфа судна получать вертикальный профиль течения.

Зонд, оснащенный трехкомпонентным акустическим измерителем, осуществляя практически мгновенную регистрацию скорости течения, пригоден для оценки ее экстремальных значений. Поэтому при его использовании преследовалась цель выявления экстремальных значений течений непосредственно на расстояниях не более 8 миль от точки нахождения апл и в районах, характеризующихся повышенными градиентами гидрофизических параметров. Наблюде-

ния проводились в период с июня по август, ежемесячно в течение 10–20 сут. Их общая продолжительность составила 45 сут. Необходимо отметить, что по масштабу и продолжительности эти наблюдения не имеют аналогов в отечественной океанографии.

Наблюдения за гидрометеорологическими условиями предусматривали производство стандартных наблюдений в синоптические сроки (8 раз в сутки) и на гидрологических станциях всеми судами, работающими в районе исследований. При этом важным элементом являлся сбор факсимильной информации от зарубежных и отечественных радиометеорологических центров, а также получение инфракрасных и телевизионных изображений поверхности океана и метеорологических объектов. Всего было принято более 500 факсимильных карт и 100 снимков с метеоспутников.

Наблюдения за температурой и соленостью морской воды осуществлялись в течение всего периода исследований. Наиболее обстоятельно они выполнялись в 1991 г., в основным на дрейфовых гидрологических станциях – гидрофизическими зондирующими комплексами – в узлах регулярной сетки. Они осуществлялись от поверхности и до дна, на полигонах размерениями от 90х90 миль до 16х16 миль. В ходе гидрологических съемок при обнаружении зон с повышенными градиентами схемы наблюдений менялись, в результате чего удалось выявить три мезомасштабных образования (вихря), прошедших через район исследований. При этом впервые практически использовались буксируемые измерители температуры и солености, которые ранее применялись только в экспериментальном порядке.

Прозрачность морской воды в 1991 г. также обследовалась особенно тщательно. Ежесуточно вблизи апл предусматривалось выполнение 3-4-х зондирований и наблюдений на нескольких разрезах протяженностью до 20 миль, проходящих через точку нахождения лодки.

Определение типа и стратификации грунта в районе апл (квадрат 5 х 5 миль с центром в точке ее нахождения) осуществлялось бесконтактным способом – морским гидрографическим грунтографом с ОИС «В. Каврайский» (сентябрь 1991 г.). При этом экспериментальный образец грунтографа, разработанного для повышения надежности оценок типов грунта и его стратификации, был впервые использован для решения практической задачи. Калибровка его осуществлялась сравнением проб грунта, отбираемых грунтовыми трубками и дночерпателями, с записями сейсмо-эхограмм.

Обобщенные результаты исследований 1990–1995 гг. (см. таблицу) были использованы при формировании информационно-справочной системы (ИСС), разработанной в НИЦ для обеспечения рационального проектирования подводных работ и выполнения радиационно-экологического мониторинга района гибели апл. Эта система явилась первой компьютерной разработкой подобного типа в ГС ВМФ и послужила прообразом стандартных ИСС, используемых в настоящее время во флотских гидрометцентрах. Система позволяет наращивать объемы используемой базы данных и на сегодня содержит следующие статистические характеристики:

- течений на глубинах 50, 100, 300, 500, 700, 1000, 1200, 1500, 1550, 1580, 1600, 1615, 1630, 1640, 1650, 1656, 1670 м, полученные по данным наблюдений на 15 буйковых станциях;
- температуры и солености от поверхности до дна, полученные по данным 1200 зондирований;
- прозрачности по данным 150 зондирований;
- ветра и волнения, полученные по всему циклу наблюдений с дискретностью в 3 ч.

Кроме того в систему включены данные по распределению типа грунта.

Полученные статистические характеристики условий среды позволили обеспечить проектные решения по изоляции разрушенной носовой части лодки, обеспечить моделирование распространения примесей для оценки радиационно-экологических последствий, подготовить методологическую основу для гидрометеорологического и навигационно-гидрографического обеспечения подводно-технических работ, а также получить более детальное представление о погодных условиях в северо-восточной части Норвежского моря [1].

В период исследований был получен ряд новых научных результатов. Так, в 1991 г. впервые провели прямые наблюдения за скоростями течений в вихревых образованиях (с помощью зондирующих комплексов). На практике реализованы идеи по выбору схем наблюдений в зависимости от складывающейся океанографической обстановки.

Одним из основных вопросов при разработке проекта подъема апл, а также при оценке возможности выхода радионуклидов из разрушенной носовой части, был вопрос о максимально возможных скоростях течений в придонном слое. В 1989 г. по результатам измерений с судна «Академик Мстислав Келдыш» Институт океанологии РАН сделал вывод о возможной скорости течения до 151 см/с. Впоследствии он был опровергнут, как полученный по недостоверным измерениям. Для ответа на вопрос о максимально возможных скоростях с судов ГС ВМФ выставлялись придонные АБС. Было показано, что в действительности скорости течений в придонном слое (независимо от периода года) могут быть весьма значительными, не превышая однако 20–50 см/с.

Дополнительно, для проверки гипотезы о том, что максимальные скорости течений связаны, в частности, с вихревыми образованиями, был осуществлен поиск вихревых образований в пределах района нахождения апл с помощью буксируемого комплекса, а затем выполнены прямые измерения температуры, солености и скорости течений в мезомасштабном вихре. Было установлено, что максимальные скорости течений достигают 100 см/с, но только в слое 50–500 м от поверхности моря [2].

В теоретическом плане обширные исследования течений позволили разработать новые имитационные модели течений, что в итоги позволило получить модель «пятнистой» структуры распространения примеси и более объективно оценить возможные радиационно-экологические последствия нахождения на дне источников радиоактивного загрязнения [3, 4].

Впервые в практике гидрометеорологического обеспечения (ГМО) в период исследований непосредственно на судах осуществлялся анализ и прогноз гидрометеорологической обстановки на основе собственных наблюдений, факсимильной информации, а также информации с метеоспутников с отображением на экране компьютера. Были выявлены периоды чередования циклов неблагоприятных и благоприятных погодных условий, что позволило в последующем методически обеспечить надежное локальное прогнозирование погоды на срок до 3-х сут.

Итоговым результатом второго этапа работ явилась отработка методологии ГМО, важнейшим элементом которого является оперативное получение данных о течениях от поверхности до дна, а также метеорологической и океанографической информации с ИСЗ. Технология такого обеспечения отработана Институтом в экспедициях 1991 и 1992 гг. и может использоваться в дальнейшем.

На заключительном, третьем этапе работ Гос.НИНГИ была поставлена задача по гидрометеорологическому и навигационно-гидрографическому обеспечению изоляции носовой части лодки. Она решалась под руководством заместителя начальника Института С.П.Алексеева при проведении работ в районе гибели апл «Комсомолец» (см. таблицу) во время рейса ОИС «Л.Демин» (16–26.06.95 г.).

В соответствии с техническим проектом предусматривалось осуществить обеспечение работ в районе апл суточными и полусуточными гидрометеорологическими прогнозами (не ниже 85% оправдываемости), обращая внимание на прогнозирование ветра, волнения и видимости, определяющих возможность и безопасность проведения запланированных работ. Оперативное обеспечение информацией о течениях техническим проектом не оговаривалось, т.к. предыдущие многолетние наблюдения за течениями в этом районе в июле не выявили скоростей течений, при которых глубоководные обитаемые подводные аппараты «Мир» не могли бы выполнять работы на корпусе лодки. При прогнозировании погодных условий на ОИС использовалось как штатное оборудование, так и развернутый автономный пункт приема информации (АППИ) с метеоспутников.

Для обеспечения радиационного контроля в районе нахождения апл «Комсомолец» после завершения работ по изоляции носовой части корпуса потребовалось высокоточное определение местоположения лодки без использования подводных аппаратов. Для решения этой задачи на ОИС «Л.Демин» было предусмотрено использование серийной навигационной аппаратуры потребителей «СЧ-4», обеспечивающей предельную (p=0,95%) погрешность определения координат – 45 м, экспериментального образца электронной навигационной информационной системы и экспериментального анализатора сигналов штатного промерного эхолота ОИС ГЭЛ-3.

В обеспечение прогнозирования распространения радионуклидов в морской среде в случае их выхода за пределы корпуса лодки в период работ были предусмотрены подъем возвращаемых автономных донных станций радиационного контроля, установленных у апл в 1994 г., обработка данных с регистраторов течений, расположенных в 1,2 м от дна, постановка двух новых донных станций и съемка океанографического полигона зондирующим гидрофизическим комплексом.

В результате работ, выполненных Институтом на третьем этапе, все поставленные техническим проектом задачи обеспечения были выполнены в полном объеме. При этом можно констатировать следующее:

1. Анализ соответствия фактической и прогнозируемой погоды свидетельствует о довольно высокой (85-90%) оправдываемости прогнозов гидрометеорологических условий с заблаговременностью 12–24 ч. Большим подспорьем в прогнозе и оценке синоптических условий послужили выявленные ранее особенности возникновения штормовых условий, а также использование в процессе работ комплекса аппаратуры АППИ с ПЭВМ, что позволило инженеру-синоптику непосредственно, в режиме реального времени, наблюдать и оценивать синоптическую обстановку на экране монитора. Используемая совместно со стандартным набором получаемой метеорологической информации, эта технология позволяет более качественно оценивать процессы в атмосфере, повышать заблаговременность и оправдываемость гидрометеорологических прогнозов.

2. Осуществлено высокоточное навигационное координирование маневрирования ОИС «Л.Демин» в точке нахождения апл «Комсомолец», в полигоне при идентификации положения лодки на грунте, съемке и постановке донных станций и выполнении океанографических исследований.

3. Подтверждена возможность применения штатного эхолота для решения задачи обнаружения и уточнения координат апл «Комсомолец», что позволяет для выполнения плановых работ по экологическому мониторингу района гибели лодки использовать гидрографическое судно ВМФ, оборудованное штатным эхолотом.

4. Впервые с помощью штатного эхолота удалось обнаружить лодку на донном грунте и установить прямой акустический контакт с ее корпусом.

5. Успешно проведенная операция по подъему донных станций обеспечила возможность изучения накопленной в течение года сорбционными блоками информации по радионуклидам (блоки находились в заданных точках на отстоянии 1,5 м от дна), что подтвердило эффективность технических решений, выработанных Гос.НИНГИ.

6. В месте нахождения апл «Комсомолец» получены необходимые для радиационно-экологического мониторинга дополнительные данные о течениях в придонном слое и структуре водных масс прилегающего района.

В целом, результаты проведенных в период с 1989 по 1995 г. научно-исследовательских, опытно-конструкторских и экспедиционных работ, выполненных в связи с гибелью апл «Комсомолец», являются наиболее крупным вкладом ГС ВМФ в изучение океана за последнее десятилетие. С помощью полученных данных об условиях среды была решена важная научно-техническая задача ликвидации последствий катастрофы лодки.

Многолетние работы по исследованию района нахождения апл «Комсомолец» и гидрометеорологическому и навигационно-гидрографическому обеспечению изоляции ее носовой части выполнялись большим коллективом сотрудников Гос.НИНГИ под руководством автора статьи. В океанографических исследованиях и гидрометеорологи-

ческом обеспечении на протяжении ряда лет принимали активное участие: Г.Б.Баранник, Г.И.Галушко, О.А.Гасников, Ю.Н.Жуков, Ю.В.Исаев, С.А.Кононова, С.И.Мастрюков, М.А.Мирошниченко, М.А.Шостенко и В.В.Удалов В исследованиях гидрографических условий и навигационное обеспечение работ основной вклад внесли Ю.А.Глухов, Е.А.Денисюк, В.Г.Дзюба, А.Б.Опарин и А.И.Свечников

Полученный в период 1989–1995 гг. Гос.НИНГИ опыт работ по обеспечению информацией о состоянии среды в районе гибели апл «Комсомолец» послужил основой для разработки технологии гидрометеорологического и навигационно-гидрографического обеспечения работ на затонувших, опасных для окружающей среды объектах. Эта технология была практически применена в полном объеме и может быть использована в дальнейших исследованиях окружающей среды в районах нахождения опасных в радиационном, химическом и других отношениях затонувших объектов, а также подводно-технических работах по снижению их опасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Океанологические исследования и подводно-технические работы на месте гибели атомной подводной лодки «Комсомолец». Москва, Наука, 1966.
2. С.Б.Балясников, В.М.Кушнир. Вертикальная структура течений в северо-восточном районе Норвежского моря. Тезисы докладов на международной конференции “Экспедиционные исследования Мирового океана и информационные океанографические ресурсы” (ОИР–98), 26–30 октября 1998 г. Обнинск, Россия.
3. С.Б.Балясников, Ю.Н.Жуков. Моделирование траектории перемещения предметов в морской среде с использованием фрактальных функций. Тезисы докладов на IV Санкт-Петербургской международной конференции «Региональная информатика-95». СПб., 15–18 мая 1995 г.
4. С.Б.Балясников, Ю.Н.Жуков. Методология сбора и обработки информации о динамике водных масс для моделирования распространения примеси в морской среде. Тезисы докладов на IV Санкт-Петербургской международной конференции «Региональная информатика-95». СПб., 15–18 мая 1995 г.

ПЕРВАЯ ОТЕЧЕСТВЕННАЯ СПУТНИКОВАЯ РАДИОНАВИГАЦИОННАЯ СИСТЕМА

А.В.ФЕДОТОВ

Приводится краткая история работ по первой отечественной низкоорбитной спутниковой радионавигационной системе от момента зарождения идеи ее создания до принятия на вооружение. Перечисляются специалисты Института, внесшие на различных этапах наибольший вклад в ее разработку. Подчеркивается революционизирующее значение для навигации этой системы.

Современная отечественная спутниковая радионавигация создавалась усилиями многих научных учреждений и производственных предприятий нашей страны, при этом роль Гос.НИНГИ МО РФ (в то время НИГШИ ВМФ)[3] имеет особое значение, так как в недрах нашего Института родилась эта идея и усилиями горячих сторонников этой идеи в Институте прокладывалась трудная дорога к созданию ныне действующих низкоорбитных и среднеорбитных спутниковых радионавигационных систем.

В середине 50-х годов незадолго до запуска первого ИСЗ (1956 г.) трудно было представить, какое значение он сможет оказать на развитие навигации. Даже многие крупные ученые, получив просьбу Президиума АН СССР высказаться о том, как можно использовать космос, не смогли ничего предложить. В то же время развитие ВМФ требовало создания глобальной высокоточной системы определения координат места и курса корабля для коррекции корабельных автономных навигационных систем.

[3] НИГШИ – научно-исследовательский гидрографическо-штурманский институт.

Летом 1956 г. только что окончивший ВМА старший научный сотрудник Института Вадим Алексеевич Фуфаев высказал идею использования для этой цели ИСЗ. Эту идею поддержали начальник отдела Леонид Иванович Гордеев и заместитель начальника Института известный штурман Бруно Иванович Цезаревич.

Идея использования ИСЗ, снабженных радиопередатчиком (необходимой мощности), для навигации казалась фантастической, но после запуска в Советском Союзе 4 октября 1957 г. первого ИСЗ появилась реальная основа для ее осуществления. Первые попытки привлечь к научным исследованиям этого вопроса ВМА и Пулковскую обсерваторию оказались неудачными. Оставалось рассчитывать, в первую очередь, на собственные силы.

В Институте была создана инициативная группа, которая проводила исследования по трем направлениям:

- разработка дальномерного метода определения координат корабля (В.А.Фуфаев);
- разработка доплеровского метода определения координат (В.П.Заколодяжный);
- разработка угломерных методов определения координат и поправки курсоуказания (с 1961 г. Е.Ф.Суворов).

В.А.Фуфаев и Е.Ф.Суворов кроме научных исследований много времени уделяли решению различных организационных вопросов. Идея постепенно пробивала себе дорогу и в других научных организациях.

В результате выполненных проработок и после серии полезных совещаний в Подмосковном НИИ космического профиля (январь–март 1958 г.) с участием И.А.Артельщикова, А.А.Большого, Г.И.Левина, Ю.А.Мозжорина[4], П.Е.Эльясберга, В.Д.Ястребова в НИИ МО началась разработка аванпроекта системы. В 1959 г. в Институте в течение года была проведена научно-исследовательская работа по разработке методов определения координат места по навигационным ИСЗ. На эту пионерскую научно-исследовательскую работу Комитетом по делам изобретений и открытий при СМ СССР впоследствии было выдано удостоверение о регистрации. Выводы, сделанные в отчете о работе, свидетельствуют о том, что на тот период не учитывалась возможность использования всего видимого участка орбиты ни в доплеровском, ни в дальномерном методах, реализованных в системе в последующем. Это прежде всего связано с тем, что тогда еще не представляли огромных возможностей вычислительной техники.

Таким образом, благодаря исследованиям, проводимым в 1958–1959 гг. в нашем Институте, институтах и вузах МО, АН СССР и промышленности в стране был заложен самостоятельный научно-исследовательский фундамент спутниковой радионавигации и подготовлен этап практического создания низкоорбитной спутниковой радионавигационной системы (СРНС). В первой половине 1960 г. был разработан аванпроект первой отечественной низкоорбитной СРНС. Однако, по ряду причин работы по созданию системы были отложены.

Период 1961–1963 гг. были весьма трудным для инициаторов создания СРНС. В 1961 г. произошла реорганизация Института и он утратил самостоятельность, войдя в состав объединенного Института ВМФ. Руководство объединенным Институтом пыталось переподчинить инициативную группу, а разрабатываемую систему включить в многофункциональную космическую систему ВМФ. В промышленности среди разработчиков навигационных комплексов появились противники создания СРНС. Они пытались доказать, что использование радиоастрономических методов определения места имеет большие перспективы для глобальной всепогодной помехоустойчивой навигации.

Несмотря на все эти неприятности, которые отнимали у руководителей инициативной группы массу времени, работы над созданием методов спутниковой радионавигации продолжались. С помощью ЭВМ "Урал", а позднее "М-20", были кординально решены вопросы математического моделирования, что позволило "проигрывать" раз-

[4] Впоследствии генерал-лейтенант, член-корреспондент АН СССР, Лауреат Ленинской и Государственной премий.

личные варианты задачи определения координат при большой избыточности измеренных значений навигационных параметров и получить более ясное представление о степени необходимой детализации алгоритма решения навигационной задачи для ее реализации в корабельной аппаратуре.

Так была решена задача оценки точности определения поправки курсоуказания по ИСЗ, связанная с перебором значений с секундными шагами аргументов в пределах нескольких угловых минут и выбором минимальных значений.

В.П.Заколодяжным был наиболее полно исследован алгоритм доплеровского метода (1958–1964), что позволило в дальнейшем положить его в основу создания приемной аппаратуры "Штырь-Б".

В этот период много внимания уделялось разработке концепции организации вычислений и концепции эфемеридного обеспечения.

Вопросы использования вычислительных устройств, в первую очередь, решались применительно к корабельной приемной аппаратуре. Первые же попытки моделирования задач показали необходимость выполнения большого объема вычислений в ходе обсервации. Поэтому Институту приходилось искать разработчиков малогабаритных вычислительных устройств для этих целей. В 1961 г. была предпринята попытка привлечь организацию, возглавляемую главным конструктором Ф.Г.Старосом, но она оказалась неудачной. Надо отметить, что в то время головными институтами ВМФ, НТК ВМФ был взят курс на использование на корабле единой ЭВМ – боевой информационно-управляющей системы (БИУС), разработка специализированных ЭВМ для решения отдельных задач категорически запрещалась.

Ошибочность этого требования сотрудникам Института пришлось испытать при разработке корабельных приемоиндикаторов, предполагаемых к широкому распространению, вплоть до малых кораблей и судов любых ведомств, когда требовалось для вычислений использовать элемент БИУСа по весам и габаритам в десятки раз превосходящим возможности размещения этой аппаратуры на корабле.

Поэтому при разработке доплеровской комплектации корабельной аппаратуры "Штырь-М" в ее состав был включен блок вторичной обработки информации (фактически специализированная ЭВМ).

Впоследствии была принята новая стратегия – "иерархическая система", которая допускала создание специализированных ЭВМ, но на это ушли годы.

В 1964 г. Институт снова стал самостоятельным и была создана лаборатория по спутниковой тематике, которую возглавил Е.Ф.Суворов. К руководству возрожденным Институтом пришел контр-адмирал Юрий Иванович Максюта. В его лице направление спутниковых навигационных систем получило компетентное и целенаправленное руководство.

Многократные сообщения о состоянии работ по системе США "Транзит", которая с 1963 г. уже функционировала, привели к тому, что 15.01.64 г. на правительственном уровне было принято решение о создании отечественной спутниковой системы.

С этого решения на основе разработанной в Институте методологической базы начались практические шаги по созданию отечественных СРНС. В декабре 1966 г. в Институте был сформирован отдел "Методов и средств использования искусственных спутников Земли в навигации", из трех лабораторий.

Коллектив отдела существенно усилился с прибытием в него И.Р.Берестенко, Г.А.Букина, В.И.Лапшиной из Красноярского ОКБ, ветерана разработки корабельных радиоастрономических средств Э.А.Жижемского, выпускников ВМА В.А. Панкевича, Ю.С.Тюрина, выпускника академии им.Дзержинского В.А.Пыленкова, выпускников академии им.А.Ф.Можайского Л.А.Кобякова, Е.А.Малыгина и В.Н.Челищева.

23 ноября 1967 г. первый отечественный навигационный ИСЗ "Космос 192" был выведен на орбиту. Непосредственно разработкой первой отечественной СРНС занимались: Красноярское ОКБ прикладной механики – головная организация (руководители М.Ф.Решетнев, Г.М.Чернявский), Московское НИИ приборостроения (Б.И.Борисенко, Н.Е.Иванов, В.А.Салищев), ЛНИРТИ (П.П.Дмитриев, А.Ф.Смирновский).

В научных разработках принимали участие наш Институт и ЛВВИА им.А.Ф.Можайского. Подмосковный НИИ космического профиля творчески взаимодействовал со всеми организациями-участниками.

Для испытаний корабельной навигационной аппаратуры был переоборудован ЭОС "Николай Зубов". В организации работ по переоборудованию деятельное участие приняли офицеры Гидрографического управления ВМФ В.И.Губанов, Е.А.Конеченков и Ю.Н.Косков, а от Института В.Н.Агафонов и Ю.Н.Семаков.

Испытания корабельной аппаратуры были начаты в Балтийском море и на наземном измерительном пункте в районе г.Щелково. Были предъявлены: доплеровская аппаратуры "Штырь-Б" (гл.конструктор Н.Е.Иванов), дальномерная аппаратура "Импульс-Б" (гл.конструктор А.Ф.Смирновский), угломерная аппаратура "Цезий" (гл. конструктор М.К.Петушков), аппаратура синхронизации "Карбид-Б" (гл.конструктор Е.Ю.Сентянин) и ЭВМ "Амулет" (гл.конструктор В.В.Стрыгин). Первый сигнал был принят в конце 1967 г. вскоре после запуска спутника "Космос-192". Позднее к испытаниям были привлечены пл "Б-36", "Б-78" КСФ и "Б-88" КТОФ.

В государственных испытаниях от ВМФ участвовали В.Д.Шандабылов (ГС ВМФ), Н.И.Богаткин, П.С.Волосов, Г.К.Данилова, В.П.Заколодяжный, В.Н.Кефала, Н.Д.Кириченко, Ю.Н.Косков, В.И.Лапшина, Ю.И.Максюта, Б.Г.Мордвинов, В.А.Пыленков, Е.Ф.Суворов, Ю.С.Тюрин, В.А.Фуфаев,(Институт).

Положительные результаты испытаний позволили в 1972 г. перейти к опытной эксплуатации системы "Залив", в состав которой входили 4 спутника на круговых орбитах высотой около 1000 км. За время опытной эксплуатации системы было обеспечено более ста дальних походов кораблей и судов ВМФ. С целью оплавывания системы два похода совершил ЭОС "Николай Зубов". Первый поход с 10.01.71 по 22.06.71 г. – по маршруту: Ломоносов–Балтийск–Свиноуйсце–Мурманск–Гавана–м.Доброй Надежды–Гвинейский залив–Мурманск–Свиноуйсце–Ломоносов. За 152 суток похода было пройдено 30389 миль, произведено 554 обсервации. От Института в походе участвовали Б.Г.Мордвинов (начальник экспедиции), П.С.Волосов, Ю.А.Гаврилов, В.К.Гаранин, Н.И.Королев, В.Н.Хоробрых.

Анализ материалов похода подтвердил:

- правильность общих принципов построения и функционирования системы;
- реальность достижения заданных характеристик;
- превышение инструментальной точности аппаратуры по отношению к точности прогноза эфемерид.

Второй поход ЭОС "Николай Зубов" проходил с 10.04. по 28.10.72 г. по маршруту: Ломоносов–Балтийск–Росток–Касабланка–острова Южн.Георгия–район м.Горн–Фольклендские острова–Монтевидео–Куба–Галифакс–Росток–Балтийск–Ломоносов. За 203 суток похода пройдено 27920 миль, произведено 1500 обсерваций. От Института в походе участвовали Б.Г.Мордвинов (зам.начальника экспедиции), В.В.Терентьев, от ВМА – Ю.С.Дубинко.

Этот поход, где научное руководство осуществлял Ю.С.Дубинко, дал ценные материалы, которые позволили оценить созданную систему критически и наметить пути и направления развития корабельной аппаратуры СРНС. Принятие системы на вооружение состоялось в сентябре 1976 г. Основные характеристики первой отечественной СРНС: средняя квадратическая погрешность определения координат места – 250 м. Длительность обсервации 6–15 мин. В дальнейшем перспективы развития корабельной аппаратуры были рассмотрены и определены в научно-исследовательских работах, проводившихся в 1977–1988 гг. под руководством начальника отдела, а затем заместителя начальника Института Ю.С.Дубинко. Будучи высокоэрудированным специалистом в области современной радиоэлектроники, хорошо владеющий математиче-

ским аппаратом, получив большой опыт работы со спутниковыми навигационными системами, Ю.С.Дубинко впервые в отечественной науке и практике предложил и внедрил принципы математического проектирования аппаратуры потребителей этих систем. Суть указанных принципов достаточно полно изложена в книгах "Судовые комплексы спутниковой навигации", "Бортовые устройства спутниковой радионавигации", в ряде статей и докладов, основным автором которых является Ю.С.Дубинко.

В эти же годы он продолжил в Институте научный поиск решения ряда проблем, возникших в ходе создания первой СРНС. Так, влияние погрешности учитываемой скорости объекта на суммарную погрешность определения места является наиболее существенным недостатком низкоорбитных СРНС. С целью уменьшения влияния этой погрешности в аппаратуру АДК-4 по предложению Ю.С.Дубинко была включена составляющая вектора скорости, направленная вдоль трассы спутника. Ее включение снизило чувствительность к погрешности скорости до 70 м на 1 уз, против 360 м в АДК-3. Однако это привело к увеличению погрешностей координат на качке. Дальнейшие исследования, выполненные Ю.С.Дубинко и Г.К.Даниловой, определили пути демпфирования влияния качки на точность определения координат. Результаты этих исследований были внедрены в новые корабельные приемоиндикаторы.

В 1980 г. под научным руководством Ю.С.Дубинко и участии В.А.Фуфаева сотрудниками экспериментальной лаборатории Института (А.Т.Берладиным, С.В.Болдыревым, Г.К.Даниловой, М.А.Добориным, В.Ф.Зуевым, В.И.Лапшиной, А.А.Мониевым, А.М.Пановым, К.М.Петушковым, И.В.Ратьковым) без какого-либо участия промышленности была разработана первая математическая модель и создан действующий макет принципиально новой корабельной аппаратуры. Между тем появились трудности с размещением антенн для приема сигналов СРНС на многоцелевых подводных лодках. Выполненные промышленностью различные варианты размещения антенн практически осуществить не удалось.

Тогда в 1979–1982 гг. сотрудниками Института В.И.Киричеком и Е.Н.Сафроновым под руководством начальника отдела В.А.Монтелли были проведены эксперименты на Северном флоте по приему сигналов СРНС на серийные связные антенны пл. Проведенные исследования прошли успешно, что обеспечило внедрение корабельной приемной аппаратуры АДК-3 на многоцелевые пл. Для сопряжения АДК-3 со связными антеннами сотрудниками Института в 1984 г. был разработан и внедрен антенный коммутатор ПА-Ш. Вооружение аппаратурой спутниковых навигационных систем пл старых проектов (611, 613, 641) было осуществлено разработкой тем же авторским коллективом малогабаритных антенн АМА-П и АМА-Н.

Создание низкоорбитной спутниковой навигационной системы была настоящей революцией в навигации. Впервые корабли и суда нашей страны смогли определять с высокой точностью свое место в любой точке Мирового океана по отечественной системе. В ходе разработки системы и по результатам ее эксплуатации ряд сотрудников Института защитили кандидатские диссертации: В.П.Заколодяжный (1964 г.), В.А.Фуфаев (1966 г.), Г.А.Букин (1969 г.), С.Я.Генералов (1972 г.), Г.К.Данилова(1988 г.) и др. Ряд сотрудников Института был отмечен правительственными наградами. Начальник Института Ю.И.Максюта стал лауреатом Ленинской премии, а В.П.Заколодяжный, Е.Ф.Суворов, В.А.Фуфаев – лауреатами Государственной премии.

Благодаря опыту создания и использования этой системы идея спутниковой радионавигации быстро приобрела своих союзников в других родах войск и народном хозяйстве. В СССР выросли большие коллективы опытных разработчиков, которые были в состоянии уверенно повести дело дальнейшего прогресса СРНС.

Спутниковые навигационные системы открыли новую эру глобальной прецизионной навигации. Гос.НИНГИ МО РФ не только был одним из основателей нового научно-технического направления, но и активно участвовал на всех этапах создания низкоорбитных и среднеорбитной СРНС.

На различных этапах создания отечественных спутниковых навигационных систем активное участие от ВМФ принимали: Ю.И.Базаров, Н.И.Богаткин, С.Я.Генералов, Л.И.Гордеев, Г.К.Данилова, Е.С.Доведов, Ю.С.Дубинко, Э.А.Жижемский, В.П.Заколодяжный, Ю.Н.Косков, В.И.Лапшина, Ю.И.Максюта, В.А.Монтелли, Э.М.Нарышкина, В.А.Панкевич, И.В.Пивковский, Е.Ф.Суворов, Ю.С.Тюрин, В.А.Фуфаев, А.А.Шашков и др. Большая организационная работа была проведена С.А.Колосковым, А.И.Рассохо, Р.В.Старкиным, Г.Г.Толстолуцким, В.Д.Шандабыловым.

Статья написана по материалам Ю.И.Базарова, А.В.Зайцева, Ю.Н.Коскова и Е.Ф.Суворова,

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Суворов Е.Ф. Летопись зарождения, развития первых шагов реализации идеи отечественной спутниковой навигационной системы. Рукопись.
2. Шебшаевич В.С. Развитие теоретических основ спутниковой радионавигации Ленинградской радиокосмической школой/ // Радионавигация и время. –1992. –№ 1.
3. Федотов А.В. От эфемерид светил до космических навигационных систем // Морской сборник.– 1995.–№ 8.
4. История Гидрографической службы Российского флота. Том 2.–: ГУНиО МО. –1997.

КРАТКАЯ ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ СПУТНИКОВОЙ РАДИОНАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ГЛОНАСС

А.В.ФЕДОТОВ,
Е.С.ДОВЕДОВ

В хронологическом порядке описывается краткая история развития работ в Институте по созданию отечественной спутниковой радионавигационной системы. Охарактеризован творческий вклад специалистов Гос.НИНГИ, принимавших наиболее активное участие в создании этой системы.

Низкоорбитные спутниковые радионавигационные системы (СРНС) в принципе обеспечивают высокоточную глобальную навигацию для кораблей ВМФ и судов Морского флота. Однако из-за дискретности сеансов обсерваций, их значительной продолжительности эти системы не были пригодны для использования на быстроходных объектах, в первую очередь на летательных аппаратах. В середине 60-х годов возникла проблема расширения возможностей СРНС для навигационного обеспечения этих объектов и одновременного повышения ее оперативности и точности.

Впервые высказывания о необходимости создания такой системы, удовлетворяющей потребности многих ведомств, прозвучали на научно-техническом совете Гос.НИНГИ в 1946 г. в выступлениях специалистов нашего Института, ЛНИРТИ и ЦНИИ МАШ МО.

В разработке предложений по развитию СРНС участвовали от ВМА Ю.С.Дубинко и Е.П.Чуров, от ГУНиО МО – В.А.Фуфаев, от Института – группа в составе: Е.С.Доведова, Э.А.Жижемского, В.Н.Кефала, Н.Д.Кириченко и В.А.Панкевича. Предложения после подробного рассмотрения и обсуждения были утверждены начальником Института Ю.И.Максютой, очень внимательно и профессионально относившимся к этим вопросам. В 1969 г. в НИР "Прогноз" (научный руководитель Ю.И.Максюта, зам.руководителя С.Я.Генералов) было обосновано создание подобной системы.

В 1971–1972 гг. в Институте была выполнена поисковая НИР "Исследование путей построения навигационных космических систем с использованием спутников на

больших высотах". Ее целью было определение принципов построения СНС с синхронными орбитами и возможности их создания. По существу это была первая отечественная работа по исследованию путей создания среднеорбитной СНС. Руководил ей В.П.Заколодяжный. Исполнители не располагали существенной отечественной информацией по теме работы. Согласно зарубежным данным, США к этому времени пришли к выводу о необходимости разработки единой военной СНС, а также выполнили большие организационно-технические мероприятия по разработке проектов гражданской многоцелевой СНС. Однако ни один из американских проектов того времени не мог быть принят за основу для разработки аналогичной отечественной системы по целому ряду причин. Основными из них являлись следующие:

- особенности географического положения СССР исключали возможность непрерывного наблюдения за движением ИСЗ по всей орбите;
- необходимость для ряда отечественных потребителей определять не только координаты места, но и поправку системы курсоуказания. Это в свою очередь требовало специальных режимов работы системы, установки дополнительной аппаратуры на ИСЗ и на корабле.

Поэтому Институту пришлось провести целый комплекс исследований, а именно:

- проанализировать методы навигационных определений;
- обосновать сеть ИСЗ и зоны покрытия;
- рассмотреть методы и точность прогнозирования эфемерид спутников;
- обосновать выбор радиотехнических методов измерения навигационных параметров;
- провести анализ влияния условий распространения радиоволн на точность и надежность навигационных измерений;
- проанализировать ожидаемую точность определения места и поправки курсоуказания;
- обосновать общую структурную схему аппаратурных комплексов системы.

В ходе работы применялись самые современные методы исследований: математическое моделирование решения основных задач с использованием ЭВМ; качественный анализ с инженерной оценкой вариантов построения систем; оптимизация операционной модели системы.

В результате было установлено следующее:

1. Анализ тенденций развития СНС, в том числе зарубежных, показал, что расширение круга потребителей выдвигает (особенно при учете необходимости обеспечения скоростных объектов) специфические требования; которые могут быть эффективно удовлетворены только системами, основанными на высотных спутниках.
2. Современное состояние техники позволяет создать отечественную СНС из 21–24 ИСЗ на синхронных орбитах, обеспечивающую:
   - определение места объекта в любой момент, в любой точке земного шара;
   - продолжительность измерений менее одной минуты;
   - неограниченное количество потребителей;
   - сохранение скрытности определения места в ходе сеанса.

Таким образом, в начале 70х годов, когда еще на экспериментальном этапе создания первой отечественной низкоорбитной СНС, учеными нашего Института были начаты поиски новых принципов построения подобных систем.

Последующие исследования по созданию трехкоординатной спутниковой навигационно-геодезической системы возглавил начальник Института Ю.И.Максюта. В них непосредственно участвовали Н.И.Богаткин, Г.А.Букин, П.С.Волосов, С.Я.Генералов, Е.С.Доведов, Ю.С.Дубинко, Э.А.Жижемский, В.П.Заколодяжный, Н.Д.Кириченко, В.И.Лапшина, В.А.Панкевич, Е.Ф.Суворов, Ю.С.Тюрин. В результате были определены принципы оперативно-тактического использования системы и сформулированы тактико-технические требования к ней.

Работа над созданием этой системы, которая впоследствии получила название ГЛОНАСС, началась с 1972 г. Следует признать, что наши выполненные совместно с

промышленностью проработки принципов построения и структуры перспективной системы были во многом умозрительными, не основывались на таком большом экспериментальном материале, как в США и, в ряде случаев, недостаточно учитывали потенциальные возможности развития элементной базы. Тем не менее следует отметить, что принципиально системы ГЛОНАСС и НАВСТАР (США) оказались построенными практически по одинаковому принципу (применение псевдодальностей с измерениями по псевдошумовым последовательностям сигналов при высоте спутников 20 тыс.км). Некоторые различия в селекции сигналов, длине последовательностей можно отнести уже к частностям. О копировании не может быть и речи, так как к моменту опубликования проекта НАВСТАР основные требования к характеристикам и построению отечественной системы были сформулированы [1].

В ходе разработки технических предложений по ГЛОНАСС в марте 1973 г. в Москве было проведено совещание по обобщению требований к этой системе (от Института участвовали С.Я.Генералов и А.В.Федотов). В июле 1973 г. в Красноярске прошло расширенное техническое совещание по рассмотрению требований к системе и обсуждению возможностей ее создания. Его материалы в дальнейшем были использованы при разработке технических предложений по системе. От Института в совещании участвовал С.Я.Генералов. Специалисты Института были задействованы в разработке материалов по оценке технико-экономической эффективности системы.

СРНС ГЛОНАСС создавалась при участии большого количества организаций, ядро которых составили предприятия, разрабатывавшие СНС первого поколения: Красноярское ОКБ прикладной механики, Московский НИИ приборостроения, ЛНИРТИ. Это значительно ускорило работы и облегчило наше взаимодействие с разработчиками.

В декабре 1976 г. вышло постановление Правительства по разработке эскизного проекта системы ГЛОНАСС. Для обеспечения работ по ее созданию, а также обеспечению других СНС в 1977 г. в Гос.НИНГИ было создано специализированное управление в составе пяти отделов. Начальником его был назначен В.П.Заколодяжный, а начальниками отделов стали В.К.Гаранин, С.Я.Генералов, Е.С.Доведов, Ю.Н.Косков, В.А.Монтелли.

В том же году Институт совместно с другими организациями выполнил тактико-техническое обоснование СРНС ГЛОНАСС, выработал требования к системе контроля ее точности и единой системе координат, а также к оценке эффективности системы, к ее обеспечивающей инфраструктуре и аппаратуре потребителей ВМФ.

В 1976–1978 гг. Институтом продолжались исследования по обоснованию характеристик СРНС ГЛОНАСС, на основании которых совместно с другими заинтересованными организациями было подготовлено ТТЗ на разработку системы. Этим заданием предусматривалось при полном развертывании СРНС обеспечение следующих точностей: по координатам – 20–30 м, по высоте – 10–20 м, по составляющим вектора скорости – 3,5 см/с.

Сложность достижения заданной точности навигационных определений, а также ограниченные возможности по развертыванию системы ИСЗ, средств наземного комплекса управления и парка корабельной аппаратуры привело к необходимости поэтапного создания этих средств и развертывания системы. Были намечены три основных этапа.

Первый этап (1981 г.) – создание экспериментальной системы из 4–6 космических аппаратов (КА), что должно было обеспечить периодическое (в течение 2–4 ч в сутки) наблюдение с территории СССР навигационного "созвездия" из четырех КА. Ожидаемая точность на этом этапе должна была быть 50–100 м по координатам и 5–10 см/с по составляющим скорости.

Второй этап (1984 г.) предусматривал развертывание системы до 9–12 КА, что обеспечивало бы обсервации в течение 70% времени с точностями 20–60 м по координатам и 3–5 см/с по скорости. Неполное развертывание системы было вызвано задержкой в создании парка навигационной аппаратуры потребителей, который на этом этапе был еще слишком незначителен (развертывание штатной системы из 24 КА при небольшом количестве потребителей экономически не оправданно).

