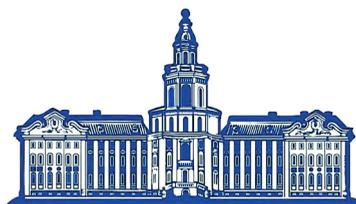


Номер посвящается 300-летию Российской академии наук



Российская Академия Наук

УДК 531.383.01
EDN KIKFGC

В. Г. ПЕШЕХОНОВ

ВКЛАД РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК В РАЗВИТИЕ НАВИГАЦИИ

На примере навигации прослеживается выдающаяся роль Российской академии наук в становлении и развитии науки в стране.

Ключевые слова: Российская академия наук, навигация, гироскопы.

Введение

Триста лет назад произошло одно из важнейших событий в истории России – была основана Академия наук и художеств в Санкт-Петербурге (далее – Академия). С тех пор наука стала основой развития нашей страны.

Петр Великий, задавшийся целью вывести Россию в мировые державы, в ходе Великого посольства в европейские страны убедился, что эту задачу можно решить только с помощью науки. Задуманная им Академия должна была стать, как и в ведущих европейских странах, национальным центром научных исследований. Но были и важные отличия от зарубежных академий.

Академия была задумана как государственное учреждение. Ее члены получают государственное жалование и должны решать научные проблемы в интересах государства, т.е. заниматься не только фундаментальными, но и прикладными научными задачами. Слово «художества» в названии Академии в XVIII веке понималось

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

Настоящая статья написана по материалам лекции, прочитанной автором на заседании Ученого совета государственного научного центра РФ АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор» в день 300-летия Российской академии наук 8 февраля 2024 года.

именно в этом смысле. Еще одно отличие ее от зарубежных заключалось в том, что одновременно в ее составе учреждались университет и гимназия. Таким способом в стране, где не было слоя образованных людей, обеспечивающих развитие науки, создавался, если пользоваться современной терминологией, «научный лифт» для подготовки ученых. В гимназию принимались русские ученики, а академики, адъюнкты Академии и даже студенты университета набирались за рубежом, преподавание в университете велось на латинском языке.

Среди десяти кафедр, на которые разделялась Академия, второй была кафедра астрономии, географии и навигации. Развитие науки о навигации стало одной из основных задач Академии. В настоящей статье кратко прослеживается создание методов и технических средств навигации членами Академии за ее трехсотлетнюю историю.

Великие основатели Академии и их вклад в развитие навигации

История Академии создавалась трудами многих выдающихся ученых и организаторов научной деятельности. Но трое из них внесли основополагающий вклад в становление этой всемирно известной организации, в том числе в навигации. Их имена в хронологическом порядке: основатель Академии Петр Великий, великий математик и механик Леонард Эйлер, универсальный российский гений Михаил Васильевич Ломоносов.

Петр Великий (1672–1725 гг.)



Царь тщательно готовился к созданию Академии наук. Последовательно решались проблемы подготовки к этому событию.

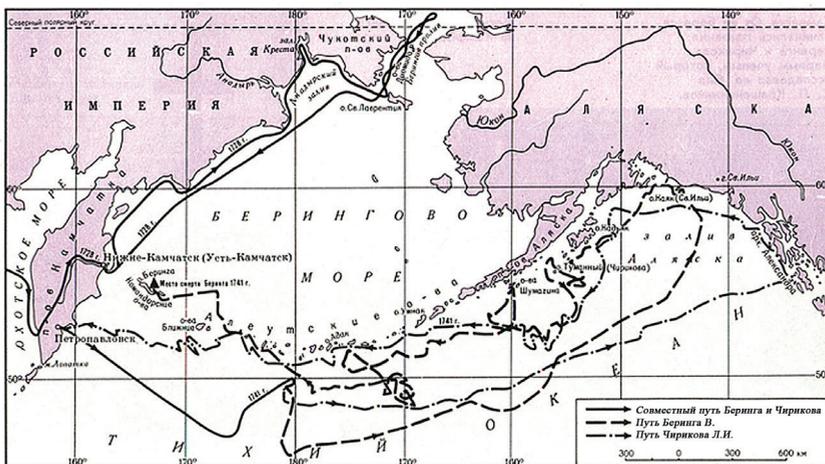
Началось с подготовки кадров. Боярские дети направляются на учебу за рубежом. Затем было организовано первое в стране светское учебное заведение – «Школа математических и навигацких наук, то есть мореходно-хитростно наук учение» (1701 г.) в знаменитой Сухаревской башне в Москве. Принципиально то, что в школу принимались способные ученики всех сословий. По окончании школы дворянские дети направлялись на стажировку на корабли Англии и Голландии, после чего им присваивались офицерские звания и они шли на флот. Выпускники школы из других сословий направлялись на гражданскую службу.

