

УДК 531.383.01

В. Г. ПЕШЕХОНОВ

ЛИДЕРЫ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ГИРОСКОПИИ

К настоящему времени в основном завершено создание теории и технологии механических гироскопических и инерциальных систем. В нашей стране ключевую роль в решении этой проблемы сыграли выдающиеся ученые и инженеры и коллективы, которыми они руководили. Статья посвящена анализу вклада лидеров отечественной гироскопии в ее развитие.

На 2013 год пришлось юбилеи трех выдающихся ученых: сто пятьдесят лет назад родился академик Алексей Николаевич Крылов (15 августа 1863 года), сто лет назад – академики Виктор Иванович Кузнецов (27 апреля 1913 года) и Александр Юльевич Ишлинский (6 августа 1913 года). Общим для всех троих было то, что им принадлежит ключевая роль в становлении и достижениях гироскопии в нашей стране. Для полноты картины нужно только поставить в один ряд с ними Николая Николаевича Острякова, первого руководителя разработок гироскопических приборов и систем (трагическая гибель в 1946 году прервала его исключительно плодотворную деятельность).

Гироскопия – это сплав механики твердого тела и высоких технологий. Гироскописты оперируют такими понятиями, как силы инерции, инерциальное пространство. Недаром известный астроном Джон Гершель назвал гироскоп инструментом философа. Корифеи гироскопии – это знатоки теоретической механики, свободно владеющие необходимым математическим аппаратом, прекрасно разбирающиеся в широком круге технологий, и немного философы.

Цель настоящей статьи – напомнить о наших выдающихся предшественниках, их основополагающем вкладе в решение основных задач гироскопии и о некоторых ярких чертах их характера.

1. Первый этап развития гироскопии. Создание систем курсоуказания и ориентации

Гироскопия в России начала развиваться на четверть века позднее, чем в западных странах. Уже перед первой мировой войной фирмы Anschütz (Герма-

Пешехонов Владимир Григорьевич. Генеральный директор ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор» (С.-Петербург), академик РАН. Президент Академии навигации и управления движением.

ния) и Sperry (США) начали поставлять гироскопические системы на боевые корабли, в том числе и российские. В нашей стране задача создания собственных гироскопических систем была поставлена в начале тридцатых годов прошлого века в связи со строительством нового Военно-Морского Флота.

Решение этой задачи было поручено ленинградскому заводу «Электроприбор». Основанный в 1927 году завод был оснащен по последнему слову техники, укомплектован высококвалифицированными специалистами и в рамках плана ГОЭЛРО выпускал электроизмерительные приборы. В 1929 году в составе завода была организована военно-морская часть (ВМЧ) для разработки и производства систем управления огнем корабельной артиллерии.



Рис. 1. Николай Николаевич Остряков

В ВМЧ выросли многие выдающиеся инженеры и руководители, одним из них был Николай Николаевич Остряков (рис. 1). Он окончил в 1929 году Ленинградский электротехнический институт, был призван на военную службу и в течение года прослушал специальный курс на факультете морского оружия в Военно-морской академии. После окончания курса и прохождения практики на линкоре «Марат» Николай Николаевич в 1930 году был направлен на работу на завод «Электроприбор». Его научные интересы в этот период были сосредоточены на разработке и совершенствовании синхронных передач систем управления морских артиллерийских орудий. Он разрабатывает следящие системы на переменном токе и основной элемент этих систем — сельсин.

Н.Н.Остряков по праву считается создателем отечественных синхронных передач на сельсинах [1].



Рис. 2. Стенд-имитатор качки Scorsby фирмы Sperry, изготовлен в 1934 г., заводской № 2. Хранится в музее ЦНИИ «Электроприбор»

В 1933 году Н.Н. Остряков приступил к работам по гироскопии. Перед ним была поставлена задача воспроизвести по лицензии гировертикаль фирмы Sperry. Для изучения организации работ, приемки лицензионной документации и образца гировертикали Н.Н.Остряков в 1935 году был командирован в США. Отладку гировертикали и ее испытания на стенде — имитаторе качки (рис. 2) в «Электроприборе» провели инженеры американской фирмы. Для этого была организована небольшая лаборатория, удаленная от остальных помещений гироскопического отдела и имевшая отдельный вход. К этому входу подвозили и от него увозили американских инженеров. Секрет, впрочем, был чисто формальным, недаром заводской народ называл лабораторию «американкой».

Короткий визит инженеров фирмы Sperry не позволил решить всех вопросов производства гировертикали, многое предстояло сделать самостоятельно.

Главной проблемой было изготовление аэродинамического подвеса гироскопа. Требовалась невероятная в то время точность обработки сферических поверхностей – десятые доли микрона. Эту работу Н.Н.Остряков поручил технолог Павлу Васильевичу Смирнову и механику Павлу Ивановичу Тараканову. Созданная ими оснастка стала прообразом сложных приспособлений, без которых невозможно изготовление гироскопов со сферическим ротором при любых видах подвеса. А уникальные механики, «чувствующие кончиками пальцев» субмикронные размеры, наряду с технологами стали подлинными соавторами разработчиков гироскопических приборов.

Итогом работы первого коллектива Н.Н.Острякова стало создание первой отечественной гировертикали «Шар» с аэродинамическим подвесом стального сферического ротора гироскопа. В 1938 году упрощенный вариант этой вертикали «Газон» успешно прошел испытания на вновь построенном крейсере «Киров». Еще через год, в 1939 г., первый комплект гировертикали «Шар» был установлен и испытан на крейсере «Максим Горький». Использование гировертикали в контуре управления стрельбой корабельной артиллерии значительно повысило точность стрельбы, и гироскопические системы были признаны чрезвычайно важными как командованием флота, так и руководством страны. Разработчики получили Государственную (в те годы Сталинскую) премию.