Третий этап – развертывание штатной системы из 24 КА.

В ноябре 1978 г. был, в основном, закончен эскизный проект системы. 12 октября 1982 г. ознаменовалось запуском первого КА системы ГЛОНАСС. В 1983 г. состоялся запуск еще двух КА.

В 1990–1991 гг. были проведены государственные испытания системы при ограниченном составе КА. По их результатам предельные погрешности (P=0,997) определения места равнялись 58,2 м, а составляющих вектора скорости – 3,9 см/с.

В сентябре 1993 г. распоряжением Президента РФ система ГЛОНАСС была принята на вооружение ВМФ и других видов ВС РФ. В этот период на орбитах функционировало 8 КА. К концу 1995 г. система была доведена до 24 КА штатного состава. Реализован дифференциальный режим ее работы, при котором в обеспечиваемых локальных районах точность определения координат места составляет единицы метров.

СРНС ГЛОНАСС открыла новую эру – эру глобальной прецизионной навигации и будет основной отечественной навигационной системой на ближайшие 20–30 лет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Суворов Е.Ф. Летопись зарождения, развития и первых шагов реализации отечественной спутниковой навигационной системы. Рукопись. 1991.
2. Шебшаевич В.С. Развитие теоретических основ спутниковой радионавигации Ленинградской радиокосмической школы // Радионавигация и время.– 1992.–№1.

ИЗ ИСТОРИИ СОЗДАНИЯ ФАЗОВЫХ РАДИОНАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ

А.И.БЕЗОБРАЗОВ

Излагается история создания первых отечественных фазовых радионавигационных систем, явившихся прообразом для более поздних зарубежных. Приводятся основные характеристики по дальности действия и точности определения места. Перечисляются достоинства и недостатки, оцениваются перспективы совершенствования ФРНС.

Результаты исследований распространения радиоволн, выполненные академиками АН СССР Л.И.Мандельштамом и Н.Д.Папалекси в начале 30-х годов, явились основой фазовых радионавигационных систем. Первоначально ставилась задача как можно более точного измерения скорости распространения радиоволн над земной поверхностью. По существовавшим в то время теоретическим, к счастью, ошибочным представлениям эта скорость предполагалась сильно зависящей от свойств поверхности Земли и могла составлять до 70% от скорости в свободной атмосфере.

В экспериментах использовались две радиостанции – "задающая" и "отражающая", излучающие одновременно сигналы, фазы которых сравнивались на задающей станции. По величине запаздывания фазы "отраженного" сигнала на задающей станции при известном расстоянии между станциями, рассчитывалась скорость распространения радиоволн (как известно, фаза непрерывного сигнала является наиболее точной мерой времени, хотя и неоднозначной).

Технической основой разработанного метода стало сочетание частотного разделения сигналов задающей и отражающей станций для одновременного излучения и приема сигналов во встречных направлениях и интерференционного измерения разности фаз этих сигналов при целочисленном соотношении частот (3:2, 4:3, 2:3, и т.п.). Для когерентного (связанного по фазам) преобразования частоты принятого на отражающей станции сигнала в частоту, излучаемую ею, был специально разработан способ параметрического "захвата" частоты генератора. Для контроля постоянства фазовых сдвигов в преобразователе частоты и в усилителях приемников был разработан фазовый девиометр в виде генератора колебаний обеих (исходной и преобразованной) частот с постоянным соотношением фаз этих колебаний.

Было установлено, что отклонения скорости радиоволн вблизи поверхности Земли от скорости в свободной атмосфере, в основном, не превышают 0,1 – 0,03%. Разработанная при исследованиях фазовая аппаратура (в первую очередь – принципы ее построения) могла быть использована для решения противоположной задачи: по измерениям фазы радиосигналов находить расстояния между пунктами их излучения и приема.

По заданиям ГС ВМФ и ГУ СМП Ленинградским политехническим институтом были изготовлены фазовые радиодальномеры МПЩ (Мандельштам, Папалекси, Щеголев), которые впервые были применены для координирования промерных галсов в Карском и Восточно-Сибирском морях в 1939–1940 гг. Измерение дальности с помощью МПЩ производилось путем подсчета (на экране ЭЛТ) изменения разности фаз радиоволн, проходящих путь от корабельной задающей станции и береговой отражающей станции и обратно.

Так как изменение разности фаз значительно превышало один цикл (т.е. наблюдаемая картина на экране ЭЛТ менялась многократно), то требовалось подсчитывать количество полных циклов. Для определения места корабля использовали еще и вторую отражающую станцию и второй канал измерений дальности.

Радиодальномеры МПЩ в светлое время суток обеспечивали регулярные (каждые 6–7 ч) определения места на промерных галсах со средними квадратическими погрешностями (СКП) порядка 150 – 500 м при СКП измерения расстояний около 100–150 м и углах пересечения линий положения 30–80° на удалениях от отражающих станций 60–300 км. Продолжительность сеанса обсервации достигла 1 ч. Основной причиной увеличения погрешностей обсерваций являлся неточный учет дрейфа корабля в процессе измерения расстояний. В условиях Арктики мешающих излучений других радиосредств в период 1939–1940 гг. не отмечалось.

В качестве недостатков ФРНС МПЩ можно отметить:

- сравнительно низкую надежность весьма сложной аппаратуры, изготовленной в полукустарных условиях из недостаточно совершенных радиодеталей;
- большую трудоемкость и продолжительность процесса измерения дальностей, требующего приостановки промера, отнимающего до 20% общего времени работы на промерном галсе;
- системой мог пользоваться только один корабль – носитель задающей станции.

Тем не менее к 1941 г. были получены бесценные экспериментальные, методические и технические заделы для развития ФРНС, которые вскоре получили дальнейшее развитие. В 1941 г. Л.И.Мандельштаму и Н.Д.Папалекси за результаты исследований распространения радиоволн была присуждена Сталинская премия 1-й степени по физике. Уже в последний год ВОВ возникла ответственная общегосударственная задача – в кратчайшие сроки очистить от минной опасности акватории прилегающих морей.

Во время войны минные постановки велись всеми противоборствующими сторонами на обширных пространствах шельфа, зачастую без точной фиксации координат поставленных заграждений. Требовалось выполнить траление на больших площадях шельфа на значительных удалениях от берега – потенциальные возможности фазовых РНС оказались востребованными.

Анализ свойств различных вариантов построения ФРНС, при участии специалистов Института, показал, что радиодальномеры на принципах МПЩ для использования тральными силами малопригодны, а более подходят варианты "радиолага" и "фазового зонда". В варианте “радиолага” передающие устройства работают на постоянных частотах. Измерения разностей фаз многозначны. Первоначально многозначность отсчета устраняется при нахождении корабля в пункте с известными координатами (у причала, у панерной вехи и т.п.) расчетом по геодезическим расстояниям до отражающей станции, так называемой, "привязкой".

В процессе последующего движения корабля возникающие изменения (приращения) разности фаз непрерывно фиксируются оператором (по наблюдениям на экране электронно-лучевой трубки или с помощью полуавтоматического регистратора-самописца) с подсчетом проходящих полных циклов изменений фазы.

Для определения места требовалась еще одна отражающая станция (с другим коэффициентом преобразования частот) и второй канал измерения дальности.

После кончины в 1943 г. Л.И.Мандельштама научное руководство созданием ФРНС принял академик Н.Д.Папалекси. По представлению ГУ ВМФ и Института решением Совета Министров СССР был определен разработчик ФРНС – НИИ Министерства Судостроительной промышленности в г.Москве. По ТТЗ Института было решено разрабатывать ФРНС в составе трех передающих станций – задающей (совмещенной с устройствами приема сигналов двух отражающих станций, измерения и регистрации разностей фаз), двух отражающих станций невзаимозаменяемых (работающих при разных соотношениях частот) и нескольких зондовых приемников (одновременно принимающих сигналы от задающей и обеих отражающих станций и осуществляющих измерения и регистрацию разностей фаз их сигналов). ФРНС было присвоено название "Координатор".

Задающая станция выполнялась в комплектации, позволяющей устанавливать ее как на корабле – для работы в варианте “радиолага”, так и на берегу – для работы в варианте “фазового зонда”. При работе системы в варианте “радиолага” сохранялась потенциальная возможность использовать один или несколько зондовых приемников для установки на берегу, например, для контроля за перемещениями корабля с задающей станцией. К сожалению, такой вариант использования зондовых приемников не нашел применения.

В 1944 г. макетные образцы аппаратуры “Координатор” были испытаны на Каспийском море.

В постановке работ по ФРНС "Координатор" активное участие приняли В.А.Климонтович (от ГС ВМФ) и А.П.Арсеньев (от Института). Главным конструктором системы был Б.Н.Савельев.

В 1947 г. опытные образцы системы "Координатор" были поставлены на Черноморский, Северный и Балтийский флоты, где в кратчайшие сроки успешно прошли приемо-сдаточные испытания и немедленно были использованы для гидрографического обеспечения послевоенного минного траления. В 1950 г. система принята на вооружение ВМФ. Тогда же было организовано серийное производство аппаратуры "Координатор" в г.Ленинграде на заводе "Равенство".

В варианте “радиолага” системой может пользоваться только один корабль-носитель задающей станции. В варианте “фазового зонда” все три передающие станции размещаются на берегу, а корабли (в любом количестве) с зондовыми приемниками лишь измеряют разности фаз сигналов, принятых от задающей и отражающих станций. Достоинством варианта “фазового зонда” является также отсутствие на кораблях демаскирующего их радиоизлучения задающей станции.

Методическое руководство гидрографической стороной использования РНС "Координатор" осуществлял НИГШИ ВМФ, техническими вопросами эксплуатации формально занимались органы радиотехнической службы ВМФ на флотах. Однако фактически дело сводилось к поставкам ЗИП'а и некоторых ремонтных материалов. В первые годы освоения РНС "Координатор" поддержание техники в исправном состоянии выполнял личный состав подразделений ГС флотов при консультациях разработчика.

Личный состав радиодальномерных гидрографических партий проявлял подчас подлинные мужество и изобретательность, обеспечивая в сложных полевых условиях бесперебойную работу аппаратуры и тем самым успешное траление кораблей в море.

Особенно большой вклад в быстрое освоение системы “Координатор”, в разработку инструкций, методических пособий по использованию при НГО различных задач флота внесли*: А.П.Арсеньев, А.И.Баранов, О.А.Борщевский, Н.М.Горшков, В.С.Зябрев, В.Ф.Ивашкевич, Н.Н.Подорожняк, Б.С.Розен, И.А.Станишевский, В.А.Трукшин, И.А.Ярош. В этот период было внедрено несколько десятков рационализаторских предложений и технических усовершенствований, способствующих эффективному применению системы.

По мере завершения послевоенного минного траления система "Координатор" привлекалась для гидрографического обеспечения многих других задач флота: промера на шельфе за пределами видимости береговых ориентиров; артиллерийских стрельб по береговым ненаблюдаемым целям; определения маневренных элементов кораблей; поиска подводных (донных) объектов и т.п.

Система "Координатор" обеспечивала дальность действия в светлое время суток до 200 км от наиболее удаленной станции, в ночное время дальность действия не превышала 80 км из-за влияния отраженных ионосферой сигналов, вызывающих резкие изменения отсчетов разности фаз, приводящие к потере счета фазовых циклов.

Во время обеспечения минного траления система "Координатор" преимущественно работала в варианте радиолага, задающая станция устанавливалась на головном тральщике ордера, который, как правило, не ставил трал, а шел ведущим. Остальные тральщики ордера удерживали свое место в строю по ведущему. При обеспечении артиллерийских стрельб, определении маневренных элементов и промера, система "Координатор" работала, как правило, в варианте “фазового зонда”.

СКП определения навигационного параметра составляли:

- в варианте “радиолага” 4–8 м;
- в варианте “фазового зонда” 7–16 м.
- СКП определения места составляли:
- в варианте “радиолага” 15–18 м;
- в варианте “фазового зонда” 40–90 м.

На длительных галсах (на промере, на минном тралении) обычно интервалы времени между последовательными отсчетами составляли 5–10 мин, а при определении маневренных элементов кораблей и при выходах на новый галс – 15–60 с. Однако при столь высоких, по тем временам, точностных характеристиках ФРНС "Координатор" не могла быть признана средством навигационного обеспечения, тем более в боевых условиях, по следующим причинам:

- необходимости привязки начальной точки и непрерывной работы всех станций системы в течение всего похода корабля;
- низкой устойчивости против радиопомех, в том числе от радиовещательных станций;
- существенного сокращения дальности действия и точности определения места в темное время суток.

Для превращения фазовых РНС в средство навигации кораблей, не требующее присутствия на борту гидрографов, требовалось:

* Автор статьи непосредственно участвовал в освоении ФРНС “Координатор” и разработке методических пособий. (Примечание редакции).

- обеспечить устранение многозначности фазовых измерений во всей зоне действия системы без привязки, т.е. в любой момент и в любой точке зоны действия системы;
- повысить устойчивость аппаратуры к естественным и техногенным радиопомехам, в частности, к преднамеренным помехам;
- с целью обеспечения круглосуточной работы системы исключить или хотя бы значительно ослабить мешающее влияние собственных сигналов, претерпевающих отражения в нижних слоях ионосферы с нарушением стабильности фазы.

Эти задачи следовало решить в дальнейшем развитии ФРНС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Новейшие исследования распространения радиоволн вдоль земной поверхности. Сборник статей под ред. Л.И.Мандельштама и Н.Д.Папалекси. – М.Л.: ОНТИ 1945. – 296 с.
2. Правила Гидрографической службы N 38. Использование системы "Координатор". – Б.М.:УНГС ВМФ, 1957.

ГИДРОАКУСТИЧЕСКИЕ НАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И СРЕДСТВА

К.А.ВИНОГРАДОВ,
И.А.НОВИКОВ

Освещается роль Гос.НИНГИ в развитии навигационных эхолотов, гидроакустических лагов и гидроакустических навигационных маячных систем.

К морским навигационным гидроакустическим системам и средствам относятся навигационные эхолоты, гидроакустические лаги и навигационные гидроакустические системы (НГС) с донными маяками-ответчиками и маяками, работающими по программе.

Навигационные эхолоты. К моменту образования Института (1939 г.) на вооружении ВМФ находился единственный эхолот ЭЛ, активным участником создания которого был первый начальник Института Н.И.Сигачев, награжденный за это орденом Красной Звезды. В это время в промышленности завершились разработки эхолотов ЭМС-2 (для надводных кораблей и судов), ЭМС-23 (для линкоров и крейсеров), несколько модификаций шлюпочного эхолота ЭМС-Ш, ШЭЛ-2, ШЭЛ-3, ШЕЛ-4 а также первого глубоководного навигационного эхолота ГЭЛ-1. К выполнению этих работ сразу же подключились сотрудники Института Л.В.Асафьев, И.М.Короткин, И.И.Федоров

Начавшаяся Великая Отечественная война прервала большинство из указанных разработок. Многие специалисты ушли на фронт, а оставшиеся после эвакуации Института в г.Катав-Ивановск основные силы направили на увеличение выпуска серийных изделий и вооружение ими кораблей и судов флота. Вместе с тем, продолжались работы по совершенствованию эхолотов. Тем не менее, именно в этот период специалистами гидрографической службы Северного флота на базе серийного эхолота ЭЛ был создан макетный образец малогабаритного эхолота, успешно выдержавший испытания в боевой обстановке на пл М-172 (командир Герой Советского Союза И.Л.Фисанович). С учетом результатов его испытаний был разработан и с 1943 г. начал серийно выпускаться эхолот НЭЛ-3, одним из активных участников создания которого был И.И.Федоров.

В послевоенные годы в Институте сразу же возобновились работы по дальнейшему совершенствование навигационных эхолотов. Они развивались по следующим направлениям:

- создание автоматического регистратора глубины (самописца) и новых типов индикаторов;
- совершенствование приемоизлучающих трактов эхолота (использование тонального излучения, узкополосных приемных трактов);
- поиск новых материалов для повышения эффективности антенн и др.

Большинство выполненных в начале 50-х годов НИР заканчивалось изготовлением экспериментальных образцов и натурными испытаниями последних. Некоторые работы проводились совместно с организациями АН СССР. Например, совместно с Институтом физики металлов была разработана новая технология изготовления никелевых пластин для приемных антенн эхолотов, что позволило повысить их чувствительность и, следовательно, увеличить измеряемые максимальные глубины.

Следует отметить, что полученные в ряде исследований Института рекомендации по совершенствованию эхолотов значительно опережали возможности отечественной промышленности. Так, например, необходимость использования в эхолотах пьезоэлектрических антенн была показана И.И.Федоровым и Д.Х.Шкловской в 1958 г., а реализовано это предложение лишь в 1969 г. (в эхолоте НЭЛ-10). Тем не менее проведенные исследования позволили создать такие совершенные для своего времени эхолоты, как НЭЛ-4 (1949 г.), НЭЛ-5 (1955 г.) и НЭЛ-6 (1959 г.). В проведении исследований по обоснованию разработки этих эхолотов и научно-техническом сопровождении ОКР их создания принимали активное участие сотрудники Института Л.В.Асафьев, В.А.Закасовский, И.М.Короткин, С.В.Панов, И.И.Федоров, Д.Х.Шкловская и др.

На основе полученных результатов по созданию достаточно точных для свого времени эхолотов сотрудниками Института Л.В.Асафьевым и И.М.Короткиным в 1956 г. была предложена принципиально новая эхолотная система – эхоледомер, состоящий из акустического канала измерения расстояния до нижней кромки льда и высокоточного глубиномера. По данной системе ими было получено более 10 авторских свидетельств на изобретения, которые реализованы в эхоледомерах, находящихся в эксплуатации и по сегодняшний день. Продолжением этих работ явились теоретические и экспериментальные исследования по обоснованию целесообразности создания двухчастотного гидроакустического эхоледомера, выполненные В.А.Закасовским, Р.В.Смирновой, И.И.Федоровым и др. в 1963 г. [1–6].

Новый этап развития эхолотов начался с обоснования возможности и целесообразности создания ряда унифицированных навигационных эхолотов. В результате после завершения соответствующей ОКР в 1979 г. было начато серийное производство унифицированных эхолотов ряда НЭЛ-М, состоящего из шести моделей, обеспечивающих потребности не только всех классов кораблей и судов ВМФ, но также и всех типов судов Минморфлота, Минрыбхоза и Минречфлота СССР. Активное участие в разработке и испытаниях этих эхолотов принимали Л.В.Асафьев, К.А.Виноградов, А.А.Иванов, И.М.Короткин, П.И.Малеев, И.И.Федоров и др. Отметим, что это был первый в практике отечественного морского приборостроения опыт разработки аппаратуры унифицированного ряда. Развитие данного направления было продолжено и в плане унификации навигационных и промерных эхолотов. В 1982 г. сотрудниками Института К.А.Виноградовым, И.Ф.Корниенко, В.В.Полозовым и В.В.Старожицким была обоснована концепция построения нового ряда многоцелевых однолучевых эхолотов для кораблей и судов всех классов. По результатам этой работы НИИ "Риф" (г.Бельцы, МССР) была задана прикладная НИР. Однако начавшиеся там же ОКР по созданию этого унифицированного ряда эхолотов в связи с распадом СССР была прекращена на начальном этапе разработки конструкторской документации. К сожалению, из-за отсутствия денег эта очень перспективная работа в России не возобновлена до сих пор. Именно поэтому Институт в 1993 г. активно включился в работы научно-производственного концерна "Промэлектроника" по созданию нового навигационного эхолота для надводных кораблей и судов. В апреле 1994 г., после проведения испытаний на Черноморском флоте, новый эхолот НЭЛ-20К был разрешен Российским морским регистром судоходства к использованию на судах. После проведения необходимых доработок эхолот НЭЛ-20К успешно выдержал государственные испытания и в

настоящее время готов к поставкам на корабли и суда ВМФ взамен эхолотов НЭЛ-М3Б, НЭЛ-М3А и НЭЛ-М4 [1–6].

К главным особенностям эхолота НЭЛ-20К можно отнести:

- оригинальную конструкцию антенны, позволяющую устанавливать ее через клинкетные задвижки диаметром 70 мм, что обеспечивает возможность ее замены без докования корабля;
- использование вместо самописца дисплея с твердотельной памятью, обеспечивающих регистрацию измеряемых глубин с привязкой к судовому времени за последние 3 ч работы эхолота (информация сохраняется в течение шести месяцев после снятия с эхолота электропитания).

Активное творческое участие в создании и испытаниях эхолота НЭЛ-20К приняли сотрудники Института В.В.Василенко, К.А.Виноградов, Б.А.Осюхин и Н.О.Тхоржевская.

Абсолютные лаги. Одним из важнейших навигационных параметров является абсолютная скорость корабля (скорость корабля относительно Земли). Информация об абсолютной скорости необходима как для решения чисто навигационной задачи счисления пути, так и для обеспечения нормального функционирования других корабельных систем. Долгое время возможность измерения абсолютной скорости корабля с требуемой точностью во всех районах Мирового океана оставалась проблематичной, несмотря на наличие отдельных предложений по использованию для этой цели магнитометров, гидроакустических и инерциальных средств.

Острота проблемы измерения абсолютной скорости возросла с появлением атомных пл с ракетным вооружением, для успешного применения которого необходимо высокоточное знание скорости корабля относительно Земли. Это и послужило толчком для начала планомерной работы в данном направлении.

Исследования, выполненные в Институте в 1957 г., показали перспективность использования для измерения абсолютной скорости гидроакустического излучения. На основе выработанных рекомендаций в 1958 г. ЦНИИ "Морфизприбор" начал работы по созданию гидроакустических абсолютных лагов (ГАЛ) при активном участии специалистов Гос.НИНГИ Ю.А.Виноградова, Б.С.Жукова, П.М.Нефедова, С.В.Панова. К началу 60-х годов завершился первый этап работ. Испытания макетного образца ГАЛ подтвердили его работоспособность и обоснованность выбранных технических решений. Первый отечественный гидроакустический доплеровский лаг ЛА-1 был принят на вооружение ВМФ в 1966 г. Следует отметить, что этот лаг не имел зарубежных аналогов и стал родоначальником принципиально нового класса навигационных приборов – низкочастотных гидроакустических лагов. На всех этапах разработки и испытаний первых ГАЛ со стороны Института участвовали Ю.А.Виноградов, О.Л.Грибанов, Б.С.Жуков, А.А.Мазепа, С.В.Панов и др. Особо следует отметить большой творческий вклад П.М.Нефедова.

Большой заслугой Гос.НИНГИ было то, что Институт с самого начала создания ГАЛ пристальное внимание уделял разработке специальных средств и методов метрологического обеспечения их испытаний. В 1968 г. с учетом опыта испытаний первых ГАЛ была разработана и издана методика их калибровки, включенная в "Руководство по использованию ГАЛ". Первоначально калибровка лага проводилась лишь с использованием теодолитных постов. С появлением более эффективного средства координирования – гидрографической радиодальномерной автоматизированной системы (ГРАС) – специалисты Института разработали новую методику калибровки ГАЛ. На основе проведенных исследований были изданы действующие по сегодняшний день “Правила штурманской службы N 48” (1976 г., О.Л.Грибанов, Б.С.Жуков, С.В.Ляцкий) и “Дополнение к ПШС-48” (1979 г., С.В.Ляцкий).

Однако большой объем вычислений, предусмотренный этими документами, требовал применения береговой ЭВМ, что не позволяло получать искомые параметры калибровки непосредственно на борту корабля и затягивало процесс калибровки. В связи с этим специалистами Института (В.Н.Бехтерева, В.Н.Кошкарев, Б.А.Осюхин) и ВВМУ им.М.В.Фрунзе (М.И.Зибров) в начале 80-х годов были разработаны упрощенные алгоритмы вычисления параметров калибровки и соответствующая программа для мини-ЭВМ "Электроника Д3-28". Использование этой программы позволило существенно сократить длительность корабельных испытаний ГАЛ. В настоящее время в ПШС на новые лаги ЛА-51, ЛА-52 и ЛА-53 предусмотрена обработка результатов калибровки на микрокалькуляторах или ПЭВМ (основные исполнители И.Ф.Корниенко, Б.А.Осюхин, А.В.Соколов).

Большой вклад внесли сотрудники Гос.НИНГИ в повышение эксплуатационных характеристик лагов, расширение их функциональных возможностей, исследование статистических характеристик выходной информации. В 1975 г. вышли в свет "Методические указания по использованию ГАЛ в режиме работы по сигналам от звукорассеивающих слоев воды" (О.Л.Грибанов, Г.В.Яковлев). В начале 80-х годов большую работу по анализу эффективности ГАЛ проделали В.Н.Ратьков и Ю.А.Стецун, обобщившие статистические данные о точности плавания по 34 дальним походам.

Проведенные в 70-80-х годах исследования по повышению точности измерения абсолютной скорости в широком диапазоне эксплуатационных условий охватывали три основные направления:

- поиск новых принципов построения измерителей абсолютной скорости;
- поиск новых путей повышения ТТХ лагов, действие которых основано на известных принципах;
- совершенствование метрологического обеспечения испытаний лагов.

Так, в 1976–1978 гг. изучались возможности применения новых физических принципов для создания измерителей абсолютной скорости на основе нестационарного эффекта Доплера, лазерного излучения, использования естественных полей Земли. За эту работу сотрудники Института К.А.Виноградов, Г.И.Емельянцев, А.Н.Илясов, И.Ф.Корниенко и Б.А.Осюхин были удостоены премии Ленинского Комсомола (1978).

Дальнейшее развитие данное направление получило в работах 80-х годов, где исследовались возможности использования для измерения скорости искусственно создаваемых физических полей (электромагнитного, магнитного, сейсмического и др.), а также последних достижений науки и техники. Эти работы позволили обосновать дальнюю перспективу развития абсолютных лагов, причем основной упор в них делался на поиск нетрадиционных, качественно новых подходов к решению стоящих задач. В 1983–1986 гг. была развита теория ГАЛ, систематизированы сведения о влиянии на его работу возмущающих воздействий, вскрыты неиспользованные информационные резервы лагов. На основе углубленных теоретических проработок оказалось возможным предложить качественно новые процедуры оценок навигационных параметров, использующие анализ микроструктуры эхосигналов, выявить неизвестные ранее механизмы формирования погрешностей и синтезировать технические решения по их компенсации, обосновать целесообразность создания унифицированного ряда ГАЛ. Результатом выполненных в Гос.НИНГИ исследований явилось развертывание в промышленности (НИИ "Риф", МССР) работ по созданию ГАЛ нового поколения.

В начале 90-х годов была завершена разработка лагов ЛА-51, ЛА-52 и ЛА-53, обладавших повышенными точностными и эксплуатационными характеристиками. Причем информационные возможности двух последних были значительно расширены за счет обеспечения измерений (помимо абсолютной и относительной скорости корабля) скорости и направления течений на различных горизонтах, глубины моря в точках падения на грунт акустических лучей лага и отстояния этих точек от антенной системы [1,2,5–7].

Несмотря на распад СССР и тяжелое экономическое положение работы по обоснованию путей дальнейшего совершенствования навигационных эхолотов и гидроакустических лагов в Институте не прекращаются и в настоящее время. К середине 90-х годов была обоснована концепция создания единых систем определения скорости и глубины под килем корабля. В целом ряде исследований показано, что создание подобных систем позволит:

- повысить точность и устойчивость выработки рассматриваемых навигационных параметров в широком диапазоне воздействия дестабилизирующих факторов за счет разработанной субоптимальной процедуры обработки информации, поступающей от датчиков;
- увеличить информативность за счет определения параметров среды (вертикальный профиль скорости течения, средний уклон грунта как по линии пути, так и на траверзных направлениях), опасной скорости сближения с грунтом и т.п.;
- существенно уменьшить массогабаритные характеристики;
- снизить стоимость систем в серийном производстве и эксплуатации.

Перечисленные исследования последних 10 лет выполнены сотрудниками Института А.С.Александровым, К.А.Виноградовым, С.В.Галкиным, И.Ф.Корниенко, Г.В.Король, В.Н.Кошкаревым, П.И.Малеевым, Б.А.Осюхиным, А.В.Соколовым.

Навигационные гидроакустические маячные системы. Работы по использованию гидроакустического поля в интересах навигации подводных объектов были развернуты в Институте с начала 50-х годов и первоначально были направлены на использование для определения места пл эффекта сверхдальнего распространения низкочастотных гидроакустических сигналов в подводном звуковом канале (ПЗК), открытого в те годы академиком Л.М.Бреховских.

Широко развернутые эксперименты по исследованию навигационной информативности ПЗК в Черном море и разработка мощных взрывных источников гидроакустических сигналов, включая специальные артиллерийские снаряды, подрывавшиеся на заданной глубине, позволили создать к 1956 г. на Черноморском флоте систему НГС-1, которая модернизируясь просуществовала до 80-х годов и обеспечивала не только навигацию пл, но и решала задачу связи с ними. Активными участниками экспериментов и разработки системы были сотрудники Института Б.В.Иванов, В.Д.Лодзинский, А.Г.Светлов, А.А, Сумбатов, Ш.Х.Махлис. В 1959 г. специалистами Гос.НИНГИ В.В.Дмитриевым, В.Д.Лодзинским, М.К.Писемским, А.А.Сумбатовым, А.В.Федотовым под руководством В.Т.Михеенко совместно с представителем УГС ВМФ А.Н.Вороновым проводились крупномасштабные испытания аналогичной системы в северо-западной части Тихого океана. Они подтвердили работоспособность системы на расстояниях до 2600 миль от излучателей, что позволило развернуть на ТОФ систему НГС-2.

Ввод в строй первых атомных пл, способных действовать подо льдом, потребовал обеспечения навигационной безопасность плавания их в Северном Ледовитом океане. В 1960 г. была проведена серия испытаний развернутой на Северном флоте. НГС-3. (Испытаниями на атомных пл руководил А.В.Федотов). Несмотря на относительно небольшую дальность действия этой системы, определявшуюся значительной шумностью первых отечественных атомных пл и сложной гидролого-акустической обстановкой в Арктическом бассейне, излучатели ее, развернутые в Гренландском море, обеспечили успешное завершение первого плавания подо льдом к Северному полюсу атомной пл "Ленинский Комсомол". Впоследствии излучатели НГС-3 обустраивались не только на кораблях обеспечения, но и на дрейфующих станциях СП-10 и СП-12, где работали сотрудники Института Б.В.Иванов, А.А.Сумбатов и др. Эти мероприятия способствовали безопасности подледной проводки первых подводных атомоходов с Северного на Тихоокеанский флот.

Совершенствование систем НГС-1, 2, 3 в течение последующих 20 лет заключалось не только в модернизации отдельных элементов, но и в разработке более эффективных методов эксплуатации с учетом реальных гидролого-акустических условий. За этот период предприятиями промышленности на основе выполненных в Гос.НИНГИ исследований были разработаны тональные маневренные и стационарные гидроакустические излучатели НПЗМ-300, ПЗМ-400, ПЗМ-400М, аппаратура синхронизации и управления излучателями МПУ-1, АПУ-6/62, УПА-84, корабельная приемная аппаратура МГ-17 и МГ-37. Авторами большинства новых технических решений, защищенных авторскими свидетельствами на изобретения и использованных при создании всех этих средств, являлись сотрудники Института Б.В.Иванов, Е.А.Иванов, И.М.Канинский, В.В.Конашенок, Г.И.Литвинов, И.А.Новиков, Н.К.Сайкин, А.Г.Светлов. Методические документы, обеспечившие успешную эксплуатацию систем, были разработаны в основном Е.А.Ивановым, С.В.Лихачевым, Н.К.Сайкиным, О.М.Сажневой, А.Я.Свердловым, А.В.Федотовым и др.

В конце 50-х годов были начаты также работы по обоснованию технических путей создания систем с маяками-ответчиками, обеспечивающих более высокую точность определения места. Первая система такого типа была разработана БЭМИ (г.Баку) при творческом участии начальника лаборатории Института Н.К.Сайкина и его сотрудников Б.В.Иванова, Е.А.Иванова, А.А.Сумбатова. Однако некоторые эксплуатационные недостатки использовавшегося в ее составе якорного маяка-ответчика ГМО-66 (малые глубины оборудуемых районов, недостаточная автономность, сложность и высокая стоимость) в сочетании с изменившимся подходом к функциональному назначению потребовали коренной переработки системы, что и было выполнено ЦНИИ "Морфизприбор". Созданная к 1972 г. НГС СНП-1 с донными маяками-ответчиками принципиально нового типа позволила производить оборудование любых районов Мирового океана для высокоточного определения места пл и длительное время являлась основным навигационным средством высокоточной коррекции места в подводном положении. Научно-техническое сопровождение работ по ней осуществлялось Б.В.Ивановым и Н.К.Сайкиным.

Задачи объективной оценки точностных и эксплуатационных характеристик системы необходимо было решать в беспрецедентных (в то время) в мировой практике условиях – на глубинах более 6000 м в открытом океане, что и было выполнено сотрудниками Института в тесном взаимодействии с офицерами гидрографических служб флотов и командирами гидрографических судов. В методическом обеспечении испытаний вместе с сотрудниками, сопровождавшими разработку, принимали участие Ю.Н.Базаров, Н.В.Суворов, А.В.Федотов и др.

Поскольку роль НГС с маяками-ответчиками была чрезвычайно велика, к ее внедрению на флоте постоянно привлекались наряду с ее создателями и другие специалисты Института, в том числе А.Д.Бокарев, Р.Н.Беркутов, С.В.Лихачев и многие другие. Они участвовали в переоборудовании и испытаниях первых судов-постановщиков донных маяков-ответчиков, а также в оборудовании этими маяками некоторых районов Мирового океана.

Параллельно с внедрением НГС СНП-1 для обеспечения подводных работ в океане была начата разработка еще одного ряда систем "Экватор". Ответственными за научно-техническое сопровождение по этому направлению были назначены Р.Н.Беркутов и Е.А.Иванов. В разработке технических решений, обеспечении испытаний, в том числе на глубоководных носителях, принимали участие А.Д.Бокарев и Г.М.Снегирев. Работа завершилась созданием трех НГС: СНП-10, СНП-20 и СНП-30. Первые две из них более 10 лет являлись основными навигационными системами, обеспечивающими поиско-обследовательские, аварийно-спасательные, геологоразведочные и другие подводные работы в океане.

Теоретические и экспериментальные работы по обоснованию путей создания, а затем и сопровождение разработки второго поколения НГС с донными маяками-ответчиками были начаты с середины 70-х годов. Самое активное участие в них принимали Р.Н.Беркутов, А.Д.Бокарев, Б.В.Иванов, Е.А.Иванов, И.М.Канинский,

С.В.Лихачев, Г.А.Смолин, Г.И.Снегирев, Г.М.Сперанский и А.В.Федотов. Всесторонние испытания первой системы второго поколения проводились при активной поддержке начальника ГС ТОФ Г.Ф.Баранова и главного штурмана СФ, а позднее начальника Института В.С.Макоды [1,2,8,9].

Наиболее существенный вклад в разработку руководящих документов по использованию новой системы на флоте внесли Е.А.Иванов, С.В.Лихачев, И.А.Новиков и Н.К.Сайкин. О важности и необходимости системы для навигационного обеспечения флота можно судить по тому, что ее серийное производство было начато непосредственно после завершения госиспытаний, за три года до принятия на вооружение.

Переход к созданию НГС с донными маяками-ответчиками третьего поколения, работы по которому идут в настоящее время, стал возможен благодаря теоретическим исследованиям, выполненным в 80-х годах сотрудниками Института Е.А.Ивановым, О.Б.Кузьмичевым, И.А.Новиковым.

Реализация последних достижений в области микроэлектроники и использование опыта предыдущих разработок позволило ЗАО "Аквамарин" в кратчайшие сроки создать маяк принципиально нового типа. Проведенные при участии сотрудников Института К.А.Виноградова и И.А.Новикова испытания маяка в натурных условиях показали, что он обладает необходимой универсальностью, обеспечивающей его эффективное использование в составе большинства существующих отечественных и зарубежных НГС, предназначенных как для решения задач, стоящих перед ВМФ, так и для решения проблем, возникающих при освоении Мирового океана в интересах народного хозяйства.

В заключение необходимо отметить, что сотрудники Гос.НИНГИ в ходе выполнения указанных работ, получили около 60 авторских свидетельств на изобретения, опубликовали ряд монографий [10–15] и около 150 статей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Болгурцев Б.Н., Грибанов О.Л., Ермоленко К.В. и др. История гидрографической службы Российского флота. Том 2. Гидрографическая служба Российского флота (1917–1996) – СПб.: ГУНиО МО РФ, 1997. – 483 с.
2. Болгурцев Б.Н., Грибанов О.Л., Корякин В.И., Попов Б.Г. История гидрографической службы Российского флота. Том 3. Хроника важнейших событий – СПб.: ГУНиО МО РФ, 1997. – 103 с.
3. Короткин И.М., Нефедов П.М., Тарасюк Ю.Ф. и др. 50 лет отечественному эхолотостроению// Записки по гидрографии. – 1987. –№ 217. – С.47–51.
4. Виноградов К.А., Грибанов О.Л. История развития измерителей глубины моря Записки по гидрографии. – 1993. – № 229.– С.85–91.
5. Кулик М.Ф. Развитие морских средств навигации// Записки по гидрографии. – 1997. – № 242.– С.56–59..
6. Виноградов К.А., Сковородников А.В. Современное состояние и перспективы развития отечественных и зарубежных измерителей скорости и глубины под килем. Аналитический обзор сост.– СПб.: Гос.НИНГИ МО РФ, 1998. – 34 с.
7. Федотов А.В. Развитие морской навигации в XX веке// Навигация и гидрография. – 1996. – № 3.– С.132–137.
8. Из истории отечественной гидроакустики. Сборник статей, очерков, воспоминаний. – СПб.: ЦНИИ "Морфизприбор", 1998. – 648 с.
9. Остроухов А.А., Комляков В.А., Монахов А.И. и др. Гидроакустические системы с маяками–ответчиками// Судостроительная промышленность. Серия: Общетехническая. – 1991. – Вып.34.– С.27–33.
10. Федоров И.И. Навигационные эхолоты. – М.: Транспорт, 1948. – 142 с.
11. Федоров И.И. Эхолоты и другие гидроакустические средства. – В кн.: Курс кораблевождения, т.5, кн.4. – Л.: УГС ВМФ, 1960. – 368 с.
12. Итенберг С.И., Дворников А.П., Балашков И.В. Лаги и автосчислители. – В кн.: Курс кораблевождения, т.5, кн.3. – Л.: УГС ВМФ, 1964. – 548 с.
13. Виноградов К.А., Кошкарев В.Н., Осюхин Б.А. и др. Судовые измерители скорости– Л. Судостроение, 1978. – 286 с.
14. Виноградов К.А., Кошкарев В.Н., Осюхин Б.А. и др. Судовые эхолоты– Л.: Судостроение, 1982. – 232 с.
15. Виноградов К.А., Кошкарев В.Н., Осюхин Б.А. и др. Абсолютные и относительные лаги – Л.: Судостроение, 1990. –264с.

ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ МЕТОДОВ КОМПЛЕКСНОЙ ОБРАБОТКИ НАВИГАЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИИ

В.Н.ФРАДКИН

Кратко описываются основные этапы эволюции методов обработки и представления навигационной информации. Отмечается роль Института и его сотрудников в разработке концепции и математических методов комплексной обработки разнородной навигационной информации, обеспечивающих повышение точности и надежности процесса навигации.

В современных условиях осуществление процесса навигации немыслимо без решения большого числа сложных логических и математических задач. Сам процесс навигации, включающий определение положения и параметров перемещения движущегося объекта в избранной системе координат, требует непрерывного решения задач сбора, обработки и представления потребителям необходимого объема навигационной информации. Таким образом, процесс навигации по своей сути является процессом информационным. Технические средства навигации являются лишь материальным воплощением идей, способов и методов добывания, обработки и представления необходимой навигационной информации.