В 1715 г. в Петербурге на базе старших классов школы была организована Академия морской гвардии, готовившая офицеров для флота. Выпускникам присваивалось вновь введенное звание «гардемарин». Так формировалась элита флота, владевшая знаниями по кораблевождению и навигации, необходимыми для дальних морских походов.

Хорошо подготовленные русские офицеры возглавили морские экспедиции по изучению, освоению и картографированию новых земель, в том числе (см. рисунок):

- экспедицию В.В. Атласова, составившую описание Камчатки (1697–1699 гг.);

- экспедицию И.М. Евреинова и Ф.Ф. Лужина, обеспечившую составление карты Охотского моря с Курильскими островами (1719 г.);
- первую Камчатскую экспедицию В. Беринга, по результатам которой была составлена карта северо-восточных берегов России, вошедшая во все атласы мира (1725–1730 гг.).



Составлялись также карты Балтийского, Черного, Азовского, Каспийского морей. Последнюю Петр Великий передал в дар Парижской академии наук, почетным членом которой он был. До этого в Европе было очень смутное представление об этом море.

Создавалась материальная база будущей Академии. Закупались со всего света книги, приборы и экспонаты. Последние пополняли коллекции Кунсткамеры. Была организована астрономическая обсерватория, учреждены библиотека и типография.

Особое внимание было обращено на навигационные приборы. Для их ремонта была основана инструментальная мастерская (1721 г.). Постепенно эта организация освоила изготовление навигационной техники и была преобразована в Завод мореходных инструментов. Завод существует и в настоящее время (современное название – Завод штурманских приборов), и, что удивительно, номенклатура выпускаемой им техники изменилась мало.

В создании Академии большую помощь императору оказывал один из величайших ученых того времени – Г. Лейбниц. Он, в частности, рекомендовал кандидатуры перспективных ученых в первые члены Академии, а император произвел отбор из их числа будущих академиков.

Петр Великий не присутствовал на торжественном открытии Академии в декабре 1725 г. Он скончался 28 января того же года, но заложенные им идеи развития науки в России были воплощены в жизнь.

Леонард Эйлер (1707–1783 гг.)

Великий математик и механик Леонард Эйлер поступил в Академию, когда ему было только двадцать лет, по приглашению академика Д. Бернулли. За небольшим исключением, когда он работал в Берлинской академии наук, вся его творческая жизнь связана с Петербургом. В богатейшем научном наследии академика Эйлера достойное место занимают работы, посвященные морской навигации. По этой тематике он опубликовал



труды «Морская наука» (1749 г.) и «Полное умозрение строения и вождения кораблей, сочиненное в пользу учащихся навигации» (1778 г.). Им было предложено решение сложнейшей задачи навигации того времени – определение долготы, использовавшееся в морской навигации более века.

Решая проблемы небесной механики, он вывел кинематические и динамические уравнения движения твердого тела относительно центра масс или непод-

вижной точки. Спустя век эти уравнения легли в основу новой ветви теоретической механики – механики гироскопов.

В области картографии Л. Эйлер получил формулы для равноугольных проекций шара на плоскость. Он руководил созданием «Атласа Российского», и, по его свидетельству, «география российская приведена в гораздо исправнейшее состояние, нежели география немецкой земли» [9].

