

# Авиация – на службе рыбохозяйственной науки: прошлое, настоящее и перспективы

В.Б. Забавников – зав. лабораторией дистанционных исследований ПИНРО

История использования авиации при проведении рыбохозяйственных исследований началась в 1919 г., практически одновременно с началом эры широкомасштабного освоения авиацией транспортных путей. В это время появилось первое упоминание о применении в США самолетов для поиска тунцов во время их промысла.

В нашей стране авиация для решения проблем рыбного хозяйства и смежных отраслей народного хозяйства начала применяться в 1928 г. В это время проводились специализированные работы по оценке распределения и численности гренландского тюленя в Белом море. Несколько лет спустя, в начале 30-х годов, гипотезу о возможности использования авиации при поиске сельди в прибрежных водах Баренцева моря высказал профессор Ю.Ю. Марти, что и было весьма успешно осуществлено на основе применения гидросамолетов.

Почти за 85-летний мировой и 75-летний отечественный исторические периоды использования авиации при изучении моря в интересах рыбного хозяйства пройден путь от выполнения простых визуальных наблюдений до осуществления комплексных авиаисследований с использованием современной аппаратуры дистанционного авиазондирования, программно-математического обеспечения и аппаратных средств сбора, обработки, анализа, интерпретации и представления данных, в том числе и в виде, адаптированном в географические информационные системы (ГИС).

За указанные периоды времени применение авиации при изучении моря, включая и использование ее при осуществлении исследований в области промысловой океанологии (промыслово-океанологические авиаисследования), переживало как годы активного подъема, так и определенного упадка, что, в первую очередь, было обусловлено политическими событиями, в том числе второй мировой войной, и экономической ситуацией (это, главным образом, относится к нашей стране). Тем не менее, этапы развития промыслово-океанологических авиаисследований в России и в бывшем СССР, а также в мире чем-то напоминают друг друга, поэтому дальше речь пойдет

только об авиаисследованиях в области промысловой океанологии, проводившихся нашей страной.

Как уже отмечалось, у истоков применения авиации при осуществлении промыслово-океанологических исследований стоял профессор Ю.Ю. Марти, возглавлявший в то время ПИНРО. В связи с этим с полным основанием можно говорить о том, что Полярный институт явился пионером у нас в стране в области организации и систематического проведения промыслово-океанологических авиаисследований. За эти годы широко использовались гидросамолеты и самолеты наземного базирования, начиная от Ли-2 до большого магистрального самолета Ил-18, на базе которого в начале 1986 г. был создан самолет-лаборатория Ил-18 ДОРП (дальний океанический разведчик рыбы), позволивший проводить комплексные промыслово-океанологические авиаисследования, причем, на принципиально новом, более высоком технологическом уровне, включая широкое использование средств вычислительной техники и аппаратуры дистанционного авиазондирования, работающей в оптическом, инфракрасном и сверхвысокочастотном диапазоне (СВЧ) длин электромагнитных волн, что дало возможность получать в реальных координатах и времени одновременно материалы и данные, описывающие текущие океанологические и биологические условия на поверхности и в подповерхностных слоях морей Северо-Европейского бассейна, включая оценку распределения пелагических рыб, а также осуществлять подсчет численности морских млекопитающих и птиц.

Позднее аналогичный самолет-лаборатория был введен в эксплуатацию на Дальнем Востоке. Создание двух самолетов-лабораторий было знаковым событием в истории развития отечественных рыбохозяйственных исследований, явившись ярким примером эффективного, надежного, плодотворного, взаимовыгодного и качественного сотрудничества организаций, институтов и учреждений различных министерств и ведомств нашей страны.