Динамику развития процесса навигации в прошлом и обозримом будущем можно условно разделить на несколько этапов.

На первом этапе, с древнейших времен до середины прошедшей войны, усилия специалистов навигаторов были направлены на поиск новых способов получения информации об отдельных навигационных параметрах (курса, скорости). Счисление текущих координат места реализовывалось путем интегрирования значений курса и скорости с целью получения текущих координат места объекта. Данные о внешней среде (течения) получались из справочных пособий. Средством отображения навигационной информации служила морская карта. Погрешности счисления, как правило, значительно превосходили погрешности обсерваций. Поэтому объединение информации о счислимых и обсервованных данных не имело ни физического ни математического смысла и потребности в разработке методов комплексной обработки информации не существовало. Следует, однако, отметить, что на последних этапах начального периода все же существовали способы и методы совместной обработки информации от отдельных измерительных средств, погрешности которых были одного порядка. К таким можно, например, отнести обобщенный метод линий положений В.А.Каврайского.

Второй этап в развитии методов и способов обработки информации характеризовался поиском путей объединения информации от нескольких однотипных или разнотипных источников (датчиков), содержащих сведения об одноименном параметре или измерении. Этому способствовало бурное развитие технических средств навигации, основанных на различных физических принципах. Среди средств курсоуказания появились гироскопические системы, среди средств измерения скорости – различные типы лагов. Интенсивно развивались средства коррекции навигационных параметров, основанные на радиотехническом, электромагнитном, гидроакустическом и других физических принципах измерений. Астрономический способ определения места перестал быть единственно возможным вне видимости берегов. Идеи комплексной обработки информации витали в воздухе, был известен ряд интересных теоретических разработок по приложению классических математических методов к решению задач обработки навигационной информации. Практическое внедрение таких разработок было невозможным, т.к. в этот период не было средств вычислительной техники, обладающих требуемым объемом памяти и быстродействием.

Этот этап был непродолжительным и по своей сущности являлся переходным, но имел очень важное значение. В его рамках был получен задел по переходу к современным методам комплексной обработки навигационной информации, выполнен большой объем работ по обоснованию методов обработки информации перспективных

навигационных систем и комплексов. Особо интенсивно эти работы начали проводится с 1964 г., после восстановления Института, как самостоятельного научного учреждения ВМФ.

Над успешным решение проблем математического обеспечения навигационных систем и комплексов трудились многие научные коллективы под руководством А.И.Баранова, Р.Н.Беркутова, В.П.Васильева, А.Г.Герболинского, Г.Г.Данилина, В.П.Заколодяжного, Н.Н.Ломасова, В.А.Монтелли, Г.А.Смолина, Е.Ф.Суворова, А.В.Федотова, А.В.Фокина, В.А.Фуфаева. Большое внимание этим вопросам уделяли начальник Института Ю.И.Максюта и его заместитель В.Д.Теплов. Особо следует отметить большой личный вклад в этот период в развитие методов математической обработки навигационной информации сотрудников института Е.А.Ананченко, К.А.Виноградова, М.А.Казанкова, Г.С.Кочнева, М.А.Куражева, И.А.Кукулевского, Б.А.Осюхина, П.П.Скородумова, А.А.Сорокина, Суспицина Е.Н., И.И.Тузова.

Переход к третьему этапу развития методов математической обработки навигационной информации на рубеже 60-х годов был подлинно революционным. Появление инерциальных навигационных систем и средств цифровой вычислительной техники, появление и быстрое развитие спутниковых навигационных систем привели к небывалому совершенствованию как самих методов навигации, так и методов математической обработки навигационной информации. Появились новые возможности в реализации счисления. Наряду с классическим интегральным счислением получили право на существование и быстро завоевали главенствующее положение методы инерциальной навигации и обсервационное счисление. Навигационная информация стала настолько разнообразной, что остро встал вопрос о необходимости ее комплексной обработки с целью получения оптимальных решений.

Еще в конце 50-х – начале 60-х годов появились первые навигационные комплексы (НК), но они строились по аналоговому принципу и с информационной точки зрения по существу не были комплексами. Положение изменилось в конце 60-х – начале 70-х годов с внедрением цифровой обработки информации. Нужны были организационные и технические решения для обеспечения своевременного и качественного выполнения научных исследований в области комплексной обработки навигационной информации и внедрения результатов этих работ в практику навигационного приборостроения. В промышленности под руководством талантливых специалистов В.В.Васильева, С.П.Дмитриева, О.В.Кищенкова, В.Г.Пешехонова, Б.С.Ривкина, А.П.Сапожникова и многих других над этими проблемами работали крупные коллективы ученых и конструкторов. Необходимо было координировать усилия специалистов промышленности, сформировать и проводить в жизнь единую техническую политику в области комплексной обработки навигационной информации. С этой целью в 1971 г. в Институте была сформирована лаборатория математического обеспечения НК под руководством М.А.Куражева, в которой были сосредоточены все специалисты, работавшие над этими вопросами. Но комплексников среди них оказалось всего двое – М.А.Казанков и М.А.Куражев. Было ясно, что с такой большой проблемой при столь малом числе специалистов быстро не справиться. В этих условиях руководством Института было принято единственное правильное решение – привлечь к работам по математическому обеспечению НК широкий круг специалистов предприятий навигационного приборостроения и МинВУЗа. В короткие сроки были выданы технические задания и начались поиски и разработки новых методов комплексной обработки навигационной информации. Главным недостатком этих работ было то, что каждая организация промышленности разрабатывала методы математической обработки информации применительно к нуждам своих технических средств, единой идеологии в этом вопросе не существовало. Среди организаций МинВУЗа хорошие результаты показала лишь группа специалистов Сибирского физико-технического института (СФТИ, г.Томск) под руководством В.В. Поддубного, которая в течении нескольких лет выполняла работы по заданиям Института. Одновременно проводились исследования в области математической обработки информации и отделах Гос.НИНГИ.

В связи со сложностью рассматриваемых вопросов в структуре Института был сформирован специальный отдел математического обеспечения спутниковых навигационных систем, идейным вдохновителем создания которого был Ю.С.Дубинко, а после формирования самостоятельного отдела его возглавил В.А.Пыленков.

Вопросы развития методов математического обеспечения НК были тесно связаны с развитием принципов аппаратурного комплексирования. После выполнения ряда научных исследований, по согласованию между организациями ВМФ и промышленности, в качестве основного был принят модульный принцип построения НК. Однако при его внедрении возникло большое число проблемных вопросов, которые не имели простых решений. Поэтому в 1976 г. в Институте был сформирован отдел математического обеспечения НК, который должен был сформулировать принципы технической политики в области комплексной обработки навигационной информации и обеспечить внедрение их в практику построения НК. На мою долю выпала честь быть первым и единственным начальником этого отдела. Отдел формировался на базе лаборатории М.А.Куражева, но к моменту образования отдела в ней уже не осталось ни одного специалиста в области комплексной обработки навигационной информации. Все нужно было начинать с нуля. Огромную помощь и поддержку в организации работы отдела оказал А.В.Федотов, который был в то время заместителем начальника, а с 1978 г. стал начальником Института. На ряд должностей были назначены выпускники ВМА и ВСОК ВМФ, имеющие хорошую математическую подготовку, были также призваны из запаса молодые выпускники ленинградских ВУЗов, часть специалистов ранее работали в гражданских учреждениях. Это был очень разношерстный коллектив. Объединяло их только то, что все они хорошо разбирались в общих вопросах математики. Большинство сотрудников отдела имели смутные представления о навигации вообще и о НК в частности. Нужна была интенсивная учеба и, в то же время, необходимо было обеспечить проведение работ, перешедших к отделу из лаборатории М.А.Куражева. Это были очень трудные времена, но коллектив с задачей справился.

К моменту формирования отдела СФТИ заканчивал разработку и анализ математических моделей всех видов датчиков навигационной информации, а также оценку возможности использования в комплексной обработке навигационной информации самых передовых математических методов. Эта работа дала возможность наметить пути дальнейших исследований. К 1980 г. отдел смог взяться за выполнение первой самостоятельной НИР, направленной на обоснование принципов технической политики в области методов комплексной обработки навигационной информации. Самой большой трудностью при проведении этой работы оказалось согласование принципов построения системы комплексной обработки информации с принципами технического построения НК. Дело в том, что принятый в качестве основного модульный принцип построения НК не позволял создать унифицированный модуль комплексной обработки информации (КОИ), который можно было бы, как составной "кирпичик" включать в состав любой технической структуры НК. Из-за модуля КОИ нарушалась стройная идея создания базового набора модулей.

С другой стороны основной объем навигационной информации получался и обрабатывался в модулях инерциальных систем. Было неясно, где же воплотить комплексное объединение информации – в инерциальных системах, или в модулях КОИ. Неясно было где и как обрабатывать информацию от различных модулей коррекции (спутниковых, радионавигационных, гидроакустических и других). Здесь следует отметить, что большой вклад в решение этого проблемного вопроса внесла группа молодых специалистов в области инерциальной навигации, работавших сначала под руководством В.А.Каракашева, а затем Г.И.Емельянцева. В 1981 г. работа по обоснованию принципов построения математического обеспечения КОИ НК была закончена. В ней обосновывалась целесообразность раздельного рассмотрения информационной и технической структур НК и содержались предложения по информационному построению отдельных измерительных модулей и модуля КОИ НК.

В последующих работах Института, выполненных в период с 1981 по 1987 г., были обоснованы принципы разработки и внедрения адаптивных методов обработки на-

вигационной информации, намечены пути и принципы идентификации модулей погрешностей навигационных измерителей, совместно со специалистами промышленности созданы первые нормативные документы, отражающие порядок разработки, внедрения и корректировки математического обеспечения НК, исследованы принципы комплексной обработки информации о различных физических полях Земли. В этих работах под руководством В.А.Винклера успешно трудились А.П.Васильев и И.Л.Тютин.

Решались также отдельные частные вопросы, касающиеся построения системы КОИ НК. Отдел принимал активное участие в научно-техническом сопровождении работ в промышленности по вопросам построения КОИ НК, в ходе которых был сделан ряд предложений по совершенствованию методов обработки информации, которые были приняты промышленностью к реализации. Наиболее активно в отделе работали В.М.Бегунов, А.В.Ермолаев, В.А.Ренев, И.Л.Тютин, А.В.Филиппов, Ю.Н.Яковлев.

В период существования отдела, по решению начальника Института, в нем были сформированы специальные группы по разработке вопросов построения специализированных ЭВМ в НК (руководитель В.А.Ренев), решения задач НГО в АСУ ВМФ на базе единого информационного поля (руководитель В.М.Бегунов) и АСУ тылом ВМФ (Ю.Н.Яковлев). Эти направления затем были выделены в отдельные подразделения.

Коллектив отдела стал хорошей школой подготовки научных кадров. Регулярно проводились занятия по методологии научных исследований, по специальным вопросам КОИ НК, а также по общим проблемам навигации и организации научно-технического сопровождения работ в промышленности. Особо следует отметить большую организаторскую и научную деятельность В.А.Винклера, который являлся заместителем начальника отдела, а в последующем стал первым ученым секретарем созданного в Институте докторского диссертационного Совета. Сотрудники отдела А.П.Васильев, В.А.Винклер, А.В.Ермолаев успешно защитили кандидатские диссертации по тематике отдела. Большое внимание вопросам построения систем КОИ НК уделял начальник ГУНиО МО А.И.Рассохо. Начальник отдела делал доклады на Ученом Совете ГУНиО не менее 2-х раз в год. По заданию А.И.Рассохо были сформулированы основные нерешенные проблемы КОИ НК и составлены перспективные 5 и 15-летние планы разработки этих проблем.

К сожалению, этим планам не суждено было сбыться. При очередной реорганизации Института отдел был расформирован. Многие сотрудники уволились из Института, другие были назначены в различные подразделения. Хорошо отработанный коллектив прекратил свое существование.

Следует отметить, что подавляющее большинство сотрудников отдела хорошо владело техникой работы на универсальных ЭВМ, успешно решало исследовательские задачи методами математического моделированием на ЭВМ. Об уровне квалификации говорит тот факт, что большинство из них устроились на работу в вычислительные центры на должности, вплоть до начальников. Остается надеяться, что при возрождении и реформировании флота, в новых условиях, когда обязательно возникнут проблемы КОИ НК, это важное перспективное направление вновь возродится и продолжит начатые в 70–80-х годах работы.

РАЗВИТИЕ НАВИГАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ КОРАБЛЕЙ ВМФ

А.В.ЛАВРЕНТЬЕВ,
А.В.МАЙГОВ,
В.А.ТИТЛЯНОВ,
С.В.ЯЦЕНКО

Кратко излагается история развития навигационных комплексов надводных кораблей и пл. Анализируются предпосылки их создания, как средств обеспечения корабельного вооружения навигационной информацией, оцениваются преимущества комплексирования. Отмечается вклад в создание комплексов ученых и производственников. Рассмотрена роль Института в формулировании задач и разработке требований к навигационному вооружению кораблей различных классов

Прообразом навигационного комплекса можно считать созданный в 1950 г. по заданию Гос.НИНГИ автопрокладчик “Путь-1”. Он устанавливался на эскадренных миноносцах проекта 30 бис и крейсерах проекта 68. В автопрокладчик транслировались значения курса от компаса и пройденное расстояние от лага, по которым, с учетом начальных координат, вырабатывались и автоматически отображались на морской карте счислимые координаты места корабля. За большой творческий вклад в эту разработку начальник Института Ю.А.Ладинский был удостоен Государственной премии.

С появлением автопрокладчиков и авторулевых встал вопрос о необходимости автоматического обмена информацией между несколькими приборами. Тем не менее на начальном этапе идеи комплексирования технических средств навигации не получили должного развития, поскольку острой необходимости в них еще не ощущалось. Как задачи обеспечения навигационной безопасности плавания, так и задачи навигационного обеспечения оружия успешно решались штурманами с использованием отдельных, не связанных между собой навигационных приборов.

Качественный скачок в развитии навигационного вооружения произошел только в 50-е годы. Причиной тому послужили два главных фактора. Первый из них – создание стратегического морского оружия – баллистических ракет морского базирования, требовавших существенного повышения точности выработки навигационных данных. Второй – появление нового класса кораблей – атомных пл и активное освоение ими Арктического бассейна, когда при длительном подледном плавании успех выполнения поставленной задачи существенно зависел от точности навигационных данных. В результате именно в рассматриваемый период резко повысилась роль навигационно-гидрографического обеспечения (НГО) ВМФ, его влияния на эффективность использования оружия и действий флота. Не случайно именно тогда НГО был придан статус одного из видов боевого обеспечения и четко сформировалось направление дальнейшего развития корабельных технических средств навигации, как ***создание комплексов вооружения и техники***. Научно обоснованная программа по их разработке легла в основу Постановления Совета Министров СССР “О разработке морского оружия и техники”, принятого в 1954 г.

Для первой атомной пл “Ленинский Комсомол” в середине 50-х годов по заданию Института одним из московских НИИ был разработан навигационный комплекс (НК) “Плутон”. В его состав входили два апериодических гирокомпаса “Маяк”, гироазимутгоризонт “Сатурн”, ртутный относительный лаг и автопрокладчик. Комплекс решал задачу счисления и отображения места на морской карте в широтах до 80° и транслировал потребителям навигационные параметры (курс, скорость, географические координаты) в аналоговом виде. Научно-техническое сопровождение разработки комплекса, а также его испытания осуществляли сотрудники Института В.К.Бобышев, В.Д.Теплов, А.М.Червяков, М.Ф.Юрьев и др. Для обеспечения первого в истории российского флота похода на Северный полюс в 1962 г. на апл “Ленинский Комсомол” был дополнительно установлен НК “Сила-Н”. За успешное выполнение задач похода руководитель его научной группы от

Гос.НИНГИ А.В.Федотов и один из активных ее участников В.А.Монтелли наряду с представителями промышленности были награждены орденами.

НК “Плутон” положил начало, так называемому, первому поколению комплексов, отличительными особенностями которых являлось то, что все они были построены на аналоговых элементах, а комплексная обработка информации в той или иной мере была реализована только в системах курсоуказания. Наиболее массовым комплексом этого поколения являлся принятый на вооружение в 1965 г. НК “Сигма”. В нем впервые был реализован способ навигационного обеспечения плавания в приполюсных районах с использованием квазигеографической системы координат, предложенной учеными Института В.А.Климонтовичем, А.П.Князевым и В.Д.Шандабыловым. В испытаниях и освоениии НК “Сигма”, разработке руководящих документов по его использованию принимали участие специалисты Гос.НИНГИ В.В.Владимиров, В.И.Дмитриев, В.Н.Дукальский, К.С.Захаров, Н.К.Игнатов, В.А.Монтелли, А.Н.Мотрохов, Л.К.Овчинников, А.Н.Политаев, В.Д.Теплов, И.И.Тузов, А.В.Федотов, В.Н.Фрадкин, М.Ф.Юрьев. Двое из них (А.Н.Мотрохов и Л.И.Овчинников) были удостоены правительственных наград.

Навигационные комплексы первого поколения позволили успешно решить задачи навигационного обеспечения плавания и использования оружия во всех широтах Мирового океана. Однако они обладали рядом существенных недостатков, к числу которых в первую очередь можно отнести следующие:

1. Зависимость точности выработки навигационных параметров от маневрирования корабля. В определенных условиях требовалось иметь постоянный курс, скорость и глубину.

2. Снижение точности гирокомпасов при плавании в высоких широтах.

3. Большое количество ручных операций и расчетов при обработке навигационной информации.

Для устранения этих недостатков нужны были более совершенные системы навигационного обеспечения. Кроме того, появление в 70-х годах баллистических ракет увеличенной дальности стрельбы повысило требования к точности выработки навигационных данных, что послужило основной причиной разработки НК второго поколения. Их основу составили инерциальные навигационные системы (ИНС). В качестве средств обработки информации в состав НК были введены ЦВМ и впервые осуществлена комплексная обработка выходной информации практически всех систем (за исключением отдельных радионавигационных приемоиндикаторов).

Первый НК второго поколения – навигационный комплекс стратегического оружия (НКСО) “Тобол” – был разработан ЦНИИ “Дельфин”. Его созданию предшествовала большая научно-исследовательская и экспериментальная работа, выполненная Гос.НИНГИ и ЦНИИ “Дельфин” совместно с организациями АН. Результаты подтвердили принципиальную возможность построения морского НК на базе ИНС. Руководил разработкой комплекса О.В.Кищенков – опытный инженер-конструктор. Следует отметить его замечательные черты – смелость в решении сложных технических проблем и внимательное отношение к критическим замечаниям специалистов Гос.НИНГИ. Активное участие в этих работах от Института принимали А.П.Бурсевич, В.А.Монтелли, Ю.А.Стецун, В.Д.Теплов, В.Н.Фрадкин, В.Д.Шандабылов. Всесторонние испытания НК “Тобол” показали его высокую эффективность и несомненные преимущества перед аналоговыми НК. В 1972 г. НК “Тобол” был принят на вооружение. Благодаря ему удалось снизить погрешности курсоуказания в 15 раз.

В последующем, с 1970 по 1985 г., ЦНИИ “Дельфин” разработал несколько модификаций НКСО, постепенно совершенствуя их структуру и повышая точность выработки навигационных данных. За разработку, испытания и освоение НК типа “Тобол” Л.К.Овчинников был удостоен звания лауреата Государственной премии, а сотрудники Института С.Н.Долгих, А.Ю.Морозов, В.Н.Фрадкин, Ю.Н.Пленицин, Б.И.Подорожный и В.В.Понкрашев награждены орденами.

Для многоцелевых пл ЦНИИ “Электроприбор” разработал НК “Сож“ и свой вариант НК второго поколения – АНК (автоматизированный НК) “Медведица”. От НКСО его отличали несколько иная структура построения, другой тип использования ИНС, более совершенная элементная база вычислительной техники и включение в контур комплексной обработки информации практически всех навигационных датчиков. Этот НК был принят на вооружение ВМФ в 1984 г. Научно-техническое сопровождение работ по нему от Института осуществлял В.П.Янюшихин.

В конце 70-х годов началась разработка НК для надводных кораблей. В сущности, они создавались как модификации аналогичных комплексов пл, но с учетом особенностей эксплуатации на надводных кораблях. Сначала в качестве НК надводных кораблей стал использоваться лодочный комплекс “Сож”. Первый образец его был установлен на корабле контрольно-измерительного комплекса (КИК) “Космонавт Владимир Комаров”. В состав этого НК, получившего шифр “Сож-595”, были дополнительно включены радиоастронавигационный секстан “Сури-595”, комплексная контрольно-измерительная аппаратура “Контроль-595”, а ряд приборов и систем были доработаны с учетом особенностей эксплуатации корабля. В начале 80-х годов для вооружения кораблей того же класса “Академик Королев” и “Космонавт Юрий Гагарин” на базе НК “Сож” были разработаны более совершенные комплексы “Альтаир” и “Антарес”.

Активное участие в работах по созданию всех этих НК, разработке целого ряда новых методов и способов их использования от Института принимали: В.В.Блинов, С.Н.Долгих, К.С.Захаров М.А.Куражев, В.И.Корякин, В.А. Монтелли, А.А.Тихомиров, В.А.Шевченко, М.Ф.Юрьев, Е.П.Янюшкин.

Среди наиболее важных разработок НК для надводных кораблей, выполненных под эгидой Гос.НИНГИ, необходимо отметить НК “Андромеда-1101” для ТКР “Киров”, в сжатые сроки созданный на базе лодочного НК “Медведица”. Главным наблюдающим по нему от Института выступал В.И.Горчаков. В испытаниях и освоении активное участие принимали В.П.Васильев, Л.А.Зайцев, Э.С.Моисеев и Ю.Г.Николаев.

Навигационное обеспечение пл и надводных кораблей существенно различается по условиям работы технических средств, характеру маневрирования кораблей и возможностям использования средств коррекции. Поэтому необходимо признать, что создание навигационного вооружения надводных кораблей на базе НК пл было вынужденной мерой, обусловленной сроками строительства надводных кораблей и ограниченными возможностями промышленности.

Разработка НК специально для надводных кораблей началась в 70-х годах на бакинском НПО “Норд”. Первый образец такого комплекса под названием “Салгир” был установлен в 1978 г. на ТАКР “Киев”. На базе этого комплекса была разработана его модификация “Салгир-У” для вооружения ракетных крейсеров типа “Слава” и НИС проекта 1924. Большой вклад в создание и испытания этих НК внесли сотрудники Института В.И.Аверенко, С.Н.Бобров, А.Г.Быковцев, В.П.Васильев, В.И.Гаранин, В.И.Горчаков, М.А.Куратев, Э.С.Моисеев, В.Н.Самсоненко, Ю.А. Стецун, А.А.Тихомиров.

В начале 80-х годов на НПО “Норд” был создан базовый автоматизированный НК надводных кораблей “Бейсур”. По своей архитектуре он относился к комплексам второго поколения. Его основной отличительной особенностью являлся хорошо развитый модульный принцип построения, что позволило практически без больших затрат модифицировать базовый вариант для кораблей разных классов. Полная комплектация предназначалась для вооружения авианесущих, ракетно-артиллерийских и противолодочных кораблей 1 ранга; сокращенная – для противолодочных и минно-тральных кораблей 2–3 ранга; малая– для ракетных и противолодочных катеров. От лица Института в создании и освоении данного комплекса на флотах участвовали С.Н.Бобров, В.П.Васильев, Б.М.Кононенко, Э.С.Моисеев, В.М.Силантьев.

В процессе эксплуатации НК второго поколения показали высокую техническую надежность и эффективность. Оснащенные этими комплексами корабли ВМФ могли решать боевые задачи практически в любой точке Мирового океана. Однако развитие ракетного оружия и постоянное повышение требований к скрытности пл обусловили

необходимость создания более эффективных автономных технических средств навигации. Требования к точности выработки навигационных параметров и времени их хранения возросли в несколько раз. Предполагалась практически непрерывная готовность к ракетной стрельбе (при нахождении пл как в базе, так и в море, в подводном и надводном положениях). Кроме обычных навигационных данных требовалось выдавать динамические и геодезические параметры (уклонение отвесной линии, ускорение силы тяжести).

Все это значительно усложнило связи навигационного и ракетного комплексов и послужило причиной создания НК третьего поколения. Отличительными особенностями их стали: наличие лазерных или гироскопических корректоров инерциальных систем (что в сущности позволяет говорить о новом типе ИНС); более совершенная элементная база и алгоритмы обработки информации, построенные на основе фильтра Калмана; а также повышенный уровень автоматизации и контроля входящих в состав комплекса подсистем.

Навигационные комплексы третьего поколения были разработаны практически одновременно в ЦНИИ “Электроприбор” – НК “Симфония – и в ЦНИИ “Дельфин” – НК “Шлюз” и принятые на вооружение ВМФ в 1983 и 1984 г. соответственно. Они предназначались для ракетных подводных крейсеров стратегического назначения. Принципиальные отличия этих НК от ранее разработанных:

- более высокая точность вырабатываемых навигационных и динамических параметров;
- более совершенное математическое обеспечение комплексной обработки поступающей от разнородных источников навигационной информации, построенное на использовании теории вероятности и математической статистики, а также теории оптимальной фильтрации и случайных процессов;
- определение координат места по геофизическим полям и ряд др.

В испытаниях и освоении НК “Шлюз” принимали участие С.П.Алексеев, В.Г.Дзюба, С.Ю.Дорошенко, В.И.Иванов, И.В.Капустин, А.А.Нестеров, Ю.И.Пленицын, Д.В.Теплов и другие. В создании, испытаниях и освоении НК “Симфония” участвовали А.Н.Евдокимов, Г.И.Емельянцев, М.Ф.Кулик, В.С.Макода, И.Н.Москвичев, В.В.Петухов, А.Н.Солощев, В.А.Титлянов, И.И.Тузов, А.В.Федотов, В.Н.Фрадкин и многие другие. При этом И.И. Тузов был удостоен звания лауреата Государственной премии, а 14 сотрудников Института награждены орденами и медалями. В дальнейшем на основе НК “Симфония” для многоцелевых атомных пл был разработан НК “Симфония-У” (УНК-90), а для надводных кораблей, требующих высокую точность курсоуказания, – НК “Андромеда”. В испытаниях и освоении этих комплексов принимали активное участие А.П.Веселкин, А.В.Ермолаев, Ю.А.Казбон, Г.Д.Карманов, М.В.Кузнецов, М.А.Куражов, Э.С.Моисеев, В.А.Монтелли, А.А.Нестеров, В.В.Петухов, В.А.Титлянов.

До последнего времени тенденции развития НК определялись, в основном, требованиями ракетного оружия. Однако современные представления о характере действий ВМФ обуславливают необходимость унификации штурманского вооружения кораблей всех классов. А поскольку требования к точности выработки навигационных данных и информационной автономности для кораблей разных классов различны, то в настоящее время в разработках НК четвертого поколения наметились три основных направления:

1. Создание относительно простых и дешевых НК сравнительно низкой точности для малых кораблей.
2. Разработка комплексов средней точности для кораблей 2–3 рангов.
3. Разработка сложных, дорогих комплексов высокой точности, позволяющих производить длительную автономную выработку навигационных параметров для обеспечения стратегического оружия (основу этих комплексов составят прецизионные автономные навигационные системы) для ракетных боевых кораблей I ранга.

СОЗДАНИЕ И ДАЛЬНЕЙШЕЕ РАЗВИТИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ КОРАБЕЛЬНЫХ ИНЕРЦИАЛЬНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Г.И.ЕМЕЛЬЯНЦЕВ,
Г.А.ЛЕВИТ

Приводится исторический очерк основных этапов создания отечественных корабельных инерциальных навигационных систем. Отмечен вклад сотрудников Института в разработку и совершенствование ИНС. Прогнозируются пути их дальнейшего развития, в частности, на базе создания интегрированных систем ориентации и навигации с использованием бесплатформенных инерциальных модулей, спутниковой приемной аппаратуры и модуля электронной карты.

Инерциальные навигационные системы (ИНС) стали в настоящее время обычным видом навигационного оборудования, обеспечивающим использование корабельного оружия и высокую точность кораблевождения, в том числе и в полярных широтах. Но еще несколько десятилетий назад некоторые авторитетные специалисты в области морского приборостроения категорически отрицали возможность создания не только ИНС, но и других автономных измерителей скорости и пройденного расстояния относительно Земли с приемлемыми характеристиками. Однако развернувшееся проектирование и строительство подводных лодок с атомными энергетическими установками и оснащение их ракетным оружием стратегического назначения обусловили необходимость достижения нового, существенно более высокого, уровня точности выработки навигационных и динамических параметров без ущерба для скрытности в любых широтах на длительных интервалах времени.

Стало очевидным, что имеющиеся автономные средства (относительные лаги, гирокомпасы, гироазимуты, гировертикали) не могут обеспечить решение этой проблемы. Возникла необходимость создания принципиально новых измерителей параметров движения корабля относительно Земли.

Поиск рациональных путей создания "абсолютного" измерителя скорости и существенного повышения точности выработки курса, выполненный в Институте (Е.А.Ананченко, В.А.Каракашев, Г.А.Левит, 1957 г.), показал перспективность разработки ИНС и гидроакустического лага (ГАЛ), что послужило импульсом к развертыванию работ в этих направлениях.

Дальнейшие теоретические работы Института в области морских ИНС определили основные задачи, подлежащие решению: развитие теории ИНС, разработка основных чувствительных элементов с соответствующими точностными и надежностными характеристиками, обеспечение возможности использования цифровой вычислительной техники в контурах управления гироскопическими приборами. При этом наиболее остро стоял вопрос о гироскопах. Точностные параметры существовавших в то время поплавковых гироскопов, а также шаровых гироскопов с аэродинамическим и аэростатическим подвесами ротора были на один-два порядка ниже требуемых.

Попытки сотрудников Института обеспечить в промышленности необходимый фронт работ по созданию ИНС для ВМФ в течении ряда лет успеха не имели, что объясняется сложностью подлежавших решению технических проблем, отсутствием необходимой элементной базы, недостаточным теоретическим заделом и рядом обстоятельств субъективного характера. Поэтому, когда в мае 1960 г. по инициативе И.Д.Блюмина коллективы НИИ-944 и завода 706 МСП предложили разработать и испытать в натурных условиях корабельный комплекс инерциальной навигации (КИН) на базе ракетного автоштурмана, эта идея получила всестороннюю поддержку Института и Управления Гидрографической службы ВМФ.

Предполагалось экспериментально проверить ряд теоретических положений о временной и широтной зависимостях погрешностей КИН, об эксплуатационных свойствах поплавковых приборов в морских условиях, накопить опыт монтажа и начальной выставки ИНС на корабле, а также оценить возможность использования различных

средств определения поправок к выходным навигационным параметрам.

Комплекс инерциальной навигации состоял из трех одинаковых ИНС с гиростабилизированными платформами (ГСП) на управляемых гироскопах и предназначался для выработки координат местоположения и курса в высоких широтах. В системах предусматривался ввод сигналов на датчики момента гироскопов для компенсации влияния угловой скорости вращения Земли. В качестве основных элементов использовались двухстепенные поплавковые гироскопы КИ99-6А и поплавковые двойные интеграторы линейных ускорений КИ99-7А. Для уменьшения погрешностей, связанных с изменением положения гироскопов относительно гравитационного поля Земли, каждая ИНС была ориентирована таким образом, чтобы в средней точке предстоящего маршрута (точке "ложного полюса") ГСП моделировали плоскость горизонта, а во всем остальном районе плавания их негоризонтальность не превышала 10°. Цифровые вычислительно-управляющие машины, как отмечалось, в те годы еще не получили достаточного развития. Максимальная простота аналогового счетнорешающего устройства была обеспечена схемным решением и выбором меридианального маршрута. Переход от координат КИН к географическим и обратно осуществлялся с помощью специального планшета, созданного в кратчайшие сроки совместными усилиями подразделения абсолютных измерителей скорости Института и ЦКП ВМФ.

Мореходные испытания были проведены в период с 26 по 31 октября 1961 г. в диапазоне широт 69–80°. Плавание осуществлялось генеральным курсом Nord до кромки льдов и в обратном направлении со скоростью 18–20 уз.

Принимая во внимание характеристики основных чувствительных элементов, использование внутреннего демпфирования шулеровских колебаний и отсутствие демпфирования суточного контура, а также неучет скорости корабля в сигналах управления ГСП и ряда других воздействий, высокие точностные параметры не могли быть достигнуты. Однако проведенные испытания имели определенные положительные результаты. В частности, были подтверждены возможность построения морских ИНС на поплавковых чувствительных элементах, необходимость демпфирования шулерского и суточного контуров с использованием внешней информации, а также совершенствования основной элементной базы ИНС и вычислительной техники.

Для привлечения организаций промышленности и институтов АН СССР к созданию принципиально новых высокоточных чувствительных элементов ИНС по инициативе Гос.НИНГИ и при содействии Института Автоматики и Телемеханики АН СССР в 1961 г.при Отделении Технических наук АН СССР был организован Научный совет по проблеме "Научные основы построения систем навигации и автоматических устройств с применением новых физических явлений", который возглавил видный ученый – академик Б.Н.Петров. В состав Совета от ВМФ вошли В.Д.Теплов, Е.А.Ананченко и Г.А.Левит. С 1962 г. в работе Совета и его секций принимал участие П.И.Малеев. Деятельность Совета сыграла положительную роль в решении поставленных задач.

В 1962 г. в НИИ-346 МСП был создан экспериментальный образец ИНС полуаналитического типа "Уран". Проведенные стендовые испытания позволили осуществить выбор наиболее рациональных коэффициентов демпфирования собственных колебаний системы, выявили существенное влияние румба и ряда других источников погрешностей на точностные характеристики системы. Их результаты были использованы в дальнейшем в ЦНИИ" Дельфин" при разработке ИНС "Тавда" для навигационного комплекса (НК) "Тобол" (главный конструктор О.В.Кищенков). Опытные образцы ИНС "Тавда" (главный конструктор В.С.Зябрев) в составе НК "Тобол" в 1970 г. прошли испытания сначала на заводе-изготовителе, а затем на опытовом судне и подводной лодке. Принимавшие в них участие сотрудники Института И.А.Кукулевский, Г.А.Левит и А.Ю.Морозов использовали накопленный опыт и полученные статистические материалы для отработки методических рекомендаций штурманскому составу и соответствующих инструкций по эксплуатации НК, а также в дальнейших исследованиях, направленных на повышение тактико-технических характеристик ИНС.

Использование ИНС "Тавда" и ее модификации "Иртыш" совместно с ГАЛ в НК "Тобол" 1-го и 2-го поколений позволило обеспечить необходимую точность выработки

выходных параметров. В частности, погрешности курсоуказания были снижены на порядок и более по сравнению с ранее достигнутым уровнем. Однако инерциальный режим выработки координат места не обеспечивал требуемые точности. Поэтому основной режим работы НК типа "Тобол" в части хранения местоположения представлял собой режим счисления координат по составляющим линейной скорости, вырабатываемым ИНС с периодической коррекцией по данным ГАЛ.

Начиная с 1959 г. усилия по созданию корабельной ИНС предпринимались и в ЦНИИ "Электроприбор". В 1963 г. прошли морские испытания экспериментальные образцы ИНС "Синтез" на открытых шаровых гироскопах АШГ-100 и ВШГ-100 и ИНС "Силикат" на двухстепенных поплавковых гироскопах. Испытания дали отрицательный результат прежде всего из-за несовершенства элементной базы ИНС.

Только к 1974 г. была создана ИНС "Стрелец" на закрытых шаровых гироскопах (ЗШГО) с аэродинамическим подвесом ротора по обращенной схеме (главный конструктор Б.Д.Жарков). Эта ИНС совместно с ИНС "Спин" (главный конструктор И.М.Окон) на поплавковых гироскопах прошла конкурсные морские испытания на ЭОС "Аджария", в которых от Института участвовали А.Ю.Морозов и В.В.Лосев. Испытания выявили недостатки в обеих системах, хотя в дальнейшем предпочтение было отдано ИНС "Стрелец". Указанная ИНС была принята на вооружение в составе НК "Медведица-РТМ" (главный конструктор В.Г.Пешехонов). В корабельных испытаниях ИНС "Стрелец" от Института активное участие принимал А.П.Веселкин.

Возможно это решение было ошибочным, поскольку уже тогда отмечались такие существенные недостатки системы "Стрелец" и ее модификации "Стеллит" как:

- необходимость привлечения внешней прецизионной информации о курсе корабля при запуске системы, что обусловлено значительным изменением "восточного" дрейфа гироориентатора системы от пуска к пуску и отсутствием, в отличие от ИНС типа "Тавда"("Иртыш"), модуляционного вращения ГСП;
- существенный уровень "румбовых" дрейфов гироориентатора из-за низкой величины постоянной времени ($\leq$ 200 с) по рассогласованию в ЗШГО.

Следует отметить, что ИНС "Стрелец"("Стеллит") как и система "Тавда"("Иртыш") не смогли обеспечить в НК 2-го поколения выработку координат места с требуемой точностью в инерциальном режиме работы.

В навигационных комплексах 3-го поколения приоритетную роль приобрела проблема обеспечения заданной точности хранения координат места, что потребовало более чем на порядок снизить уровень нестабильности дрейфа гироскопов ИНС.

Исследования, проведенные в 60–70-е годы в нашем Институте (Е.А.Ананченко, В.А.Каракашев, Г.А.Левит и др.) показали, что эта проблема может быть решена путем использования в составе НК гирокорректоров на гироскопах, использующих новые физические принципы (лазерные, электростатические гироскопы).

Однако инерциальный режим выработки координат места удалось реализовать только в НК 3-го поколения (главный конструктор В.Г.Пешехонов) благодаря созданию прецизионного гирокорректора "Скандий" (главный конструктор В.З.Гусинский, главный наблюдающий Г.И.Емельянцев) на электростатических гироскопах (ЭСГ). Разработка ЭСГ (главный конструктор А.С.Анфиногенов) проводилась в ЦНИИ "Электроприбор" с середины 60-х годов. В результате был создан принципиально новый гироскоп мирового уровня, потенциальные возможности которого до настоящего времени еще далеко не исчерпаны.

Кроме ЦНИИ "Электроприбор" лишь трем зарубежным фирмам удалось довести разработку ЭСГ до практического применения. Это Отделение Autonetics Rockwell Inc.(США), Honeywell (США) и Sagem (Франция).

Созданием отечественного ЭСГ была решена поистине стратегическая задача в навигационном обеспечении кораблей ВМФ.

По прогнозу Дрейперовской лаборатории (США) в прецизионной автономной навигации технологии ЭСГ в ближайшем будущем нет альтернативы.

Первые образцы ИНС для НК 3-го поколения были изготовлены и прошли заводские и корабельные испытания в 1980–1983 гг.(в испытаниях систем "Скандий" и

"Стеллит" от Института принимали участие Г.И.Емельянцев и И.И.Тузов).

В 1983–1984 гг. были завершены работы по созданию ИНС "Индига" (дальнейшая модификация ИНС "Тавда") и лазерного корректора в составе НК "Шлюз" (главный конструктор О.В.Кищенков). Активное участие в их испытаниях принимали Г.А.Левит, А.А. Нестеров и др.

Если внедрение лазерного корректора в НК "Шлюз" позволило решить на требуемом уровне лишь проблему хранения курса в высоких широтах (заметное повышение точности выработки координат не привело к отказу от периодического использования ГАЛ), то создание гирокорректора на ЭСГ обеспечило в НК 3-го поколения возможность принять в качестве основного режима работы инерциальный режим выработки координат местоположения без ограничения по широте плавания корабля.