Академиком Эйлером были заложены основы российской математической школы, для которой характерно строгое решение математических задач в интересах актуальных приложений.

Михаил Васильевич Ломоносов (1718–1765 гг.)



Академик Ломоносов имел широкий круг научных интересов и внес огромный вклад в развитие естественных наук. Важное место в его трудах занимали задачи морской навигации.

В области теории навигации ему принадлежит труд «Рассуждение о большой точности морского пути» (1759 г.) и диссертация «Новый весьма легкий и точный способ находить полуденную линию» (1761 г.). Помимо теоретической части диссертация содержит описание изобретенного М. Ломоносовым прибора для определения меридиана путем замера высот звезд.

Поражает творческая активность Ломоносова. Для навигационной практики им были изобретены или усовершенствованы более двадцати навигационных приборов, в том числе измеритель морского течения, основанный на отклонении отвеса, секстан, самопишущий компас, измеритель дрейфа судна с учетом килевой качки, оптический инструмент для подводных наблюдений, ночезрительная труба для различения ночью скал и судов и многие другие.

С 1757 г. и до конца жизни академик Ломоносов руководил географическим департаментом Академии. Он инициировал ряд экспедиций, под его руководством было подготовлено 9 ландкарт и новое издание «Атласа Российского».

Ломоносов был потомственным помором, и в сферу его научных интересов, естественно, входило мореплавание в арктических морях. Ему принадлежит труд «Крат-

кое описание разных путешествий по северным морям и показание возможности проходу Северным океаном в Восточную Индию» (1763 г.), к которому была приложена циркумполярная карта. Так была выдвинута идея Северного морского пути. Через год вышло «Прибавление о северном мореплавании на восток по Сибирскому океану», а за ним «Прибавление второе, сочиненное по новым известиям промышленников из островов американских».



Навигационные приборы, разработанные М.В. Ломоносовым

На этой основе Ломоносовым был разработан и представлен в Адмиралтейств-коллегию проект экспедиций в целях поиска пути северным маршрутом из Атлантического океана в Тихий и к Алеутским островам. Проект был одобрен, и вышел указ императрицы Екатерины II. Были организованы две экспедиции: В.Я. Чичагова на трех кораблях в целях исследования Северного морского пути и П.А. Креницына – М.Д. Левашова к Алеутским островам.

Ломоносов предполагал, что в июне на 80-й широте свободное ото льда море тянется по крайней мере на тысячу верст [2], но это предположение не подтвердилось, и парусные корабли экспедиции Чичагова дважды – в 1765 и 1766 гг. – дальше Шпицбергена из-за сплошных льдов пройти не смогли. Провидческая идея академика Ломоносова осуществляется только в наши дни, когда созданы мощные атомные ледоколы, транспортные суда ледового класса и наступило глобальное потепление.

Вклад мореплавателей – почетных членов Академии в развитие навигации

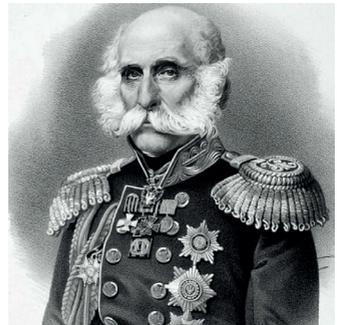
С конца XVIII века весомый вклад в разработку методов навигации стали вносить военные моряки, получившие прекрасное образование. Вышли написанные ими первые книги по навигации: «Экстракт штурманского искусства» Ф.И. Соймонова и «Книги полного собрания о навигации» С.И. Мордвинова.