Изучив возможности гироскопа с аэродинамическим подвесом ротора, Н.Н.Остряков предложил несколько новых идей по построению ряда гироскопических систем – гирокомпаса, гироазимута, гироазимутгоризонта, гироширота [1]. Не все эти идеи удалось осуществить, частично они были реализованы после смерти Николая Николаевича его коллегой Сергеем Федоровичем Фармаковским, который во времена Острякова был начальником конструкторского бюро ВМЧ завода, а после войны стал главным инженером института «Электроприбор».

Одной из важнейших заслуг Н.Н.Острякова является создание отечественного гирокомпаса. Первая попытка разработки гирокомпаса была предпринята Заводом штурманских приборов на базе гирокомпаса фирмы Sperry. Эта попытка оказалась по ряду причин неудачной. Н.Н.Остряков взял за основу двухроторный гирокомпас с плавающей гиросферой фирмы Anschütz. Первый образец гирокомпаса был разработан в 1939 году.

В дальнейшем гирокомпасная тематика развивалась в Москве, куда в апреле 1941 года был переведен Н.Н.Остряков, а летом 1942 года была эвакуирована из осажденного Ленинграда часть подразделений завода «Электроприбор».

Выбранная Николаем Николаевичем схема на десятилетия определила линию развития морских гирокомпасов. Первым был гирокомпас «Курс-3», поставлявшийся на крупные корабли ВМФ (рис. 3). Для катеров был разработан малогабаритный гирокомпас «Гиря», модификация которого впоследствии широко применялась на рыболовецких судах. За эту разработку Н.Н.Остряков в 1946 году был вновь удостоен Государственной премии.

В том же году оборвалась жизнь Николая Ни-



Рис. 3. Гирокомпас «Курс-3» со снятой крышкой

колаевича, и по прошествии десятилетий память о нем хранят только немногочисленные воспоминания его коллег и сотрудников.

Вспоминает сотрудник Института прикладной механики имени В.И.Кузнецова А.С.Малахов [2]: «...Редко можно было застать Н.Н.Острякова в его кабинете. Большую часть времени он проводил в лабораториях. Он был доступен для сотрудников, общителен. У людей, видевших его впервые, оставлял неизгладимое впечатление своим вниманием к собеседнику, эрудицией, уместным юмором своих замечаний.

И еще была у него особенность – требование от собеседника правильной разговорной речи. Он беспощадно высмеивал все речевые небрежности собеседника. Все, кому приходилось слышать, как он читал стихи А.К.Толстого, поражались профессионализму исполнения... Был он и хорошим рассказчиком, любил вспоминать о своей поездке в США... Особо он любил отмечать, что день его прибытия в Нью-Йорк стал для Америки знаменательным днем, и, как бы в скобках, добавлял, что в этот день президент Ф.Рузвельт отменил «сухой закон»... Рассказывал много и интересно о фирме Sperry...

Он пользовался глубочайшим уважением сотрудников и как специалист, и как человек. Этому способствовало и то, что, заметив в человеке, как говорят, «искру божью», поощрял его, старался, чтобы эта искра не потухла.

Заслуга Николая Николаевича заключается не только в формировании эффективного коллектива разработчиков-гироскопистов и создании первых морских гироскопических систем, но и в привлечении к исследованиям и разработкам двух выдающихся людей – маститого академика А.Н.Крылова и молодого специалиста В.И.Кузнецова, вклад которых в развитие отечественной гироскопии невозможно переоценить.



Рис. 4. Академик
Алексей Николаевич Крылов

Алексей Николаевич Крылов (рис. 4), вернувшись в конце двадцатых годов из длительной зарубежной командировки, как и многие ученые-механики, начал изучение теории гироскопов. Результаты были изложены в книге, написанной им совместно с профессором Ю.А.Крутковым [3], которая по существу стала первым отечественным учебником по гироскопии.

Эта монография хорошо иллюстрирует подход Алексея Николаевича к решению гироскопических задач. Прежде всего излагается математический аппарат – интегрирование линейных дифференциальных уравнений. Затем строится аналитическая теория гироскопа, исследуются параметры его прецессии и на этой основе вырабатываются рекомендации по обеспечению устойчивости к воздействию возмущающих сил. В заключение при-

водится описание конкретных гироскопических приборов, созданных к тому времени. Монография выгодно отличается от некоторых, изданных впоследствии, где довлеет громоздкий математический аппарат, за которым теряется физическая сущность гироскопических процессов.

В «Электроприборе» Алексей Николаевич работал в качестве научного консультанта вплоть до начала войны. Он раз в неделю регулярно приезжал на завод и в лабораториях выяснял, какие вопросы возникли у сотрудников. Если для этого требовалось провести вычисления, то он проводил их дома и результаты передавал сотрудникам «Электроприбора». По итогам этих исследований академик написал около десяти работ, которые только частично были опубликованы при его жизни и целиком вошли в 12-томное посмертное собрание сочинений. В 1941 году за три работы [4–6] А.Н.Крылов стал лауреатом Государственной премии (Сталинской премии 1-й степени).

В «Электроприборе» сложился целый фольклор, связанный с колоритным академиком, основой которого были его яркие высказывания и поступки. Александр Иванович Коган, главный конструктор гировертикалей «Электроприбора» в послевоенные годы, рассказывал: «Приходит Алексей Николаевич в лабораторию, снимает в углу пальто и галоши и спрашивает, над чем ломают голову специалисты. Ему отвечают, что не знают, как определить воздушные потоки подвеса гироскопа. Недолго подумав, академик склоняется к макету узла подвеса и предлагает следить за тем, как разлетаются волосы его бороды.