Однако этот успех пришел не сразу. В ходе стендовых и корабельных испытаний гирокорректора "Скандий" был выявлен целый ряд проблем в части его калибровки при запуске из холодного состояния без привлечения прецизионных измерений по курсу, коррекции положения и дрейфа ЭСГ в море и др. Для их решения потребовалась практически полная переработка математического обеспечения системы "Скандий". В частности, был внедрен (1983 г.) способ ее "протяженной" коррекции, разработанный в нашем Институте (Г.И.Емельянцев, О.М.Митрофанова) совместно с сотрудниками ЦНИИ "Электроприбор", позволивший существенно повысить точностные характеристики НК 3-го поколения.

В 1984 г. на ЭОС "Маршал Неделин" при переходе с Балтики на Дальний Восток и в 1985 г. во время похода на пл к Северному полюсу были проведены широтные испытания системы "Скандий". Эти испытания выявили дополнительную широтную зависимость в модели дрейфа ЭСГ, неучет которой приводил к так называемой широтной погрешности в вырабатываемых координатах местоположения. Соответствующая доработка алгоритмов системы, предложенная В.З.Гусинским и Г.И.Емельянцевым, позволила исключить влияние этой погрешности, что было подтверждено при повторном походе к Северному полюсу в 1987 г. В широтных испытаниях системы "Скандий" в 1984, 1985 и 1987 г. от Института принимал участие Г.И.Емельянцев.

Одной из значительных проблем при корабельных испытаниях НК 3-го поколения стала проблема метрологического обеспечения контроля курса. Прямые методы эталонирования по курсу не всегда обеспечивали требуемую точность измерений. Кроме того, их использование имеет ограничения по гидрометеоусловиям. Поэтому сотрудниками Института (Г.И.Емельянцев, О.М.Митрофанова) совместно с разработчиками системы "Скандий" была разработана защищенная авторским свидетельством и внедрена "косвенная" методика контроля погрешностей по курсу, использующая в качестве эталонных данных измерения координат места.

Существенным недостатком ЭСГ на первых порах была его низкая надежность. Поэтому в ЦНИИ "Электроприбор" параллельно с гирокорректором "Скандий" разрабатывалась система "Соната" (главный конструктор А.А.Одинцов, главный наблюдающий Е.А.Ананченко) аналогичного назначения на более грубых, но зато более надежных магнитных сферических гироскопах (МСГ). По результатам конкурсных испытаний предпочтение было отдано системе "Скандий", т.к. для МСГ в неуправляемом режиме характерны наличие дополнительных возмущающих моментов из-за электромагнитных потерь в роторе, что приводит к более сложной модели дрейфа МСГ (и, следовательно, к возникновению проблем с калибровкой), а также значительно меньшая по сравнению с ЭСГ постоянная времени по рассогласованию, что предъявляет более жесткие требования к гироскопическим следящим системам. С внедрением в ЭСГ встроенной электроники подвеса, доработкой конструкции ротора и камеры, обеспечивающей безаварийную посадку ротора при снятии электропитания, радикально улучшились его эксплуатационные характеристики. Современные ЭСГ по надежности практически не уступают классическим типам гироскопов.

Нашим Институтом было рекомендовано разработать на базе управляемого МСГ малогабаритную платформенную ИНС горизонтного типа на замену систем "Стрелец" и "Стеллит". В этом случае значительно упрощается модель дрейфа МСГ, появляется

возможность реализации модуляционного вращения платформы для обеспечения калибровки "восточного" дрейфа без привлечения данных по курсу. Такая система уже создана и имеет неплохие шансы найти широкое применение в малогабаритных НК для кораблей различного назначения.

В последнее время в Институте значительное внимание уделяется проблеме унификации корабельного навигационного оборудования и, в частности, задаче создания на базе ИНС и систем гиростабилизации единых общекорабельных систем навигации и стабилизации. Последние предназначены для интеграции и информационного обеспечения задач навигации, управления движением, начальной выставки и калибровки бортовых систем корабельных потребителей, например пилотажных комплексов палубной авиации [1]. Они позволяют значительно сократить массогабаритные характеристики и стоимость корабельного навигационного оборудования. Примерами таких систем являются гироазимутгоризонткомпас на динамически настраиваемых гироскопах "Пастильщик-Д", разработанный ЦНИИ "Дельфин", и ИНС на поплавковых гироскопах "Ладога-М", созданная в ЦНИИ "Электроприбор".

Однако, как известно [2], для этих целей более высокими эксплуатационными характеристиками будут обладать интегрированные системы ориентации и навигации (ИСОН) на базе бесплатформенных инерциальных измерительных модулей (БИИМ), приемной аппаратуры спутниковой навигационной системы (ПА СНС) ГЛОНАСС / НАВСТАР) и модуля электронной карты. Принципиальной особенностью ИСОН по сравнению со стандартным навигационным оборудованием является более глубокая интеграция данных ИНС и ПА СНС. Обработку информации в системе целесообразно осуществлять на уровне первичных навигационных измерений (псевдодальности и радиальной скорости). Причем их расчетные значения (по данным БИИМ и эфемеридной информации) должны использоваться и в ПА ИНС, что существенно повышает ее помехоустойчивость.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что перспектива развития навигационного оборудования для кораблей и морских судов различного назначения начала XXI века состоит в создании ряда ИСОН с унифицированными ПА СНС ГЛОНАСС, модулем электронной карты и рядом БИИМ (в зависимости от требуемого уровня информационной автономности с различными ТТХ). Учитывая современное состояние с развитием элементной базы ИНС для морских объектов, следует ожидать, что это будут, прежде всего, БИИМ на электростатических, лазерных и волоконно-оптических гироскопах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев С.П., Емельянцев Г.И. Об интеграции информационного обеспечения задач навигации, стабилизации и управления движением морских подвижных объектов // Навигация и гидрография.– 1996.– №2.– С.73–76.
2. Емельянцев Г.И., Анучин О.Н., Гусинский В.З. О построении ИСОН для кораблей и морских судов. Материалы 3-й Российской научно-технической конференции "Современное состояние, проблемы навигации и океанографии" 20–23 мая 1998 г., С-Пб, Гос.НИНГИ МО РФ. С.32.

РАЗВИТИЕ НАВИГАЦИОННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ С ОТОБРАЖЕНИЕМ ЭЛЕКТРОННЫХ КАРТ

В.Г.ДЗЮБА,
А.Г.ПАНОВ,
Ю.А.ГЛУХОВ

Рассмотрено решение проблем автоматизации деятельности штурмана в работах Института последних десятилетий.

Развитие средств и методов навигационного обеспечения кораблей и судов ВМФ в последнее время проходит в обстановке постоянно возрастающей интенсивности мореплавания, усиления требований к точности, объему и надежности навигационной информации и оперативности ее обработки. Данные факторы, наряду с обусловленной ими необходимостью обслуживания большого количества сложной, разнотипной аппаратуры, в значительной степени усложняют деятельность командиров кораблей и штурманов по обеспечению навигационной безопасности плавания (НБП), навигационному обеспечению применения оружия и использования корабельных технических средств. В первую очередь это проявляется в сложных условиях, когда цена последствий от неправильного или несвоевременно принятого решения существенно возрастает.

Вот почему вся история Института свидетельствует о большом внимании командования, ученых и специалистов работам по автоматизации деятельности штурмана, как важнейшему пути повышения эффективности решения задач военного кораблевождения и снижения уровня навигационной аварийности.

Начало развития данного направления может быть отнесено к концу 40-х - началу 50-х годов, когда решение некоторых трудоемких задач штурмана было передано аналоговым счетно-решающим устройствам. Этапным достижением той поры при участии сотрудников Института В.К.Бобышева и Ю.А.Ладинского явилась автоматизация задачи счисления пути корабля с непрерывным отображением его места на карте в первом поколении автопрокладчиков

Следующим важным этапом можно считать создание во второй половине 50-х годов первых отечественных аналоговых навигационных комплексов (НК) ракетных пл. Несмотря на достаточно невысокий уровень автоматизации, в них, тем не менее был автоматизирован уже значительный круг штурманских задач, что сделало возможным обеспечение возросших требований к точности и оперативности выработки необходимых навигационных данных стрельбы.

Появление в конце 60-х годов инерциальных НК на базе цифровой вычислительной техники обозначило начало качественно нового этапа в развитии средств автоматизации деятельности штурмана. Появилась возможность автоматизации объемных расчетных задач выработки, коррекции и оценки точности навигационных параметров, некоторых процессов управления техническими средствами, элементов планирования и контроля деятельности штурмана. Неотъемлемой и важной частью НК становится пульт штурмана, обеспечивающий удобное управление комплексом и отображение необходимой информации.

Внедрение результатов исследований, выполненных в Институте в 70-е годы, позволило в новых НК в начале 80-х годов практически полностью автоматизировать процессы сбора и комплексной обработки информации, поступающей от разнородных автономных средств навигации и средств коррекции навигационных параметров. Значительный вклад в разработку математического обеспечения НК внесли сотрудники Института: Е.А.Ананченко, А.П.Бурсевич, В.П.Васильев, В.К.Гаранин, М.А.Казанков, Е.Н.Коренев, И.А.Кукулевич, М.А.Куражев, В.А.Масленников, Б.В.Мелещук, Ю.Г.Николаев, Ю.Н.Пленицын, Ю.А.Стецун, И.И.Тузов, В.Н.Фрадкин, Е.П.Янюшкин.

Ограниченные возможности входящих в НК специализированных ЭВМ не позволяли автоматизировать все аспекты деятельности штурмана как по управлению комплексом, так и в других вопросах. Сюда, в первую очередь, следует отнести задачи обеспечения навигационной безопасности плавания, подготовки к походу, послепоходового анализа и др. Этот недостаток компенсировался отлично зарекомендовавшими себя на флоте руководящими и методическими документами и пособиями, в разработке которых приняли самое активное участие Л.А.Богданов, С.Н.Быкова, В.К.Гаранин, Л.А.Заяц, Д.Л.Ильин, М.В.Кузнецов, А.Ю.Морозов, Б.И.Подорожный, П.П.Скородумов, Ю.А.Стецун, В.Н.Фрадкин.

В отдельное направление выделилось создание малогабаритных штурманских вычислителей, которые позволили автоматизировать решение отдельных штурманских задач на кораблях, не оснащенных НК. К ним относятся: поступившая на флот в 1980 г. специализированная навигационная ЭВМ "Спика" (разработчик математического обеспечения – М.А.Куражев) и малогабаритный штурманский вычислительный комплекс "Электроника МК-52-Астро", созданный в 1988 г. коллективом в составе В.Н.Костина, Н.А.Минаева и А.А.Тихомирова.

Развитие и внедрение универсальных персональных ЭВМ и современных информационных технологий позволило в 90-е годы освоить качественно новый этап работ по автоматизации деятельности штурмана. Значительным достижением следует считать создание в 1993 г. пакета программ прикладных штурманских задач для ПЭВМ (А.Н.Евдокимов, Л.А.Заяц, И.С.Каменская, А.В.Кузьминов, В.И.Федоров). В пакете был впервые автоматизирован широкий спектр штурманских задач, касающихся практически всех сторон деятельности командира БЧ-1: учет материальных средств, планирование регламентных и ремонтных работ, подготовка к походу и обеспечение плавания, послепоходовый анализ, определение маневренных элементов корабля и поправок штурманских приборов, базы данных приливов, огней и знаков, РМСНО, правил рейдовой службы, использования полигонов и т.п. Пакет не требует использования дорогостоящей вычислительной техники, прост в применении.

Следующей важной вехой на пути реализации широких возможностей современной вычислительной техники в штурманском деле стали навигационные информационные системы с отображением электронной карты. Они предоставляют пользователю информацию в наиболее удобном виде, позволяют избавиться от рутинных построений на бумажной карте, повысить оперативность и точность решения традиционных задач. Функциональные возможности информационных систем неизмеримо возрастают за счет новых задач, решение которых становится возможным, если рассматривать электронную карту как базу данных, содержащую большой объем разнородной информации.

Интегрирование навигационных информационных систем с системами управления кораблем открывает еще более широкие возможности по обеспечению безопасности плавания, автоматизации процесса кораблевождения, снятия со штурмана значительной части физической и психологической нагрузки. Внедрение таких интегрированных систем является важным средством снижения аварийности флота по вине личного состава.

Работы, направленные на создание таких систем для ВМФ, были начаты в Институте еще в середине 80-х годов, однако ощутимые результаты по ним достигнуты только в последние 5 лет. Толчком к тому послужило, во-первых, появление нового поколения компьютеров с требуемыми характеристиками, во-вторых – принятие международных стандартов в области электронной картографии и, в-третьих – высокие темпы развития технологий создания национальной коллекции электронных карт 280 ЦКП ВМФ, соответствующих этим стандартам.

Важным результатом развития морской электронной картографии в мире в последнем десятилетии следует считать принятие целого комплекса международных стандартов, определивших концепцию ECDIS – информационной системы с отображением электронной карты, рассматриваемой для целей навигации в качестве эквивалентной замены традиционной бумажной морской навигационной карты.

Проводимая ГУНиО МО РФ и Институтом техническая политика последовательно направлена именно на создание и внедрение систем, соответствующих указанной концепции, дополненной для ВМФ специальными приложениями.

Применительно к системам, предназначенным для ВМФ, введено понятие ЭНИС – "Электронная навигационная информационная система". При этом имеется в виду, что полностью отвечая требованиям к ECDIS, как к системе обеспечения навигационной безопасности плавания, ЭНИС включает в себя дополнительно множество баз данных и функциональных задач, отвечающих требованиям руководящих документов ВМФ по составу и организации (алгоритмам) их решения.

По источникам навигационной информации и назначению ЭНИС делятся на автономные (принимающие, обрабатывающие и использующие для решения задач информацию от различных навигационных датчиков) и неавтономные (использующие выходную информацию НК). В наших разработках последние получили название модулей обеспечения навигационной безопасности плавания (МОНБП). Однако приоритет в развитии принадлежит не им, а автономным ЭНИС, предназначенным для оборудования широкого класса кораблей и судов ВМФ.

В 1990–1997 гг. в соответствии с принятыми в ВМФ методами и организацией штурманской службы Институтом были разработаны логико-математические формулировки и алгоритмы решения функциональных задач и тактико-технические требования к базовой автономной ЭНИС, предназначенной для вооружения кораблей и судов ВМФ различных классов.

Данная система должна принимать информацию от всех возможных навигационных датчиков (гирокомпасов, лагов, эхолотов, приемоиндикаторов наземных и спутниковых РНС), как перспективных, так и существующих, обеспечивать отображение на фоне электронной карты первичной и вторичной радиолокационной информации, выработку рекомендаций по расхождению с отслеживаемыми целями, навигационную безопасность швартовки и маневрирования в гаванях (в том числе в условиях ограниченной видимости).

Специалистами Института завершается разработка проекта стандарта РФ на ЭНИС военного назначения, после утверждения которого планируется внедрить систему их обязательной сертификации.

По заказу ВМФ в настоящее время заканчивается также разработка МОНБП "Сегмент-И", включенного в состав НК многоцелевой пл 4-го поколения. В этом модуле используется вся выходная информация НК, реализована связь с БИУС и РЛС.

Система успешно прошла серию конструкторских и предварительных морских испытаний. Комплекс программного обеспечения, по уровню соответствующий лучшим зарубежным аналогам, рассматривается в качестве базового для НК и других перспективных заказов ВМФ, а также для последующих разработок ЭНИС для ВМФ. С учетом этого, начиная с 1996 г., в учебных заведениях, учебных центрах, на кораблях и судах ВМФ была организована и успешно проводится опытная эксплуатация программного обеспечения в варианте, использующим в качестве источника информации приемоиндикатор среднеорбитных спутниковых навигационных систем,.

Одновременно с модулем "Сегмент-И" ведется разработка его автономного (некомплексного) варианта – ЭНИС "Сегмент", которую в конце текущего – начале будущего года планируется принять на снабжение ВМФ. В связи с этим актуальным является вопрос ее статуса в структуре корабельных средств навигации.

Основной целью развития данной технологии является замена традиционной бумажной карты информационной системой с электронной картой. Очевидной является невозможность точного прогноза сроков достижения данной цели, главным образом в связи с незавершенностью процесса стандартизации систем этого класса, а также в силу определенных традиций и неизбежного консерватизма.

Очевидно однако и то, что даже не заменяя бумажную карту, ЭНИС в значительной степени автоматизирует решение широкого круга штурманских задач, является эффективным средством предупреждения об опасности и отображения интегрированной навигационной информации в виде, наиболее удобном для анализа и усвоения в сравнении с традиционными морскими средствами навигации (МСН).

Принципиально новые возможности, предоставляемые ЭНИС, определили необходимость пересмотра существующей организации использования МСН в ближайшей перспективе. Их интеграция при решении задач обеспечения НБП может иметь следующие основные формы (варианты).

***Вариант №1**:* МСН используются в составе интегрированных систем навигации и управления кораблем, входящих или не входящих в контур АСУ (БИУС) корабля. Лицо, осуществляющее управление кораблем, в этом случае располагает всей поступающей навигационной информацией, представляемой ему в виде, наиболее удобном для принятия необходимых решений по обеспечению НБП. В функции системы, как правило, входит автоматизированное удержание корабля на заданном курсе (траектории).

Подобная система рассматривается как наиболее эффективная интегрированная МСН с системами управления движением корабля, связи и наблюдения, именуемая как "интегрированная мостиковая система", "интегрированный мостик" и т.п. Она широко распространена на существующих кораблях и судах ведущих зарубежных морских держав и внедряется на новых судах Росморфлота. Такая система позволяет значительно автоматизировать и обезопасить процесс судовождения и, в частности, реализовать перспективную концепцию "одного человека на мостике". Вопросам ее стандартизации ИМО в последнее время уделяет большое внимание.

В ВМФ России подобные интегрированные системы развития не получили. Причинами, кроме финансовых трудностей, являются обособленность технической политики, проводимой различными заказывающими управлениями ВМФ, и традиционные отличия от других флотов в организации главного командного пункта корабля. Основное отличие заключается в том, что на кораблях ВМФ информацией от МСН, достаточной для решения в полном объеме задач обеспечения НБП, располагает только штурман (командир БЧ-1). Командир корабля или лицо, замещающее его на мостике, пользуется, как правило, вторичной информацией, поступающей в виде устных докладов от штурмана, БИП, операторов РЛС, ГАС и пр., многократно дублируемой и часто отягощенной грубыми ошибками, особенно в сложных навигационных условиях. Изложенное в полной мере относится к большинству проектов боевых кораблей, в меньшей степени - к вспомогательным судам, где не несется штурманская вахта, а обязанности штурмана и вахтенного офицера совмещает вахтенный помощник. Однако даже в последнем случае в силу традиций оборудование судов осуществляется таким образом, что полная информация от всех систем, участвующих в обеспечении НБП, собирается только на командном пункте БЧ-1 (в штурманской рубке).

Выход из создавшегося положения состоит в скорейшем внедрении на флоте новейших информационных технологий. К их числу относятся ЭНИС, соответствующие как международным стандартам, так и всем необходимым требованиям, вытекающим из руководящих документов и организации штурманской службы ВМФ. Опираясь на результаты испытаний и опытной эксплуатации ЭНИС, разрабатываемых для ВМФ, можно сделать вывод о значительном повышении степени автоматизации и эффективности решения задач обеспечения НБП при использовании данных систем. Кроме того, они обладают другими немаловажными и достаточно просто реализуемыми возможностями:

- многократного размножения единой интегрированной навигационной информации для обеспечения всех лиц, участвующих в процессе обеспечения НБП;

• наращивания (адаптации к конкретному пользователю) функциональных задач на базе единой геоинформационной оболочки для создания необходимого числа автоматизированных рабочих мест различной конфигурации.

С учетом вышеизложенного в перспективных системах обеспечения навигационной безопасности плавания ЭНИС рассматривается как обязательный элемент.

Вариант №2: МСН объединены в НК. В этом случае ЭНИС в соответствии с существующей терминологией является модулем обеспечения навигационной безопасности плавания, входящим в состав комплекса. Основная особенность данного варианта заключается в том, что в ЭНИС используется только выходная информация НК, дополненная информацией от БИУС и РЛС. Коррекция данных НК по результатам задач, решаемых с помощью ЭНИС, в этом случае возможна только путем ручного ввода с пульта комплекса.

В перспективном варианте рассматриваемую структуру целесообразно расширить за счет включения в нее либо дополнительных дисплеев одной ЭНИС для командира корабля, БИП и т.п., либо дополнительных ЭНИС, идентичных ЭНИС штурмана.

Вариант №3: МСН не объединены в НК. В этом случае ЭНИС превращается в основное средство обеспечения пользователя всей необходимой информацией для решения задач НБП. На нее в полном объеме возлагаются также задачи НК по сбору и совместной обработке информации от разнородных датчиков.

Современные средства вычислительной техники и информационные технологии позволяют в перспективе максимально приблизить возможности МСН при их совместном использовании с ЭНИС к возможностям рассмотренных выше интегрированных мостиковых систем в более простых и более дешевых структурах.

В заключение можно отметить, что на основе исследований, выполненных к настоящему времени Институтом, заложен необходимый фундамент для дальнейшего совершенствования средств и методов автоматизации деятельности штурмана с учетом новых требований и мирового уровня развития вычислительной техники и информационных технологий.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИК И РУКОВОДСТВ ПО НАВИГАЦИОННОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ

Ю.В.РУМЯНЦЕВ

Приведен обзор научно-методических, нормативных и руководящих документов, подготовленных научными сотрудниками Гос.НИНГИ за последние 20 лет, по основным направлениям развития навигационного обеспечения ВМФ.

Как только человек впервые поставил перед собой задачу перейти по воде из пункта А в пункт В на первобытном плавсредстве, так сразу же возникла задача навигационного обеспечения. Любой судоводитель должен всегда ответить на три главных вопроса

• где я нахожусь?

• куда я иду?

• когда и как безопасно осуществить переход?

Развитие флота от гребных судов до современных подводных крейсеров, а также множественность задач, решаемых военным флотом, объективно привели к тому, что основополагающая задача навигационного обеспечения – безопасность мореплавания – превратилась в одну из ветвей дерева целей и задач, стоящих перед современным навигационным обеспечением.

Навигационное обеспечение является составной частью более общего вида обеспечения сил ВМФ – навигационно-гидрографического (НГО) и призвано решать задачи, основными из которых являются:

1. Обеспечение навигационной безопасности плавания кораблей, судов и летательных аппаратов ВМФ.

2. Обеспечение боевых действий кораблей и соединений ВМФ.

3. Методическое руководство по применению навигационного вооружения кораблей ВМФ, их эксплуатации и обслуживанию.

4. Обеспечение органов управления (от корабельного звена до уровня штабов флота и ВМФ) информацией с требуемой точностью и своевременностью для принятия решения на выполнение задач и планирования действий сил.

Как видно из этого далеко не полного перечня, навигационное обеспечение является функциональной системой обеспечения сил флота и имеет задачей повышение эффективности их действий. Значительное расширение и рост значения задач, решаемых силами ВМФ, развитие оружия, особенно в последнее десятилетия, возрастание роли флота до стратегического уровня объективно ведут к усложнению задач и росту значения навигационного обеспечения. Особую роль навигационное обеспечение приобретает в современных условиях в связи с развитием стратегических систем оружия ВМФ и возрастанием удельного веса высокоточного оружия. За последние 50 лет требования к объему и точности навигационной информации возросли в десятки раз, а это приводит к значительному росту сложности и наукоемкости технических средств навигации.

Научным органом в системе ВС, отвечающим за обоснование и развитие системы навигационного обеспечения, является Гос.НИНГИ.

Становление и рост Института пришлись на период научно-технической революции, оказавшей существенное влияние на строительство флота и его систем вооружений. Развитие навигационного обеспечения представляет собой взаимосвязанный процесс развития как технических средств (навигационное вооружение кораблей, систем и средств навигационного оборудования морских театров, глобальных навигационных систем), так и методов навигации, влияющих на формы и способы (тактику) действий сил ВМФ.

Рамки статьи не дают возможности дать полный исторический обзор деятельности Гос.НИНГИ по обоим направлениям. Остановимся на основных результатах его научной деятельности в плане развития научно-методического аппарата навигационного обеспечения сил ВМФ. При этом целесообразно придерживаться сформулированных ранее групп задач (1–4).

Обеспечение навигационной безопасности плавания кораблей и судов, летательных аппаратов ВМФ остается основополагающей задачей навигационного обеспечения. В этой области навигационной науки много и плодотворно работала целая плеяда ученых Гос.НИНГИ: В.К.Гаранин, Б.Е.Иванов, М.А.Куражов, П.П.Скородумов, А.Н.Сорокин, А.В.Федотов, В.Н.Фрадкин и др. Разработанные ими документы, методики оценки точности кораблевождения, правила обработка навигационной информации и навигационных измерений вошли в руководства по боевой деятельности сил ВМФ. В их трудах заложены теоретические основы, используемые при разработке современных и перспективных автоматизированных систем навигации.

Одним из первых методических документов, разработанным в Институте и изданным в 1963 г. УГС ВМФ, было “Руководство по кораблевождению подводных лодок при подледном плавании в Арктическом бассейне”. В нем впервые систематизированы необходимые штурманам данные для навигационного обеспечения подледного плавания в районе Северного полюса и подробно изложены основы кораблевождения в высоких широтах. Работа велась под руководством А.В.Федотова и при участии Л.С.Вайсмана, А.П.Князева, Д.А.Мамонова, В.А.Масленникова, В.А.Монтелли, Л.К.Овчинникова, А.Г.Светлова, А.А.Сорокина и др. Наряду с этим много внимания уделялось и разработке обычных традиционных методик и пособий. Это прежде всего касается разра-

ботки правил определения маневренных элементов кораблей и судов и поправок технических средств навигации. С вступлением в строй атомных подводных лодок были созданы новые методы определения их скорости в подводном положении, авторами которых были Л.С.Вайсман, М.П.Воронцов, П.П.Скородумов. А.А.Сорокин. Наиболее капитальным обобщающим трудом явились изданные в 1966 г. “Правила определения маневренных элементов подводных лодок и надводных кораблей ВМФ” (ПОМЭК–65), разработанные П.П.Скородумовым и А.А.Сорокиным.

В 1970 г. было издано “Руководство по оценке точности кораблевождения”, созданное Л.А.Богдановым, В.К.Гараниным, В.Н.Фрадкиным В 1984 г. В.К.Гаранин разработал методику обработки навигационных измерений и решения целого ряда навигационных задач с применением ПЭВМ. В этом же году на флоты поступили "Правила использования навигационных РЛС в кораблевождении", разработанные специалистами Института А.В.Зайцевым и Г.Н.Шишкиным Эти документы до сих пор не потеряли своей актуальности и являются настольными книгами штурманов всех кораблей.

Опыт создания и эксплуатации технических средств навигации и вооружение кораблей сложными навигационными комплексами (НК) показали, что для их эффективного использования требуется разработка специальных регламентирующих документов – методик, руководств, правил. Сложность разработки подобных документов заключалась в том, что эти пособия не должны были подменять конструкторскую документацию, но должны были помочь штурману правильно организовать и провести подготовку НК в базе, проверить его в море и дать рекомендации по его использованию при навигационном обеспечении оружия и технических средств корабля. Сотрудники Института взяли на себя эту сложную задачу и совместно со штурманами кораблей и соединений флотов, специалистами промышленности ее решили. Разработка и внедрение на флоте этих методических документов являлась одной из важнейших сторон деятельности Гос.НИНГИ. Разработка соответствующих правил и пособий в 1963–1978 г. проводилась под руководством Е.Н.Коренева, В.А.Масленникова, Б.И.Подорожного, Ю.А.Стецуна, А.В.Федотова, В.Н.Фрадкина. В создании этих документов активное участие принимали флагманские штурмана соединений А.П.Бурсевич, В.В.Владимиров, В.П.Деменцов, М.П.Лузин, Л.В.Скляр.

Наибольшее количество трудов, методических пособий, инструкций и пр. за последние 20 лет издано по вопросам навигационного обеспечения видов боевых действий кораблей и соединений ВМФ, использованию технических средств кораблевождения, средств и систем навигационного оборудования театра. Это объясняется, в первую очередь, значительным обновлением типажа навигационного вооружения кораблей, их оружия, усложнением решаемых ими задач, которое имело место в 70-80 годах.

Сюда необходимо отнести целую серию “Правил штурманской службы…”, регламентирующих вопросы навигационного обеспечения оружия и использования в этих целях новых НК. Каждый из этих документов, имея форму инструкции или правил, базируется на солидной научно-методической основе. За последние 20 лет изданы ПШС по использованию практически всех НК. Наибольший вклад в их разработку внесли: А.П.Веселкин, В.К.Гаранин, В.Г.Дзюба, Г.И.Емельянцев, В.Б.Жиляев, Л.А.Заяц, Н.И.Казбан, В.А.Монтелли, И.Н.Москвичев, В.В.Петухов, Н.Н.Пирогов, Пленицын, А.А.Сорокин, Д.В.Теплов, Ю.Г.Хлыпало, А.А.Хребтов, В.В.Чернявец. По отзывам штурманов флота, качество и полнота этих Правил очень высокие, их применение значительно повышает эффективность навигационного обеспечения применения оружия.

Принятие на вооружение новых образцов и систем навигационной техники потребовало разработки методических и нормативных документов по их применению на кораблях ВМФ. Спектр разработанных в этой области сотрудниками Института руководств, правил и пособий очень широк. Были созданы инструкции и рекомендации по использованию новых гидроакустических лагов ЛА-51, ЛА-52, ЛА-53 (А.С.Александров, К.А.Виноградова, Б.Г.Осюхин), а также методические указания по использованию ГАЛ в режиме работы по звукорассеивающему слою. Разработаны новые Правила опреде-

ления маневренных элементов кораблей ПОМЭК-85 (В.К.Гаранин, Л.А.Заяц, Д.Л.Ильин). Под руководством К.Я.Богомазова разработаны Правила штурманской службы, регламентирующие девиационные работы с магнитными компасами – КМ-145, КМ-145П (1997 г.), правила выполнения радиодевиационных работ на пл (1982 г.).

Были изданы ряд инструкций и рекомендаций по использованию технических средств навигации, обеспечивающих подводную навигацию; в числе которых – навигационные гидроакустические системы с маяками-ответчиками (И.А.Новиков, А.М.Черненко), НГС дальнего действия (Е.А.Иванов), прием сигналов РНС РСДН-20 в подводном положении (В.Н.Кашерцев, Ю.Захаров).

Ряд инструкций и рекомендаций разработаны по вопросам спутниковых навигационных систем (Е.С.Доведов, В.Н.Максимов). Свой вклад в вопросы навигационного обеспечения внесли и гидрографы, разработавшие инструкции и рекомендации по сбору гравиметрической информации на пл (В.М.Хвиюзов), по съемке рельефа дна в Арктическом бассейне.

Как видно из приведенного неполного перечня, практически по всем типам и образцам разработанной навигационной техники сотрудниками Института созданы и внедрены в практику штурманов флота методические пособия, рекомендации, нормативные документы, которые в значительной степени упорядочивают и облегчают их работу с одной стороны, и повышают эффективность навигационного обеспечения – с другой.

Навигационное обеспечение не заканчивается разработкой образцов навигационной техники и методик их использования. Сотрудниками Института разработаны также Руководства по их эксплуатации и ремонту, которые определяют объем, организацию, порядок работы штурманов флота и гидрографических служб по поддержанию требуемого уровня их технической готовности. С изменением условий функционирования флотов менялись структура и организация технического обслуживания навигационного вооружения. Изданное в 1984-1986 гг. РЭР ТСНГ (Д.Л.Ильин, А.А.Сорокин) было переработано с учетом накопленного опыта и в 1995 г. издано РЭР МСН (В.С.Красовский, Е.А.Моклокова, С.Ю.Развозов).

Специалистами Института разработан целый пакет руководящих документов по вопросам НГО боевых действий сил флота, осуществляемого штурманами совместно с Гидрографическими службами флотов. Эти документы определяют организацию, формы и способы применения сил ГС флотов, систем навигационного оборудования театров, навигационного вооружения кораблей и в целом определяют тактику использования системы НГО ВМФ, основы планирования действий сил штабами и командирами кораблей. Руководства и инструкции охватывают все аспекты боевой деятельности сил ВМФ, часть из них подготовлена в соавторстве с другими ведущими научными организациями при головной роли Гос.НИНГИ.

Необходимо выделить целую серию Руководств по навигационно-гидрографическому обеспечению видов боевых действий сил ВМФ, разработанных за последние годы: по морским десантам – РНГО МД–92 (Н.Н.Неронов), противоминным действиям – РНГО ПМД–93 (Н.Н.Неронов совместно с Г.М.Бархатовым), минным заграждениям – РНГО МЗ–95 (Н.Н.Неронов), по НГО группировок разнородных сил флота – РНГО ГРУС–93 (В.А.Катенин), артиллерийским стрельбам и ряд других.

Следует отметить и целый ряд других важных документов, инструкций: по оборудованию МТВД (1984 г. – И.А.Новиков), по использованию РНС при НГО БД флота в условиях радиоэлектронного подавления (Г.С.Кочнев), по помехоустойчивости и радиоэлектронной защите РНС (В.С.Макода с коллективом авторов ВМА), по методам использования геофизических полей Земли в кораблевождении (В.С.Макода с коллективом авторов). Разработано положение о военно-лоцманских пунктах (Н.Н.Неронов).

Большое значение для планирования действий сил ВМФ и работы штабов и ГС флотов имеет "Методическое руководство по оценке эффективности НГО в операциях ВМФ" (А.Г.Панов с коллективом авторов).

Рамки статьи не позволяют дать детальный анализ всех научных результатов по проблемам навигационного обеспечения. Но даже простое перечисление научно-методических разработок и руководящих нормативных документов, подготовленных Гос.НИНГИ, позволяет утверждать, что деятельность Института имеет большое прикладное значение, во многом определяя эффективность НГО ВМФ.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ НАВИГАЦИОННО-ГИДРОГРАФИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЫХОДА ВМФ В МИРОВОЙ ОКЕАН В 1954–1964 гг.

Н.Н.НЕРОНОВ

Изложены основные направления исследований в области морской картографии и гидрографии в период 1954–1964 гг. Раскрыто творческое участие специалистов Института в их выполнении.

В начале 50-х годов Советский Союз начал активно осваивать Мировой океан, что потребовало существенного расширения и перестройки существовавшей организации морских картографических работ. В результате соответствующих оргмероприятий Морской картографический институт был преобразован в Центральное картографическое производство, а два его отдела были переданы в Гос.НИНГИ, где в декабре 1953 г. на их базе был сформирован картографический отдел. Начальником отдела назначили К.К.Цендровского, которого, после ухода в 1956 г. в запас, сменил А.К.Мирошниченко.

Перед новым отделом была поставлена задача картографического обеспечения новых видов оружия и плавания кораблей и судов в удаленных от берегов районах океана. Это потребовало прежде всего развития математической основы морских карт и решения многообразных задач математической картографии. Результатом работ в этом плане явились переработанные и расширенные “Картографические таблицы” (руководитель работы В.С.Якшевич), а также “Таблицы вычисления сеток изолиний на морских картах и приближенного решения геодезических задач на большие расстояния” (руководитель работы К.К.Цендровский, исполнители М.М.Калинина, Ф.В.Соловейкин, М.И.Суяров, В.С.Яшкевич). Весь комплекс таблиц был издан Гидрографической службой ВМФ в 1957 г. и вот уже более 40 лет они успешно используются.

Увеличение дальности действия ракетного оружия потребовало решения обратной геодезической задачи на большие расстояния. А.И.Сорокин, в последствии член-корреспондент РАН, на основе преобразования формул Андуайе-Ламберта получил упрощенный вариант этого решения и реализовал его в "Таблицах для вычисления длины и азимута геодезической линии" (1961 г.). Для автоматизации решения той же задачи Ф.В.Соловейкин предложил специальный планшет – оптико-механический прибор с набором сменных кассет с сетками изолиний.

Развитие средств радионавигации, установка на кораблях приемоиндикаторов радионавигационных систем (РНС) определило потребность флота в картах с нанесенными на них линиями положений РНС. Для нанесения сеток изолиний на карты в проекции Меркатора К.К.Цендровским был разработан метод "обратной интерполяции", а А.И.Сорокиным разработаны и составлены “Таблицы для построения сеток гипербол” на планшетах в проекции Гаусса (1960 г.).

Большой объем исследований был выполнен для картографического обеспечения навигационной гидроакустической системы (НГС). Их результатом стало создание макетов карт с литером "ГС". На них кроме стандартной нагрузки были нанесены стадиометрические сетки, фокусами которых было местоположение излучателей системы, и номограммы, предназначенные для учета на картах смещения местоположения источников излучения звука по данным, полученным с кораблей-носителей этих источников.

Группа сотрудников отдела – И.А.Баршаем, И.А.Румянцевой и П.Н.Селивановым под руководством А.И.Сорокина разработала графоаналитические методы решения задачи определения места корабля по НГС. Для их реализации были составлены “Таблицы для вычисления координат места корабля (по расстояниям и разностям расстояний)”– ТВК-60 (1960 г.).

Создание и использование навигационных РЛС обусловило необходимость иметь специальные "радиолокационные" карты. Теоретические предпосылки их создания были заложены в диссертациях В.И.Рязанцева и Е.П.Чурова. Отделу поручалось выполнить теоретические и экспериментальные исследования, результаты которых должны были бы стать основой технологии создания таких карт. Эксперимент проводился на Балтийском и Баренцевом морях. Он позволил А.И.Сорокину обосновать и разработать соответствующую методологию, а на ее основе – методическое пособие по радиолокационной съемке, предназначенной для создания "радиолокационных" карт, которое затем в переработанном К.Ф.Смирновым виде было включено в Правила гидрографической службы.

В конце 50-х годов, в связи с выходом пл в Северный Ледовитый океан, возникла необходимость определения координат их места в подводном положении. Одним из способов, в какой -то мере решающим эту задачу, было использование НГС. Для определения возможностей применения этого способа в различных условиях Институт провел обширные натурные экспериментальные исследования: в 1957 г. на Тихом океане и в 1959 г. в Арктике. Руководство работами на Тихоокеанском театре осуществлял Л.С.Вайсман, а в Арктике – А.Г.Светлов. Картографическое и геодезическое обеспечение эксперимента выполняли сотрудники картографического отдела под руководством А.И.Сорокина. Особую сложность представляли работы в Арктике, в обеспечение которых были выделены два самолета полярной авиации и группа минеров Северного флота. Испытателями осуществлялись астрономо-геодезическая привязка точек проведения гидроакустических исследований и подводных взрывов различной интенсивности по всей полярной акватории – от дрейфующей станции "Северный полюс-6" до о-вов Северной Земли. Доставка гидрографов в запланированные точки измерений осуществлялась самолетами. В качестве взлетно-посадочных полос использовались площадки, представляющие собой поверхность льда свежезамерзших полыней. Среди заторошенных многолетних паковых льдов они очень трудно поддавались обнаружению. Торосы и слабый лед создавали предпосылки к аварийным ситуациям. Однако, несмотря на сложные условия исследований эксперимент был успешно завершен, хотя в последней точке наблюдений один из самолетов все-таки потерпел аварию. К счастью обошлось без человеческих жертв.

Полученные материалы были обработаны и на их основе А.И.Сорокиным при участии П.Н.Селиванова и И.П.Шпицберга (Институт теоретической астрономии) впервые в СССР была составлена “Инструкция по проведению астрономических работ на дрейфующем льду” (1961 г.). Эти же материалы позволили определить выбор проекции, обеспечивающей прокладку расстояний при использовании НГС в Арктике. Такая карта, построенная в косой равнопромежуточной проекции с оптимально выбранными параметрами, была издана УГС ВМФ (адм.номер 376).

Проведенные в Арктике испытания привели к выводу о целесообразности использования в закрытых льдом районах сейсмических методов исследований рельефа и грунта морского дна. Эта идея основывалась на наблюдении многократного отражения от дна океана и нижней кромки льда акустического сигнала, полученного при взрыве.