Было совершено около пятидесяти экспедиций, которыми руководили морские офицеры и в которых практически всегда участвовали ученые Академии. Во Второй Камчатской экспедиции (другое название – Великая Северная экспедиция) под руководством В. Беринга участвовало более тысячи человек, в их число входили академики, адъютанты и студенты академического университета. Отряды экспедиции

с 1733 по 1743 г. обследовали берега и шельф Северного Ледовитого океана, определили астрономические координаты важнейших пунктов – устьев великих сибирских рек, Камчатки, Курильских и Алеутских островов, Аляски. Память о начальниках отрядов экспедиции сохранена в географических названиях – капитана-командора В. Беринга, лейтенантов Лаптевых, штурмана С.И. Челюскина.

В первом российском кругосветном плавании, которое совершили И.Ф. Крузенштерн и Ю.Ф. Лисянский на шлюпах «Надежда» и «Нева» (1803–1806 гг.), участвовали члены-корреспонденты Академии Тилезиус фон Тиленау, Г.И. Лансдорф и астроном Иоганн Каспар Горнер. В кругосветном плавании на шлюпе «Предприятие» под командованием О.Е. Коцебу (1823–1826 гг.) наблюдение вели астроном Эрнст Вильгельм Прейс и физик Э.Х. Ленц (впоследствии академик). На шлюпах «Восток» и «Мирный» Ф.Ф. Беллинсгаузен и М.П. Лазарев открыли Антарктиду (1821 г.). В экспедиции работал астроном И.М. Симонов, впоследствии ставший членом-корреспондентом Академии.

За научные заслуги флотоводцы И.Ф. Крузенштерн, П.В. Чичагов, А.С. Грейг, Ф.Ф. Веселаго, Н.С. Мордвинов, Д.Н. Сенкевич, Ф.П. Врангель, П.И. Рикорд, П.Я. Гамоля и Ф.П. Литке стали почетными академиками или членами-корреспондентами Академии [2]. Более того, адмирал Федор Петрович Литке в 1864–1880 гг. был президентом Академии.



Ф.П. Литке

Еще юношей он участвовал в кругосветном плавании на шлюпе «Камчатка» (1817–1819 гг.) и уже тогда выполнял обязанности начальника гидрографической партии.

Затем последовали четыре экспедиции на бриге «Новая Земля» (1821–1824 гг.), уже начальником экспедиции. Исследовались Белое и Баренцево моря, выполнена картографическая съемка берегов Новой Земли. По результатам экспедиции Ф.П. Литке опубликовал труд «Четырехкратное путешествие в Северный Ледовитый океан на военном бриге «Новая Земля».

Второе кругосветное путешествие Ф.П. Литке совершил, командуя шлюпом «Сенявин» (1826–1829 гг.). Научные результаты он изложил в трехтомнике «Путешествие вокруг света на военном шлюпе «Сенявин» (1834–1836 гг.), а также в книгах «Опыты над постоянным маятником, произведенные в путешествие вокруг света» (1833 г.), «О приливах и отливах в Северном Арктическом океане» (1843 г.) и в двух статьях в академических «Мемуарах».

В 1845 г. Ф.П. Литке стал одним из инициаторов создания и первым вице-председателем Императорского географического общества (впоследствии – Русское географическое общество).

Первые институты Академии

По мере развития научной деятельности расширялся круг решаемых задач и повышались требования к точности результатов. Это уже стало делом не отдельных ученых, а научных коллективов. Начали учреждаться научные институты.

В области навигации в России первым таким научным учреждением стала Пулковская обсерватория (рис. 4). Проект обсерватории разработала комиссия академиков

в составе В.К. Вишневого, И.Я. Паррота, В.Я. Струве, П.Н. Фукса (1833 г.). В соответствии с проектом обсерватория была оснащена самым современным оборудованием, ее даже называли «астрономической столицей мира». Пулковская обсерватория с высокой точностью определяла годичный параллакс звезд, и на этой основе составлялись ежегодные каталоги их положения, используемые в навигации.



Пулковская обсерватория

С первых дней работы Пулковской обсерватории (1839 г.) ее директор академик В.Я. Струве организовал решение задач в интересах флота. В обсерватории в обязательном порядке стажировались штурманы перед дальними походами, изучавшие методы и технику астрономических навигационных определений. В 1844–1884 гг. Пулковский меридиан ($30^{\circ}19,7'$ восточной долготы) был опорным для российского флота. От него отсчитывалась долгота места корабля и строились карты. Только в 1884 г. флот перешел на определение долготы относительно Гринвичского меридиана.

