**Системы навигации**

**А.В. Федотов,** кандидат военно-морских наук, контр-адмирал

С началом создания ракетно-ядерного флота в СССР (1958-1964гг.) стало ясно, что для повышения эффективности действия подводных лодок с атомными энергетическими установками и использования ракетного оружия и с кораблей, и с подводных лодок требуется решить ряд сложных задач: навигационного обеспечения, курсоуказания в любой широте, включая Северный полюс (широта90°), и сложного маневрирования со сравнительно большой скоростью; автоматического счисления текущих координат и отображение на карте пройденного пути на любой широте плавания; длительного высокоточного хранения координат без использования средств коррекции, нарушающих скрытность действия подводных лодок, а также при подледном плавании, исключающем возможность всплытия подводной лодки в любой момент, что повышало требования к надежности и точности технических средств навигации.

Для решения новых возникших проблем навигационного обеспечения ракетно-ядерного флота страны были перепрофилированы специальные научно-исследовательские институты в Москве, Ленинграде, Баку. Кроме того, были привлечены силы многих научных учреждений страны, работающих в области радиоэлектроники, гироскопии, вычислительной техники, спутниковых навигационных систем, радионавигационных систем, навигационной гидроакустики, оптики, радиоастрономии и других областях. При этом приоритетными направлениями исследований явились создание: навигационных комплексов для подводных лодок; корабельных инерциальных навигационных систем; спутниковых радионавигационных систем. Большой объем научных исследований проводился в 60-е и особенно в 70-80-е годы в институтах АНСССР и АН союзных республик, в прикладных институтах промышленности и Военно-Морского Флота.

Созданный в 1950г. принципиально новый штурманский прибор - автопрокладчик “Путь-1” можно считать прообразом навигационного комплекса. Дальнейшая интеграция навигационных приборов привела к созданию навигационного комплекса для первой атомной подводной лодки (главный конструктор Э.И.Эллер, заместитель А.И.Вдовин). Однако этот комплекс еще не мог обеспечить плавание в широтах выше 80°.

В 1953г. к разработке гироскопических приборов для атомных подводных лодок был привлечен НИИ-303 (ныне ЦНИИ “Электроприбор”) - единственное в то время предприятие, обладавшее технологией изготовления гироскопов на аэродинамическом подвесе. По результатам проведенных в 50-х годах научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в НИИ-303 был разработан навигационный комплекс “Сила-Н”, основанный на применении шаровых гироскопов и аналоговых электромеханических счетно-решающих устройств и элементов. В апреле 1963г. за разработку навигационного комплекса “Сила-Н” Ленинской премии СССР были удостоены Г.Д.Блюмин, П.М.Дианов, В.Н.Дукальский, А.Е.Елькин, А.И.Коган, Г.М.Малышев, В.И.Маслевский, М.И.Пахомов, Ю.Д.Рихтерман, В.Д.Теплов и С.Ф.Фармаковский.

Военно-Морским Флотом в конце 50-х годов было выдано техническое задание на разработку всеширотного навигационного комплекса. Создать всеширотный навигационный комплекс проще всего было бы, используя инерциальную навигационную систему. Но в то время для этого не имелось высокоточных гироскопов и надежных вычислительных средств.

Без инерциальной системы возникли трудности в создании курсоуказателей и систем автоматической прокладки, способных работать в высоких широтах. Использовать гирокомпасы при приближении к полюсу было нельзя, так как они теряли направляющую силу, заставляющую их чувствительные элементы приходить к меридиану. Использование автопрокладчиков, работающих на картах в меркаторской проекции в высоких широтах, невозможно. Трудности казались в то время непреодолимыми. Однако коллектив инженеров под руководством В.И.Маслевского, который возглавил работу над всеширотным навигационным комплексом, совместно со специалистами ВМФ, нашел выход для решения поставленной задачи. Была разработана и внедрена в системы курсоуказания, автосчисления и прокладки “квазигеографическая система координат”, в которой “Северный полюс” переносился по меридиану 180° на экватор. В системе квазигеографических координат зона в районе географического Северного полюса оказывалась в зоне “квазиэкватора”. Сходимость меридианов становилась пренебрежимо малой, и трудности курсоуказания, счисления и автоматической прокладки в высоких широтах были преодолены.