Расширение масштабов действий ВМФ в Мировом океане, освоение Северного Ледовитого океана, плавание в высоких широтах определили необходимость применения нетрадиционных картографических проекций. В результате соответствующих исследований Гос.НИНГИ для мелкомасштабных карт была рекомендована гномоническая проекция, в которой кратчайшие расстояния (в том числе и линий радиопеленгов) изображаются прямыми. Для ведения прокладки пути корабля в приполюсных районах была предложена поперечная проекция Меркатора, удобная в условиях применения существовавшей на тот период техники. Картографы Института приняли активное участие в реализации этого предложения на практике.

Большая работа была проделана в процессе подготовки похода атомной подводной лодки "Ленинский Комсомол" к Северному полюсу. К этому походу Институтом были созданы карто-сетки в меркаторской проекции до широты 87° и осуществлена предварительная прокладка на весь планируемый маршрут перехода. Для повышения точности навигационной прокладки на картах, составленных в меркаторской и других проекциях, А.И.Сорокиным на базе обобщения и развития полученных ранее (в т.ч. В.В.Каврайским) отдельных результатов были разработаны основы навигационной картометрии. В них вошли общая теория картографических ошибок и таблицы поправок расстояний и азимутов в меркаторской, гномонической и равноугольной конической проекциях.

В процессе исследования природы картометрических ошибок была разработана теория искажений картографических проекций, нашедшая отражение в монографии “Морская картография” (1985 г.), отмеченной золотой медалью Ф.П.Литке Русского географического общества.

Важным направлением исследований, выполнявшихся в картографическом отделе, стали работы по обоснованию и освоению новых технологий издания морских карт, в основу которых было положено гравирование на пластике. Под руководством М.А.Матвеевой разрабатывались новые способы картосоставления, гравировальные инструменты и т.д. Под руководством и при непосредственном участии А.А.Лягачева проводились фундаментальные исследования, связанные с разработкой методов генерализации картографического изображения, в частности, генерализации береговой черты при различной природе морских побережий.

К концу 50-х годов основные задачи, поставленные флотом перед Институтом по картографическому обеспечению, были в принципе решены. Вместе с тем стало очевидной необходимость уделить более серьезное внимание вопросам гидрографии. В связи с чем в 1959 г. картографический отдел Гос.НИНГИ был расформирован и большая часть его сотрудников переведена в 280 ЦКП ВМФ, на которое возлагалось продолжение научных исследований в области картографии. В Институте же был образован гидрографический отдел (начальник А.К.Мирошниченко), в состав которого включалась лаборатория методов гидрографических исследований и перспектив развития морской картографии во главе с А.И.Сорокиным. За ней закрепили три направления исследований: определение возможности применения геофизических методов для изучения рельефа дна Арктического бассейна; создание методов гидрографических исследований в обеспечение определения места подводных лодок по рельефу дна и геофизическим полям; автоматизация решения гидрографических и геодезических задач.

Первым из них руководил А.Г.Пожарский. В работе также участвовал НИИ геологии Арктики (НИИГА). В результате совместных исследований был разработан комплекс геофизических методов съемки рельефа дна, включающий аэромагнитную съемку, сейсмозондирование и эхолотирование, с помощью которых решалась задача изучения рельефа дна в акваториях, покрытых мощными многолетними льдами Арктики.

Для подтверждения полученных теоретических результатов под руководством Г.Ф.Кузьмина и А.К.Мирошниченко был проведен натурный эксперимент в Арктическом бассейне, участниками которого были Г.В.Критский, А.Г.Пожарский, П.Н.Селиванов и др. Активное участие в нем принимали также специалисты НИИГА, Северной гидрографической экспедиции, летчики полярной навигации, моряки Северного флота. Натурные данные в целом подтвердили результаты теоретических исследований.

Применение разработанных методов и технологий позволило Северной гидрографической экспедиции в исторически короткие сроки провести изучение Арктического бассейна в гидрографическом отношении. Это привело к ряду крупных географических открытий и подняло на новый уровень картографическое обеспечение флота в данном регионе. Разработка и внедрение комплекса геофизических методов гидрографических исследований в 1986 г. было отмечено Государственной премией – "За исследование Северного Ледовитого океана".

Исследованиями, выполнявшимися с целью создания методов гидрографических работ в обеспечение определения места пл по рельефу дна и геофизическим полям, руководил А.И.Сорокин. Учитывая сложность решаемых в этой области задач, он применил здесь аппарат теории случайных функций и теории информации. Полученные теоретические результаты потребовали натурной проверки, для чего под руководством А.И.Сорокина в 1962 г. были проведены высокоточные съемки рельефа дна. Эксперимент выполнялся на парусном ЭОС "Крузенштерн" в западной части Атлантического океана, в районе Калининградских подводных гор. Его данные полностью подтвердили работоспособность предложенного метода и позволили Л.В.Новожилову, А.И.Сорокину и А.Я.Эльгорту разработать “Инструкцию по гидрографическому обследованию характерных форм рельефа дна океана”. На основе всех этих исследований были также предложены способы определения места корабля по рельефу дна и геофизическим полям, защищенные авторским свидетельством на изобретение, положившие начало новому направлению в морской навигации.

Кроме того, в процессе работы удалось установить корреляцию рельефа дна с гравитационным и геомагнитным полям, что позволило на базе создания единой модели объекта гидрографических исследований выработать рекомендации по количественному подходу к планированию съемок рельефа дна и геофизических полей.

Для повышения точности плановой привязки съемочных галсов Институт предложил новые способы геодезических засечек недоступных опорных знаков и методы уравнивания пересекающихся галсов по расхождению результатов съемки в точках пересечения съемочных маршрутов. Впоследствии эти исследования были опубликованы в монографиях А.И.Сорокина "Теоретические основы гидрографических исследований" и В.А.Коугия, А.И.Сорокина "Геодезические сети на море".

Направление автоматизации решения гидрографических и геодезических задач возглавил П.П.Попов. Под его руководством сотрудники лаборатории методов гидрографических исследований И.И.Гришина, Т.К.Грошникова и М.А.Марфина разработали математическое обеспечение для гидрографического варианта специализированных ЭВМ ТЭМ-1 и ТЭМ-1М. (ЭВМ серии ТЭМ успешно эксплуатировалась в частях и на кораблях Гидрографической службы ВМФ почти 20 лет).

В итоге комплекс выполненных Гос.НИНГИ работ в области гидрографии, морской картографии, морской геофизики послужил веским основанием для создания в 1964 г. на базе гидрографического отдела Института специализированного Управления гидрографии и картографии, в состав которого вошли отделы средств и методов гидрографических работ, картографический, а впоследствии также геофизический и глубоководных исследований.

РАЗВИТИЕ СРЕДСТВ И МЕТОДОВ ВОЕННОЙ ГИДРОГРАФИИ

В.А.АВДОНЮШКИН,
В.Н.ГОРШКОВ

Подводятся итоги деятельности гидрографов Гос.НИНГИ за послевоенный период, Подчеркнуты важнейшие направления научных исследований по повышению эффективности обеспечения ВМФ. Отмечены сотрудники Института, внесшие наибольший вклад в развитие технических средств и методов военной гидрографии.

Основные задачи и направления исследований Института в области гидрографии были сформулированы в первые годы после окончания Великой Отечественной войны (ВОВ). Они основывались, главным образом, на теоретических и практических работах выдающихся отечественных ученых-гидрографов: А.П.Белоброва, В.В.Каврайского, Н.Н.Матусевича, А.П.Ющенко, а также на опыте НГО ВМФ в период ВОВ. На этой базе под руководством и при личном участии М.Г.Алпатова, О.А.Борщевского, В.А.Климантовича, К.К.Цендровского, были разработаны методы выполнения гидрографических и океанографических работ, обеспечивающие решение задач ВМФ в окраинных морях СССР – навигационную безопасность плавания, боевое траление, минные постановки, артиллерийские и торпедные стрельбы и др.

Развитие ВМФ, выход его в океан, расширение международных связей страны поставило перед Институтом новые задачи: разработку методов съемок и обоснование путей создания технических средств картографирования Мирового океана, изучение его естественных полей во всем диапазоне глубин и обоснование предложений по перспективному развитию средств и методов НГО.

Учитывая особую значимость для страны Северного Ледовитого океана и Антарктических морей, определяемую ее географическим положением и политическими интересами, с 50-х годов развернулись работы, направленные на организацию НГО ВМФ в высоких широтах. Под руководством и при участии О.А.Борщевского, Г.Ф.Кузьмина, А.К.Мирошниченко, А.Г.Пожарского, А.И.Сорокина были обоснованы, детально разработаны и экспериментально апробированы методы проведения гидрографических и геофизических работ в Арктике и Антарктике. За участие в исследованиях Антарктиды Институт был награжден большой медалью Географического общества, а за исследования Арктического бассейна А.И.Сорокину, как одному из членов творческого коллектива, была присуждена Государственная премия.

Развитие военно-морского и гражданского флотов выдвинуло целый ряд новых требований как по точности и перечню измеряемых навигационно-гидрографических параметров, так и по объему и формам предоставляемой информации о среде. Повышение требований к эффективности обеспечения флота потребовало разработки новых и совершенствования существующих методов и технических средств НГО. В связи с этим Г.Ф.Кузьминым, Ю.В.Мордвинцевым, Л.Г.Муляром, Н.Н.Нероновым, К.Ф.Смирновым были обоснованы методы навигационно-гидрографического и гидрометеорологического обеспечения десантных операций, минного траления (в том числе и вертолетного), артиллерийских и ракетных стрельб, а также разработаны соответствующие инструкции и наставления.

Исследования по дальнейшей разработке вопросов теории морской картографии выполнялись под руководством и при участии С.С.Сальникова, А.И.Сорокина, А.Т.Стадника, К.К.Цендровского. В начале 60-х годов впервые в СССР сотрудниками Института А.В.Каврайским, В.А.Киселевым, В.А.Коугия, А.К.Мирошниченко, П.П.Поповым были сформулированы теоретические положения о цифровой картографической информации и автоматизации процессов картосоставления на основе использования электронной вычислительной техники.

Под эгидой Главного управления навигации и океанографии МО в результате совместных работ Гос.НИНГИ, Центрального картографического производства ВМФ, гидрографических служб флотов и предприятий промышленности были разработаны и приняты на снабжение ВМФ автоматизированные системы океанографических исследований (АПС-1, АПС-2) и картографический комплекс (АК ЦМК), обоснованы и выданы в промышленность тактико-технические задания на перспективные океанографические и картографические комплексы. В этих работах от Института участвовали В.Г.Бахмутский, А.М.Воронцов, Т.К.Грошникова, О.Г.Емельянов, А.В.Каврайский, В.А.Киселев, В.А.Коугия, А.К.Мирошниченко, Н.Н.Неронов, П.П.Попов, Э.Н.Свердлов и др.

Создание новых типов кораблей и видов оружия вызвало появление новых направлений освоения Мирового океана потребовало повышения точности и достоверности знания рельефа дна, параметров магнитного и гравитационного полей. Исходя из этих требований, сотрудниками Института Ф.Н.Алиповым, М.Г.Алпатовым, Л.В.Асафьевым, М.И.Боборыкиным, Н.А.Жилиной, Ю.А.Обуховым, Г.Н.Поповым, В.Н.Раскатовым, А.Н.Свечниковым, В.В.Старожицким, И.И.Федоровым, В.А.Цветковым были обоснованы пути создания приборов для съемки рельефа дна, позволившие перейти от измерения глубин в отдельных точках к измерениям профилей, а затем и к площадной съемке рельефа дна.

В конце 50-х годов М.Г.Алпатовым, Н.И.Боборыкиным и др. было получено авторское свидетельство на изобретение многолучевого эхолота (эхотрала). На основе этого изобретения в сотрудничестве с промышленностью и при активном участии Г.И.Попова, В.В.Старожицкого и В.А.Цветкова был создан первый в мире многолучевой эхолот с наклонными лучами – эхотрал ГЭТ-1.

Результатом плодотворной совместной работы с промышленными предприятиями явилась разработка ряда эхолотов и эхографов бокового обзора, обеспечивающих получение информации для составления карт рельефа дна Мирового океана с недостижимой ранее точностью и достоверностью, удовлетворяющих перспективным требованиям ВМФ. За создание гидрографического эхографа ГЭБО-100 Ю.А.Обухову совместно с представителями промышленности была присуждена Государственная премия.

Принятие на вооружение флота новых технических средств гидрографии и океанографии позволило О.Л.Грибанову, Н.Н.Неронову, Б.Г.Попову и др. разработать принципиально новые методы гидрографических и океанографических работ.

Основываясь на фундаментальных трудах И.Д.Жонгловича и других ученых АН СССР, специалистами Гос.НИНГИ А.К.Боловиным, Б.Х.Ганеевым, Б.Е.Ивановым, Б.Г.Поповым, Г.Т.Соловьевым, А.И.Сорокиным, С.Н.Щербаковым и др. были разработаны теоретические основы морских съемок гравитационного поля, обоснованы пути создания технических средств и методы использования результатов съемок. Совместными усилиями сотрудников Института А.К.Боловина, Б.Х.Ганеева, Б.Е.Иванова, А.Н.Иевлева, Б.Г.Попова, Г.Т.Соловьева, В.М.Хвиюзова и др., специалистов АН СССР и промышленных организаций создается система приборов для изучения поля силы тяжести Земли в Мировом океане.

Теоретические исследования Б.Е.Иванова позволили создать новое направление в военной науке – навигационно-гидрографическое обеспечение ВМФ геофизическими данными. Большие работы в Институте велись С.Н.Гузевичем, Б.Д.Деминым, Р.Б.Семевским, Е.И.Чернобуровым, В.Д.Чумаковым в области теоретического обоснования методов съемок и путей создания приборов для съемки магнитного поля Земли в Мировом океане в интересах навигации, минного оружия, противолодочной обороны и противодесантных сил. Созданные в результате их усилий в сотрудничестве с представителями промышленности и АН СССР приборы позволили выполнять съемки магнитного поля с требуемыми точностями.

Значительное внимание в работах Института было уделено новому направлению – разработке методов съемки и исследованию путей создания аппаратуры для изучения параметров поля грунтов акустическими способами. Впервые теоретическое обос-

нование возможности определения грунтовых пород по отраженным гидроакустическим сигналам эхолотов было обосновано в начале 60-х годов Б.Н.Лосевым и А.И.Сорокиным. Работы по созданию технических средств и методов в этом направлении продолжили сотрудники Института В.Н.Горшков, О.Л.Грибанов, Е.А.Денесюк, Н.Н.Неронов, А.Б.Опарин А.И.Свечников. Следует отметить, что велись они по прямому указанию Главкома ВМФ адмирала С.Г.Горшкова.

Необходимость детальной съемки рельефа дна Мирового океана на больших глубинах, изучения вертикального распределения поля силы тяжести и гидрофизических полей для решения ряда специальных задач ВМФ определила новое для Института направление исследований – теоретическое обоснование методов и путей создания приборов и подводных аппаратов для глубоководных исследований. Значительный вклад в развитие этого направления внесли И.М.Безуглый, А.М.Воронцов, В.Н.Горшков, Н.А.Колышев, Г.Ф.Кузьмин, Б.В.Мелещук, А.К.Мирошниченко, И.П.Нарышкин, В.М.Тимец, А.И.Шапошников, Е.Е.Шведе. Их усилиями в тесном сотрудничестве с Институтом проблем морских технологий (М.Д.Агеев), Институтом океанологии (В.С. Ястребов) и КБ при Дальневосточном политехническом институте (В.И.Короченцев) были созданы экспериментальные образцы подводных аппаратов, что позволило с помощью разработанных Гос.НИНГИ методик выполнить ряд важных заданий командования по поиску и идентификации затонувших объектов на дне океана на глубинах до 6000 м. Именно необитаемыми подводными аппаратами ГС ВМФ было уточнено место аварии апл “ Комсомолец “ и получены ее первые фотоснимки на дне, а также найдены останки южнокорейского Боинга у берегов о.Сахалин. Эти работы совместно с флотскими гидрографами выполняли Ю.Г.Алфимов, В.Н.Горшков, С.И.Дегтев, А.А.Мигалов, Н.А.Нестеров, Б.Г.Попов, А.И.Шапошников.

Требования ВМФ ускорить съемки естественных полей Мирового океана не могли быть выполнены без создания соответствующих носителей аппаратуры – океанографических и гидрографических судов, катеров, подводных аппаратов. Результаты исследований по обоснованию количественного и качественного состава этих плавсредств, тактико-технических требований к ним, выполненные В.Н.Лазаревым, Р.Н.Михайловым, А.Я.Эльгортом и др., нашли свое отражение в программах судостроения.

Для обеспечения картографическими материалами по труднодоступным акваториям в конце 50-х годов А.М.Воронцовым, В.Н.Егоровой и А.Г.Пожарским были выполнены теоретические и экспериментальные работы по определению глубин моря по аэрофотоснимкам. На основе этих работ в 70-х годах Э.С.Зубченко, В.Д.Кондюриным, К.В.Петровым, Г.Н.Радченко, Л.Н.Радченко, А.А.Сименеевым, Н.Н.Филабок были разработаны методы определения глубин по аэро- и космическим фотоснимкам.

При разработке новых технических средств гидрографии ярко проявилась аксиома деятельности нашего Института – техника рождается на флоте. Поэтому особое внимание уделялось морским испытаниям новой аппаратуры, в ходе которых проходила ее доводка, открывались ее новые возможности. Эти испытания всегда проходили в тесном взаимодействии с флотскими специалистами. Особо следует отметить в этом плане вклад гидрографов-черноморцев и тихоокеанцев Г.Ф.Баранова, Ю.А.Белова, И.Н.Богданова, Б.С.Гусева, Л.И.Митина, Э.Н.Мягкова и В.В.Стрелы.

Большой вклад в гидрографическую науку внес А.И.Сорокин, в своем фундаментальном труде “Теоретические основы гидрографических исследований“ (1972) обобщивший опыт предшествующих поколений гидрографов и впервые указавший на корреляцию физических полей Мирового океана.

В 80-е годы Н.Н.Нероновым разработана система построения и развития современных технических средств военной гидрографии и методов их использования для НГО ВМФ.

Большое значение придавалось разработке методов и обоснованию путей создания технических средств для выполнения специальных гидрографических работ, связанных с высокоточным определением места корабля в море. В этом плане было обосновано новое направление – создание гидрографических радиодальномерных

автоматизированных систем. В работах по нему Институтом впервые в СССР были теоретически обоснованы и экспериментально подтверждены возможности создания таких систем на основе цифровой обработки псевдошумовых сигналов (А.М.Воронцов Г.М.Дьяконов, Н.Н.Неронов, Ю.А.Обухов).

В целом за послевоенный период по Институту в области гидрографии и геофизики получены авторские свидетельства на более чем 200 изобретений, опубликовано свыше 500 научных трудов и выпущено около 100 нормативно-технических документов. Наиболее плодотворными изобретателями-гидрографами являются Е.А.Денесюк и Л.Г.Мулер, на счету которых около половины всех изобретений институтских гидрографов. По тактико-техническим заданиям, обоснованным и разработанным в Гос.НИНГИ, были созданы и переданы флоту 48 новых образцов аппаратуры и суда девяти проектов. В Институте за эти годы выросло 5 ученых-гидрографов высшей квалификации – доктора технических наук В.А.Коугия, Н.Н.Неронов, С.С.Сальников, А.И.Свечников и А.И.Сорокин, избранный в 1979 г. членом-корреспондентом РАН.

В настоящее время, в связи с принятием Россией оборонительной доктрины, требования ВМФ к точности, достоверности и надежности информации о полях Мирового океана значительно возрастают. Удовлетворены они могут быть с помощью единой системы технических средств НГГМО, позволяющей выполнять комплексные съемки среды: дальний и ближний космос, атмосфера, поверхность Мирового океана, весь диапазон его глубин. На основе этих съемок могут создаваться требуемые модели тех или иных погодных явлений, полей и т.п.

В заключение можно отметить, что на основе исследований, выполненных в Институте, работ Главного управления навигации и океанографии МО, Центрального картпроизводства ВМФ, организаций науки и промышленности, гидрографических служб флотов и других ведомств, созданы необходимые условия для решения задач НГО и заложен фундамент дальнейшего совершенствования гидрографических, геофизических и картографических работ по НГО ВМФ, организаций и ведомств страны, тем более, что за это время в Институте подготовлена достойная смена ветеранам в лице Б.В.Князева, А.А.Лакунина, В.О.Мятелкова и др., которые несомненно способны приумножить достижения предыдущих поколений гидрографов.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СРЕДСТВА ГИДРОГРАФИИ

В.А.АВДОНЮШКИН,
А.А.ЛАКУНИН

Перечислены наиболее интересные современные разработки Института. Подведены итоги исследований по развитию средств гидрографии, проведенных совместно с родственными организациями. Кратко охарактеризованы перспективные направления дальнейшего совершенствования названных средств.

Одним из направлений, по которым в Гос.НИНГИ в настоящее время активно проводятся исследования, является разработка и создание перспективных средств гидрографии. Конечная цель этих исследований – повышение эффективности системы навигационно-гидрографического обеспечения (НГО) ВМФ и общего мореплавания на основе повышения степени достоверности получаемой гидрографической информации, оперативности ее обработки и доведения до потребителей всех уровней. Средства, методы и технологии гидрографии обладают возможностями двойного применения – как в интересах НГО ВМФ и безопасности мореплавания, так и в целях освоения

природных ресурсов Мирового океана и строительства морских гидротехнических сооружений, что обусловливает важность их постоянного совершенствования. При этом приоритет мероприятий НГО конверсионной направленности, включая непосредственное оперативное обеспечение народнохозяйственной деятельности (прежде всего на континентальном шельфе), возрастает в связи с изменениями экономической и военной политики страны.

Требования к знанию параметров рельефа и грунта морского дна, естественных физических полей Земли в Мировом океане непрерывно возрастают при постоянном уменьшении объемов ассигнований на проведение соответствующих исследований. В таких условиях важной проблемой становится создание оптимального по структуре и возможностям комплекса технических средств, которой позволит Гидрографической службе эффективно решать стоящие перед ней сегодня основные оборонные и экономические задачи по обеспечению безопасности мореплавания военного и гражданского флотов; обоснованию внешней границы континентального шельфа России в Арктике; определению (уточнению) параметров природной среды для обеспечения боевой и повседневной деятельности ВМФ; созданию информационной основы рационального использования и охраны природных ресурсов. Комплекс этих проблем может быть решен только при осуществлении единой научно-технической политики в области гидрографии.

В настоящее время развитие средств и методов гидрографии характеризуется качественными изменениями информационно-технологической инфраструктуры системы НГО, связанными с внедрением современных информационных технологий, использованием новых принципов получения и обработки гидрографической информации. В технологии получения информации о рельефе и грунте дна это переход от однолучевых эхолотов к площадным средствам съемки, применение цифровых методов обработки данных. Особенно жесткие требования предъявляются со стороны потребителей гидрографической информации, решающих задачи освоения природных ресурсов. Частично они нашли отражение в новом издании стандарта на гидрографическую съемку S-44.

В соответствии с современной международной практикой гидрографических работ инструментальная точность измерения глубин должна составлять, как правило, не более 0,5% от измеряемой глубины, профилирование осадочных пород морского дна должно производиться на глубину не менее 5 м с разрешающей способностью 0,2 – 0,3 м. Институтом совместно с другими научно-производственными организациями России выполнены теоретические исследования и экспериментально подтверждены возможности создания отечественных средств съемки рельефа и грунта дна на мировом уровне. Имеющийся научно-методический задел позволяет в самые короткие сроки довести эти разработки до уровня промышленных образцов. В частности, А.И.Свечниковым разработан анализатор сигналов эхолота для выполнения на глубинах от 0 до 10000 м с гидрографических судов и катеров грунтовой съемки, проводимой как одновременно со съемкой рельефа дна, так и в качестве самостоятельного вида гидрографических работ. Анализатор сигналов используется в комплексе с промерными эхолотами, работающими в частотном диапазоне от 1 до 20 кГц и обеспечивает решение следующих задач :

- определение типов грунта;
- определение границ распространения однотипных грунтов;
- обнаружение затонувших объектов на ровном грунте.

Тип грунта определяется на основе вычисленных характеристик регистрируемого донного эхо-сигнала. Анализатор сигналов эхолота может рассматриваться как вспомогательное дистанционное техническое средство, которое применяется при общей и подробной грунтовой съемке.

Специалисты Института ведут также исследования по созданию цифрового акустического профилографа, который должен в перспективе стать основным техническим средством неконтактной грунтовой съемки для решения задач НГО ВМФ. На основе выполненных в Гос.НИНГИ теоретических разработок (Жилина Н.А., Раскатов

В.Н.) коллективом Нижегородского государственного технического университета под руководством И.Д.Кротова проводится НИР по обоснованию возможности и технических путей создания океанографического гидроакустического комплекса съемки рельефа и грунта дна с использованием фазированной антенной решетки. В итоге она должна привести к разработке на базе многолучевого эхолота многофункционального комплекса. Последний предназначен для производства площадной гидрографической съемки в полосе до двух глубин, измерения абсолютной скорости судна и течений, определения коэффициента обратного рассеяния акустических волн от дна и среднего градиента распространения звука в воде.

Разработанные совместно с Институтом радиоэлектроники РАН (В.И.Каевицер, В.Н. Раскатов) автоматизированные гидрографические комплексы площадной съемки (АГКПС) не уступают по точности измерения глубин многолучевым эхолотам, обладают высокой производительностью и разрешающей способностью. Съемка рельефа и поверхностного грунта дна в полосе шириной до шести глубин обеспечивается с точностью, удовлетворяющей требованиям картосоставления. Использование сложных сигналов позволяет увеличить дальность действия комплекса в 2,5 раза по сравнению с аналогичными системами, работающими на тональных сигналах. Опыт проведения совместных с иностранными компаниями инженерно-гидрографических изысканий показывает, что созданные экспериментальные образцы АГКПС соответствуют мировому уровню.

Вместе с тем подтверждается настоятельная необходимость разработки и создания систем, позволяющих решать задачи автоматизированного сбора и комплексной обработки гидрографической информации в режиме реального времени. Предполагается, что в качестве датчиков в подобной системе могут быть использованы многолучевые эхолоты (средства площадной съемки); одно- и двухчастотные узколучевые эхолоты; профилографы; датчики углов крена, дифферента и вертикальных перемещений носителя; приемоиндикаторы спутниковых и береговых навигационных систем; системы курсоуказания.

Современная структура комплекса технических средств гидрографии, основы технологий и методов автоматизированных гидрографический съемок разработаны и обоснованы ведущим в области гидрографии специалистом Института Н.Н.Нероновым. Отдельные положения развиты в трудах его коллег В.Г.Бахмутского, А.А.Дадашева, В.Н.Раскатова и др.

Дальнейшее развитие технических средств гидрографии может осуществляться по следующим направлениям:

- модернизация имеющихся в подразделениях ГС ВМФ технических средств разработки 70–80-х годов с целью продления их жизненного цикла и обеспечения возможности обработки выходной информации в существующих и перспективных автоматизированных гидрографических комплексах;
- создание высокопроизводительных узколучевых площадных средств съемки, позволяющих получать наиболее достоверные модели рельефа дна;
- разработка принципиально новых технических средств комплексного изучения рельефа и грунта дна, определения акустических параметров и динамики водной среды, а также абсолютной скорости носителя на основе использования сложных сигналов и фазированных антенных решеток, обеспечивающих значительное повышение производительности гидрографических работ.

Можно предположить, что детальность съемки рельефа дна будет в полной мере отвечать требованиям международных стандартов, потребностям электронных картографических навигационных информационных систем, навигационных комплексов и боевых информационно-управляющих систем.

Перспективным направлением в области грунтовой съемки является создание аппаратуры, обеспечивающей определение типов грунта дна с вероятностью не менее 0,9 на ходу судна по корреляционным зависимостям и соответствующим уравнениям регрессии между типом грунта и коэффициентом отражения гидроакустического сигнала по нормали к поверхности.

Учеными Института (Э.С.Зубченко, В.Д.Кондюрин, Ю.В.Юшков и др.) разработана концепция создания аэрокосмической системы сбора и обработки навигационно-гидрографической информации в интересах картографирования прибрежных и мелководных районов.

В перспективе в интересах ВМФ могут быть использованы также разработки, связанные с лазерными, оптическими, электромагнитными методами измерения глубин. Большой интерес представляет метод акустической голографии.

МОРСКАЯ ГЕОФИЗИКА – НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ

Б.Е.ИВАНОВ,
В.О.МЯТЕЛКОВ

Излагается история становления и развития работ в области морской геофизики. Приводятся основные достижения деятельности Института в указанной области.

Начало исследований. В современных условиях существенное влияние на успешное проведение боевых действий на море оказывают физико-географические факторы. Высказанное положение полностью относится к геофизическим полям и, в частности, к гравитационному полю Земли. Сравнительно недавно влияние гравитационного поля Земли не позволяло корабельной артиллерии вести стрельбу на расстояниях более 20–30 км. В настоящее время баллистические ракеты подводных лодок способны преодолеть притяжение Земли и поразить цели практически в любой точке земного шара. При этом для достижения требуемой точности стрельбы необходимо учитывать параметры гравитационного поля и фигуры Земли. Информация о геофизических полях необходима также при поиске полезных ископаемых, изучении формы и фигуры Земли, ее внутреннего строения, изучении и освоении околоземного космического пространства, а также при решении других народнохозяйственных и научных задач.

В 60-х годах все вышесказанное обусловило постановку в Гос.НИНГИ исследований в области морской геофизики (гравитационного, магнитного, электрического и электромагнитного полей Земли). Целенаправленные научные работы в данной области в Институте начались в 1966 г., когда по этому направлению была сформирована нештатная научная группа (руководители – Д.Н.Боков, А.И.Сорокин). В 1967 г. был образован геофизический отдел. Первым его начальником стал А.И.Сорокин, труды которого по теории гидрографии легли в основу исследований по морской геофизике. В 1969 г. отдел возглавил опытный гидрограф Б.Г.Попов, взявший на себя основную тяжесть работ по формированию и развитию нового научного направления. Он руководил работами созданного научного коллектива на протяжении почти 20 лет, даже при назначении на вышестоящую должность.

Первоначально были определены перечень потребителей и задач, которые должны решаться с использованием геофизической информации, требования к этой информации. Обосновывались требования к необходимым техническим средствам, принципы их создания. Формировались планы НИОКР.

Специалисты отдела сразу же наладили тесные творческие связи со многими научными, учебными и промышленными организациями, занимающимися работами по геофизике и смежным областям наук. Большую помощь молодому научному коллекти-

ву оказывали известные в стране и за рубежом ученые-геофизики В.В.Бровар, Ю.Д.Буланже, К.Е.Веселов, В.Ф.Еремеев, А.М.Карасик, Л.П.Пеллинен, Е.И.Попов, В.И.Почтарев, А.Н.Пушков, М.Е.Хейфец, М.И.Юркина и многие другие.

Создание аппаратуры. Главной целью являлось создание морской геофизической аппаратуры, до того в стране серийно не изготовлявшейся. Особые сложности вызвало создание морских гравиметров. По принципу действия они представляют собой прецизионные весы, которые используются на сильно качающемся основании. Созданием таких уникальных приборов занимались организации, которые еще не имели необходимого оборудования и практики проведения ОКР по заказам ВМФ. В то же время промышленные организации, способные изготавливать точные приборы, не обладали опытом в морской гравиметрии и потому первоначально не желали втягиваться в работы в неизвестной для них области. Тем не менее специалистам геофизического отдела удалось создать кооперацию таких организаций с определяющей ролью традиционных разработчиков гравиметров. Институт физики Земли (ИФЗ) АН СССР был назначен головным исполнителем ОКР и разработчиком самого гравиметрического датчика, а ЦНИИ "Электроприбор" – соисполнителем в части создания гиростабилизированной платформы. В результате для ВМФ был создан первый серийный морской гравиметр с фоторегистрацией (МГФ), который представлял собой комплекс – гравиметрический датчик с фоторегистрирующим устройством, установленный на гиростабилизированной платформе, и приборы управления. С 1971 г. гравиметрами МГФ (табл.1) начали оснащать океанографические исследовательские суда (ОИС) и гидрографические суда (ГИСУ) ВМФ, на которых стала проводиться морская гравиметрическая съемка в удаленных районах Мирового океана.

Таблица 1

Морская гравиметрическая аппаратура

Наименование или обозначение прибора	Год завершения разработки	Средняя квадратическая погрешность, мГал	Допустимое возмущающее ускорение, Гал	Разработчик (главный конструктор)	Ответственный от Гос.НИНГИ за научно-техническое сопровождение разработки
Гравиметры					
МГФ	1972	5-10	75	ИФЗ АН ССР (Попов Е.И.)	Хоробрых В.Н.
Чета-Б	1973	10	10	ИФЗ АН СССР (Попов Е.И.)	Соловьев Г.Т.
Стен	1983	1	50	ЦНИИ “Электроприбор" (Тиль А.В.)	Ганеев Б.Х., Вопилкин Ю.Л., Емельянова И.Г.
МГК	1985	3	125	ЦНИИ "Электроприбор" (Береза А.Д.)	Ганеев Б.Х.
“Перемолот”	1989	1	60	ЦНИИ"Дельфин" (Сапожников А.П.)	Иванов Б.Е., Васильев В.П.
“Скалочник”	1996	1	150	ЦНИИ "Электроприбор" (Несенюк Л.П.)	Чирков О.А.
Маятниковые приборы					
АМП-1	1971	1,5	3	ЦНИИГАиК (Хейфец М.Е).	Щербаков С.М., Иевлев А.Г.
АМП-2	1977	1,5	3	ЦНИИГАиК (Хейфец М.Е)	Иевлев А.Г.
М-1	1988	1,5	4	ЦНИИ"Дельфин" (Смоллер Ю.Л.)	Васильев В.П.

Первые же съемки показали, что гравиметр МГФ имеет серьезные недостатки: невысокая точность единичного измерения, значительное и нестабильное смещение ноль-пункта, низкий уровень допустимых возмущающих ускорений и ручная обработка результатов. В связи с этим в районах, где требовалась повышенная точность съемки, до создания точного отечественного прибора использовались гравиметры ФРГ GSS-2 и KSS-5. В течение короткого периода времени применялся и японский гравиметр TSSG-67. Однако точностные характеристики последнего значительно уступали характеристикам гравиметров ФРГ. Большую работу по исследованию иностранных приборов и внедрению их в практику выполнили Б.Х.Ганеев, Г.Т.Соловьев и Л.И.Цыпленков.

При создании более точного автоматизированного гравиметра роли разработчиков изменились. ЦНИИ "Электроприбор" стал головным исполнителем, а ИФЗ АН СССР – соисполнителем в части чувствительного элемента гравиметра. К этому времени повысилась квалификация сотрудников отдела, увеличился их вклад в разработку новой техники. За успехи в области гиростабилизации гравиметров Б.Х.Ганееву совместно с группой сотрудников ЦНИИ "Электроприбор" в 1983 г. была присуждена премия имени Н.Н.Острякова.

В результате длительной работы был создан морской гравиметрический комплекс (МГК, см. табл.1), который включал в себя одну, две или три (в зависимости от комплектации) гиростабилизированные платформы с гравиметрическими датчиками и оптикоэлектронными преобразователями, вычислительную машину, приборы управления и регистрации. Новая аппаратура имела большую точность по сравнению с МГФ и не требовала ручной обработки фотопленки, т.к. данные замеров непосредственно выводились на печать. Однако окончательная обработка результатов съемки не выполнялась. МГК выгодно отличался от МГФ технологичностью, надежностью, высокой степенью автоматизации и качеством гиростабилизации. Этот комплекс, который и сейчас является основным средством изучения гравитационного поля Земли в океане, был установлен вместо МГФ на всех ОИС и ряде ГИСУ. При внедрении его в практику большая заслуга принадлежит В.М.Хвиюзову.

Та же кооперация разработчиков создала и новый гравиметрический комплекс "Скалочник" (см. табл.1), построенный по принципу МГК, но с более мощной вычислительной машиной и более рациональным математическим обеспечением. Комплекс "Скалочник" отличается от МГК более высокой точностью измерений, меньшими ограничениями на условия измерения и, что особенно важно, возможностью выполнять окончательную обработку информации непосредственно в море. В этом комплексе предусмотрена не только подготовка геофизической информации в необходимой для использования форме, но и решение задачи определения места ОИС по геофизическим полям. К сожалению, в связи с известными финансовыми трудностями в стране серийное производство комплекса "Скалочник" так и не было начато.

Особенностью отечественной морской гравиметрии является продолжительное использование маятниковых приборов (см. табл.1), которые перестали применяться за рубежом после создания точных гравиметров. Такие приборы для ВМФ были созданы в ЦНИИ геодезии, аэросъемки и картографии (ЦНИИГАиК), а впоследствии и в ЦНИИ "Дельфин". Они устанавливаются на пл, ОИС, ГИСУ и на дрейфующий лед, применяются для получения опорного значения ускорения силы тяжести для коррекции и эталонирования гравиметров в условиях малых возмущающих ускорений.

На замену маятниковых приборов велась разработка гравиметра, основанного на абсолютном методе измерения. Большую работу по организации и научно-техническому сопровождению разработки, стендовым и морским испытаниям опытового образца провели Б.Х.Ганеев и Л.А.Ленькова. Однако по своим характеристикам он оказался не намного лучше маятникового прибора.

В отличие от гравиметрии магнитометрия имеет дело с измерениями сигнала, обладающего значительным частотным диапазоном. В связи с этим для изучения магнитного, электрического и электромагнитного полей Земли возникла необходимость разработки целого ряда приборов. Особенность их заключается в том, что с целью

исключения влияния полей судна измерители пока что приходится устанавливать вне корпуса судна.

На самых сложных начальных этапах развертывания НИОКР по созданию магнитометрической аппаратуры значительный вклад в организацию работ внес Е.И.Чернобуров, который около 15 лет руководил планированием научно-технического сопровождения этих работ. Первым был разработан морской буксируемый магнитометр (МБМ-1, табл.2), который включал в себя один буксируемый за судном преобразователь (измеритель геомагнитного поля) протонного типа и находящиеся на судне приборы регистрации и управления.

Дальнейшее развитие магнитометрической аппаратуры связано с работами Семевского Р.Б., который впервые в СССР обосновал градиентометрический метод изучения геомагнитного поля. Перейдя из Института в ОКБ НПО "Рудгеофизика" он возглавил разработку на его основе новой аппаратуры. В результате был создан морской дифференциальный магнитометр (МДМ, см. табл.2), в котором, в отличие от МБМ-1, имелось два буксируемых друг за другом преобразователя, причем регистрация выполнялась по двум каналам: одного из преобразователей и по разностному, где фиксировалась разность показаний двух преобразователей.

Таблица 2

Морская магнитометрическая аппаратура

Наименование или обозначение прибора	Год завершения разработки	Средняя квадратическая погрешность, нТл	Организация-разработчик (главный конструктор)	Ответственный от Гос.НИНГИ за научно-техническое сопровождение
Магнитометры				
МБМ-1	1977	1	ОКБ НПО "Рудгеофизика" (Ливотов Л.Л.)	Семевский Р.Б.
МБМ-2	1977	1	ОКБ НПО "Рудгеофизика" (Ливотов Л.Л.)	Семевский Р.Б.
Лебедь	1983	1	ОКБ НПО "Рудгеофизика" (Иванов В.Д.)	Гузевич С.Н.
МДМ	1988	0,5	ОКБ НПО "Рудгеофизика" (Семевский Р.Б., Проценко В.Н.)	Гузевич С.Н., Демин Б.Н.
Поверочная магнитная установка "ПУМА"	1992	0,01	ОКБ НПО "Рудгеофизика" (Петухов И.В.)	Гузевич С.Н., Демин Б.Н.