В эти же годы астроном академик А.Н. Сенкевич разработал новые методы практической астрономии для определения широты и долготы места.

Наряду с астрономическим методом важнейшим средством определения курса корабля был магнитный компас, указывающий направление магнитного меридиана. Российские академики активно участвовали в изучении и использовании магнитного поля Земли в интересах морской навигации [4].

Академик Л. Эйлер предпринял первую попытку рассчитать магнитное поле Земли. Академик М. Ломоносов отмечал, что магнетизм – наиболее сложный раздел физики и необходимо «из наблюдений установить теорию, через теорию исправлять наблюдения». Он впервые объяснил земной магнетизм наличием мельчайших намагниченных частичек, обеспечивающих неоднородные магнитные склонения в различных областях Земли. Академик Ф.У. Эпинус опубликовал труд «Опыт теории электричества и магнетизма» (1759 г.). Академик Д. Бернулли получил премию

Парижской академии наук за создание теории инклинометра – прибора для измерения наклона магнитного поля Земли. Член-корреспондент И.М. Симонов опубликовал статью «Опыт математической теории земного магнетизма» (1835 г.).

Для изучения вариаций магнитного поля Земли академиком А.Я. Купфером была организована Магнитная обсерватория на территории Петропавловской крепости (1849 г.). В дальнейшем она была преобразована в Нормальную обсерваторию, а затем в Главную геофизическую обсерваторию (1849 г.) в городе Павловске под Петербургом. Обсерватория организовывала систематические наблюдения магнитного поля на разных акваториях, в 1882–1883 гг. участвовала в проведении Первого международного полярного года.

На этой основе в стране развивалось компасное дело. Завод мореходных инструментов освоил изготовление магнитных компасов [3]. Мореплаватели уточнили магнитное склонение и наклонение в различных районах Мирового океана, работали над повышением точности компасов. Так, И.Ф. Крузенштерн провел специальный эксперимент по определению курсовой девиации компаса. И.П. Белавенец усовершенствовал метод уточнения полукруговой и четвертной девиации, разработал методы определения креновой девиации, компенсации локальных источников девиации, уменьшения погрешности компаса в высоких широтах.

Капитан 2-го ранга И.П. де Колонг (в дальнейшем член-корреспондент Академии) изобрел дефлектор – прибор для измерения и устранения девиации, который стал применяться на всех флотах мира, а де Колонг получил высшую награду Академии – Ломоносовскую премию. Под его руководством молодой офицер Алексей Николаевич Крылов, будущий знаменитый академик, изучал компасное дело, исследовал дефлектор, усовершенствовал компас, определив оптимальное размещение магнитной стрелки на катушке компаса в неоднородном магнитном поле корабля (это стало предметом его первой научной публикации). А.Н. Крылов изобрел дромоскоп – прибор для автоматического вычисления девиации в зависимости от курса корабля. Позднее он опубликовал монографии «О земном магнетизме» (1921 г.) и «Основы теории девиации компасов», статью «Возмущения показаний компасов, происходящие на качке корабля на волнении» (последние два труда – в 1933 г.).

В целом трудами ученых Академии и военных моряков компасное дело в России было основано на солидном научном фундаменте, и в этой части морская навигация была обеспечена наилучшим образом.

Пулковская и Главная геофизическая обсерватории стали первыми академическими организациями в России, решающими проблемы навигации.

Развитие гироскопии

Выдающиеся научные события конца XIX – начала XX века не обошли и навигацию. Достижения физики, механики и математики привели к становлению новых ветвей навигации, которые доминируют и в настоящее время: радионавигации и инерциальной навигации. Радионавигация сегодня – это прежде всего спутниковые навигационные системы, глобальные, общедоступные, прецизионные, без которых немислима жизнь и деятельность современного человека. Журнал «Гироскопия и навигация» посвящен в основном вопросам автономной навигации, поэтому обсуждать тему радионавигации не будем.