О другом примере оригинального решения А.Н.Крылова написал А.С.Малахов [2]: «Осенью 1938 года, когда проводились испытания гировертикали «Газон» на крейсере «Киров», была тихая, безветренная погода, и проверить работу гировертикали на качке было невозможно. Когда Алексей Николаевич прибыл на корабль и узнал о возникшем затруднении, он немедленно нашел решение.

Академик попросил дежурного офицера поставить по борту свободных от работы матросов. Объяснив в мегафон задачу (по его команде перебегать с борта на борт), академик через несколько минут раскачал корабль до таких кренов, что в короткое время система была проверена и подготовлена к ходовым испытаниям».

Под влиянием академика Крылова в «Электроприборе» сложилась первая отечественная научная школа в области гироскопии. Он читал лекции по избранным разделам механики сотрудникам гироскопического отдела и военным морякам. Любой специалист мог прийти к нему на консультацию. «Правда, при этом нужно было соблюсти определенные условия: вопрос должен был быть взаимно-интересным. И, кроме того, собеседник должен был знать, не касался ли его академик в своих трудах», – вспоминает А.С.Малахов, как он проконсультировался у Алексея Николаевича о различии параметров волнения в различных морях и о возможном влиянии их на качку корабля.

Академик Крылов стал одним из инициаторов учреждения специальных гироскопических кафедр – вначале в Ленинградском институте точной механики и оптики (1937 г.), а затем через год в Ленинградском электротехническом институте. Эти две старейшие российские кафедры навигационных приборов продолжают работать и сегодня и выпустили несколько тысяч специалистов.

О роли молодых специалистов в гироскопии ярко свидетельствует судьба Виктора Ивановича Кузнецова (рис. 5). Он заинтересовался проблемами гироскопии



Рис. 5. Молодой специалист
Виктор Иванович Кузнецов

скопии, еще будучи студентом Ленинградского индустриального (политехнического) института. Произошло это после того, как он добился перевода со специальности «Паровые машины и котлы» на вновь организованную специальность «Динамика машин». Вопрос о переводе решился после собеседования, которое провел профессор Е.Л.Николаи. Выдающийся ученый-механик Евгений Леопольдович в тот период активно работал в области гироскопии. Ему принадлежат первые исследования динамики уравновешенного гироскопа в кардановом подвесе. Он показал, что ось гироскопа может дрейфовать в отсутствии моментов сил на осях карданова подвеса, исследовал условия регулярной прецессии, установил, что силы сухого трения могут не приводить к затуханию нутационных колебаний, если к гироскопу приложен сторонний момент.

Курсы лекций, которые прослушал студент Кузнецов, дали ему прекрасную подготовку для работы в области гироскопии. Даже неполный перечень этих курсов и фамилии лекторов впечатляют: теория гироскопических явлений (профессор Е.Л. Николаи), техническое применение гироскопов (профессор контр-адмирал Б.И.Кудревич, еще в годы первой мировой войны руководил группой обслуживания гирокомпасов фирмы Sperry на флоте), динамика и теория колебаний (профессор А.И.Лурье), аэрогидродинамика (профессор Л.Г.Лойцянский). Виктору Ивановичу было у кого учиться.

Естественно, на преддипломную практику он был направлен в единственное гироскопическое подразделение города – в «Электроприбор» к Н.Н.Острякову. После первой же беседы Николай Николаевич предложил дипломанту тему дипломного проекта и взялся руководить его работой. Так, в 1937 году Виктор Иванович появился в «американке» и включился в разработку гировертикали на шаровом гироскопе с воздушным подвесом. Дальнейший профессиональный рост его был стремительным. Уже через месяц он был зачислен на штатную должность инженера, затем ему была поручена сдача гировертикали «Газон» на крейсере «Киров». Работа на крейсере показала еще одну замечательную черту В.И.Кузнецова – широту его технического кругозора. Завершив работы по гировертикали, он стал изучать работу стабилизированного поста наводки орудий. К этому моменту испытания показали, что при прямолинейном движении корабля в такт качки перемещалось перекрестье оптической системы дальномера. Кузнецов предположил, что этот эффект вызван разворотом на 90° осей стабилизированного поста наводки и гировертикали. По возвращении на «Электроприбор» это предположение получило подтверждение, и дефект был устранен. В дальнейшем В.И.Кузнецов, проанализировав работу системы управления стрельбой, предложил ее усовершенствование, значительно улучшившее результаты стрельбы. Забегая вперед, отметим, что за это усовершенствование в 1943 году Виктор Иванович в составе коллектива разработчиков системы управления стрельбой получил свою первую Государственную премию.

В 1938 году крейсер «Киров» был включен в состав Балтийского флота, а В.И.Кузнецов блестяще защитил дипломный проект «Корабельная гировертикаль», и ему была присвоена квалификация инженера-исследователя. Таков был первый год работы Виктора Ивановича в области гироскопии. Своей работой он заслужил большой авторитет у коллег в «Электроприборе» и среди флотских командиров, знавших о результатах испытаний системы управления огнем крейсера.

Следующий год был посвящен напряженному труду над гировертикалью «Шар». Дефицит времени был таков, что Виктора Ивановича на три месяца пе-

ревели на казарменный режим без права выхода с завода. Успешные испытания гировертикали на крейсере «Максим Горький» стали результатом этой работы. Сфера деятельности инженера Кузнецова вновь расширилась, он начал читать лекции по гироскопии на новой кафедре Ленинградского электротехнического института, куда его пригласил профессор Б.И.Кудревич.