Требования к аппаратуре для изучения электромагнитного поля, принципы ее построения и использования в море были разработаны специалистами Гос.НИНГИ К.Г. Ставровым и Б.Н. Деминым. По этим требованиям велись разработки донной и буйковой магнитных вариационных станций, а также измерителя электрического поля в океане (были созданы экспериментальные образцы, проведены их испытания, однако по разным причинам до опытных и серийных образцов дело не дошло).

По инициативе специалистов отдела была поставлена проблема измерения элементов геомагнитного поля непосредственно на судне и приняты меры по ее решению. Первым шагом явилось создание в Санкт-Петербургском филиале Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн РАН (руководитель разработки – В.А.Бледнов) системы для измерения угловых компонент геомагнитного поля на судне. Испытания системы на ГИСУ дали положительные результаты.

Качество изучения геофизических полей в большой степени зависит от места размещения приборов на носителе. Сотрудники отдела И.А.Бобов, Б.Х.Ганеев, С.Н. Гузевич, А.П.Филимонов, В.М.Хвиюзов, В.Н.Хоробрых, Е.И. Чернобуров и другие провели большую работу по обоснованию размещения геофизической аппаратуры на судне с учетом снижения влияния качки, вибрации и электромагнитных помех на качество измерения. По их предложениям определялись планировка гравиметрической и магнитометрической лабораторий на ОИС и ГИСУ, состав и размещение в них аппаратуры. В целях повышения точности и надежности измерений на некоторых судах было рекомендовано концентрировать несколько гравиметров. Так в гравиметрической лаборатории ОИС "Иван Крузенштерн" было сосредоточено более 10 гравиметрических датчиков.

Разработка технологии съемок. Геофизические съемки существенно отличаются от съемки рельефа дна. Гравиметрическая съемка представляет собой один из сложных видов работ по исследованию океана. Это связано с тем, что, во-первых, уровень полезного сигнала в несколько тысяч раз ниже уровня помехи и, во-вторых, на точность измерения сильное влияние оказывает точность выработки навигационных параметров. Так погрешность выработки восточной составляющей скорости судна в 1 уз вызывает погрешность определения ускорения силы тяжести до 7 мГал (Гал=10^{-2} мс $^{-2}$).

Первые морские гравиметрические измерения проводились на пл с помощью маятникового прибора. Когда же начались съемки с гравиметром МГФ на оис, то перед геофизическим отделом встали две проблемы. Первая заключалась в том, что суда ВМФ не имели возможности часто заходить в иностранные порты. Это не позволяло проводить периодическую коррекцию и определение ноль-пункта и масштабных коэффициентов гравиметров по береговым опорным гравиметрическим пунктам. Вторая проблема была вызвана отсутствием средств точного координирования в удаленных районах океана.

Для решения первой проблемы по рекомендациям специалистов геофизического отдела с помощью установленных на пл маятниковых приборов создавались морские опорные гравиметрические пункты. Кроме того, на оис и гису совместно с гравиметрами устанавливались маятниковые приборы, которые использовались для определения опорных значений ускорения силы тяжести в условиях небольших возмущающих ускорений. Вторую проблему удалось решить с помощью использования СНС.

Для изучения гравитационного поля в районах, покрытых дрейфующими льдами, А.В.Иванов и С.М.Щербаков разработали технологию, по которой на льду из нескольких маятниковых приборов создавался дрейфующий опорный гравиметрический пункт и относительными сухопутными гравиметрами определялись приращения ускорения силы тяжести между опорным и рядовыми пунктами.

При отработке технологии морской магнитной съемки специалисты отдела столкнулись с необходимостью разработки нового способа учета девиации магнитометра, т.к. существующие способы по схемам "звезда" и "многоугольник" не обеспечивали требуемой точности из-за существенного влияния погрешности координирования и заметно снижали производительность работ. Кроме того необходимо было учесть влияние вариаций геомагнитного поля на результаты измерений, т.к. в то время учет вариаций мог выполняться только в непосредственной близости от береговых вариационных станций.

Для решения первого вопроса С.Н.Гузевич предложил несколько способов определения девиации. Первоначально был разработан способ, заключающийся в том, что при движении судна кабель-трос стравливался так, чтобы преобразователь магнитометра МБМ-1 оставался на одном месте. Это позволило выделить из результатов измерений влияние магнитного поля судна. Впоследствии, когда был создан магнитометр МДМ, были разработаны способы непрерывного определения девиации непосредственно при проведении съемки, которые не требовали изменения скорости судна, стравливания кабель-троса и не вели к дополнительным затратам времени.

Второй вопрос разрешился только после реализации градиентометрического метода. Предложенное решение основывалось на том, что разностный канал магнитометра МДМ практически не искажен вариациями. Кроме того, был обоснован способ учета вариаций по данным результатов измерений в точках пересечения основных и контрольных галсов.

В геофизическом отделе были разработаны также все нормативные документы по использованию геофизической аппаратуры и проведению геофизических съемок океанографическими экспедициями ВМФ. Кроме того были подготовлены нормативные документы для всех геофизических производственных организаций страны (Инструкция по морской гравиметрической съемке, составленная Б.Г.Поповым и Г.Т.Соловьевым с участием специалистов других организаций).

Несмотря на принятые меры, слабым местом морской геофизике и, особенно, гравиметрии оставалось метрологическое обеспечение. В первую очередь это относилось к испытаниям и проверкам морской аппаратуры, хотя специалисты отдела участвовали во многих экспедициях, во время которых проводили испытания новой техники, проверку и отработку технологических решений. Так в 1968–1969 гг. А.В.Иванов и С.М.Щербаков исследовали условия гравиметрических наблюдений на дрейфующем льду в Арктике. А.Г.Иевлев в 1968 г. отрабатывал технологию маятниковой съемки на пл в сложных штормовых условиях в Тихом океане, когда необходимая для гравиметрических измерений глубина часто превышала допустимую глубину погружения пл. В 1972 г. при переходе ОИС "Абхазия" из г. Кронштадта в г. Владивосток Б.Х.Ганеев вел экспериментальные исследования морских гравиметров. В 1982–1983 гг. В.Д.Мищенко участвовал в экспедиции на оис "Адмирал Владимирский" и "Фаддей Беллинсгаузен", повторившей путь, который проложили на шлюпах "Восток" и "Мирный" Ф.Ф.Беллинсгаузен и М.П.Лазарев. В 1985 г., во время перехода единственной в мире немагнитной шхуны "Заря" из Черного в Балтийское море исследованием геомагнитного поля занимался Б.Н.Демин. В 1989 г. эксперимент по определению уклонения отвесной линии астрономо-геодезическим методом на дрейфующем льду в Арктике выполнили Ю.В.Лапин и И.В.Степанов.

Разработка технологии подготовки геофизической информации и ее использования. Специалисты геофизического отдела вели большую работу по отработке технологии окончательной обработки результатов съемки и подготовки необходимой потребителю информации. О.А.Чирков предложил способ учета картографической информации о рельефе дна для уменьшения динамической погрешности гравиметра. Б.Е.Иванов разработал способ уравнивания морских гравиметрических измерений с использованием береговых и морских опорных гравиметрических пунктов, точек пересечения основных и контрольных галсов, а также результатов сравнения со съемками прошлых лет. Б.Н.Демин обосновал способ уравнивания результатов измерений магнитометром МДМ по данным двух измерительных каналов в точках пересечения основных и контрольных галсов. Т.М.Кулагина разработала способ учета вариаций геомагнитного поля на одиночном галсе. Б.Е.Иванов и В.О.Мятелков предложили путь совершенствования метрологического обеспечения морской гравиметрии на основе построения модели гравитационного поля по результатам совместной обработки данных ряда гравиметрических измерений и рельефа местности.

Машинная технология подготовки информации об уклонении отвесной линии в океане гравиметрическим методом была разработана В.С.Егоровой, П.Н.Селивановым и Г.Т.Соловьевым. Более совершенная технология с оценкой точности была разработана по предложениям Б.Е. Иванова. Пути автоматизированной обработки результатов съемки и подготовки цифровой геофизической информации обосновали В.П.Васильев, В.С.Егорова, В.П.Леньков, Л.В.Смолина и другие сотрудники отдела. Б.Е.Иванов совместно с В.П.Васильевым разработал методологию обеспечения оружия и технических средств ВМФ данными о параметрах гравитационного поля и фигуры Земли.

Выполненные в океане съемки по разработанной в Гос.НИНГИ технологии позволили получить большой объем информации о геофизических полях. Измерения с помощью маятниковых приборов на пл и маршрутные съемки с гравиметрами МГФ на ОИС обеспечили определение параметров глобальной модели гравитационного поля Земли и общего земного эллипсоида. Площадные съемки на оис и гису с гравиметрами МГК и магнитометрами МБМ-1 и МДМ детализировали информацию о геофизических полях в оперативно важных районах Мирового океана.

Большие исследования были проведены в области морской геофизической навигации. Основоположником и первым руководителем этого важного научного направления являлся А.И. Сорокин. С 1969 г. данными работами длительное время руководил В.Д.Чумаков. Были обоснованы перечень навигационных задач, которые могут быть решены с помощью геофизической информации, требования к этой информации, пути ее получения и пути решения поставленных задач. Основной из них являлось определение координат пл в подводном положении. В обосновании перспектив, разработке методов геофизической навигации, их экспериментальной проверке принимали участие Ю.Л.Бугров, А.П.Васильев, Б.А.Дегтярев, А.И.Кравченко, В.П.Леньков, Л.В.Смолина. Кроме того В.П.Леньков обосновал методы обеспечения навигационной безопасности плавания, а И.Г.Емельянова – методы определения скорости корабля.

Специалисты НИЦ Института В.И.Гусева, Н.А.Колышев, Л.Ф.Пушкина и К.Г.Ставров разработали концепцию и основы технологии создания банка морских геофизических данных на базе персональных ЭВМ.

Заключение. Основным итогом деятельности морских геофизиков Гос.НИНГИ МО РФ являются создание серийной морской геофизической аппаратуры и оборудование ею судов ВМФ, разработка технологии съемки и обработки ее результатов, обеспечение потребителей необходимой геофизической информацией. За время существования в Институте геофизического отдела точность изучения геофизических полей повысилась примерно на порядок.

Дальнейшие исследования в области морской геофизики целесообразно проводить по следующим направлениям:

- повышение точности и надежности геофизической аппаратуры путем использования новых технологий, в частности, криогенной;
- совершенствование структуры и комплектации съемочной аппаратуры, в частности, размещение гравиметрических датчиков на инерциальной системе;
- оптимальная комплексная обработка результатов гравитационных, магнитных, навигационных измерений и съемки рельефа дна;
- совершенствование методов геофизической навигации;
- измерение уклонения отвесной линии, силовых и угловых компонент геомагнитного поля непосредственно на борту судна;
- совершенствование метрологического обеспечения геофизических съемок, разработки и испытаний аппаратуры;
- создание автоматизированного банка морских геофизических данных.

Морская геофизика так же, как и все другие отрасли военно-морской науки переживает не лучшие времена. Утрачивается перспектива. И в то же время, заглядывая в XXI век, хочется верить в будущее развитие Флота, а значит и морской геофизики. Эту веру подкрепляют слова из гимна морских геофизиков Гос.НИНГИ:

Гордимся мы, что есть у нас
Приборов ряд, известных всем,
И верится, что скоро наступит час
Морских геофизических систем!

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВМФ

В.Л.ГАЛАХОВ,
В.Г.ДМИТРИЕВ

Приведен краткий обзор методологических аспектов исследований в области ГМО ВМФ, выполненных Институтом за период с начала 50-х годов по настоящее время. Дан анализ современного состояния методологических проблем ГМО флота и перечислены основные задачи исследований на ближайшее будущее.

Введение. Система гидрометеорологического обеспечения (ГМО) ВМФ является подсистемой боевого управления флота. Ее функции состоят в выработке информации о среде и предоставлении этих данных органам управления, кораблям и частям. Наиболее ценным видом информации о среде являются рекомендации по учету влияния гидрометеорологических условий на силы, оружие и технические средства ВМФ. Они позволяют оценивать один из важных элементов обстановки и формировать представление о влиянии среды на эффективность боевых действий и повседневных мероприятий флота. Основой для составления рекомендаций служат сведения о гидрометеорологической обстановке в районе действий флота на момент их проведения, а также о влиянии гидрометеорологических факторов на силы, оружие и технические средства ВМФ. Как правило, органам управления требуются данные о будущем состоянии среды, поскольку момент принятия решения об использовании сил ВМФ всегда предшествует моменту фактических действий. Поэтому практическую ценность представляют лишь маргинальные (климатические и инерционные) и методические гидрометеорологические прогнозы. Каждой из перечисленных категорий прогнозов присущ специфический технологический процесс их составления.

Целью исследовательских работ, направленных на развитие и совершенствование системы ГМО ВМФ является, в конечном счете, создание технологических процессов и структур, позволяющих составлять высококачественные прогнозы и, соответственно, рекомендации по учету влияния среды на силы флота.

Исходя из основных черт комплекса технологических схем составления указанных видов информации, можно выделить группу традиционных направлений научно-исследовательских работ, обеспечивающих достижение поставленной цели. К таким направлениям относятся:

- разработка методов гидрометеорологических прогнозов;
- разработка методов гидрометеорологического изучения океанов и морей и осуществление самого изучения;
- составление гидрометеорологических пособий (справочных систем и банков данных);
- изучение влияния гидрометеорологических факторов на оружие и технические средства ВМФ и разработка методов учета влияния этих факторов;
- исследование комплекса проблем, связанных с анализом и синтезом оптимального варианта системы ГМО ВМФ.

Под последним научным направлением подразумеваются:

- методология и методы оценки эффективности ГМО;
- автоматизация технологического процесса выработки гидрометеорологической информации;
- принципы и методы построения глобальной подсистемы освещения гидрометеорологической обстановки, обладающей боевой устойчивостью;
- способы использования (усвоения) гидрометеорологической информации при планировании боевых действий и управлении силами флота.

Именно в этих направлениях проводилась научно-исследовательская работа в гидрометеорологических подразделениях Гос.НИНГИ за истекшие десятилетия. Есте-

ственно, что по ряду причин некоторым из названных направлений уделялось большее внимание, исследования по ним велись более интенсивно, чем по остальным. В разные периоды в соответствии с изменениями обстановки и организационной структуры менялись приоритеты отдельных направлений. Немалую роль в этом процессе сыграло постепенное осознание значения, важности и места некоторых из названных проблем для развития и совершенствования системы ГМО ВМФ в целом.

Для лучшего понимания дальнейшего изложения целесообразно рассмотреть изменения в составе и структуре научно-исследовательских подразделений за прошедший период.

Краткий исторический очерк. Исторические обзоры развития военно-морской гидрометеорологии в целом подробно представлены в многочисленных публикациях [1-4]. Ниже будет изложена краткая история развития научных исследований в области гидрометеорологических исследований в интересах ВМФ, выполненных непосредственно Институтом [5].

В 1946 г. в связи с выделением из состава Главного Управления Гидрометеорологической службы при СНК СССР Гидрометеорологической службы ВМФ в рамках последней создается научно-исследовательская организация – Главная Морская обсерватория ВМФ, которая занималась методическими вопросами ГМО и составления пособий. Параллельно в 1946–1947 гг. в составе Института был создан отдел гидрометеорологических технических средств.

В декабре 1951 г. Главная Морская обсерватория ВМФ была объединена с Гос.НИНГИ и в составе Института образовалось четыре гидрометеорологических отдела: гидрофизический, гидрометеорологических исследований, гидрометеорологических пособий, гидрометеорологических приборов. В сентябре 1959 г. в Институте создается океанографическое управление на базе этих отделов. В дополнение к ним был сформирован еще отдел гидрометеорологических прогнозов и расчетов. Однако в январе 1961 г., в связи с реорганизацией институтов ВМФ, это управление было включено в состав подразделения другого научно-исследовательского учреждения ВМФ, где были образованы три отдела: методов ГМО ВМФ, гидрометеорологических технических средств, методов исследования океанов. Функции прежних пяти отделов были перераспределены между новыми тремя при сохранении, в основном, общего объема и направленности исследований.

В январе 1964 г. Гос.НИНГИ воссоздается как самостоятельная организация с включением в его структуру океанографического управления в составе трех ранее существовавших отделов, с сохранением их названий и профиля. В ноябре 1986 г. произошло разукрупнение отделов и их количество увеличилось до пяти. Однако спустя полтора года, в апреле 1988 г. при проведении очередной реорганизации (с сокращением числа сотрудников на 20%) количество гидрометеорологических отделов сократилось до двух, а океанографическое управление объединилось с гидрографическим. В таком виде структура гидрометеорологических научно-исследовательских подразделений Института сохранилась и по настоящее время.

Ретроспективный обзор направлений исследований. Составление гидрометеорологических пособий являлось одной из важных функций Главной Морской обсерватории. После объединения ее с Институтом этот вид деятельности продолжался с различной интенсивностью до начала 70-х годов, пока эта работа полностью не сосредоточилось в 525 НИОЦ МО[5] и в Центральном картографическом производстве ВМФ. Большой вклад в создание пособий внесли Ю.М.Алехин, Е.Н.Веселов, В.А.Виноградов, И.Н.Давидан, Р.И.Иванов, Т.Я.Калугина, Т.Д.Лапинская, С.З.Мандель, В.В.Пахомов, М.В. Ремезова, И.К.Смитская, Б.А.Филиппов, А.Б.Яковлева и др.

Исследования по разработке методов гидрометеорологических прогнозов начали проводиться с конца 50-х годов и продолжаются по настоящее время. Однако выполнялись они эпизодически; являлись исключительно региональными и имели целью прогнозирование ограниченного числа гидрометеорологических элементов. Такое по-

[5] С 1988 г. – подразделение Института: Научно-исследовательский центр (океанографический)

ложение объясняется тем, что выполнявшиеся Институтом работы не имели целью создание нового комплекса методов глобальных прогнозов, что было бы неразумным дублированием мощных научно-исследовательских организаций Росгидромета и РАН, а решали наиболее актуальные локальные задачи, вытекающие из интересов ВМФ. Существенный вклад в это направление внесли З.В.Голубева, И.В.Гришин, И.Г.Ермолаева, Э.И.Костыряченко, Т.И.Кузнецова, С.И.Мастрюков, Л.К.Неронен, В.В.Полозов, В.Н.Попов, А.Ю.Федотов, И.К.Яровинкина и др.

Наиболее обстоятельно и последовательно за истекшие десятилетия проводились исследования по изучению влияния гидрометеорологических факторов на оружие и технические средства ВМФ. Их начало совпадает с периодом организации Главной Морской обсерватории ВМФ. Первыми были предприняты исследования по изучению влияния метеорологических условий на дальность действия радиолокационных станций. Они успешно завершились разработкой метода прогноза радиолокационной наблюдаемости, за что их руководитель И.М.Безуглый был удостоен Государственной премии (1952 г.). В дальнейшем работы в этом направлении продолжались совместно с другими организациями ВМФ и АН УССР и, как правило, заканчивались изданием необходимых руководящих документов или специальных пособий.

Начиная с 1952 г. и до конца 60-х годов, гидрометеорологические подразделения Института принимали участие в НИР по созданию нетрадиционных навигационных систем. Были также выполнены работы по изучению влияния метеорологических условий на точность показаний навигационных средств, по исследованию возможности определения места по Солнцу с ограничениями по условиям видимости, по анализу механизма влияния переменных течений на точность определения места корабля и повышению на этой основе эффективности использования навигационных средств.

Существенный вклад был сделан гидрометеорологическими подразделениями в изучение тонкой структуры отдельных гидрологических параметров. В этом направлении совместно с другими организациями выполнены работы по исследованию механизмов формирования неоднородностей в гидрофизических полях, оценена роль изменчивости этих полей и разработан метод расчета вероятностей правильной классификации явлений.

Эпизодически, в 50-х и 70-х годах Гос.НИНГИ совместно с другими институтами ВМФ занимался разработкой методов учета влияния метеорологических факторов на артиллерийское и ракетное оружие. Результатом этих работ стали инструкции по метеорологическому обеспечению соответствующих видов действий.

С появлением в составе отечественного флота кораблей с авиационным вооружением возникла задача метеорологического обеспечения этих боевых единиц и базирующихся на них летательных аппаратов. В связи с этим в начале 70-х годов совместно с авиационными институтами МО были предприняты исследования по разработке соответствующих методик. Одновременно проводились работы по изысканию способов и созданию дистанционных средств для освещения метеорологической обстановки в районах нахождении авианесущего корабля.

Первым заметным итогом исследований по рассматриваемому направлению явилось составление и издание в 1960 г. справочника по влиянию гидрометеорологических факторов на вооружение и военную технику ВМФ. Последующей этапной вехой можно считать выполненную во второй половине 80-х годов работу по изучению функций влияния гидрометеорологических факторов на оружие и технические средства ВМФ. Именно таким термином стало принятым называть количественные зависимости, характеризующие степень влияния гидрометеорологических факторов на боевые средства. В этой же работе были намечены пути дальнейших исследований по изучению функций влияния применительно к масштабу всего ВМФ.

В работах по изучению влияния гидрометеорологических условий на оружие и технические средства флота в разные годы активное участие принимали Н.А.Алексеева, Т.Д.Алексеева, И.М.Безуглый, Б.Н.Беляев, М.А.Васильева, Н.Н.Веренчиков, В.Л.Галахов, З.В.Голубева, А.С.Каледкина, Ф.А.Кенеман, Г.И.Кругляк,, И.С.Лайвант, И.И.Львов, Н.С.Лятковская, З.З.Пинчук, В.Д.Поздынин, Т.А.Сазанова,

А.Я.Свердлов, С.Ф.Сорокалет, И.В.Сухомлин, Л.И.Филиппова, Е.А.Флягин, В.А.Фомин, и др.

С начала 60-х годов Институт стал заниматься решение проблем, связанных с построением оптимальной системы ГМО ВМФ. Появление данного направления работ было обусловлено, с одной стороны, тем, что к этому времени накопилась сумма знаний по частным аспектам ГМО, достаточная для осознания необходимости перехода на более высокий уровень обобщения, а с другой, распространением и внедрением в практику проводимых исследований системного подхода и количественных методов анализа и синтеза больших систем. В последующий период, вплоть до 80-х годов, исследования в этой области проводились с нарастающей интенсивностью.

Как уже отмечалось, в рамках рассматриваемого направления изучалось несколько частных проблем. Рассмотрим ход исследований по каждой из них.

Работы по построению подсистемы освещения гидрометеорологической обстановки в океанах и ее элементов начались в 50-е годы, когда приступили к исследованиям по изучению возможности использования результатов регистрации на берегу предшественников зыби для локации и определения интенсивности штормовых зон в океанах. В 60-е годы была разработана методика воздушной гидрометеорологической разведки. В 1966 г. появилась концепция (первый вариант) построения глобальной подсистемы освещения гидрометеорологической обстановки с использованием плавучих автоматических гидрометеорологических станций и ИСЗ. В дальнейшем продолжались поиски наиболее рациональных вариантов этой подсистемы с подключением в качестве ее элементов спутниковой бортовой аппаратуры и других источников информации (воздушных шаров, плавучих платформ и т.п.). Одновременно исследовалась возможность сопряжения подсистемы освещения гидрометеорологической обстановки с единой системой освещения обстановки ВМФ. В последние годы интенсивных исследований по рассматриваемой проблеме большое место уделялось разработке и обоснованию космических океанологических систем и вопросам обработки и использования спутниковой информации для составления гидрометеорологических прогнозов.

Главенствующую роль в построении системы ГМО ВМФ играют вопросы использования (усвоения) гидрометеорологической информации при планировании боевых действий флота и управлении силами ВМФ, а также оценки эффективности ГМО. В 70-е и 80-е годы в Институте была создана методология решения этих взаимосвязанных проблем, которая базировалась на положении, что эффективность ГМО должна оцениваться по приращению боевого эффекта при выполнении основных задач ВМФ в том случае, когда в процессе управления силами используется гидрометеорологическая информация. К сожалению, по ряду не зависящих от Института причин, реализация разработанного методологического подхода пока не состоялась, и осуществить в полной мере обоснованную оценку эффективности существующей системы ГМО пока не удается.

Наряду с исследованиями, направленными на получение точных количественных способов учета гидрометеорологической информации при управлении силами ВМФ, Институтом были разработаны приближенные методы, использующие так называемые “критические значения гидрометеорологических параметров” (полагается, что в докритической области изменения гидрометеорологических условий использование сил ВМФ приводит к положительным результатам, в закритической – к отрицательным). На основе этих разработок в 1967 г. издано, а в 1983 г. переиздано (с уточнениями) руководство по учету влияния гидрометеорологических условий на силы, оружие и технические средства ВМФ, с помощью которого при наличии необходимых данных можно определять (рассчитывать) вероятности благоприятных условий для действий сил флота.

Первая попытка разработки структуры и функциональной схемы системы ГМО ВМФ, предпринятая в начале 60-х годов, по ряду причин не была реализована. Последующие исследования в этом направлении, особенно активизировавшиеся в 80-е годы, привели к разработке концепции построения такой системы, учитывавшей современное (на то время) состояние подсистемы освещения гидрометеорологической обста-

новки и перспективы ее развития, перспективные подходы к технологической схеме выработки гидрометеорологических прогнозов (включая автоматизацию сбора и обработки гидрометеорологической информации), необходимость информационного и технического сопряжения с АСУ (силами ВМФ) различного уровня.

Существенный вклад в разработку данного направления внесли И.М.Безуглый, Б.Н.Беляев, В.Л.Галахов, Р.А.Далин, В.Г.Дмитриев, А.Н.Добротворский, В.Е.Иванова, Ю.Г.Ионов, Ю.И.Кильдюшевский, И.В.Козырь, Г.А.Кругляк, И.И.Львов, Д.А.Мамонов, Л.В.Никитина, В.А.Олефиренко, В.В.Пахомов, В.Д.Поздынин, Ю.В.Покровский, В.В.Полозов, Б.А.Сергиенко, С.Ф.Сорокалет, В.В.Степанов, Ю.В.Тугарев, В.В.Филиппов, А.Т.Шевцов, Г.М.Яковлев и др.

Состав научных исследований последнего десятилетия характеризуется продолжением разработок методов количественного учета гидрометеорологической информации при планировании боевой и повседневной деятельности флота, исследованиями в области числовых оценок достоверности (точности) гидрометеорологических прогнозов, разработкой технологий автоматизированного ГМО (включая методологию построения автоматизированной системы ГМО ВМФ), приложением методов нечеткой логики для обоснования путей построения систем обеспечения гидрометеорологическими данными и работами по формированию методологии проведения океанографических исследований. В этих работах активное участие принимали В.Н.Анохин, Б.Н.Беляев, В.Л.Галахов, В.Г.Дмитриев, А.Н.Добротворский, Б.Д.Искандеров, И.В.Козырь, Ю.М.Костин, С.И.Мастрюков, Б.Н.Шейко, Д.А.Шумахер.

Фундаментальные преобразования последнего десятилетия в экономике и политике страны не могли не отразиться и на результатах научных исследований в Институте. В результате проведения ряда государственных реформ существенно изменились как доктринальные установки, так и условия финансирования. Наиболее сильно это сказалось на состоянии работ по автоматизации системы ГМО.

В 1994 г. в системе ВМФ был сформирован 373 Центр сбора, обработки и доведения гидрометеорологической информации в ВМФ (373 Центр ВМФ) как ядро Автоматизированной системы (АС) ГМО ВМФ. На этот центр возложено получение всего объема необходимой оперативной гидрометеорологической информации для обеспечения сил и средств ВМФ от Мирового центра данных (г. Обнинск), Арктического и антарктического НИИ Росгидромета (Ледовый центр "Север", С.-Петербург), НИЦ Гос.НИНГИ (банк океанографических данных) и доведение этой информации до абонентов (гидрометеорологических частей и подразделений флота).

В настоящее время 373 Центр ВМФ является главным центром коммутации данных, который распределяет полученную по линиям связи информацию абонентам АС ГМО ВМФ, в состав которой входят:

- 373 Центр ВМФ;
- Гидрометеорологический центр Центрального командного пункта ВМФ;
- центральное метеорологическое бюро Авиации ВМФ;
- гидрометеорологические центры флотов (флотилий);
- гидрометеорологические станции флотилий и военно-морских баз;
- метеорологические бюро Авиации ВМФ.

Хотя создание АС ГМО ВМФ и позволило осуществлять передачу гидрометеорологической информации от единого источника в форматах, удобных для абонентов на флотах, многочисленные методологические проблемы построения глобальной системы ГМО ВМФ остались нерешенными. Функционирование системы осуществляется на базе устаревшей аппаратуры приема и передачи информации, технологические схемы ее обработки в гидрометеорологических частях флота практически не изменились.

Пропускная способность используемой техники передачи информации в настоящее время находится в состоянии насыщения и исключает возможность увеличения объема передачи данных. Синоптикам и гидрологам АС ГМО ВМФ оказывается недоступной, по крайней мере, 2/3 полезной для составления прогнозов информации, циркулирующей в системе Росгидромета.

Информационные технологии в области обработки гидрометеорологических данных в системе ГМО ВМФ остаются на уровне 60-70-х годов, в то время как современные информационные технологии (в том числе и технологии Росгидромета) основаны на электронных средствах телекоммуникации и широком применении компьютерных систем 5-го поколения. Частичное оснащение флотских гидрометеорологических центров разрозненной электронно-вычислительной техникой не позволило решить проблему автоматизации ГМО, а новые условия финансирования научно-исследовательских работ с начала 90-х годов исключили возможность внедрения компьютерных технологий Росгидромета в практику ГМО ВМФ.

Однако экономические реформы фактически не сказались на продуктивности ряда теоретических исследований. Свое развитие получило принципиально новое направление в области ГМО ВМФ — изучение проблемы количественной оценки достоверности (точности) гидрометеорологических прогнозов. Достигнуто понимание того обстоятельства, что природные процессы передачи энергии и массы в атмосфере и океане имеют принципиально недетерминированный характер. Все гидрометеорологические прогнозы обладают неустранимыми погрешностями, которые в ряде важных случаев (имеются в виду прогнозы на основе уравнений Навье-Стокса) могут иметь хаотический характер (эффект бабочки) [6,7]. Традиционно качество прогнозов оценивается в условных единицах, в то время как использование прогностической информации в количественных методах учета влияния среды при планировании деятельности флота предполагает знание вероятностно-статистических оценок достоверности прогнозов. Тем самым, возникает необходимость оценки точностных характеристик прогнозов в «естественных» единицах.

Для обеспечения получения исходных данных, требуемых для практического применения методов оценки эффективности ГМО ВМФ, в Институте были разработаны и изданы Руководящие документы функций влияния гидрометеорологических условий и «Инструкция по определению показателей точности гидрометеорологической информации, используемой при управлении боевыми действиями и в повседневной деятельности ВМФ» (1994 г.). Эти документы определяют базовую методологию оценки точностных характеристик прогностических данных в терминах, допускающих их использование в дальнейших расчетах для обоснования решений при планировании боевой и повседневной деятельности флота, причем полученные результаты применимы и в народнохозяйственных интересах.

Важно отметить, что фундаментальная стохастичность природных процессов приводит к тому, что предъявление априорных требований к точности прогностических данных должно проводиться с учетом физической природы прогнозируемых процессов и особенностей методов моделирования.

Анализ современных методологических проблем ГМО ВМФ. Оценивая в целом результаты работы гидрометеорологических подразделений Института, можно констатировать, что за период до конца 80-х годов их трудом внесен существенный вклад в развитие военно-морской гидрометеорологии. Было начато и заметно продвинулось комплексное изучение влияния гидрометеорологических факторов на оружие и технические средства ВМФ, вследствие чего флотские гидрометеорологи получили возможность составления обоснованных рекомендаций командованию по учету гидрометеорологических условий при управлении силами и планировании операций ВМФ.

Заметно продвинулась вперед методология оценки эффективности ГМО и принципов построения АС ГМО. ВМФ в изучении этих вопросов имеет приоритет по сравнению с другими видами национальных ВС.

Вместе с тем, следует отметить, что удалось решить далеко не все насущные задачи. Главное – не все результаты научно-исследовательских работ были реализованы на практике. Тому есть объективные и субъективные причины.

В последнее десятилетие, к сожалению, продуктивность научных исследований в целом несколько снизилась. По-видимому, это объясняется тем, что, с одной стороны, достигнут некоторый предел насыщения по созданию нереализуемых теоретических разработок, что тормозит дальнейшие исследования.

С другой стороны, стало очевидным, что многие проблемы в этой области могут быть решены только на государственном уровне. К важнейшим из них относится информационно-технологическое сопряжение систем Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и ГМО ВМФ с учетом изменений операционных зон флотов и новых экономических отношений в стране.

Другим примером служит проблема перехода системы ГМО ВМФ на новые информационные технологии – Inter- и Intra-сети, SQL-серверные технологии, GIS-технологии, мультипроцессорная обработка (режим реального времени) и т.д.– реализованные в системе Росгидромета. Невысокая эффективность попыток в течение нескольких десятилетий самостоятельно решить задачу автоматизации процессов ГМО ВМФ подтверждает справедливость сформулированного выше вывода.

Многочисленные трудности на пути совершенствования системы ГМО ВМФ связаны также с нарушениями принципов системного подхода при разработке информационной технологии и отдельных ее элементов. Известно, что переход на новую информационную технологию в АС ГМО ВМФ должен осуществляться параллельно и в системе распространения данных, и в оперативно-прогностических подразделениях, поскольку при отрыве компьютеризации процессов распространения данных от компьютеризации процессов составления прогнозов и выработки рекомендаций по учету влияния среды теряются основные преимущества новых информационных технологий. Однако уровень автоматизации гидрометеорологических центров флотов в настоящее время значительно отстает от уровня коммутационного центра, который в свою очередь отстает от уровня системы Росгидромета.

В результате, например, реализация в гидрометеорологических центрах флотов отдельных автоматизированных информационно-справочных систем, разработанных на современном уровне, либо не может быть осуществлена (нет соответствующего сопряжения с подсистемой ввода-вывода), или неперспективна (в тех случаях, когда в ее проект заранее заложен ввод данных вручную). Разработанные системы быстро устаревают и со временем возникает необходимость в их модернизации.

Следует отметить и такой негативный фактор, как демографическая ситуация в гидрометеорологическом подразделении, отвечающем за решение методических проблем ГМО ВМФ. Практическое отсутствие притока молодых ученых через некоторое время может привести к естественному сворачиванию целых научных направлений.

Перспективы и задачи. Дальнейшее совершенствование системы ГМО ВМФ с целью наиболее полного удовлетворения требований флота и преодоления отставания от мирового уровня обусловливает необходимость решения ряда научных проблем.

К первоочередной относится проблема синтеза оптимальных прогностических технологий, включая разработку новых методов прогнозирования, пригодных в условиях сокращения (прекращения) международного обмена гидрометеорологическими данными. Особый интерес представляет разработка теории и прогностических моделей зарождения и эволюции барических образований в атмосфере на основе механизма вторичной диссипативной неустойчивости, обеспечивающих повышение качества прогнозов гидрометеорологической обстановки.

Немаловажным представляется разработка количественных методов учета гидрометеорологической информации в процессе управления силами ВМФ и связанная с ней проблема оценивания точностных характеристик прогностических данных, проведение на этой основе оценки эффективности ГМО ВМФ и военно-экономической оценки различных вариантов построения системы этого обеспечения.

Тесным образом с этими проблемами связан вопрос о создании малоуязвимой, устойчивой глобальной подсистемы освещения гидрометеорологической обстановки в стратегически важных районах Мирового океана. В рамках этой задачи необходима разработка методологии построения и технологии функционирования комплексной системы регулярного освещения гидрометеорологической обстановки на морских и океанских акваториях (контактными и дистанционными методами), обеспечивающих повышение достоверности гидрометеорологических прогнозов.

Существенному улучшению качества ГМО способствует решение вопросов комплексной автоматизации работы гидрометеорологических частей ВМФ, проектирования информационных технологий с учетом современных достижений в области информатики и создания информационно-справочных систем. Исследования в этом направлении нуждаются в пристальном внимании и поддержке. К первоочередным задачам здесь можно отнести:

- создание сопряженной с системой Росгидромета единой автоматизированной распределительной сети ВМФ, построенной на основе межкомпьютерного обмена;
- внедрение в оперативно-прогностических подразделениях флотов компьютеризированных комплексов оперативной и режимной обработки данных на базе стандартных ПЭВМ высокой производительности, сопряженных с распределительной сетью;
- разработка современных автоматизированных информационных технологий ГМО флота различных уровней (синоптика, гидролога, дежурного офицера-гидрометеоролога, начальника оперативно-прогностического подразделения).

Заключение. К сожалению, рамки настоящей статьи не позволили охватить все аспекты исследований Гос.НИНГИ по проблеме ГМО ВМФ. Так, остались не рассмотренными специальные исследования в области гидрофизических исследований, в том числе исследования по ледовой тематике; результаты, основанные на использовании теории нечетких множеств; вопросы подготовки научных кадров (анализ тем диссертаций за последние десятилетия); результаты многолетней деятельности постоянно действующего семинара НТОС им.акад.А.Н.Крылова под руководством д.т.н., профессора Б.Н.Беляева; обзор публикаций сотрудников Института по вопросам ГМО и т.д.

Следует признать, что экономические возможности ВМФ с учетом тенденций сокращения числа специалистов по ГМО и систематического снижения уровня их квалификации не позволят флоту в скором времени самостоятельно достигнуть даже уровня Росгидромета, не говоря уже о западном уровне. В целом задача достижения мирового уровня выходит за рамки проблем собственно флота и может быть решена лишь в общегосударственном масштабе.

В заключение необходимо подчеркнуть, что требования ВМФ к полноте и содержанию ГМО постоянно возрастают. В связи с этим представляется совершенно необходимым уделять серьезное внимание работам в этой области, полнее обеспечивая их материальными и людскими ресурсами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гидрографы в Великой Отечественной войне 1941–1945. Л.: ГУНиО МО. 1975. – 443 с.
2. Гидрометеорологическое обеспечение Военно-Морского Флота // Записки по гидрографии. Юбилейный выпуск 1977. № 198–199. С. 60–70.
3. 50 лет Победы в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг. // Записки по гидрографии. 1995. № 235. 143 с.
4. 150 лет Гидрографической службе Военно-Морского Флота. Исторический очерк.– Л.: ГУНиО МО. 1977. – 268 с.
5. Гидрометеорологическое обеспечение мореплавания. Научные исследования в области навигации, гидрографии и гидрометеорологии. Становление Научно-испытательного гидрографическо-штурманского института. В кн.: История Гидрографической службы Российского Флота (к 300-летию создания Военно-Морского Флота). Т. 2. Гидрографическая служба Российского Флота (1917–1966). –Санкт-Петербург: ГУНиО МО. 1997 г. – 483 с.
6. Ладыженская О.А. Математические вопросы динамики вязкой несжимаемой жидкости. –М.: Наука, 1970. – 288 с.
7. Шустер Г. Детерминированный хаос. –М.: Мир. 1988. – 240 с.

НЕКОТОРЫЕ ИТОГИ ОКЕАНОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ИНСТИТУТА В ИНТЕРЕСАХ ВМФ

А.Т.ШЕВЦОВ

Подводятся итоги океанографических работ Института, выполненных в интересах ВМФ за период 1948-1990 гг. Рассмотрены наиболее крупные и основополагающие экспериментальные исследования, а также результаты разработки исследовательской аппаратуры.

Развитие океанографических исследований ВМФ всегда определялось тремя факторами:

- наличием задач, требующих учета гидрометеорологических условий;
- технической базой исследований;
- методами использования технических средств измерения океанографических параметров.

Два последних фактора тесно связаны между собой и взаимообусловлены: технический уровень измерительного средства определяет метод его использования, и, наоборот, методические требования к измерениям океанографических параметров определяют технический уровень измерительного средства.

Стратегические задачи ВМФ определяют объемы океанографических исследований, а именно: районы их проведения, перечень измеряемых параметров, масштабы изучаемых явлений и процессов.