В настоящее время, к сожалению, лишь в ПИНРО удалось сохранить и продолжить морские рыбохозяйственные исследования с использованием авиации, что осуществлено во многом благодаря поддержке и пониманию со стороны администрации института. При этом в трудное для экономики отрасли и страны время рассматриваемое направление исследований было не только продолжено, но и переведено на новый, более высокий научно-практический уровень, что реализовалось с вводом в эксплуатацию в 1997 г. более экономичного и, соответственно, дешевого по сравнению с Ил-18 ДОРП самолета-лаборатории Ан-26 «Арктика» (самолетовладелец – ЗАО «Аэрофлот-Норд», г. Архангельск), который представлен на рис. 1. Ан-26 «Арктика» способен решать те же задачи, что и Ил-18 ДОРП, но с использованием более современных, передовых технических средств, методов и технологий проведения комплексных авиаисследований, включая применение средств вычислительной техники и программно-математического обеспечения (ПМО).



Рис. 1. Внешний вид самолета-лаборатории Ан «Арктика»

Таким образом, на данный момент в отрасли имеется только один самолет-лаборатория, способный решать задачи комплексных рыбохозяйственных исследований широкого спектра, основная акватория исследований которого – моря Северо-Восточной Атлантики (СВА), а основные биологические объекты исследований – скумбрия и другие виды пелагических рыб, морские млекопитающие и птицы, беломорская популяция гренландского тюленя, водоросли, а также океанологические параметры, описывающие состояние морской поверхности и приповерхностных слоев, т.е. авиационные исследования осуществляются как комплексные экосистемные съемки. Однако самолету-лаборатории довелось поработать со специалистами ПИНРО в Арктике, на Дальнем Востоке и Каспии.

В последние годы авиационные исследования выполняются в тесной кооперации с научными подразделениями ПИНРО, различными институтами и организациями других министерств и ведомств, в том числе АН России. Наиболее ярким примером этого служат создание и ввод в эксплуатацию лидарного комплекса ПАЛ-1, техническая часть которого разработана ООО «МУЛТИТЕХ» (С.-Петербург), а методология проведения с его помощью авиационных исследований, включая сбор, обработку, анализ, интерпретацию и представление данных лидарного авиационного зондирования, реализованные на принципах системного подхода, – при участии как специалистов ПИНРО, так и представителей ООО «МУЛТИТЕХ» и Института океанологии РАН.

Использование ПАЛ-1 позволило перевести современные промыслово-океанологические авиационные исследования ПИНРО на новый, более высокий научно-практический уровень. В настоящее время лидар позволяет получить надежную и качественную информацию практически непрерывной реализации с обширных акваторий как об обнаруженных в данный момент приповерхностных косяках пелагических рыб, главным образом, нагульной скумбрии, так и об океанологических параметрах (прозрачность моря, глубина залегания пикноклина, наличие планктона). На рис. 2 представлены приповерхностный косяк скумбрии и его синхронная «лидарограмма» – интегрированное представление серии эхо-сигналов, полученное с помощью специально разработанного ПМО, что позволяет объективно и с высокой точностью определить размеры косяков и на основе этого не только оценить распределение приповерхностных косяков пелагических рыб, в частности, скумбрии, но и получить сведения об ее биомассе в период нагула.

В настоящее время, учитывая биологические особенности нагульной скумбрии в этот период ее жизненного цикла, существенной альтернативы этому методу оценки биомассы скумбрии нет. Кроме этого ПАЛ-1 позволяет получить данные о наличии крупных скоплений медуз, что имеет важное значение для оценки экологического состояния той или иной исследуемой акватории, а также определить глубину в том или ином месте. Однако глубина лидарного авиационного зондирования ограничивается естественной прозрачностью вод и в настоящее время максимально составляет 50–55 м для чистых вод открытого моря. Таким образом, ПАЛ-1 способен надежно и эффективно регистрировать объекты в приповерхностных слоях на глубинах, превышающих в 10 раз возможности человеческого глаза.