Сороковой год В.И.Кузнецов встретил с обширными планами работы на заводе и на флоте. Но жизнь сложилась иначе. Было принято решение о формировании второго центра разработки гироскопической техники в составе московского НИИ-10 Наркомата судостроительной промышленности, и Виктору Ивановичу было предложено возглавить это подразделение. Впоследствии он рассказывал писателю Ярославу Голованову [7], что не хотел этого назначения и отказывался от него, несмотря на то что настаивал нарком И.Ф.Тевосян, а затем и председатель правительства В.М.Молотов. Как обычно бывает в таких случаях, дело решил приказ.

Так завершился короткий, но чрезвычайно насыщенный ленинградский период работы В.И.Кузнецова. Он приехал в Москву уже сложившимся руководителем гироскопических разработок, прошедшим полный цикл – от исследования до корабельных испытаний и передачи флоту.

Только Виктор Иванович развернул работы на новом месте, как другой наркомат, на этот раз внешней торговли, направил его в Германию принимать приборы управления артиллерийским и торпедным вооружением для строящегося по заказу СССР крейсера («Чапаев»). Здесь его застала война, и он был интернирован в составе группы советских специалистов, за месяц прошел полицейский участок, тюрьму Моабит и пересыльный лагерь, из которого через нейтральную Турцию их группу выслали в СССР.

Отдел В.И.Кузнецова в эвакуации оказался в двух разных местах. Большая часть сотрудников в Сталинграде работала на заводе, изготавливая оболочки снарядов для авиационных пушек. Виктор Иванович в Свердловске сформировал группу из трех человек и начал разработку новой корабельной гировертикали «Компонент». Когда летом 1942 года отдел воссоединился в Москве и в то же время в Москву была эвакуирована из Ленинграда часть завода «Электроприбор», в рамках морского СКБ-1 воссоединились все морские гироскописты. Работы по гировертикали «Компонент» завершились летом 1944 года испытаниями на лидере «Огневой» Черноморского флота. В 1946 году авторский коллектив разработчиков гировертикали «Компонент» был удостоен Государственной (Сталинской) премии. В 1945 году завершилась еще одна разработка, которую инициировал и которой руководил Виктор Иванович, – одноосный силовой стабилизатор танкового орудия «Таран». Сравнительные полевые испытания на американском танке «Шерман», орудие которого штатно стабилизировалось гидравлическим приводом по сигналам от гироскопического датчика, выявили преимущества схемы с непосредственной стабилизацией, реализованной В.И.Кузнецовым.

В целом к середине сороковых годов завершился первый этап развития гироскопии. Немногим более десяти лет потребовалось на то, чтобы разработать, освоить в производстве системы курсоуказания и ориентации мирового уровня.

2. Второй этап развития гироскопии. Инерциальные системы

В 1945 году Виктор Иванович Кузнецов, как и сотни специалистов, был командирован в Германию для отбора техники и документации, которые СССР

должен был получить в качестве репараций. Целью его поездки был завод, на котором в 1941 году он принимал гиросприборы для крейсера. И здесь произошел новый поворот в его судьбе – на заводе он обнаружил гиросtabilизаторы немецких ракет.

Последовала вторая командировка в Германию уже специально по ракетным гиросприборам. Случайная встреча с С.П.Королевым в самолете на пути в Германию ускорила вовлечение Виктора Ивановича в разработку ракетно-космической техники. Объективной причиной было то, что ракеты дальнего действия немыслимы без гироскопических приборов, а наиболее совершенная гироскопия в то время создавалась в организациях судостроительной промышленности, и Виктор Иванович имел большие достижения в этой области.

Вообще ракетно-космическая техника на начальном этапе создавалась организациями, входившими в шесть различных министерств. Сейчас бы это назвали сетевой системой. Мозговым центром стал сформированный С.П.Королевым Совет главных конструкторов (рис. 6). В Совете было всего 6 членов и Виктор Иванович был одним из них. Совет был неформальной организацией, но его роль была исключительной. Здесь решались сложнейшие задачи, которых на начальном этапе было множество. Истина часто искалась в горячих спорах, и Виктор Иванович недаром получил у членов Совета прозвище «миротворец» за умение находить выход из острых противоречий.



Рис. 6. Заседание Совета Главных конструкторов (слева направо): Б.Е.Черток, члены Совета В.П.Бармин, М.С.Рязанский, С.П.Королев, В.И.Кузнецов, В.П.Глушко, Н.А.Пилюгин

Как известно, разработка советских ракет началась с воспроизведения немецкой ракеты «Фау-2». Проведенные в 1947 году пуски ракет «Фау-2» прошли с переменным успехом, пять ракет из одиннадцати достигли цели. Тем не менее первая советская ракета Р-1 была разработана, как точная копия «Фау-2». Для нее под руководством Виктора Ивановича был разработан комплекс командных приборов: гироскопизонт ГГ-1, гироскопикант ГВ-1, гироскопизатор ИГ-1.

Опыт, приобретенный при разработке этих гиросприборов, позволил уже через год разработать модернизированные командные приборы для системы управления новой ракетой Р-2, существенно превосходившей по дальности и точности ракеты «Фау-2» и Р-1. С этого момента коллектив под руководством

В.И.Кузнецова начал беспрецедентную работу по созданию командных приборов для ракет генеральных конструкторов С.П.Королева, М.К.Янгеля, В.Н.Челомея, постоянно наращивая их точностные и эксплуатационные характеристики.