В результате анализа и обобщения действий флота в Великой Отечественной войне была выявлена зависимость их эффективности от гидрометеорологических условий. В частности, значительное влияние на скрытность плавания пл оказывает распределение плотности воды по вертикали, а также типы вертикального распределения скорости звука; точность стрельбы торпедами и ракетами существенно зависит от волнения и течений. Позже использование телевизионной техники потребовало знания гидрооптических характеристик среды.

Встала задача начать систематические исследования океанов. Первоначально было решено провести океанографические исследования в северо-западной части Атлантического океана. В течение 1948–1951 гг. их успешно осуществила Главная морская обсерватория (ГМО) ВМФ, в 1951 г. ставшая составной частью Гос.НИНГИ. На опытовом судне «Экватор» (в прошлом немецкое океанографическое судно «Метеор») был выполнен огромный комплекс работ, имеющих поистине фундаментальное значение. Исследовались гидрологические характеристики, течения, гидрооптические параметры, волнения, проводились масштабные метеорологические измерения. Общее руководство исследованиями осуществлялось начальником отдела ГМО д.г.н., профессором В.Г.Кортом. Гидрооптические наблюдения были выполнены под руководством сотрудника ГМО М.В.Козлянинова, исследованиями волнения руководил д.г.н., профессор И.Н.Давидан.

Эти экспериментальные работы положили начало созданию новой методологии исследования океана, а также разработке новой океанографической измерительной техники. Это были первые в Советском Союзе масштабные океанографические работы в Атлантическом океане, которые легли в основу систематических его исследований АН СССР, ВМФ и Госкомгидрометом. Результаты были использованы для разработки новых океанографических пособий для ВМФ (атлас «Араклей»). Поэтому неслучайно В.Г.Корт был назначен директором Института океанографии (ИО) АН СССР, а В.М. Козлянинов – заведующим гидрооптической лабораторией там же. Начальниками экспедиций на НИС «Михаил Ломоносов» в Атлантический океан, проводившимися Морском Гидрофизическом институтом, на каждый рейс назначались сотрудники нашего Института, в частности, начальник отдела методов океанографических исследований В.И.Залесов.

Следующим важным этапом в исследовании Атлантического океана в интересах ВМФ было участие в программе Международного геофизического года 1957–1958 г. В выполнении программы участвовали ОИС ВМФ«Экватор» и «Створ», а от АН СССР – НИС «Михаил Ломоносов». Руководил программой начальник отдела Института Б.А. Филиппов. При ее выполнении впервые были осуществлены три синхронных гидрологических разреза, а также 30-суточные измерения гидрологических элементов и течений в точке, которые впоследствии были использованы для вычисления гармонических постоянных приливо-отливных течений.

Для выполнения измерений течений на 30-суточной станции старшим научным сотрудником Института Г.П.Каминским впервые создается автономная буйковая якорная станция, которая явилась прообразом станции, впоследствии серийно изготавливаемой Рижским заводом гидрометеорологических приборов.

Принципиально новым можно считать метод «океанографических полигонов», предложенный отечественными океанологами. В качестве примера такого полигона может служить полигон в Аравийском море, выполненный НИС Академии наук и ОИС ВМФ в 1967 г. Программа полигона разрабатывалась ИО АН СССР совместно с сотрудниками Института. Впервые в мировой практике были выполнены океанографические исследования на полигоне, представляющем собой два взаимно пересекающихся луча антенного поля, вдоль которых располагались якорные автономные буйковые станции с измерителями течений, размещенными вдоль буйрепа на разных глубинах (всего семь станций). Работа на них продолжалась непрерывно в течение двух месяцев и синхронно с ними были выполнены две повторные гидрологические съемки. Такая схема работ представлялась идеальной для изучения длинных внутренних волн и изменчивости течений приливных и инерционных периодов. От ВМФ в работе участвовал ОИС «Фаддей Беллинсгаузен». Экспедицию возглавлял С.И.Богданов.

Дальнейшее развитие океанографических работ методом «полигонов» было выполнено в феврале–сентябре 1970 г. в Атлантическом океане. В разработке программы исследований совместно с ИО АН СССР и в самих работах на полигоне участвовал и автор этих строк в качестве заместителя начальника объединенной экспедиции. В работе принимали участие шесть НИС различных научных учреждений страны, в том числе и от ВМФ ОИС «Андрей Вилькицкий» (командир судна А.Б.Аритюнов, начальник экспедиции В.Г.Седов). Измерения течений осуществлялись через каждые 30 мин самописцами Алексеева на 17 буйковых якорных станциях, расположенных крестом в пределах квадрата 113 $\times$ 113 миль. Расстояние между станциями увеличивалось с удалением от центра и были соответственно равны 5; 10; 17,5 и 24 морским милям. Измерения на буйковых станциях сопровождались макро- и микро гидрологическими съемками. Эти исследования по форме и по продолжительности были первыми в мире и по результатам не превзойдены до сего времени.

Экспериментальные работы на гидрофизическом полигоне – это опыт, поставленный в реальных условиях океана. По данным измерений можно проследить полугодовую историю развития физических процессов на значительном участке океана: строение и изменчивость поля скоростей течений во взаимосвязи с полем масс и полями других физических величин, реакцию океана на изменение атмосферных условий; детально исследовать закономерности явлений и процессов, происходящих в океане.

В результате математической обработки материалов наблюдений были получены совершенно новые представления об изменчивости течений в океане. Так в течение первых 20 дней работы на полигоне вода во всем охваченном наблюдениями слое океана текла на восток, т.е., в направлении, противоположном направлению «классического» Северного пассатного течения, в зоне которого располагался полигон. Изменчивость течений объясняется перемещением через полигон вихревого возмущения с востока на запад с фазовой скоростью 25 см/с, вызванного, по-видимому, волнами Россби. Во всяком случае резкие смены направления течения не были связаны с изменением направления ветра.

Значительную роль в изменчивости «постоянного» пассатного течения в этом районе играют инерционные и приливные полусуточные колебания течений, которые хорошо проявляются на графиках спектральной плотности энергии течений. Период первого из них в точности соответствовал закону широты места $T_u = \frac{12}{\sin\varphi}$, где φ - широта места. Исследования показали, что наблюдаемые полусуточные приливные течения в океане суть не что иное, как горизонтальное движение частиц воды в поле трехмерных внутренних волн приливного периода. Для получения так называемого постоянного Северного пассатного течения необходимо иметь серии наблюдений продолжительностью не менее одного года. Это свидетельствует о непригодности карт средних течений для навигационных целей. Полученные материалы еще долго будут являться опорными при разработке теории и методов их практического использования.

В развитие полигонных исследований в 1977–1978 г. был выполнен совместный советско-американский проект, названный «Полимоде». В разработке программы и методики работ, а также в согласовании ее с американской стороной участвовали и сотрудники Института (автор статьи). В непосредственных работах в океане были задействованы два ОИС ВМФ: «Молдавия» в 1977 г. (начальник экспедиции – начальник отдела нашего Института А.А.Мигалов) и ОИС «Академик Крылов» в 1978 г. (начальник экспедиции И.К.Шпаков). В ходе выполнении этих работ также на скрещивающихся лучах были выставлены якорные буйковые станции с надводными и притопленными буями. Работы проводились в Атлантическом океане в районе Бермудских островов. Измерения на буйковых станциях сопровождались выполнением быстрых гидрологических съемок с помощью американских и разработанных в нашем Институте Ю.Е.Александровым (серийное производство Штурманских мастерских ВМФ) гидрофизических зондов разового использования. В результате математической обработки материалов было обнаружено медленное перемещение нескольких вихрей средних масштабов (до 200 км в диаметре) с северо-востока на юго-запад, что также как и в первом случае соответствовало направлению перемещения волн Россби. Скорость перемещения составляла около 40 миль/сутки. Динамика вихрей и обусловила временную изменчивость гидрофизических полей в этом районе. Работы по эксперименту «Полимоде» позволили также обосновать метод мониторинга океанской среды с помощью акустической томографии.

Существенным вкладом нашего Института в изучение Мирового океана была детальная съемка естественной радиоактивности восточной части Атлантического океана от широты Лиссабона до острова Мадейра, а также всего Средиземного моря в марте–мае 1972 г. на ОИС «Фаддей Беллинсгаузен» (командир судна В.А.Часовской, начальник экспедиции А.Т.Шевцов). Это была первая и единственная до сих пор съемка естественной радиоактивности. Она была выполнена для обоснования метода обнаружения целей по радиоактивному следу.

В процессе анализа собранных материалов наблюдений было убедительно доказано непостоянство соотношений солевого состава в океанской воде, на которых основан метод определения солености морской воды. К такому же выводу пришли сотрудники ИО АН СССР только спустя десятилетие. В этой работе от Института участвовали научные сотрудники Е.А.Стадник и В.В.Лебедев, от АОЭ ЛенВМБ – штатные сотрудники В.А.Кулашко, В.И.Сахаров, К.Е.Соловьева, а также сотрудники атомного института им. И.В.Курчатова и Радиевого института им. Хлопина.

В течение 1974–1977 гг. во всей северной Атлантике были проведены четыре четырехмесячные экспедиции с целью изучения турбулентной диффузии на поверхности и на глубинах, естественной радиоактивности с помощью буксируемой аппаратуры, разработанной в ГЕОХИ АН СССР, а также проведения измерений в широком спектре частот по распространению звука на глубинах.

Для определения турбулентной диффузии нами были сконструированы и изготовлены в экспериментальных мастерских Института целая серия оригинальных приборов: фототермографы, градиентометры, глубинные поплавки, буксируемый флюо-

риметр, антибатометр для внесения на глубины индикаторной жидкости (радомина). Последний из них защищен авторским свидетельством на изобретение. В работах активно участвовали сотрудники Института: В.В.Лебедев, М.Ю.Рабинович, В.П.Скобцев, Е.А.Стадник, В.А.Фомин при общем руководстве работами экспедиции автора этой статьи.

Особенно интересные результаты были получены по изучению турбулентной диффузии с помощью поплавков. Последние опускались в воду парами с разносом по борту 15 м. Устроены они были так, что ветер не воздействовал на них, а подводный парус погружался на нужную глубину и они на ней дрейфовали под действием течений. Вначале в течение нескольких часов под действием диффузии поплавки расходились друг от друга на расстояния 1,5–2 мили, а затем, часто, начинали сходиться, их траектории пересекались и далее они начинали расходиться в противоположные стороны. Такое явление можно объяснить лишь тем, что в системе среднего течения распространяются многочисленные вихри диаметром до двух миль с противоположными направлениями движения воды. В результате, попадая в стыки вихрей, поплавки переходили с орбиты одного из них на другую. В точке соприкосновения вихрей поплавки сходились, а затем, поменяв орбиты, начинали расходиться. Ранее это явление не было освещено в специальной литературе. Результаты важны как для разработки методов неакустического обнаружения целей, так и для разработки методов поиска потерянных предметов (торпед, всплывающих мин и т.д.).

Необходимость сбора глобальной гидрофизической информации, а также изучения вихрей, тонкой структуры гидрофизических полей, а также коротких внутренних волн, мелкомасштабной турбулентности и радиоактивности потребовали создания более совершенных приборов и комплексов. Благодаря усилиям Института по техническим заданиям, разработанным его сотрудниками (руководители Р.Н.Беркутов, Б.В.Мелещук, Н.Е.Шведе), в 70–80 годы появляются приборы, основанные на новых физических принципах (в основном гидрофизические зонды), впервые обеспечивающие измерения перечисленных параметров.

В настоящее время измерения традиционных океанографических параметров, таких как температура и электропроводность воды (соленость), скорость звука и течения, гидрохимические элементы (растворенный кислород, концентрация водородных ионов (pH), сероводород) производятся с помощью кабельных и бескабельных спускаемых по тросу зондов. Научно-техническое сопровождение их разработки и участие в испытаниях осуществляли сотрудники Института В.И.Бойков и А.Е.Дроздов. Измерения течений на автономных буйковых якорных станциях дополняются измерениями температуры и электропроводности, а также, на некоторых из них, и гидрооптических параметров с помощью автономных приборов, разработанных по нашим техническим заданиям (В.С.Аносов, А.Е.Дроздов, В.ВЛебедев). По техническим заданиям сотрудников Института В.В.Лебедева, Б.В.Мелещука, В.М.Тимца и под их наблюдением создается сложная электронная аппаратура для установки на автономных обитаемых аппаратах типа «Поиск». Сотрудник Института А.Н.Добротворский принимал активное участие в разработке экспериментального океанографического ИСЗ «Океан-0», а также в испытаниях авиационной аппаратуры ледовой разведки «Нить» и «Аквамарин».

Нами были приложены большие усилия для создания принципиально нового эффективного метода акустической томографии для оперативного мониторинга распределения водных масс, гидроакустических полей и течений на больших акваториях океанов, а также для создания аппаратуры (низкочастотные гидрофоны). Однако из-за отсутствия средств эта уникальная разработка, как и многие другие, была приостановлена.

СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ БАНКА ОКЕАНОГРАФИЧЕСКИХ ДАННЫХ МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ РФ

С.Б.БАЛЯСНИКОВ,
С.И.МАСТРЮКОВ

Изложены результаты анализа информационных ресурсов и технологий формирования и ведения банка океанографических данных Министерства обороны РФ, функционирующего на базе НИЦ Гос.НИНГИ.

Рассмотрены основные компоненты технологии формирования, ведения и использования банка океанографических данных, в том числе нормативно-правовая, аппаратно-техническая, информационная и методическая компоненты. Проанализированы основные проблемы развития банка данных, изложены направления их решения. Представлена структурная схема перспективного банка океанографических данных МО РФ.

Эффективное использование современных средств и методов вооруженной борьбы на море требуют все более точной и широкой по составу информации о состоянии океана. Существенно, что такого рода информация необходима в полном объеме только ВМФ. Это, а также ряд других обстоятельств обуславливают наличие у ВМФ собственных, отличных от других ведомств, целей и задач в изучении океана. Именно это и привело к созданию в 1972 г. Научно-исследовательского океанографического центра Министерства обороны (МО), ныне НИЦ Гос.НИНГИ.

НИЦ и 280 ЦКП ВМФ являются единственными в МО специализированными центрами сбора и хранения результатов океанографических исследований. Причем НИЦ отвечает за сбор и хранение результатов гидрофизических, гидрометеорологических и сейсмических исследований, а 280 ЦКП ВМФ – батиметрических.

В соответствии с принятыми до распада СССР правительственными решениями в НИЦ, как и во Всероссийский НИИ гидрометеорологической информации-Мировой центр данных (ВНИИГМИ-МЦД) должны были передаваться результаты океанографических исследований всех мореведческих организаций страны. К сожалению, в настоящее время в стране отсутствует подобная нормативно-правовая база, регламентирующая порядок сбора результатов океанографических исследований. Поэтому в НИЦ Гос.НИНГИ, как и во ВНИИГМИ-МЦД, поступление результатов океанографических исследований после 1992 г. резко сократилось.

Следует констатировать, что нормативно-правовая база функционирования НИЦ, как ведомственного центра сбора данных также устарела. В Положении о Гос.НИНГИ, введенном в действие приказом МО РФ №425 от 20 декабря 1994 г., определены функции НИЦ, однако статус банка океанографических данных МО, как элемента государственной системы сбора, обработки , хранения и использования результатов океанографических исследований, порядок пополнения и использования банка океанографических данных в этом документе не определены и не могли быть определены.

На НИЦ Гос.НИНГИ, как компонент ведомственной и общегосударственной системы сбора хранения, обработки и практического использования данных океанографических исследований, возложены обязанности по сбору, хранению, систематизации, обработке и научному анализу материалов океанографических исследований, а также задачи по информационной поддержке частей МО РФ обобщенной океанографической информацией.

Для решения возложенных на НИЦ задач был создан банк океанографических данных (БОД). Основой пополнения его информационных ресурсов являются поступающие в виде отчетов и на магнитных носителях результаты отечественных океанографических исследований. В настоящее время общее количество хранящихся в НИЦ океанографических отчетов достигает 12 тыс.; имеются сведения о более чем 21 тыс. отечественных и зарубежных экспедиций (база метаданных).

В декабре 1986 г. БОД НИЦ, построенный на базе ЭВМ ЕС-1046, был аттестован межведомственной комиссией ГКНТ СССР и принят к эксплуатации. Информационный массив этого банка данных включает 5 дисциплинарных массивов (по видам наблюдений), записанных на 756 магнитных лентах (МЛ). Большая часть этой информации в настоящее время переписана на компакт-диски. Всего на магнитные носители к настоящему времени занесено около 50% информации, содержащейся в архиве НИЦ. Общий объем архивных данных океанографических наблюдений, хранящихся в НИЦ, составляет около 5 Гбт. Помимо данных собственно океанографических наблюдений и баз метаданных, к информационным ресурсам БОД относятся также 10 информационно-справочных систем по гидрометеорологическому режиму морских акваторий. Программное обеспечение (ПО), позволяющее обеспечивать формирование и ведение банка, а также обработку океанографических данных, включает около 100 служебных программ и программ специального назначения. Учитывая необходимость создания новых баз данных и информационно-справочных систем, получения данных в порядке обмена, можно ожидать, что объем информационных ресурсов БОД в ближайшие годы превысит 10 Гб.

За последние годы состав разрабатываемых баз данных пополнился. Разрабатывается база данных наблюдений за уровнем моря, выполняемых Гидрографической службой ВМФ, всего собрано 150 серий уровенных наблюдений в Баренцевом, Белом, Охотском, Беринговом и Японском морях, продолжительностью не менее 1 месяца.

По материалам сейсмических зондирований со льда в Арктическом бассейне создается цифровая база данных, содержащая более 800 сейсмограмм.

Благодаря участию НИЦ в ряде отечественных и международных океанографических программ и проектов, в частности в проекте ГОДАР (Археология и спасение океанографических данных), выполняемом под эгидой Межправительственной океанографической комиссии (МОК) ЮНЕСКО, в теме ГАСОИ (Государственная автоматизированная система океанологической информации), выполняемой в рамках федеральной целевой программы «Мировой океан», в последние годы увеличилось значение материалов, поступающих в порядке международного обмена океанографическими данными, как источника пополнения банка данных НИЦ.

По своему объему банк океанографических данных НИЦ Гос.НИНГИ соизмерим с объемом банка данных Центра океанографических данных ВНИИГМИ - МЦД. Однако данные НИЦ не прошли все требуемые международным океанографическим сообществом процедуры контроля качества информации; как и в других банках океанографических данных в БОД НИЦ преобладают данные наблюдений на разовых гидрологических станциях, пространственное распределение гидрологических наблюдений крайне неравномерно, а их общее количество позволяет рассчитывать на получение статистически значимых оценок не повсеместно и не по всем параметрам среды.

Некоторые сведения о составе и объеме имеющейся в БОД НИЦ первичной океанографической информации по видам наблюдений – ГИДРО (гидрологогидрохимические), БТ (батитермографические), ТЕЧ (течения), АЭРО (аэрологические), МЕТЕО (метеорологические), без учета поступивших в порядке международного обмена данных – представлены в таблице.

Принципиальным отличием БОД НИЦ от основного БОД страны, созданного на базе ВНИИГМИ-МЦД, и от известных банков данных за рубежом, является то, что при его создании был использован принцип поквадратного, а не порейсового формирования массивов данных.

Ввиду этого решение некоторых задач, в частности:

- пополнения банка данными, получаемыми в результате обмена без риска занесения дублирующей информации;
- анализа пространственной изменчивости гидрофизических полей;
- представления метаданных по конкретным рейсам

и др. весьма затруднено. По существу задача перехода от поквадратных массивов к порейсовым представляется одной из ключевых при создании современной технологии формирования и ведения БОД НИЦ.

На основе океанографических данных НИЦ Гос.НИНГИ издан ряд гидрометеорологических карт, атласов и специальных пособий для ВМФ, данные НИЦ широко используются НИИ ВМФ, а также в практике гидрометеорологического обеспечения ВМФ. В последние годы на их основе в НИЦ разработаны информационно-справочные системы (ИСС) по гидрометеорологическому режиму ряда морских акваторий, реализованные на ПЭВМ в ОС MS DOS.

Состав и объем океанографической информации БОД НИЦ Гос.НИНГИ

Районы	Количество наблюдений				
	ГИДРО (станций)	БТ (станций)	ТЕЧ (станций)	АЭРО (радио-зонд)	МЕТЕО (сроки)
Атлантический океан					
Северная часть	291 763	135 131	1 342	27 937	9 546 663
Южная часть	45 182	22 048	123	5 672	108 680
Станции погоды	45 859	44 165	65	16 589	–
Моря					
Северное	88 649	4 797	105	17	—
Балтийское	125 108	10 866	605	967	540 240
Карибское	21 842	7 147	22	279	–
Средиземное	46 862	35 484	318	414	645 689
Черное	47 552	25 392	445	0	170 877
Азовское	17 428	0	0	0	–
Каспийское	60 339	214	313	0	135 254
Аральское	1 497	0	0	0	–
Индийский океан	63 605	41 008	364	10 177	841 931
Красное море	1 732	1 985	5	0	
Тихий океан					
Северная часть	324 213	184 064	1 222	32 920	500 200
Южная часть	41 534	11 624	65	4 312	918 409
Станции погоды	9 742	13 230	0	0	–
Моря					
Берингово	11 384	2 256	95	388	744 556
Охотское	43 319	11 705	1 015	524	979 941
Японское	112 806	41 166	1 441	691	798 507
Восточно-Китайское	17 506	26 823	38	336	–
Южно-Китайское	14 923	11 645	55	1 635	–
Желтое	4 971	756	7	0	–
Северный Ледовитый океан	13 253	2 896	203	10 312	157 203
Моря					
Окраинные	17 676	5	435	342	–
Норвежское и Гренландское	114 805	32 280	312	6 631	1 811 305
Баренцево	91 455	8 062	1 012	1 310	1 271 665
Белое	10 810	10	289	0	–
Мировой океан в целом …	1 692 785	674 830	9 896	121 453	19 174 120

Типовая ИСС обеспечивает хранение, модификацию и выдачу :

- основных статистических характеристик температуры, солености, плотности морской воды и скорости звука, основных параметров вертикального распределения этих элементов (средние значения, среднеквадратические отклонения, экстремальные значения, количество наблюдений);
- статистические оценки типовых кривых вертикального распределения скорости звука;
- основные статистические оценки метеорологических характеристик, включая оценки характеристик ветрового волнения;
- статистические оценки характеристик течений в отдельных точках (повторяемость по градациям направления и скорости, скорость и направление среднего потока, максимальная скорость, линейный инвариант дисперсии, эксцентриситет, ориентация большой оси, устойчивость).

Реализована возможность выбора масштабов пространственного и временного осреднения информации в заданных пределах. ИСС обеспечивают представление статистических оценок в различных формах – табличной, графической и картированной. Вместе с тем общим недостатком созданных ИСС является то, что они, естественно, не могут заменить полноценные БОД, и каждый раз при сколь-нибудь заметном (на 10–20%) пополнении баз данных новыми наблюдениями, должен быть выполнен пересчет статистических характеристик.

Из-за недостатка данных по отдельным видам наблюдений (течения, волнение) для статистических обобщений требуется разработка технологии получения оценок статистических характеристик этих параметров состояния океана на основе использования методов численного гидродинамического моделирования. Включение такого рода модулей в структуру ИСС является характерной тенденцией разработки современных информационно-справочных океанографических систем , как за рубежом, так и в нашей стране. Разработка, адаптация и верификация такого рода моделей является новой для НИЦ задачей – это самостоятельная и весьма трудоемкая сфера деятельности.

В настоящее время информационные технологии создания и ведения баз данных быстро развиваются, один раз в 3-4 г. вводятся принципиально новые элементы информационных технологий. По объективным причинам в НИЦ технология формирования и ведения баз океанографических данных по существу не претерпела существенных изменений в течении последних 12 лет. В связи моральным устареванием самой технологии формирования и ведения БОД на МЛ и ЭВМ серии ЕС, физическим износом ЕС-1046, отсутствием к ней ЗИПа, осыпанием магнитных лент возникла настоятельная потребность перевода БОД Гос.НИНГИ на новые информационные технологии с использованием ПЭВМ.

Проверенное и относительно дешевое решение проблемы создания современной информационной технологии формирования и ведения систем баз данных, обеспечивающее коллективный доступ к базам данных в локальной сети можно найти, используя архитектуру “клиент-сервер”.

Система разбивается на две части – клиентскую и серверную. Клиентская часть (рабочие станции) при потребности по сети обращается к серверной. Разделение функций на клиентскую и серверную части позволяет наиболее эффективно использовать имеющиеся вычислительные ресурсы.

Сервер сети представляет ресурсы рабочим станциям и/или другим серверам. Примерами серверов являются: – сервер телекоммуникаций, вычислительный сервер, дисковый сервер, файловый сервер, сервер баз данных. Интерфейс серверной части определен и фиксирован, что позволяет создавать новые клиентские части системы. В качестве основного интерфейса между клиентской частью и сервером баз данных выступает язык баз данных SQL. Примерная схема БОД Гос.НИНГИ в архитектуре “клиент-сервер” приведена на рисунке.

Основу локальной сети НИЦ должен представлять сервер баз данных, сервер коммуникаций (связная ПЭВМ), Автоматизированные рабочие места (АРМ) подготовки информационной продукции, АРМы отделов НИЦ, АРМы формирования банка данных. На сервере баз данных размещаются океанографические данные в форматах архивного хранения, собственно базы океанографических данных и базы метаданных.

Связная ПЭВМ в перспективе (с созданием Единой общегосударственной системы информации об обстановке в Мировом океане) должна иметь выход в глобальные системы телекоммуникации, а в ближней перспективе должна быть сопряжена с локальной сетью 373 Центра ВМФ. На связной ПЭВМ должны быть размещены базы метаданных, сведения об информационных и других возможностях НИЦ, информационная продукция для последующей передачи потребителям, отдельные информационно-справочные системы. Сюда же могут поступать результаты океанографических исследований от ГС ВМФ и мореведческих организаций страны, сводки БАТИ и ТЕСАК. Эта же ПЭВМ должна выполнять функции защиты информации, размещенной на сервере от несанкционированного доступа внешних потребителей информации.

АРМы подготовки информационной продукции и АРМы отделов НИЦ представляют собой рабочие станции, предназначенные для специализированной обработки данных, размещенных на сервере; выполнения тех или иных Приложений; тиражирования океанографических данных (в т.ч. подготовки информационной продукции на компакт-дисках) и т.п.

При этом основные элементы технологии формирования баз океанографических данных следующие:

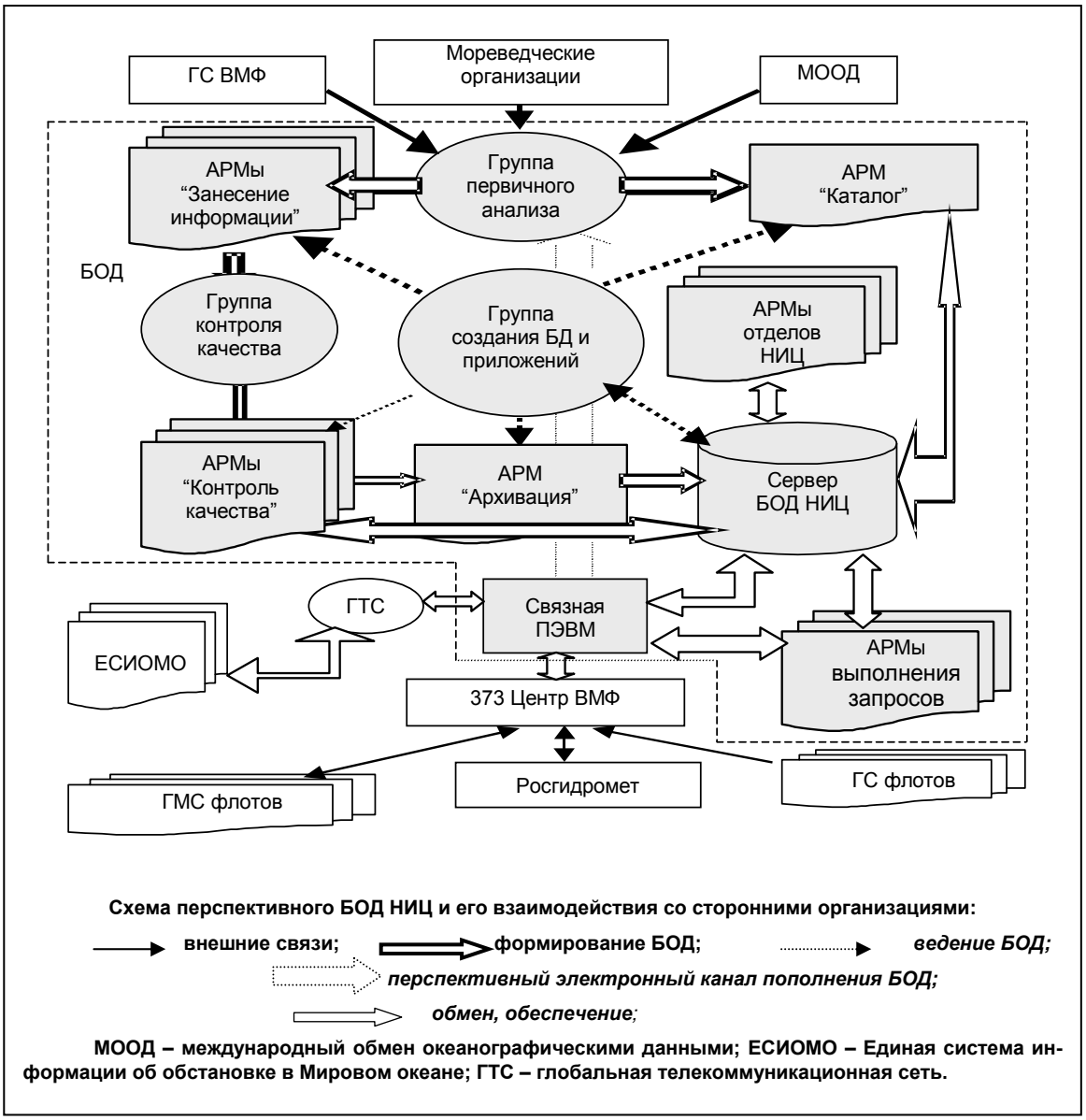


Схема перспективного БОД НИЦ и его взаимодействия со сторонними организациями:

внешние связи; **формирование БОД;** ***ведение БОД;***

перспективный электронный канал пополнения БОД;

обмен, обеспечение;

МООД – международный обмен океанографическими данными; ЕСИОМО – Единая система информации об обстановке в Мировом океане; ГТС – глобальная телекоммуникационная сеть.

- получение отчетных материалов (непосредственно от источников информации на бумажных или магнитных носителях) или по электронным каналам связи через связную ПЭВМ;
- учет сведений о поступивших материалах исследований и самих исследованиях, подготовка отчетов и справок по океанографической изученности морских акваторий – АРМ «Каталог»;
- занесение результатов океанографических исследований на магнитные носители или конвертизация электронной информации в требуемые форматы баз данных – АРМы «Занесение информации»;
- контроль качества полученных данных и ранее занесенных результатов океанографических исследований – АРМы «Контроль качества»;

• архивация и переформатизация данных океанографических наблюдений, пополнение баз данных – АРМ «Архивация».

К сожалению, вычислительные возможности НИЦ пока не позволяют построить полноценный автоматизированный БОД на основе технологии типа “клиент-сервер”. Как уже отмечалось, объем только исходной океанографической информации в ближайшие годы достигнет 10 Гбт и без соответствующего сервера баз данных, а также сервера телекоммуникаций (связной ПЭВМ) и электронных каналов связи говорить о возможности создания современного автоматизированного БОД не приходится. Отдельные элементы новой технологии, которые могут быть реализованы на имеющихся вычислительных средствах, разрабатываются в НИР, проводимых по плану Гос.НИНГИ.

Основными задачами методического характера, связанными с созданием современной технологии формирования и ведения БОД представляются:

• переформатирование массивов океанографических наблюдений из поквадратных в порейсовые;

• создание пакетов прикладных программ для обеспечения всех этапов технологии формирования БОД и ее целостности;

• освоение современных СУБД, геоинформационных систем и технологий;

• создание новых баз собственно океанографических данных, баз метаданных, ИСС;

• разработка, верификация и адаптация численных моделей океана и их включение в интегрированные информационно-справочные океанографические системы в первую очередь по тем элементам гидрологического режима, фактических данных о которых недостаточно для статистических обобщений.

В ближайшей перспективе наряду с проектированием автоматизированного банка данных планируется освоить современные СУБД и создать реляционные базы океанографических данных по отдельным акваториям и видам наблюдений, а также «настольные» информационно-справочные системы. Уже созданы пилотные версии собственно баз данных, баз метаданных, информационно-справочных систем, пакетов программ по контролю качества информации, других элементов технологии формирования банка. Начата отработка формы занесения и редактирования данных наблюдений с обеспечением формального и логического контроля информации на этапе ее занесения, по созданию типовых запросов, отчетов, программных модулей специальной обработки информации, отработке способов представления данных в графической форме.

Ввиду недостатка данных по отдельным видам наблюдений (течения, волнение) для статистических обобщений начата отработка технологии получения оценок статистических характеристик этих параметров состояния океана на основе использования методов численного гидродинамического моделирования. Методическая основа для создания таких технологий, как известно, разработана, а сами технологии успешно используются в ряде мореведческих организаций страны и прежде всего в организациях Росгидромета при создании справочных пособий по гидрометеорологическому режиму морских акваторий.

Как уже отмечалось, нормативно-правовая компонента функционирования БОД, определяющая его статус, государственное значение, порядок формирования и использования его ресурсов устарела. Эту проблему планируется решить в рамках реализации Плана исследований по подпрограмме 10 «Создание единой системы информации об обстановке в Мировом океане» ФЦП «Мировой океан». Решение перечисленных проблем без сомнения приведет к повышению эффективности использования результатов океанографических исследований в интересах укрепления обороноспособности страны и освоения ресурсов океана, создаст предпосылки для получения конкурентноспособной информационной океанографической продукции в Гос.НИНГИ, повысит авторитет ГС ВМФ, как владельца информационных ресурсов БОД МО.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СРЕДЫ В РАЙОНАХ ВОЕННО-МОРСКИХ БАЗ

А.А.ЗОТОВ

Отмечается необходимость обеспечения экологической безопасности деятельности ВС РФ на современном этапе и раскрывается роль Института в развертывании исследований в области военной экологии. Показано место экологического мониторинга среды в районах военно-морских баз в системе обеспечения экологической безопасности деятельности ВМФ. Определены назначение, задачи и основы концепции построения перспективной автоматизированной системы экологического мониторинга военно-морских баз, как подсистемы экологического мониторинга ВМФ.

В условиях интенсивного использования человеком природных ресурсов, более широкого вовлечения их в хозяйственную деятельность причиняется все более ощутимый вред самой природе, усиливается степень ее загрязнения вредными для экосистем веществами и излучениями. Природная среда (ПС) начинает терять свою уникальную способность к самовосстановлению. Нарушаются естественные биологические циклы, тормозятся процессы развития, природа все чаще ощущает мощные "залповые" воздействия общества.

В этой связи в последние годы в мире все большее внимание уделяется комплексному решению проблем обеспечения экологической безопасности промышленных, энергетических, транспортных, военных и иных комплексов. Военная деятельность и, в частности, одна из ее составляющих, военно-морская деятельность, также связана с повышенным риском негативного воздействия на ПС. Поэтому военные аспекты экологической безопасности (ЭБ) начинают занимать приоритетное место в военно-научных исследованиях. Актуальность проблемы обеспечения ЭБ деятельности ВС РФ обусловлена следующими обстоятельствами [1] :

- принципиальной невозможностью создания экологически чистого оружия, вооружения и военной техники (ВВТ);
- наличием исключительно мощных потенциальных источников экологической опасности (ядерное, химическое и ракетное оружие, атомный флот и др.);
- наличием реальных постоянно и временно действующих источников вредного воздействия на окружающую природную среду (ОПС) и человека, образующих такие загрязнители, как твердые и жидкие радиоактивные отходы, высокотоксичные компоненты ракетных топлив, нефтепродукты, сильнодействующие ядовитые вещества, высокочастотные излучения и др.;
- осуществлением программ уничтожения и утилизации ядерного, химического и обычного оружия, ВВТ, сопровождающихся потенциальной и реальной экологической опасностью;
- усилением внимания международного сообщества, органов законодательной и исполнительной власти, общественности к вопросам ЭБ военных объектов и деятельности ВС, открытостью этой специфической характеристики деятельности ВС для общественности;
- сложившимся в настоящее время пониманием того обстоятельства, что в системе национальной безопасности России ЭБ является исключительно важным и необходимым компонентом, в рамках которого ЭБ деятельности ВС РФ занимает особое специфическое место.

Учитывая вышеизложенное, в 1992 г. Гос.НИНГИ вышел с инициативой развертывания научных исследований в области военной экологии и с 1993 г. возглавил комплексную НИР "Разработка концептуальных основ военной экологии и предложений по их реализации в ВС", в которой приняло участие около 40 научно-исследовательских, учебных и испытательных учреждений. По времени это совпало с созданием в структуре МО РФ Управления экологии и специальных средств защиты, впоследствии пре-

образованного в Управление начальника экологической безопасности ВС РФ [2], и формированием "Концепции экологического обеспечения ВС РФ" [3]. При этом под экологическим обеспечением ВС понимается комплекс мероприятий по охране ОПС регионов дислокации войск и сил флота и защите их от экологически неблагоприятных факторов [4].

Результаты этой работы, такие как систематизированные данные об источниках, факторах и уровнях воздействия ВВТ и объектов ВС на ОПС и человека, предложения по системе первоочередных мероприятий при возникновении чрезвычайных экологических ситуаций на военных объектах, пути создания автоматизированной системы экологического мониторинга (АСЭМ), проект целевой комплексной научно-технической программы "Экологическая безопасность ВС" и другие, получили высокую оценку Управления начальника экологической безопасности ВС РФ, явились действенным научным заделом для широкого развертывания исследований по различным направлениям военной экологии и основой для формирования годовых и перспективных планов НИР И ОКР МО по вопросам экологического обеспечения.

С 1995 г. Институт выступил в качестве головного исполнителя еще одной комплексной НИР "Обоснование концепции экологического обеспечения ВМФ, как составной части экологического обеспечения ВС РФ", в которой приняли участие около 25 различных организаций МО. В рамках этой работы была выполнена типизация и ранжирование ВВТ и объектов ВМФ по степени их экологической опасности, разработаны проект "Концепции экологического обеспечения ВМФ в условиях мирного периода военно-политической обстановки", а также основы концепции построения АСЭМ ВМФ, как действенного средства информационной поддержки принятия управленческих решений в области экологического обеспечения флота.