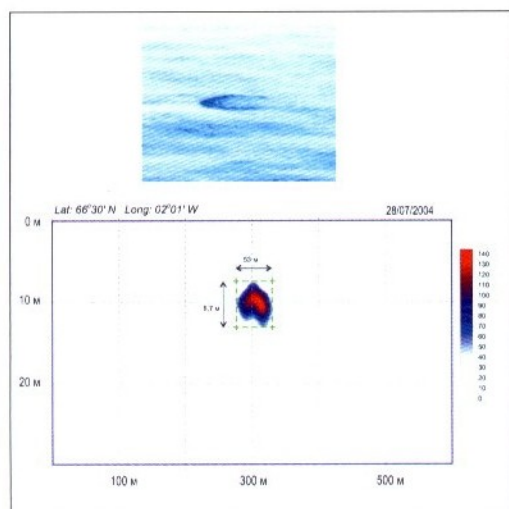


Рис. 2. Фотоснимок косяка скумбрии в Норвежском море (вверху); пример «лидарограммы» того же косяка скумбрии. Площадь сечения косяка  $155,6 \text{ м}^2$  (внизу)

Помимо лидара на борту Ан-26 «Арктика» установлены и эксплуатируются системы авиационного зондирования, работающие в инфракрасном (ИК), видимом и сверхвысокочастотном (СВЧ) диапазоне длин электромагнитных волн, причем последняя из них является всепогодной, т.е. может надежно и эффективно использоваться в случае наличия сильных осадков, туманов и облачности ниже высоты полета самолета. При этом все остальные системы, за исключением аппаратуры, работающей в видимом диапазоне (аналоговые и цифровые фото- и видеокамеры), надежно и эффективно эксплуатируются в любое время суток.

При проведении комплексных промыслово-океанологических авиационных исследований ИК-системы используются для определения текущих тепловых условий на поверхности моря, включая пространственную термическую структуру, анализ которых позволяет идентифицировать участки, где, с точки зрения термодинамических условий, наиболее вероятно формирование промыслово-значимых скоплений пелагических рыб. Системы СВЧ-авиационного зондирования применяются для обнаружения и идентификации водных масс с различными свойствами, а также гидродинамических неоднородностей, в районе которых, как и в случае с ИК-измерениями, наиболее вероятно формирование промыслово-значимых скоплений пелагических рыб, и при этом СВЧ-радиолокация дает возможность непосредственно обнаруживать косяки пелагических рыб на поверхности моря, а также регистрировать суда и любые плавающие здесь объекты (на рис. 3 представлено радиолокационное изображение косячков скумбрии в виде ярких засветок, обведенных красными кружками). Аппаратура, работающая в видимом диапазоне, используется для документирования и архивирования наиболее интересных в рыбопромысловом отношении явлений и объектов на морской поверхности.

Все измеряемые параметры обладают достаточно высокой степенью точности, полностью отвечающей требованиям задач, решаемых в ходе промыслово-океанологических исследований, что неоднократно подтверждалось совместными с судами экспериментами и калибровками, выполняемыми контактными измерениями и тралово-акустическими станциями, а результатам авиационных исследований была дана высокая оценка со стороны прогнозистов сырьевой базы и экипажей промысловых судов. На основе материалов промыслово-океанологических авиационных исследований строятся карты в ГИС-представлении о пространственном распределении различных океанологических параметров и обнаруженных биологических объектов. Образец такой карты представлен на рис. 4. Одновременно с измерениями на борту самолета-лаборатории реализована устойчивая и надежная система двухсторонней связи как с судами, находящимися в море, так и с береговыми центрами.