Вспоминает ближайший сотрудник В.И.Кузнецова, его преемник на посту главного конструктора командных приборов Илари́й Николаевич Сапожнико́в [8]: «Виктор Иванович сразу обратил внимание на серьезные недостатки гироскопических приборов, установленных на немецких ракетах Фау-1 и Фау-2 – их низкую точность и низкую надежность, поэтому он немедленно приступил к разработке новых отечественных приборов для ракетной техники. Все последующие ракеты, такие, как Р-5, Р-7, Р-12, оснащались совершенно новыми приборами... И если половина немецких ракет, выпущенных во время войны, сбивалась с курса и терпела аварию, то в отечественной ракетной технике отказы по вине гироскопических приборов, разработанных под руководством Кузнецова, стали чрезвычайной редкостью. И это дело стало основным в жизни Виктора Ивановича...

Виктор Иванович ставил задачу довести каждый элемент прибора до совершенства. Так был разработан вакуумный гироскоп, имеющий 60000 оборотов в минуту с большой кинетической энергией... Многие специалисты не верили в возможность его надежной и точной работы. Однако Виктор Иванович смог убедить всех.

В результате гироскоп, примененный в различных типах прибора общим количеством несколько тысяч образцов, не имел ни одного отказа. Такие же результаты были достигнуты и в других элементах гироскопической техники... Виктор Иванович много времени уделял созданию специальных направлений в смежных областях: прецизионные подшипники, камниевые опоры, специальные смазки, материалы и сплавы с уникальными свойствами, тяжелые особостойкие жидкости и т.п....

В 1950-х–1960-х годах по инициативе и при непосредственном участии Виктора Ивановича строятся специализированные гироскопические заводы. Это в первую очередь Саратовский машиностроительный завод, где Виктор Иванович непрерывно работал месяцами, руководя освоением производства гироскопических приборов. По специальным проектам, не уступающим мировому уровню производства такого класса приборов и имеющим высокие требования к климатическим условиям, стерильности, высокой степени технологической оснащенности, создаются уникальные заводы в городах Осташкове, Омске, Томске, Красноярске, Бердске и Миассе... Передовая гироскопическая технология внедрялась также на крупных заводах судостроительной, авиационной и оборонной промышленности (Раменский, Киевский имени Г.И.Петровского, Пермский, Ижевский моторостроительный)».

Заметим, что Виктор Иванович не занимал высокие административные должности. Он был Главным конструктор с большой буквы (рис. 7).

Трудами Виктора Ивановича была создана уникальная производственная база, которая используется более полувека и на которой выпу-

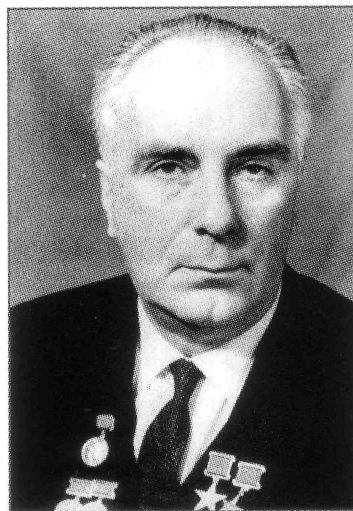


Рис. 7. Главный конструктор Виктор Иванович Кузнецов

щено уже более ста тысяч гироскопов. Об их надежности свидетельствует то, что они используются в ракетах, выводящих на орбиту космические аппараты с космонавтами на борту.

По современным понятиям, точность «сухих» (с шарикоподшипниковой опорой ротора) гироскопов была невысокой, и недостаточность точности компенсировалась радиокоррекцией. Однако это значительно ограничивало боевые возможности ракет, и в 1958 году КБ «Южное» (главный конструктор М.К.Янгель) начало разработку ракеты Р-16, которая должна была иметь чисто автономную гироскопическую систему командных приборов, без радиокоррекции.

В.И.Кузнецову была поручена разработка не только гироскопических приборов повышенной точности, но и системы управления ракетой в целом. Отработка ракеты началась с катастрофы при пуске первого изделия в 1960 году. Были огромные человеческие жертвы. К чести Виктора Ивановича никто из его сотрудников не пострадал, сказалась высокая трудовая дисциплина. После возобновления пусков в 1961 году возникли трудности у разработчиков системы управления. Пуски показали большое боковое отклонение ракеты, вызванное повышенным уходом гиросtabilизатора.

Исходная модель гиросtabilизатора была неполной, и с ее помощью не удавалось получить объяснения выявленного эффекта. Потребовались специальные исследования, которые показали, что причиной отклонения ракеты по боковому направлению были высокочастотные автоколебания платформы, а по дальности – недостаточная ее жесткость. После устранения этих эффектов автономная инерциальная система управления первой серийной межконтинентальной баллистической ракеты обеспечила заданные точностные характеристики.

В развитии гироскопии Виктору Ивановичу был свойственен осторожный пошаговый подход. Кто, как не он, знал, какие непредсказуемые трудности могут возникнуть при отработке нового гироскопического прибора и как тщательно должна быть проведена эта отработка. Прекрасно понимая ограничения по точности, свойственные «сухим» гироскопам, он сделал максимум возможного для повышения точности гироскопа на этих гироскопах, в частности, за счет «оживления» опор. Виктора Ивановича упрекали нетерпеливые коллеги, что он медлит с внедрением перспективного поплавкового гироскопа, но он продолжал использовать «сухой» гироскоп, пока не завершил отработку поплавкового.

И.Н.Сапожников свидетельствует [8]: «Только после проведения серьезных НИР и подготовки технологической и производственной базы были успешно разработаны, освоены и сданы в эксплуатацию приборы с поплавковыми чувствительными элементами и газодинамической опорой».

Поплавковые гироскопы стали вершиной творчества В.И.Кузнецова и его команды в области гироскопии. Кроме газодинамической опоры их отличало использование бериллиевых корпусов гироскопа и электромагнитное центрирование поплавка. Это был скачок в повышении точности и эксплуатационных характеристик командных приборов. Уникальный ресурс гироскопов 150000 часов позволил обеспечить непрерывную работу в период боевого дежурства ракет, уточнение параметров модели дрейфа гироскопов в процессе эксплуатации и минимальное время готовности к обеспечению пуска ракеты.