Речь пойдет о гироскопии – науке и технологии, в основе которой в тот период лежали достижения механики. Л. Эйлер, когда выводил свои уравнения движения твердого тела относительно центра масс или неподвижной точки опоры, делал это в интересах небесной механики, а понятия «гироскопия» тогда не существовало. Но сформировалась механика гироскопов, и в основе ее были те же уравнения Эйлера. Спустя век первая российская женщина – почетный член Академии С.В. Ковалевская нашла случай, когда решение уравнения Эйлера может быть получено при произвольных начальных условиях, а член-корреспондент Н.Е. Жуковский дал этому случаю геометрическую интерпретацию. Теория устойчивости механических систем, созданная академиком А.М. Ляпуновым, стала основой для решения соответствующих задач в механике гироскопов.

К сожалению, как это уже случалось в истории России, глубокие теоретические работы российских авторов не нашли продолжения в прикладных исследованиях, что в первые десятилетия прошлого века привело к доминированию в гироскопии компаний Anshütz (Германия) и Sperry (США)¹. В первую мировую войну Российский флот использовал гироскопы Sperry.

Только первая программа строительства флота в СССР создала условия для начала исследований и разработок в области морской гироскопической техники. В 1931 г. Заводом мореходных инструментов под научным руководством контр-адмирала профессора Б.И. Кудревича (на дореволюционном флоте отвечал за обслуживание гироскопов) разработаны опытные образцы гироскопа ГУ-1, прототипом для которого был гироскоп Sperry. Испытания на эсминце и на ледоколе в высоких широтах флот не удовлетворили, и развития это направление не получило.

По рекомендации академика А.Н. Крылова разработка гироскопа была поручена Морской части завода «Электроприбор». В 1932 г. Морская часть приступила к разработкам гироскопической техники. Последовательно были созданы гировертикали «Газон» и «Шар» для систем приборов управления стрельбой корабельной артиллерии (прототипом была гировертикаль «Гудзон» фирмы Sperry) и гироскопы типа «Курс» (прототипом стал гироскоп «Новый Аншютц» фирмы «Аншютц») для решения задач навигации.

Роль академика А.Н. Крылова в создании в «Электроприборе» гироскопической техники была исключительно велика. По его совместной с членом-корреспондентом Ю.А. Крутковым монографии «Общая теория гироскопов и некоторых технических их применений» училось первое поколение гироскопистов. Алексей Николаевич охотно консультировал инженеров и начинающих ученых, особенно если обсуждались интересующие его проблемы. Раз в неделю он приходил в гироскопическую лабораторию «Электроприбора» и спрашивал, какие есть вопросы. Они всегда были, и многие из них академик решал на месте. Задачи,



¹Исключение составил изобретатель-одиночка Петр Петрович Шиловский, высокопоставленный чиновник (губернатор Костромской губернии), который получил патент России и других стран на гироскопическую стабилизацию транспортных средств «Устройство для сохранения равновесия повозок или других находящихся в неустойчивом положении тел», построил монорельсовый поезд и двухколесный автомобиль, но развития эти работы не получили. В 1922 г. эмигрировал в Англию, где выпустил две книги по гироскопической тематике в 1924 и 1935 гг. [5].

требующие проработки, забирал с собой, и иногда получалась научно-техническая статья. По его инициативе появились первые гироскопические кафедры – в Ленинградском институте точной механики и оптики (1937 г.) и в Ленинградском электротехническом институте (1938 г.). Под его научным руководством в стране начала формироваться научная школа по гироскопии.