Перспективная АСЭМ ВМФ должна представлять собой автоматизированную систему регламентированных наблюдений за состоянием ОПС, природных ресурсов и источников антропогенного воздействия с запрограммированным пространственным, временным и компонентным разрешением. На нее предполагается возложить решение следующих основных задач:

- слежение и контроль за параметрами экологической обстановки (ЭО) и ПС, а также объектами ВМФ, влияющими на формирование ЭО в зонах ответственности флота (далее в зонах ответственности);
- оперативное установление фактов превышения загрязнения уровней фоновых значений;
- анализ, оценка и прогноз ЭО в зонах ответственности;
- прогнозирование и оценка степени влияния ЭО на все сферы боевой и повседневной деятельности ВМФ, выработка рекомендаций по учету экологических факторов в практике экологического обеспечения флота;
- обеспечение структур управления заинтересованных государственных и военных организаций, командования и различных должностных лиц ВМФ данными о фактическом и прогнозируемом состоянии ЭО в зонах ответственности, степени ее влияния на социально-экономическую, военную и другие виды деятельности и рекомендациями по учету ЭО при планировании и проведении различных мероприятий;
- идентификация источников загрязнения ОПС и других видов экологической нагрузки в зонах ответственности;
- определение объемов выбросов и сбросов (уровней излучения), вызвавших загрязнение ОПС;
- оперативное выявление фактов аварий в контролируемых районах, моделирование, оценка и прогноз их экологических последствий;
- оповещение государственных и военных органов управления, командования ВМФ о появлении предпосылок к возникновению чрезвычайных экологических ситуаций в зонах ответственности для заблаговременного принятия мер по недопущению (уменьшению) возможного ущерба, а также информационная поддержка оперативного

управления действиями экологических формирований ВМФ и специально выделенных сил по локализации и ликвидации их последствий;

- организация взаимодействия и информационно-ехнического сопряжения с подразделениями, учреждениями и системами контроля Минприроды, Росгидромета, МЧС, других министерств и ведомств, службами и системами специального и экологического контроля других видов ВС;
- изучение экологической ситуации в зонах ответственности, составление и уточнение режимных эколого-климатических описаний и карт;
- совершенствование нормативно-правовой базы экологического обеспечения ВМФ;
- накопление, систематизация, хранение и отображение статистической информации в виде специализированных банков данных о реальной и потенциально возможной ЭО, состоянии природных ресурсов, об источниках экологической нагрузки в зонах ответственности, силах и средствах экологического обеспечения ВМФ;
- сбор, накопление, архивация и отображение информации об опасных и особо опасных геофизических (гидрометеорологических) процессах и явлениях в контролируемых районах, которые могут вызвать неблагоприятные экологические последствия;
- информационная поддержка проведения экологической экспертизы планов боевой подготовки сил флота, программ испытаний ВВТ, проведения различных флотских мероприятий, проектов размещения, строительства и реконструкции объектов ВМФ;
- информационно-справочное обслуживание центрального аппарата ВМФ и его территориальных структур в части вопросов экологического обеспечения;
- выполнение обучающих функций в части вопросов экологического обеспечения ВМФ.

Представляется, что перспективная АСЭМ ВМФ должна представлять собой многоуровенную систему, построенную в соответствии с иерархической структурой территориального деления ВМФ. Важное место в структуре АСЭМ ВМФ в качестве подсистемы будет занимать АСЭМ военно-морских баз (ВМБ), отвечающая за информационное обеспечение ЭБ объектов и сил флота, расположенных в зонах их ответственности. В целях взаимного обмена информацией АСЭМ ВМБ должна иметь вертикальное информационное сопряжение с АСЭМ ВМФ более высокого уровня (флота) и горизонтальное сопряжение с соответствующими территориальными уровнями других систем обеспечения ВМФ, с соответствующими уровнями АСЭМ ВС, а также государственных и ведомственных территориальных подсистем (ЕГАСКРО, ЕГСЭМ, МЧС, Санэпиднадзора и др.).

По результатам выполненных Институтом исследований, АСЭМ ВМБ должна состоять из двух основных функциональных модулей: системы сбора экологической информации (ССЭИ) и информационно-аналитического экологического центра (ИАЭЦ). Конкретный состав этих модулей, их окончательный облик, техническое и программное обеспечение будет зависеть от масштабов зоны ответственности ВМБ, наличия и количества экологически опасных объектов на ее территории, физико-географических и гидрометеорологических особенностей района расположения ВМБ и т.п.

ССЭИ предназначена для измерения (наблюдения) параметров ЭО, предварительной обработки полученных данных и передачи их в ИАЭЦ. Она состоит из средств наблюдения и контроля (СНК) военных объектов, автономных систем экологического мониторинга (ЭМ), специальных формирований ЭМ и подсистемы связи.

СНК военных объектов представляют собой комплекс датчиков, измерителей, сигнализаторов, индикаторных средств, средств для отбора проб и т.п. и предназначены для вскрытия ЭО на самом объекте и прилегающей территории (акватории). Кроме того они должны контролировать техническое и технологическое состояние объекта, а также его пожаровзрывобезопасность.

Автономные системы ЭМ это комплекс автоматических станций контроля загрязнения атмосферного воздуха, измерения параметров радиационной обстановки, контроля электромагнитного и шумового загрязнения, автоматических буйковых якорных станций для контроля водной и воздушной среды, наземных средств дистанционного ЭМ, размещенных определенным образом на территории и акватории ВМБ.

Специальные формирования ЭМ представляют собой стационарные и подвижные экологические лаборатории, размещаемые на автомашинах, судах, катерах и летательных аппаратах с комплексами аппаратуры для измерения и обработки параметров ЭО. Такие формирования должны быть укомплектованы штатным личным составом и специальными техническими и химическими средствами.

Подсистема связи ССЭИ есть совокупность различных средств связи для передачи экологической информации (ЭИ) от СНК военных объектов, автономных систем ЭМ и спецформирований ЭМ в ИАЭЦ ВМБ.

ИАЭЦ ВМБ состоит из функциональных звеньев, обеспечивающих решение различных задач информационного обеспечения ЭБ ВМБ, а также автоматизированной системы управления, предназначенной для управления этими функциональными звеньями, сопряжения отдельных элементов АСЭМ и обеспечения информационного обмена с АСЭМ ВМФ других уровней и другими системами.

В состав функциональных звеньев ИАЭЦ предлагается включить следующие элементы:

- звено обработки ЭИ – комплекс вычислительно-информационных средств, осуществляющих окончательную обработку, сортировку и комплексирование экологической и другой входной информации, поступающей от собственной ССЭИ, других систем, наполнение баз данных поступающей информацией с использованием компьютерных программ, сопряженных со средствами отображения и позволяющих производить обработку поступающей информации;
- звено хранения и отображения ЭИ – совокупность сведений, хранимых в запоминающих устройствах ЭВМ, а также программных и технических средств для их отображения в картографическом, графическом, цифровом или документальном виде. Эти сведения выступают как исходные для решения проблемных задач экологического обеспечения. Используя накопленную и обработанную информацию, а также специализированные программы, создается банк данных, который представляет собой информационно-справочную систему, содержащую накопленную, обновляемую и поддерживаемую в рабочем состоянии совокупность сведений и машинных программ для их обработки;
- звено анализа и прогноза ЭО – программно-аппаратный комплекс, позволяющий выполнять оценку текущей ЭО, выявлять источники загрязнения ОПС, моделировать и прогнозировать эволюцию ЭО в обычных условиях и в аварийных ситуациях;
- звено выработки рекомендаций для принятия управленческих решений – экспертная система на базе искусственного интеллекта, позволяющая на базе накопленной и поступающей информации вырабатывать оптимальные решения в области экологического обеспечения ВМФ;
- звено документирования ЭИ предназначено для подготовки выходных картографических, графических, табличных, цифровых, текстовых и иных документов для докладов командованию и информационного обмена с другими системами;
- звено оповещения о чрезвычайных экологических ситуациях предназначено для немедленной отработки сигнала оповещения соответствующих должностных лиц по команде других звеньев ИАЭЦ о факте или угрозе чрезвычайной экологической ситуации с прогнозированием возможных негативных последствий, а также рекомендаций по их минимизации.

Перечисленные звенья ИАЭЦ должны функционировать в рамках единого многофункционального программно-аппаратного комплекса на базе современных ПЭВМ и ГИС-технологий.

АСЭМ ВМБ должна принимать информацию от подсистем ЭМ объединений, соединений и частей ВМФ, расположенных в ее зоне ответственности, других информационных систем ВМФ данного уровня (в первую очередь гидрометеорологическую, геофизическую), а также ЭИ от космической системы ЭМ, которая, по-видимому, будет либо государственной, либо единой в ВС РФ.

АСЭМ ВМБ должна передавать информацию в АСЭМ ВМФ более высокого уровня (флота) и иметь информационное сопряжение с органами управления экологическим обеспечением ВМБ, а также соответствующими территориальными уровнями АСЭМ ВС, государственных и ведомственных систем.

Виды выходной информации АСЭМ ВМБ могут быть различными:

- немедленная (оповещение об аварии, повлекшей негативные экологические последствия, или о чрезвычайной экологической ситуации);
- срочная (оповещение об угрозе возможного резкого ухудшения ЭО с предложениями для принятия своевременных мер);
- плановая (периодическая систематическая отчетность, донесения, доклады по вопросам экологического обеспечения);
- разовая (предложения по восстановлению ОПС в зоне ответственности, обоснования по изменению организационно-штатной структуры экологических органов);
- по запросам (данные об ЭО, проведенным природоохранным мероприятиям и др.).

Таким в целом представляется облик перспективной АСЭМ ВМБ, как подсистемы АСЭМ ВМФ. Учитывая важность проблемы обеспечения ЭБ и накопленный в этой области научный потенциал, Гос.НИНГИ в настоящее время продолжает активно участвовать в реализации основных направлений “Концепции экологического обеспечения ВС РФ”, включая совершенствование информационных систем поддержки управленческих решений в этой области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чуранов В.Т. О мерах по обеспечению экологической безопасности деятельности Вооруженных Сил Российской Федерации // Жизнь и безопасность.– 1997.–№ 2–3. С. 121-140.
2. О введении в действие Положения об Управлении начальника экологической безопасности ВС РФ. Приказ МО РФ N 286 от 22.07.97г.
3. Концепция экологического обеспечения ВС РФ.– М.: УЭиССЗ МО РФ, 1993.– 16с.
4. Григоров С.И., Родионов А.С. Военная экология и экологическое обеспечение Вооруженных Сил Российской Федерации // Военная мысль. 1993. № 1. С.45-51.

ABSTRACTS OF PUBLISHED ARTICLES

V.S.Makoda, A.V.Fedotov. LX Anniversary of RF MoD the State Research Navigation-Hydrographic Institute.

Main stages of establishment and development of Gos.NINGI are characterised. Results of the work of the Institute in the sphere of navigation-hydrographic and hydrometeorological support for the Russian Navy and national economy are presented. The role of the Institute in creating the aids and methods of navigation, hydrography and hydrometeorology is pointed out. Present-day trends of conversion-oriented activity are enumerated.

G.R.Arno. Experience of Using the Program Planning in the History of Technical Aids to Navigation Development.

The experience of the Institute as the leading national organization in forming the integrated programs of development of technical aids to navigation is considered.

P.I.Maleyev. Scientific Contacts of the Institute with Academy of Sciences Organizations and Higher Educational Institutions.

The scientific contacts of the Institute with RF Academy of Sciences Institutes and national Higher Educational Schools, aimed at solving the navigation problems of the marine objects are considered. A wide range of scientific organizations invited, at the Institute's initiative, to solve the problems of navigation are enumerated. It is shown that the achievement of qualitatively new high parameters of navigation equipment is possible only when it is based on basic and investigative research.

S.P.Alekseyev. Navigation-Hydrographic and Hydrometeorological Support for Production and Transport of Sea Hydrocarbons.

The main results of the initial stage of Gos.NINGI conversion-oriented activities organization aimed at navigation-hydrographic and hydrometeorological support for production and transport of sea hydrocarbons are presented. It is shown that the scientific and technical potential of military navigation, hydrography, oceanography, and the obtained experience allows them to be effectively employed in the interests of the country's economy.

N.N.Neronov, V.A.Avdonyushkin. Navigation-Hydrographic Support (NHS) for Construction of Sea Ports.

New approach to creating the NHS system is characterized. The method which can be used to evaluate the degree of providing the stable navigation orientation is suggested. The proposed technology was successfully tested when the port in Ust'Luga (the Gulf of Finland) was being designed, using the latest technical equipment developed by the Institute. Wide employment of this technology is recommended.

V.N.Anokhin. Development and Implementation of New Information Technology to Control the Natural Resources and Environment State of the RF Subject.

Results of development and implementation of the new information technology to control the natural resources and environment state of the Leningrad district are presented. The technology is based on the employment of geoinformation systems, automated systems of keeping the integrated territorial cadastres of natural resources, automated information systems for control bodies specialists.

N.O.Thorzhevskaya, B.A.Osyukhin. About conversation in the field of navigation equipment.

Characteristics of the first russian navigation echosounder NEL-20, which was made by the firm "Promelectronic" with scientifical and technical support of Gos.NINGI, are adduced. The are two NEL-20 modifications. Its distinctive peculiarities and advantages are mentioned. It is shown that even in the present complex financial situation the Fleet can receive new navigation equipment if conversional possibilities will be use correctly.

S.B.Balyasnikov. Navigation-Hydrographic and Hydrometeorological Support for Underwater-Technical Work in the Zone around the Sunken SSN "Komsomolets".

The main concepts and methods of oceanographic research, navigation-hydrographic and hydrometeorological support of underwater technical work, radiation and ecological monitoring in the area where the SSN "Komsomolets" is located, are considered. The main results of observations car-

ried out in 1990–1995 of currents, temperature, sea water salinity and transparency, wind and waves, soil stratification are presented. The experience of navigation-hydrographic and hydrometeorological support for underwater technical work, gained by Gos.NINGI has been analyzed.

A.V.Fedotov. The First Russian Satellite Radionavigation System.

A brief history of work at the first national low-altitude satellite radionavigation system from the moment of its inception to becoming operational is described. Specialists of the Institute who made the greatest contribution to its development at different stages are enumerated. The revolutionizing importance of this system for navigation is emphasized.

A.V.Fedotov, E.S.Dovedov. Brief History of Creating the GLONASS Satellite Radionavigation System.

Brief history of the work at the Institute aimed at creating the national satellite radionavigation system is described in chronological order. The contribution of the Gos.NINGI specialists who took an active part in the development of this system is characterised.

A.I.Bezobrazov. From the History of Phase Radionavigation Systems Development.

The history of development of the first national phase radionavigation systems that became a prototype for the later foreign systems is set forth. The main characteristics (range and position fixing accuracy) are given. Advantages and disadvantages of phase radionavigation systems are enumerated; prospects of their improvement are evaluated.

K.A.Vinogradov, I.A.Novikov. Hydroacoustic Navigation Systems and Equipment.

The role played by Gos.NINGI in development of navigation echo sounders, hydroacoustic logs, and hydroacoustic navigation beacon systems is shown.

V.N.Fradkin. Investigations in the Field of Integrated Processing Methods of Navigational Information.

The main evolution stages of processing and presentation methods of navigational information are described in brief. The role played by the Institute and its staff in development of the concept and mathematical methods of diversified navigational information integrated processing which provide the higher accuracy and reliability of navigation, is noted.

A.V.Lavrentyev, A.V.Maigov, V.A.Titlyanov, S.V.Yatsenko. Development of the Ship's Integrated Navigation Systems for the Navy.

History of development of integrated navigation systems for surface ships and submarines is set forth in short. Prerequisites of their creation, in the role of navigation information support for the ship weapon systems, are analyzed; advantages of integration are evaluated. Contribution of scientists and industrial personnel to creation of integrated systems is pointed out. The role played by the Institute in formulating the tasks and developing the requirements to navigation equipment for different types of ships is considered.

G.I.Yemelyantsev, G.A.Levit. Creation and Further Development of National Ship's Inertial Navigation Systems.

Historical sketch showing the main stages of development of the national ship's inertial navigation systems (SINS) is presented. The contribution of the Institute's staff to development and improvement of SINS is pointed out. Ways of their further development, in particular on the basis of integrated orientation and navigation systems, using the nonplatform inertial modules, satellite reception equipment and electronic chart module, are predicted.

V.G.Dzyuba, A.G.Panov, Y.A.Glukhov. Development of Navigation Information Systems with ENC Display.

The solution of the problems of navigator's activity automation in the Institute's research for the recent decades is considered.

Y.V.Rumyantsev. Development of Methods and Directions for Navigation Support.

Review of scientific-methodical, standardization and directing documents prepared by the Gos.NINGI for the past 20 years, covering the main directions of the Navy's navigation support development, is presented.

N.N.Neronov. Some Aspects of Solving the Problem of Navigation-Hydrographic Support the Navy's Exit to the World Ocean in 1954–1964.

The main development trends in the field of marine cartography and hydrography in 1954–1964 are presented. The creative participation of the Institute's specialists in their implementation is shown.

V.A.Avdonyushkin, V.N.Gorshkov. Development of Facilities and Methods of Naval Hydrography.

Results of the activities of Gos.NINGI hydrographers in the postwar period are summed up. The maim directions of research having the aim to increase the effectiveness of support for the Navy are emphasized. The Institute researchers who have made the greatest contribution to development of technical facilities, equipment, and methods of naval hydrography are noted.

V.A.Avdonyushkin, A.A.Lakounin. Advanced Facilities and Equipment of Hydrography.

The most interesting present-day R&D results of the Institute are enumerated. The results of investigations having the aim to develop the facilities and equipment of hydrography, which have been carried out together with related organizations, are summed up. The promising directions of the further improvement of the above-mentioned facilities and equipment, are characterized in brief.

B.E.Ivanov, V.O.Myatelkov. Marine Geophysics – New Direction of Research.

The history of formation and development of work in the field of marine geophysics is set forth. Main achievements of the Institute in this field are presented.

V.L.Galakhov, V.G.Dmitriyev. Methodological Aspects of Research in the Field of Hydrometeorological Support for the Navy.

Brief review of methodological aspects of research in the field of hydrometeorological support for the Navy which has been carried out by the Institute since early 1950s up to the present time is made. The present-day state of methodological problems of hydrometeorological support for the Navy is analysed; the primary tasks for research in the nearest future are enumerated.

A.T.Shevtsov. Some Results of the Institute's Oceanographic Investigations in the Interests of the Navy.

Results of the oceanographic investigations carried out by the Institute in the interests of the Navy in 1948–1990 are summed up. The largest and basic experimental investigations, as well as the results of research equipment development are considered.

S.B.Balyasnikov, S.I.Mastryukov. Status and Development Problems of the RF MoD Oceanographic Data Base.

Results of the analysis of the information resources and technologies of the RF MoD oceanographic data base generation and operation are presented. The data base operates on the base of Gos.NINGI Research Centre.

The main components of the oceanographic data base technology of generation, operation and employment, including the standardization-legal, hardware, information and methodical components, are considered. The main problems of data base development are analyzed; the ways to solve them are stated. The structural scheme of an advanced RF MoD oceanographic data base is presented.

A.A.Zotov. Ecological Environment Monitoring in the Naval Bases Areas.

The necessity to provide the ecological safety of the RF Armed Forces activities at the present stage is pointed out. The role of the Institute in carrying out the research in the field of military ecology is described. The place of the naval bases areas ecological environment monitoring in the system of providing the ecological safety of the Navy's activities is shown. The purpose, tasks and basic concept of the advanced computer-assisted ecological monitoring system of the naval bases, as a subsystem of the Navy's ecological monitoring, are defined.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

АВДОНЮШКИН ВИКТОР АЛЕКСЕЕВИЧ, начальник управления Гос.НИНГИ, капитан I ранга. Окончил ВВМУ им. М.В.Фрунзе (1975) и Военно-Морскую Академию (ВМА, 1991). До 1989 служил в Гидрографической службе Северного флота, принимал участие в исследованиях в Белом и Баренцевом морях. Специализируется в области гидрографии и картографии, участвует в работах по проекту освоения Штокмановского месторождения и обустройству новых портов на Балтике.

АЛЕКСЕЕВ СЕРГЕЙ ПЕТРОВИЧ, зам. начальника Гос.НИНГИ, председатель СПб регионального отделения Российского общественного института навигации (РОИН), руководитель НИОКР по навигационно-гидрографическому обеспечению освоения Приразломного нефтяного месторождения, капитан I ранга, к.т.н. Окончил ВВМУ им.М.В.Фрунзе (1972) и ВМА (1983). Автор 40 печатных трудов.

АНОХИН ВАЛЕРИЙ НИКОЛАЕВИЧ, начальник отдела Гос.НИНГИ, полковник, д.т.н. Окончил Ленинградский государственный университет (ЛГУ, 1972). Специализируется в области океанографии и информационных технологий. Автор более 90 печатных трудов.

АРНО ГАРРИ РОБЕРТОВИЧ, ученый секретарь Северо-Западного регионального отделения РОИН, старший научный сотрудник Гос.НИНГИ, капитан I ранга (в отставке). Окончил 1-ое Балтийское ВВМУ (1953) и ВСОК (1961). Специализируется в области разработки программ развития технических средств навигации. Автор около 20 печатных трудов.

БАЛЯСНИКОВ СЕРГЕЙ БОРИСОВИЧ, начальник НИЦ Гос.НИНГИ, капитан I ранга, к.т.н. Окончил Ленинградский гидрометеорологический институт (ЛГМИ, 1972) и ВМА (1987). Специализация – океанография. Автор более 10 печатных трудов.

БЕЗОБРАЗОВ АНАТОЛИЙ ИВАНОВИЧ, инженер Центра дальней радиосвязи ВМФ, капитан I ранга (в отставке). Окончил ВВМУ им.М.В.Фрунзе (1945). Специализируется в области гидрографии и радионавигации. Автор более 50 печатных трудов.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

VICTOR A. AVDONYUSHKIN, Gos.NINGI chief of department, I-st rank captain. Graduated from Frunze's High Naval School (FHNS, 1975) and Naval Academy (NA, 1991). Up to 1989 he had served in the North Fleet Hydrography Service and had participated in the survey works in the White and Barents Seas. Scientific direction: hydrography and cartography, particularly in Stockman oil/gas field project and new Baltic ports development.

SERGEI P. ALEKSEEV, Gos.NINGI deputy chief, regional chief of Russian Public Institute of Navigation (RPIN, St-Petersburg department), R&D chief of navigation-gydrography support of Prirazlomnoye oil field deployment, I-st rank captain, PhD. Graduated from FHNE (1972) and NA (1983). Author of 40 publications.

VALERY N. ANOKHIN, Gos.NINGI chief of section, colonel, ScD. Graduated from Leningrad's State University (LSU, 1972). Specialty – oceanology and information technologies. Author more than 90 publications.

HARRY R. ARNO, scientific secretary of the North-West Regional Branch of RPIN, Gos.NINGI senior scientist, I-st rank captain (ret.) Graduated from the First Baltic High Naval School (1953) and Naval High Officer Courses (NHOC, 1961). Specialized in the field of working out the programs of technical aids to navigation development. Author about 20 publications.

SERGEI B. BALYASNIKOV, Gos.NINGI chief of research centre, I-st rank captain, PhD. Graduated from Leningrad's Hydrometeorological Institute (LHMI, 1972) and NA (1987). Specialty – oceanography. Author more than 10 publications.

ANATOLY I. BEZOBRAZOV, RF Navy Center of Far Radiolinks engineer, I-st rank captain (ret.). Graduated from the FHNS (1945). Specialty – hydrography and radionavigation. Author more than 50 publications.

ВИНОГРАДОВ КОНСТАНТИН АНАТОЛЬЕВИЧ, начальник отдела Гос.НИНГИ, капитан I ранга, к.т.н. Окончил Ленинградский электротехнический институт (ЛЭТИ, 1973). Специализация – навигационные гидроакустические системы и средства. Автор 3 монографий (в соавторстве), около 30 статей и 20 изобретений.

ГАЛАХОВ ВИТАЛИЙ ЛЕОНИДОВИЧ, старший научный сотрудник Гос.НИНГИ, полковник (в отставке), к.т.н. Окончил Военный гидрометеорологический институт Красной Армии (1942). Специализация – океанология. Автор многих публикаций.

ГЛУХОВ ЮРИЙ АНДРЕЕВИЧ, начальник лаборатории Гос.НИНГИ, капитан II ранга. Окончил ВВМУ подводного плавания (1987) и ВСОК ВМФ (1993). Специализация – навигация.

ГОРШКОВ ВАЛЕРИЙ НИКОЛАЕВИЧ, старший научный сотрудник Гос.НИНГИ, капитан I ранга (в отставке). Окончил ВВМУ им.М.В.Фрунзе (1961). Специализация – гидрография. Автор около 50 печатных трудов.

ДЗЮБА ВЛАДИМИР ГЕОРГИЕВИЧ, начальник управления Гос.НИНГИ, капитан I ранга, к.т.н. Окончил ВВМУ им.М.В.Фрунзе (1974) и ВМА (1987). Специализация – штурман. Автор 50 печатных трудов.

ДМИТРИЕВ ВИКТОР ГЕОРГИЕВИЧ, начальник лаборатории Гос.НИНГИ, полковник, к.т.н. Окончил ЛГУ (1972). Специализация – метеорология. Автор более 60 печатных трудов.

ДОВЕДОВ ЕВГЕНИЙ СЕРГЕЕВИЧ, старший научный сотрудник Гос.НИНГИ, капитан I ранга (в отставке). Окончил Высшее военно-морское радиотехническое училище (1955) и Дипломатическую академию (1961). Специализация – радиотехника. Автор ряда публикаций.

ЕМЕЛЬЯНЦЕВ ГЕННАДИЙ ИВАНОВИЧ, ведущий научный сотрудник Гос.НИНГИ, капитан I ранга (в запасе), д.т.н., профессор. Окончил Ленинградский институт точной механики и оптики (ЛИТМО, 1970). Специализация – инерциальные навигационные системы. Автор около 50 печатных трудов.

KONSTANTIN A. VINOGRADOV, Gos.NINGI chief of section, I-st rank captain, PhD. Graduated from Leningrad's electrotechnical Institute (LETI, 1973). Specialty – navigational acoustic means and systems. Author of 3 monographs (in co-authorship), about 30 publications and 20 inventions.

VITALY L. GALAKHOV, Gos.NINGI senior scientist, colonel (ret.), PhD. Graduated from Military Hydrometeorological Institute of the Red Army (1942). Specialty – oceanology. Author many publications.

YURY A. GLUKHOV, Gos.NINGI laboratory chief, II-d rank captain. Graduated from High Naval Underwater Voyage School (1987) and NHOC (1993). Specialty – navigation.

VALERY N. GORSHKOV, Gos.NINGI senior scientist, I-st rank captain (ret.). Graduated from FHNS (1961). Specialty – hydrography. Author about 50 publications.

VLADIMIR G. DZYUBA, Gos.NINGI chief of department, I-st rank captain, PhD. Graduated from FHNS (1974) and NA (1987). Specialty – navigator. Author of 50 publications.

VICTOR G. DMITRIYEV, Gos.NINGI laboratory chief, colonel, PhD. Graduated from LSU (1972). Specialty – meteorology. Author about 60 publications.

EVGENY S. DOVEDOV, Gos.NINGI senior scientist, I-st rank captain (ret.). Graduated from High Naval Radiotechnical School (1955) and Diplomatic Academy (1961). Specialty – radiotechnic. Author some publications.

GENNADY I. YEMELYANTSEV, Gos.NINGI leading scientist, I-st rank captain (res.), professor, ScD. Graduated from Leningrad's Institute of Accuracy Mechanics and Optics (LIAMO, 1970). Specializes in the field of inertial navigation systems. Author about 50 publications.

ЗОТОВ АЛЕКСЕЙ АЛЕКСЕЕВИЧ, начальник отдела Гос.НИНГИ, полковник, к.т.н. Специализация – гидрометеорология. Автор 4 печатных трудов.

ИВАНОВ БОРИС ЕВГЕНЬЕВИЧ, главный научный сотрудник Гос.НИНГИ, капитан I ранга (в отставке), д.т.н., профессор, лауреат Государственной премии РФ, заслуженный деятель науки и техники. Окончил Балтийское ВВМУ (1957) и ВМА (1969). Специализация – морская геодезия, гравиметрия, гидрография, навигация. Автор более 180 печатных трудов.

ЛАВРЕНТЬЕВ АНАТОЛИЙ ВАСИЛЬЕВИЧ, профессор ВВМУ им.М.В.Фрунзе, капитан I ранга (в отставке), д.в.н. Окончил Тихоокеанское ВВМУ им.С.О.Макарова (1946). Специализация – навигация. Автор свыше 270 печатных трудов.

ЛАКУНИН АНДРЕЙ АЛЬБЕРТОВИЧ, начальник отдела Гос.НИНГИ, капитан II ранга. Окончил ВВМУ им. М.В. Фрунзе (1981 г.) и ВСОК (1987). Специализация – гидрография. Автор около 10 печатных трудов.

ЛЕВИТ ГРИГОРИЙ АБРАМОВИЧ, старший научный сотрудник Гос.НИНГИ, к.т.н. Окончил ЛЭТИ (1952). Специализация – гироскопические навигационные приборы. Автор около 150 печатных трудов.

МАЙГОВ АЛЕКСЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ, заместитель начальника отдела Гос.НИНГИ, капитан II ранга. Окончил ВВМУ им. М.В.Фрунзе (1981) и ВМА (1992). Специализация – навигация.

МАКОДА ВИТАЛИЙ СЕРГЕЕВИЧ, начальник Гос.НИНГИ, контр-адмирал, к.т.н. Окончил ВВМУ им. М.В. Фрунзе (1967), ВСОК (1972), ВМА (1979). Специализация – военно-морская навигация. Автор более 80 печатных трудов.

МАЛЕЕВ ПАВЕЛ ИВАНОВИЧ, старший научный сотрудник Гос.НИНГИ, капитан I ранга (в отставке), к.ф.-м.н. Окончил ЛГУ (1952). Специализация – технические средства навигации. Автор более 170 печатных трудов.

МАСТРЮКОВ СЕРГЕЙ ИВАНОВИЧ, начальник отдела Гос.НИНГИ, полковник, к.т.н. Окончил ЛГМИ (1978). Специализация – океанология. Автор 10 печатных трудов.

ALEXEY A. ZOTOV, Gos.NINGI chief of section, colonel, PhD. Specialty – hydrometeorology. Author of 4 publications.

BORIS E. IVANOV, Gos.NINGI chief scientist, I-st rank captain (ret.), professor, ScD, RF State Prize Winner, RF Honowred Science and Technical Worker. Graduated from Baltic High Naval School (1957) and NA (1969). Specialty – marine geodesy, gravimetry, hydrography, navigation. Author more than 180 publications.

ANATOLY V. LAVRENTYEV, FHNS professor, I-st rank captain (ret.), ScD. Graduated from Makarov's Pacific Ocean High Naval School (1946). Specialty – navigation. Author more than 270 publications.

ANDREY A. LAKUNIN, Gos.NINGI chief of section, II-d rank captain. Graduated from FHNS (1981) and NHOC (1987). Specialty – hydrography. Author about 10 publications.

GRIGORY A. LEVIT, Gos.NINGI senior scientist, PhD. Graduated from LETI (1952). Specialty – gyroscopic navigational equipment. Author about 150 publications.

ALEXEY V. MAIGOV, Gos.NINGI deputy chief of section, II-d rank captain. Graduated from FHNS (1981) and NA (1992). Specialty – navigation.

VITALY S. MAKODA, Gos.NINGI Chief, rear-admiral, PhD. Graduated from FHNS (1967), NHOC (1972), NA (1979). Specialty – naval navigation. Author more than 80 publications.

PAVEL I. MALEYEV, Gos.NINGI senior scientist, I-st rank captain (ret.), PhD. Graduated from LSU (1952). Specialty – aids of navigation. Author more than 170 publications.

SERGEI I. MASTRYUKOV, Gos.NINGI chief of section, colonel, PhD. Graduated from LHMI (1978). Specialty – oceanology. Author of 10 publications.

МЯТЕЛКОВ ВАДИМ ОЛЕГОВИЧ, заместитель начальника управления Гос.НИНГИ, капитан I ранга, к.т.н. Окончил ВВМУ им.М.В.Фрунзе (1981). Специализация – гидрография. Автор около 20 печатных трудов.

НЕРОНОВ НИКОЛАЙ НИКОЛАЕВИЧ, главный научный сотрудник Гос.НИНГИ, президент Гидрографического общества, капитан I ранга (в отставке), д.т.н., профессор. Окончил ВВМУ им.М.В.Фрунзе (1950). Специализация – гидрография. Автор более 40 печатных трудов.

НОВИКОВ ИГОРЬ АЛЕКСАНДРОВИЧ, старший научный сотрудник Гос.НИНГИ. Окончил ЛЭТИ (1965), по специальности инженер-электрик. Автор около 80 печатных трудов.

ОСЮХИН БОРИС АЛЕКСАНДРОВИЧ, старший научный сотрудник Гос.НИНГИ, к.т.н. Окончил ЛГМИ (1971). Специализация – навигационные приборы. Автор более 60 печатных трудов.

ПАНОВ АЛЕКСАНДР ГУРЬЕВИЧ, начальник отдела Гос.НИНГИ, капитан I ранга, к.т.н. Окончил ВВМУ им.М.В.Фрунзе (1972). Специализация – автоматизация деятельности штурмана. Автор более 30 печатных трудов.

РУМЯНЦЕВ ЮРИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ, начальник отдела Гос.НИНГИ, капитан I ранга, к.в.н. Окончил ВВМУ им.С.М.Кирова (1974), по специальности штурман. Автор около 20 печатных трудов.

ТИТЛЯНОВ ВЛАДИМИР АЛЕКСАНДРОВИЧ, начальник отдела Гос.НИНГИ, капитан I ранга. Окончил ВВМУ им.М.В.Фрунзе (1976) и ВМА (1991). Специализация – навигация. Автор 4 печатных трудов.

ТХОРЖЕВСКАЯ НАТАЛЬЯ ОЛЕГОВНА, старший научный сотрудник Гос.НИНГИ, к.т.н. Окончила ЛИТМО (1972). Специализация – инерциальные навигационные системы. Автор более 20 печатных трудов.

ФЕДОТОВ АНАТОЛИЙ ВАСИЛЬЕВИЧ, старший научный сотрудник Гос.НИНГИ, контр–адмирал (в отставке), к.в.-м.н. Окончил Каспийское ВВМУ (1946), ВСОК (1949), ВМА (1955). Специализация – навигация. Автор более 40 печатных трудов.

VADIM O. MYATELKOV, Gos.NINGI deputy chief of department, I-st rank captain. Graduated from FHNS (1981). Specialty – hydrography. Author about 20 publications.

NIKOLAI N. NERONOV, Gos.NINGI chief scientist, Hydrographic Society President, I-st rank captain (ret.), ScD, professor. Graduated from FHNS (1950). Specialty – hydrography. Author more than 40 publications.

IGOR A. NOVIKOV, Gos.NINGI senior scientist. Graduated from LETI (1965) as electrician engineer. Author about 80 publications.

BORIS A. OSYUKHIN, Gos.NINGI senior scientist, PhD. Graduated from LSMI (1971). Specialty – navigation systems. Author more than 60 publications.

ALEXANDR G. PANOV, Gos.NINGI chief of section, I-st rank captain, PhD. Graduated from FHNS (1972). Specialty – navigator's process automation. Author more than 30 publications.

YURI V. RUMYANTSEV, Gos.NINGI chief of section, I-st rank captain, PhD. Graduated from Kirov's High Naval School (1974) as a navigator. Author about 20 publications.

VLADIMIR A. TITLYANOV, Gos.NINGI chief of section, I-st rank captain. Graduated from FHNS (1976) and NA (1991). Specialty – navigation. Author of 4 publications.

NATALIYA O. THORZHEVSKAYA, Gos.NINGI senior scientist, PhD. Graduated from LIAMO (1972). Specialty – navigation systems. Author more than 20 publications.

ANATOLY V. FEDOTOV, Gos.NINGI senior scientist, rear-admiral (ret.), PhD. Graduated from Caspian High Naval School (1946), HNOC (1949), NA (1955). Specialty – navigation. Author more than 40 publications.

ФРАДКИН ВЕНИАМИН НАУМОВИЧ, главный научный сотрудник Гос.НИНГИ, капитан I ранга (в отставке), д.в.н., профессор. Окончил ВВМУ им.М.В.Фрунзе (1951), ВСОК (1956), Ленинградский кораблестроительный институт (1965). Специальность – штурман. Автор более 160 печатных трудов.

ШЕВЦОВ АЛЕКСАНДР ТИТОВИЧ, ведущий научный сотрудник Гос.НИНГИ, капитан I ранга (в отставке), к.т.н. Окончил Военный гидрометеорологический факультет Советской Армии (1955). Специальность – океанография. Автор около 60 печатных трудов.

ЯЦЕНКО СЕРГЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ, начальник лаборатории Гос.НИНГИ, капитан II ранга. Окончил ВВМУ им.М.В.Фрунзе (1986). Специализация – штурман. Автор 3 печатных трудов.

VENIAMIN N. FRADKIN, Gos.NINGI chief scientist, I-st rank captain (ret.), ScD, professor. Graduated from FHNS (1951), HNOC (1956), Leningrad's Shipbuilding Institute (1965). Specialty – navigator. Author more than 160 publications.

ALEXANDR T. SHEVTSOV, Gos.NINGI leading scientist, I-st rank captain (ret.), PhD. Graduated from Military Hydrometeorological Faculty of the Soviet Army (1955). Specialty – oceanography. Author about 60 publications.

SERGEY V. YATSENKO, Gos.NINGI laboratory chief, II-d rank captain. Graduated from FHNS (1986). Specialty – navigator. Author of 3 publications.

ПАМЯТКА АВТОРУ

ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ, НАПРАВЛЯЕМЫХ ДЛЯ ОПУБЛИКОВАНИЯ В ЖУРНАЛЕ «НАВИГАЦИЯ И ГИДРОГРАФИЯ»

1. Объем статьи не должен превышать 8 с., для статьи обзорно-аналитического характера – до 15 с. Количество рисунков и таблиц – не более 5 (по каждой позиции).

2. Статья должна иметь индекс ГРНТИ, сопровождаться аннотацией (помещается после названия), рефератом, списком использованной литературы и актом экспертизы.

3. К статье следует приложить название статьи, аннотацию и реферат на английском языке, а также основные сведения об авторе(ах) на русском и английском языках.

4. Все рисунки или фотографии должны иметь порядковый номер, размер не более формата **А4 (297х210 мм)** и черно-белое исполнение. Не рекомендуется использование мелких штриховок и заливок (не читаемых сканером с разрешением 300 точек на дюйм).

5. Все числовые значения в тексте, на рисунках и в таблицах должны соответствовать единицам, принятым в системе СИ.

6. Список использованной литературы должен быть составлен на языке оригинала (исключение – языки с иероглифическим написанием слов, например, японский) в порядке ссылок на источники по тексту.

7. Материалы должны быть подготовлены в формате текстового редактора MS **Word for Windows,** а также других систем, для которых имеются стандартные конвертеры Word. При оформлении использовать только стандартные шрифты, поставляемые с системой Windows.

8. Для диаграмм и графиков предпочтительно использование **векторных форматов,** импортируемых в MS Word for Windows и одновременное представление оригинал-макета. Растровая графика (только черно–белая) может быть представлена в формате **TIFF** или **PCX** с разрешением **300 DPI.**

9. В редакцию представляются дискета 3,5" с текстом статьи, аннотации и рефератом и их распечатки через 2 интервала в 1 экз. (дискета возвращается автору).

10. Материалы, отправляемые посредством электронной почты, направлять на адрес **E–mail: editor@navy.ru** в виде предварительно компрессированных архиваторами **ARJ** или **PKZIP,** присоединенных к письму файлов, закодированных **UUENCODE.**

Адрес редакции: Россия, 199106, Санкт–Петербург, Кожевенная линия, 41.
Телефон: (812) 217–97–60, Факс: (812) 217–19–66 (в рабочее время).
E–mail: editor@navy.ru

Условия подписки на журнал

“Навигация и гидрография”

Стоимость годовой подписки на 2 номера журнала – 40 руб.

Наши реквизиты:

ИНН 7801020940 ПУ ЦБ РФ Набережное БИК 04408002

р/с 40502810500000000056, в/ч 62728 (Гос.НИНГИ МО РФ),

Санкт-Петербург,

указав в квитанции об оплате — "За подписку на журнал".

НАВИГАЦИЯ И ГИДРОГРАФИЯ, 1998, №7

Редакторы: А.И.Баранов, С.А.Рудас

Компьютерное оформление: В.И.Скалон

Подписано в печать 19.02.98. Заказ № 267

Рег. №013267 от 26.01.95

Комитет РФ по печати

© Государственный научно-исследовательский навигационно-гидрографический институт Министерства обороны РФ