Поплавковые гироскопы нашли широкое применение не только в командных приборах, разработанных под руководством В.И.Кузнецова в НИИ прикладной механики, но и в разработках НИИ автоматики и приборостроения, которым руководил Николай Александрович Пилюгин, коллега по Совету главных конструкторов и зачастую оппонент Виктора Ивановича. На поплавковых гироблоках построены бесплатформенные системы ориентации космических аппаратов и станций («Мир», Международная космическая станция, «Ямал» и др.).

На базе модификации поплавкового гироскопа созданы морские навигационные комплексы «Тобол» и «Шлюз» (ЦНИИ «Дельфин», главные конструкторы О.В.Кищенко и А.П.Сапожников) для ряда проектов ракетных подводных лодок стратегического назначения.

Заслуги Виктора Ивановича Кузнецова отмечены многими высшими государственными наградами и премиями, признанием его заслуг в области науки и высоких технологий стало избрание Виктора Ивановича членом-корреспондентом Академии наук в 1958 году и действительным членом (академиком) Академии наук в 1968 году. Многие десятилетия тесно сотрудничавший с ним академик А.Ю.Ишлинский так охарактеризовал Виктора Ивановича [8]: «Что сказать о Викторе Ивановиче? Что Виктор Иванович – крупный ученый, выдающийся инженер. Я бы переставил эти слова местами. Прежде всего Виктор Иванович был инженером. Это был крупнейший инженер нашего времени. А инженером, хорошим инженером, быть труднее, чем хорошим ученым.

Конечно, Виктор Иванович был ученым, и математические трудности им легко преодолевались. Но это не было его главной задачей. Главной задачей было изготовление и доведение инженерного труда до конца, до того состояния, когда гироскопический прибор действительно мог быть поставлен на соответствующее изделие и хорошо работать...»

Мнение Александра Юльевича особенно важно потому, что он сам был ключевым ученым в области гироскопии в нашей стране. Знакомство Виктора Ивановича и Александра Юльевича произошло в 1940 году, когда вновь назначенный начальник гироскопического отдела НИИ-10 Кузнецов приступил к укомплектованию своего подразделения. Предыдущий опыт работы на заводе «Электроприбор» показал ему, что в отделе обязательно должны быть ученые-механики. Ему порекомендовали 27-летнего кандидата физико-математических наук А.Ю.Ишлинского (рис. 8).



Рис. 8. А.Ю.Ишлинский в центре, В.И.Кузнецов справа

Правда, область научных интересов молодого ученого была далека от механики гироскопов. Он исследовал проблемы упругости и пластичности, его диссертация («Трение качения», 1938 год) была посвящена решению задачи о качении абсолютно жесткого катка по релаксирующему и упруговязкому грунтам.

Впрочем, очевидно, Александр Юльевич был хорошо знаком с механикой гироскопов. В Московском университете он слушал лекции выдающегося ученого-механика Б.В.Булгакова, внесшего крупный вклад в развитие теории гироскопов. В Артиллерийской академии доцент Московского университета Ишлинский читал курс аналитической механики, куда входила и теория гироскопов. Начав работать в отделе В.И.Кузнецова, он познакомился с ленинградскими гироскопистами. О его глубоком уважении к выдающимся гироскопистам свидетельствует посвящение монографии [9]: «Монография посвящается замечательному советскому ученому Борису Владимировичу Булгакову и выдающемуся инженеру нашей страны Николаю Николаевичу Острякову, значению трудов которых в гироскопии исключительно».

Александр Юльевич проработал (по совместительству) в организациях судостроительной промышленности четверть века, а творческие связи с морскими гироскопистами сохранил до конца жизни. Первые его работы по механике гироскопов были посвящены развитию теории ранее созданных гироскопических систем. К их числу относятся исследования геометрии и кинематики карданова подвеса [10], влияния качки корабля на работу гироскопических систем [11, 12], характеристик гироскопических следящих систем [13]. Заметим, что журнал «Приборостроение», где публиковались указанные работы, был первым отечественным научно-техническим журналом в области морского приборостроения. Он издавался в Ленинграде ЦНИИ «Электроприбор» и с течением времени трансформировался в журнал «Гироскопия и навигация». Так что Александр Юльевич был одним из первых и наиболее активных авторов нашего журнала.

Принципиальным моментом создания корабельных гироскопических систем было обеспечение инвариантности их параметров к ускорению движения корабля. Важным вкладом в решение этой проблемы стали работы Александра Юльевича по теории математического и физического маятников [14, 15] и пространственного гирокомпаса [16, 17]. На этой основе Александр Юльевич разработал теорию невозмущаемой инерциальной системы, построенной на пространственном гирокомпасе и гироазимуте (гироскопе направления) [18].

В пятидесятые годы это была единственная возможность построения инерциальной навигационной системы, так как еще не были созданы высокоточные гироскопы и акселерометры и высокопроизводительные вычислительные средства, необходимые для классической инерциальной навигационной системы с триадой акселерометров на гиростабилизированной платформе. По схеме гиро-вертикаль – гирокомпас – гироазимут были построены морские навигационные комплексы первого поколения (ЦНИИ «Электроприбор», главный конструктор В.И.Маслевский), обеспечившие освоение подводными лодками Военно-Морского Флота Мирового океана и создание корабельных комплексов траекторных измерений космических аппаратов и ракет.