В 1963-1964гг. головной образец всеширотиого навигационного комплекса “Сигма” прошел успешно государственные испытания на атомной подводной лодке, включая поход в район Северного полюса, и в 1965г. был принят на вооружение ВМФ. Главным конструктором навигационного комплекса был В.И.Маслевский, его заместителем - Ю.Д.Рихтерман.

Навигационный комплекс оказался наиболее удачным и устанавливался в различных модификациях на подводных лодках более десяти проектов. Подобный всеширотный навигационный комплекс без навигационной инерциальной системы не имеет аналогов в мировой практике навигационного вооружения атомных подводных лодок.

В 1972г. под руководством О.В.Кищенкова был создан первый отечественный навигационный комплекс с инерциальной навигационной системой; существенно повысились точностные характеристики выдаваемых навигационных параметров.

В результате проведенных теоретических исследований в 1983г. была закончена разработка и принят на вооружение принципиально новый навигационный комплекс с точностными характеристиками, близкими к мировому уровню навигационного обеспечения. Комплекс начал устанавливаться на ракетных подводных лодках стратегического назначения.

Наибольший научный и организационный вклад в создание навигационных комплексов подводных лодок внесли В.И.Маслевский, О.В.Кищенков, Э.И.Эллер, В.Г.Пешехонов, В.Д.Теплов, Ю.Д.Рихтерман, Л.К.Овчинников, А.П.Князев, В.А.Монтелли, И.И.Тузов, большинство из них были удостоены за проделанную работу Ленинской и Государственных премий.

Научные исследования, проведенные в начале 60-х годов в прикладных институтах ВМФ и промышленности, показали, что для дальнейшего совершенствования навигационных комплексов необходимо создание инерциальных систем. Основные трудности в создании корабельных инерциальных систем состояли в том, что ни один из типов гироскопов и акселерометров не отвечал предъявляемым требованиям, цифровая техника обладала низкой надежностью и отсутствовал опыт использования ЭВС в контурах управления гироскопических систем. В связи с этим к проведению теоретических исследований и созданию элементной базы инерциальных систем были привлечены институты АНСССР и организаций промышленности.

В 1961г. при Отделении технических наук АНСССР был организован Научный совет по проблеме “Научные основы построения систем навигации и автоматических устройств с применением новых физических явлений”, который возглавил академик Б.Н.Петров. В состав Научного совета вошли ученые АНСССР, ВМФ и промышленности, в т.ч. от НИУВМФ В.Д.Теплов, Е.А.Ананченко и Г.А.Левит. Совет сыграл определенную роль в координации исследований по созданию инерциальной навигационной системы и ее элементной базы.

Технический и психологический барьеры в разработке инерциальной навигационной системы первым решился преодолеть коллектив, возглавляемый главным конструктором О.В.Кищенковым. Работы начались в 1963г.

Опытные образцы инерциальной навигационной системы “Тавда” (главный конструктор В.С.Зябрев) в 1970г. прошли испытания на заводе-изготовителе, а затем на опытном судне ОС-19 и на одной из подводных лодок.

Параллельно с разработкой инерциальной навигационной системы (ИНС) в институтах ВМФ в 1964-1967гг. проводились широкие исследования по разработке теории построения морских ИНС, изучению перспектив создания высокоточных чувствительных элементов.

С середины 60-х годов в ЦНИИ “Электроприбор” были начаты работы по созданию шарового вакуумированного гироскопа с электростатическим подвесом ротора (главный конструктор А.С.Анфиногенов). На этой основе был создан гирокорректор, который в настоящее время успешно используется в навигационных комплексах.