Жизненный путь академика А.Н. Крылова завершился в 1945 г. В это же время начинался новый этап развития гироскопии – создание инерциальных навигационных систем (ИНС). Вообще-то идея построения ИНС была высказана еще в 1905 г. Она заключалась в том, что интегрирование показаний акселерометров, стабилизированных в пространстве с помощью гироскопов, определяет линейную скорость движения, а показания гироскопов позволяют найти курс и угловые скорости движения. На основании этих данных вычисляются координаты пройденного пути. Однако в то время точность гироскопов и акселерометров была на три порядка ниже необходимой, и идея ИНС развития не получила.

Первая простейшая ИНС была разработана в СССР в Центральном аэрогидродинамическом институте (ЦАГИ им. Жуковского) В.С. Ветровым и Н.А. Пилюгиным (будущим академиком, членом знаменитого Совета главных конструкторов С.П. Королёва) в целях экспериментального изучения штопора самолета (1934 г.).

Положение радикально изменилось, когда после войны выяснилось, что ИНС были созданы в Германии для системы управления баллистическими ракетами V-2. Началась гонка за создание полноценной ИНС – в основном между СССР и США. Успех зависел прежде всего от научного потенциала страны, и роль Академии была первостепенной.



Научным лидером в области инерциальной навигации стал академик Александр Юльевич Ишлинский. Еще в 1940 г. молодым кандидатом наук, добившимся первых успехов в теоретической механике, он был приглашен первым главным конструктором гироскопических приборов «Электроприбора» Н.Н. Остряковым к сотрудничеству с морскими гироскопистами. Это сотрудничество продолжалось 25 лет и было очень плодотворным. Вклад А.Ю. Ишлинского в создание гироскопических средств первых двух поколений морских навигационных комплексов трудно переоценить.

Навигационные комплексы начали разрабатываться в связи со строительством атомных подводных лодок (АПЛ). Атомная энергетика обеспечивает практически неограниченное по времени подводное плавание без всплытия. Ядро навигационного комплекса составляют гироскопические системы, дрейф гироскопов которых приводит к накапливающейся погрешности комплекса. Для коррекции дрейфа гироскопов требуется проведение обсервации, связанное со всплытием АПЛ. К моменту начала работ над навигационными комплексами дрейф гироскопов был большим, и требовались частые всплытия АПЛ. Снижение дрейфа гироскопов шло поэтапно и продолжалось несколько десятилетий. Каждый этап этой работы порождал новое поколение навигационных комплексов.

Академик Ишлинский показал, что можно построить маловозмущаемый при маневрировании АПЛ навигационный комплекс на базе пространственного гироскопа и гироскопа направления [5] и что приблизиться к такой схеме можно, если

дополнить имеющиеся два вида гироскопических навигационных приборов (гироскоп и гировертикаль) третьим – гироазимутом. ЦНИИ «Электроприбор» разработал гироазимут и создал навигационный комплекс первого поколения.

Комплексы первого поколения обеспечили первые подледные походы советских АПЛ к Северному полюсу, трансполярные переходы и походы во многие другие ранее недоступные акватории Мирового океана [6].

Комплекс второго поколения на базе классических ИНС с горизонтально удерживаемой платформой, на которой располагаются акселерометры, создал московский ЦНИИ «Дельфин». Для этого комплекса академик Ишлинский показал, что целесообразно использовать платформу, свободную в азимуте, и построил для нее алгоритм идеальной работы. Он показал также, что схема не предъявляет высоких требований к точности акселерометров и выпускаемые промышленностью акселерометры могут быть использованы. Проблема все еще недостаточной точности гироскопов была решена за счет периодически включаемого гидроакустического лага.

Третье поколение навигационных комплексов строилось на базе высокоточных ИНС, принцип построения которых был известен с начала прошлого века [6]. Он заключался в имитации метода астронавигации, только вместо секстана использовались два свободных гироскопа, выставленные в стабильные относительно звезд направления.

В этих условиях решающей была роль технологий, которую выполняли в основном организации прикладной науки. К этому времени в прикладных институтах выросли лидеры, владевшие теорией гироскопов, инженерными науками и обладавшие выдающимися организаторскими способностями. Они не только взяли на себя руководство созданием гироскопии нового поколения, но и пополнили ряды Академии. Выдающимся представителем этой генерации ученых был академик Виктор Иванович Кузнецов, до войны начавший работу в «Электроприборе», а затем возглавивший разработку гироскопии в ракетно-космической отрасли [8].