Особую сложность представляло освоение подледного плавания в высоких северных широтах, где по мере приближения к оси вращения Земли направляющая сила гироскопов стремится к нулю и гирокомпасы теряют устойчивость, а определение курса подо льдом астрономическим и радиотехническим

методами невозможно. Точность знания курса в этом случае определяется точностью хранения направления гироазимутом. В связи с этим работы А.Ю.Ишлинского по исследованию ошибок гироазимута имели первостепенное значение для решения проблемы автономной навигации в высоких широтах. Александр Юльевич еще в 1955 году принял участие в исследовании гироскопических систем в высоких широтах во время похода исследовательского судна к полярному архипелагу Земля Франца-Иосифа. Совместными усилиями ученых и инженеров проблема автономной навигации в высоких широтах была решена, и в 1962 году атомная подводная лодка «К-3» совершила успешный переход к Северному географическому полюсу. По мере развития средств навигации отечественные подводные лодки решали все более сложные задачи в приполюсном районе, и сегодня поход к Северному географическому полюсу – одна из хорошо отработанных задач Военно-Морского Флота (рис. 9).

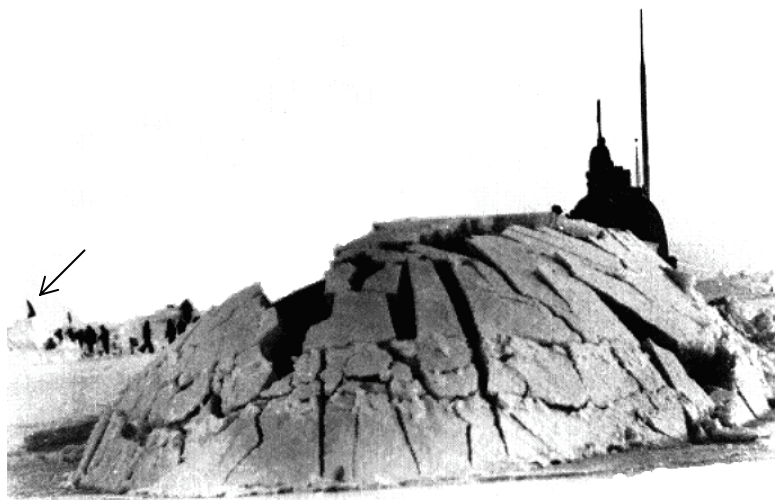


Рис. 9. Подводная лодка на Северном полюсе (обозначен флагом) зимой

После того как академиком Кузнецовым и его сотрудниками были созданы высокоточные поплавковые гироскоп и акселерометр, возникли условия для построения классической морской инерциальной навигационной системы. Академик Ишлинский внес крупный вклад в решение проблемы морской инерциальной навигации, доказав возможность строгого решения задачи автономного определения координат места интегрированием выходных данных акселерометров, расположенных на свободной в азимуте гиростабилизированной платформе [19]. В дальнейшем Александр Юльевич выполнил исследования устойчивости уравнений инерциальной навигации, влияний внешних факторов на работу высокоточного гироскопа. Его работы не только содержали важные результаты, но и создали прекрасную методическую основу для работ других исследований.

Со второй половины сороковых годов по мере переориентации коллектива гироскопистов, которым руководил В.И.Кузнецов, в круг научных интересов А.Ю.Ишлинского все больше входит тематика гироскопических командных приборов ракетной техники. Александр Юльевич решал и текущие, и перспективные задачи. Примером текущей задачи является выяснение причин отклонения по боку и дальности ракеты Р-16 (см. выше). Пример решения перспектив-

ной задачи – создание математических основ инерциального управления полетом баллистической ракеты. Эта проблема обсуждалась им с В.И.Кузнецовым и Н.А.Пилюгиным. Различные ее аспекты прорабатывались на теоретическом семинаре, которым руководил Александр Юльевич на фирме В.И.Кузнецова.

Итогом исследований и обсуждений стала монография, которая первоначально в 1960 году была издана для ограниченного ознакомления, а затем с существенными дополнениями – в 1968 г. [20]. Обзор работ академика Ишлинского в области теории гироскопии, приведенный выше, далеко не полон, но достаточен, чтобы утверждать о ключевой роли Александра Юльевича в создании инерциальных гироскопических систем. Значительно более полный обзор его работ можно найти в книге [21], посвященной шестидесятилетию академика.

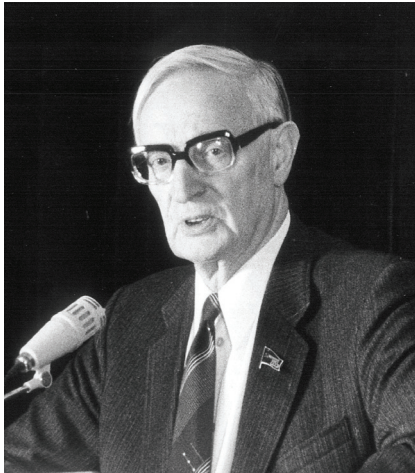


Рис. 10. Академик А.Ю.Ишлинский выступает на конференции памяти Н.Н.Острякова в ЦНИИ «Электроприбор»

Прошло десять лет, как Александр Юльевич Ишлинский ушел из жизни. Множество людей сохраняют память о нем, как о выдающемся ученом и замечательном человеке. Автор настоящей статьи относится к их числу. Из многочисленных встреч и бесед с Александром Юльевичем особенно памятна первая и одна из последних.

Первая встреча произошла в конце шестидесятых годов, когда Александр Юльевич пришел в лабораторию автора познакомиться с работами в новом направлении – лазерной гироскопии. Он сел на высокий табурет у верстака механика, перебивавшего наш первый макет лазерного гироскопа, и стал рассматривать макет и расспрашивать. Я чувствовал неловкость от того, что наши результаты пока не заслуживали его внимания. Но это чувство быстро прошло – инте-

рес маститого академика был неподдельным, он детально выяснял принцип построения гироскопа, научные и технологические проблемы его реализации. Новая гироскопическая техника вызывала у него какое-то даже удивление. После этой встречи у меня сложилось мнение, что искренний интерес к новому, способность удивляться новому – безусловный признак человека талантливого. В дальнейшем я не раз убеждался в правильности этого наблюдения.