Научным поиском высокоточных глобальных средств коррекции с конца 50-х годов занимались многие научные учреждения страны. В 1956г. научными сотрудниками Научно-исследовательского гидрографическо-штурманского института (НИГШИ) ВМФ В.А.Фуфаевым и Л.И.Гордеевым была высказана идея использования искусственных спутников Земли, снабженных радиопередатчиками необходимой мощности для навигации. Идея казалась фантастической, но после запуска в Советском Союзе 4октября 1957г. первого искусственного спутника Земли появилась реальная основа для ее реализации.

Научные основы низкоорбитных спутниковых радионавигационных систем были существенно развиты в процессе выполнения комплексных научных исследований по теме “Спутник” (1958-1959гг.), которые осуществляли Институт теоретической астрономии АН СССР, Институт электромеханики АНСССР, Научно-исследовательские институты ВМФ и Горьковский научно-исследовательский радиофизический институт. В этой работе принимали активное участие М.М.Кобрин, заместитель директора НИР-ФИ, осуществлявший общее научное руководство, В.С.Шебшеевич (заместитель руководителя), Ю.В.Батраков, Е.Д.Голиков, Л.И.Гордеев, В.П.Заколодяжный, Э.А.Жижемский, А.А.Колосов, Л.И.Кузнецов, В.Ф.Проскурин, А.Н.Радченко, Н.К.Сергеев, А.Ф.Смирновский, Б.А.Смольников, Е.Ф.Суворов, В.А.Фуфаев, Г.И.Черепанов, А.В.Чижов, Е.П.Чуров, В.И.Юницкий.

Таким образом, благодаря исследованиям, проводимым в 1958-1959гг. в институтах АНСССР, ВМФ и промышленности, в нашей стране был заложен фундамент спутниковой радионавигации для практического создания низкоорбитной спутниковой радионавигационной системы (СРНС).

В конце 60-х годов возникла проблема расширения возможностей СРНС для навигационного обеспечения высокодинамичных объектов и повышения ее оперативности и точности. Учеными институтов АНСССР, ВМФ и промышленности в 1968-1969гг. были обоснованы возможность и целесообразность создания единой СРНС для воздушных, морских, сухопутных и космических объектов. В 1970г. были сформулированы тактико-технические требования к такой системе.

Разработка глобальной навигационной спутниковой системы (ГЛОНАСС) как единой СРНС для потребителей различного назначения развернулась в 70-е годы. Научные исследования сопровождали ее на всех этапах, начиная с обоснования основных параметров и кончая доработкой математического обеспечения по результатам испытаний. Первая очередь системы ГЛОНАСС была сдана в эксплуатацию в 1993г. Исследования продолжались и после передачи системы в эксплуатацию, ориентируясь на ее дальнейшее развитие, повышение точности и устойчивости функционирования. Ход разработок навигационных систем неоднократно рассматривался руководством ВМФ с участием НИУ ВМФ и промышленности.

Разработка ИСЗ и наземных средств ГЛОНАСС проводилась коллективами, руководимыми академиком М.Ф.Решетневым, Ю.К.Гужвой, Л.И.Гусевым, А.Г.Геворкяном, Н.Е.Ивановым, В.Ф.Черемисиным, В.И.Ермоленко, В.Н.Казанцевым. Аппаратура потребителей различного назначения разрабатывалась коллективами под руководством Р.И.Полонникова, Ю.М.Устинова, В.А.Салищева.

Создание современных и перспективных средств навигации стало возможным только на основе фундаментальных исследований в области гироскопии, электроники, лазерной и вычислительной техники, системных исследований, проводимых в академических и прикладных институтах страны, позволивших в 70-80-е годы совершить ряд революционных сдвигов в области навигации и обеспечивших создание корабельных инерциальных систем и построение на их основе навигационных комплексов с высокими точностями за счет прорыва в области технологии элементной базы инерциальных навигационных систем и математического обеспечения; создание спутниковых радионавигационных систем, давших возможность на единой высокоточной координационно-временной основе существенно повысить эффективность навигационного обеспечения новейших систем оружия.