Развитие гироскопии продолжается. Создаются гироскопы на новых принципах. Сегодня это прежде всего гироскопы, построенные на релятивистском эффекте Саньяка, а также волновой твердотельный гироскоп (ВТГ), принцип действия которого основан на инерции упругих волн, возбуждаемых в объемном резонаторе. Лазерный и волоконно-оптический гироскопы, в которых реализуется эффект Саньяка, освоены в производстве и выпускаются серийно и постоянно совершенствуются. В этих работах активно участвуют институты Академии. ВТГ также выпускается серийно, но исследование его свойств продолжается – в нашей стране академиками Д.М. Климовым, В.Ф. Журавлёвым и профессором Ю.К. Жбановым.

Впереди у разработчиков морской навигации создание гироскопии на эффектах атомной физики – ядерно-магнитном резонансе и волнах материи. На начальном этапе нового цикла работ роль академической науки будет решающей.

Заключение

Российская академия наук, выполняя фундаментальные исследования, внесла и продолжает вносить важный вклад в развитие прикладных наук, в том числе навигации. Методы и средства навигации на начальном этапе основывались на механике, астрономии, изучении магнитного поля Земли. Сегодня к ним добавились оптика, электроника, гравиметрия, завтра – атомная физика.

Высокий уровень фундаментальных исследований в стране – залог того, что и в дальнейшем наука о навигации в России будет находиться на передовых позициях в мире.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алфёров Ж.И., Родионов А.А. Связь времён в развитии морского дела науки, техники и образования в Санкт-Петербурге // Наука в Санкт-Петербурге и морская мощь России. М.: Наука, 2001. Т. 1. С. 7–13.
2. Колчинский Э.И. Академическая наука на службе отечеству и мировой культуре // Наука в Санкт-Петербурге и морская мощь России. М.: Наука, 2001. Т. 1. С. 295–297.
3. Комарицын А.А. Гидрографы – науке, флоту, России // Наука в Санкт-Петербурге и морская мощь России. М.: Наука, 2001. Т. 1. С. 230–247.
4. Копытенко Ю.А., Касьяненко Л.Г., Колесов В.И., Эфендиев М.А. Развитие фундаментальных исследований учеными Санкт-Петербурга и Ленинграда в интересах Военно-Морского Флота России // Наука в Санкт-Петербурге и морская мощь России. М.: Наука, 2001. Т. 1. С. 248–258.
5. Калихман Д.М. Забытые имена: две судьбы в разломе русской революции // Новости навигации. 2009. №4. С. 47–52.
6. Ишлинский А.Ю. Механика. Идеи, задачи, приложения. М.: Наука, 1985. С. 623.
7. Пешехонов В.Г. Три века развития теории и практики морской навигации в Санкт-Петербурге // Наука в Санкт-Петербурге и морская мощь России. М.: Наука, 2001. Т. 1. С. 248–258.
8. Пешехонов В.Г. Лидеры отечественной гироскопии // Гироскопия и навигация. 2013. №3 (82). С. 139–154.
9. Сорокин А.И. У истоков отечественной картографии // Наука в Санкт-Петербурге и морская мощь России. М.: Наука, 2001. Т. 1. С. 259–266.

Peshekhonorov, V.G. (Concern CSRI Elektropribor, JSC; ITMO University, St. Petersburg, Russia)
Contribution of the Russian Academy of Sciences to the Development of Navigation, *Гироскопия и Навигация*, 2024, vol. 32, no. 1 (124), pp. 3–14.

Abstract. The paper traces the outstanding role of the Russian Academy of Sciences in the formation and development of science in the country by the example of navigation.

Key words: Russian Academy of Sciences, navigation, gyroscopes.

Материал поступил 05.03.2024