Одна из последних встреч произошла в Институте проблем механики, на научной сессии «Механика и навигация», посвященной 85-летию Александра Юльевича. Сильное впечатление произвела его ответная речь после поздравления коллег в начале сессии. Это был гимн науке, особенно механике [22].

Заключение

Российская гироскопия менее чем за сорок лет вышла на мировой уровень как в теории, так и в технологии. Это стало итогом трудов тысяч специалистов, и выдающиеся достижения многих из них хорошо известны. В настоящей статье автор не ставил задачу обзора этих многоплановых работ.

Как и в любой области знаний, ключевую роль играют немногие ученые. В становлении и развитии отечественной гироскопии ключевая роль принадлежит

ученым-инженерам Н.Н.Острякову и В.И.Кузнецову и ученым-теоретикам А.Н.Крылову и А.Ю.Ишлинскому. Их объединяют талант исследователя, широкий научный кругозор, преданность своему делу, интеллигентность.

Память о них сохранится не только в их трудах. Крыловский научный центр и Научно-техническое общество судостроителей имени академика А.Н.Крылова сохраняют память о выдающемся механике и математике. Конференция памяти Н.Н.Острякова стала традиционным форумом российских гироскопистов. Имя академика В.И.Кузнецова присвоено созданному им Институту прикладной механики, а созданный академиком А.Ю.Ишлинским Институт проблем механики РАН носит его имя.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Ишлинский, А.Ю.** Инженер Николай Николаевич Остряков / В кн. Механика: идеи, задачи, приложения. - М.: Наука, 1985. - С. 562.
2. **Малахов, А.С.** Заметки о гироскопистах // Рукопись хранится в филиале ФГУП ЦЭНКИ «Научно-исследовательский институт прикладной механики им. акад. В.И.Кузнецова». - М, 1993.
3. **Крылов, А.Н.** Общая теория гироскопов и некоторых технических их применений / А.Н.Крылов, Ю.А.Крутков. - М.: Изд-во АН СССР, 1932.
4. **Крылов, А.Н.** Основы теории девиации компаса // В сб. трудов акад. А.Н.Крылова. Т. II, часть 1. - М., 1958.
5. **Крылов, А.Н.** О теории гироскопа Аншютца, изложенной профессором Геккелером / В сб. Избранные труды АН СССР. - М., 1958.
6. **Крылов, А.Н.** Возмущение показаний компаса, происходящее от качки корабля на волнении // Известия Академии наук СССР. Отделение математических наук. - М., 1938. - С.439.
7. **Голованов, Я.** Курс – в зенит! // Огонек.- 1991. - № 3.
8. **Пионеры ракетно-космической гироскопии** / Под ред. И.Н.Сапожникова. - М.: РЕСТАРТ, 2009.30
9. **Ишлинский, А.Ю.** Ориентация, гироскопия и инерциальная навигация. - М.: Наука, 1976.
10. **Ишлинский, А.Ю.** Геометрия бикарданова подвеса // Приборостроение. - 1944. - № 1.
11. **Ишлинский, А.Ю.** О взаимном вращении двух стабилизированных площадок при качке корабля // Приборостроение. - 1944. - № 2.
12. **Ишлинский, А.Ю.** Бортовая и килевая качка и изменение курса при качке корабля вокруг произвольно ориентированной оси // Приборостроение. - 1944. - № 4/5.
13. **Ишлинский, А.Ю.** К теории следящих систем // Приборостроение. - 1946. - № 1.
14. **Ишлинский, А.Ю.** Об относительном равновесии физического маятника с подвижной точкой опоры // Прикладная математика и механика. - 1956. - Т. 20, вып. 3.
15. **Ишлинский, А.Ю.** К теории гироскопического маятника // Прикладная математика и механика. - 1957. - Т. 21, вып. 1.
16. **Ишлинский, А.Ю.** К теории гироскопического компаса // Прикладная математика и механика. - 1956. - Т. 20, вып. 4.
17. **Ишлинский, А.Ю.** Полная компенсация внешних возмущений, вызванных маневрированием, в гироскопических системах // Труды совещания «Теория инвариантности и ее применение в автоматических устройствах». - Киев, 1959.
18. **Ишлинский, А.Ю.** Об автономном определении положения движущегося объекта посредством пространственного гироскопического компаса, гироскопа направления и интегрирующего устройства // Прикладная математика и механика. - 1959. - Т. 23, вып. 1.
19. **Ишлинский, А.Ю.** Об уравнениях задачи определения местоположения движущегося объекта посредством гироскопов и измерителей ускорения // Прикладная математика и механика. - 1957. - Т. 21, вып. 6.

20. **Ишлинский, А.Ю.** Инерциальное управление баллистическими ракетами. Некоторые теоретические вопросы // М.: Наука, 1968.
21. **Развитие** механики гироскопических и инерциальных систем. - М.: Наука, 1973.
22. **Механика и навигация** / Материалы научной сессии, посвященной 85-летию академика А.Ю.Ишлинского. - СПб.: ЦНИИ «Электроприбор», 1999.

Abstract. To date the development of theory and technology of mechanical gyroscopic and inertial systems is almost completed. Several outstanding Russian researchers and engineers with their teams greatly contributed to this process. The article analyzes the contribution of the leaders in Russian gyroscopy.

Материал поступил 13.08.13