Наиболее интенсивный период проведения авиационных исследований борта самолета-лаборатории Ан-26 «Арктика» – март–сентябрь. Обычно научно-прикладные авиароботы начинаются с учетной мультиспектральной авиасъемки беломорской популяции гренландского тюленя, которая продолжается в течение второй декады марта. Цель этих исследований – оценка распределения и численности тюленей на ценных залежках для определения допустимых объемов их промысла, а также эффективного управления эксплуатацией их запа-

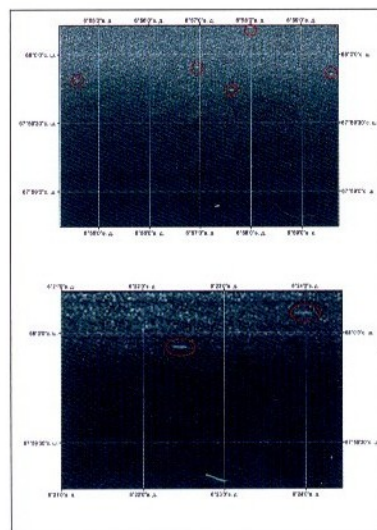


Рис. 3. Пример косячков скумбрии на РСА-изображении (косячки выделены красными кружками)

сов. Материалы авиасъемок представляются на Рабочей группе ИКЕС/НАФО по гренландскому тюленю и хохлячу, а также на Смешанной Российско-Норвежской комиссии по рыболовству (СРНК). Кроме этого они используются при экосистемном моделировании биоценозов Баренцева моря, включая расчеты по оценке влияния гренландского тюленя на запасы трески. В апреле – начале мая проводятся авиационные исследования на линных залежах тюленей беломорской популяции с аналогичными вышеуказанными целями.

Результаты учетных мультиспектральных авиасъемок гренландского тюленя в Белом море получили высокую оценку и одобрение на Рабочей группе ИКЕС, а также на других российских и международных конференциях и симпозиумах. Технология проведения исследований была рекомендована для ее адаптации и применения в других регионах, где обитают морские млекопитающие ледовых форм, как у нас в стране, так и за рубежом.

Следует отметить, что в 2001 г., во многом благодаря эффективному и оперативно проведенным авиасъемкам линных залежек, специалистам ПИНРО удалось научно-обоснованно доказать нецелесообразность готовившейся дорогостоящей операции по спасению тюленей, которую предполагалось провести в связи с, якобы, ожидавшейся их массовой гибелью из-за сложных ледовых условий на акватории Белого моря.

В июне традиционно проводятся авиасъемки с целью картирования водорослей в Белом и прибрежной зоне Баренцева моря как один из элементов современной технологии по оценке их распределения и биомассы. Основными объектами исследований при этом являются фукусковые и ламинариевые водоросли. Этот вид научно-прикладных работ выполняется в интересах последующего определения объемов допустимого изъятия этих видов водорослей, которые в настоящее время нашли широкое применение в фармакологии и косметологии.

Следующий важный этап комплексных авиационных исследований, выполняемых ПИНРО, приходится на июль. В это время проводятся комплексные исследования по изучению распределения и оценке биомассы нагульной скумбрии в Норвежском море с учетом складывающихся океанологических условий на поверхности моря и в приповерхностных слоях, неотъемлемой частью которых являются авиасъемки. Комплекс этих научно-прикладных работ проводится в рамках специально подготовленной долговременной Программы, утвержденной руководителем Роскомрыболовства, рекомендаций Рабочих групп ИКЕС, Программы ежегодных совместных российско-норвежских исследований, проводимых в Норвежском море в летний период. Помимо сбора информации о распределении скумбрии, параметрах ее косяков, океанографического и гидробиологического состояния среды осуществляются наблюдения за распределением, включая оценку численности, морских млекопитающих с целью изучения их как важного элемента экосистемы, учитывая их воздействие, как хищников, на скумбрию, а также птиц – как потребителей поверхностного зоопланктона, косвенным образом влияющих на комовую базу скумбрии.

Полученные материалы и данные используются как один из элементов расчета биомассы нагульной скумбрии в Норвежском море, а также изучения его экосистемы, что обеспечивает рациональное уп-

равление запасами основных пелагических объектов рыболовства. Результаты авиационных исследований нагульной скумбрии представляются на Рабочей группе ИКЕС. В определенной степени благодаря этим материалам, длительное время откладывалось принятие невыгодного для нашей страны решения о квотировании промысла нагульной скумбрии в открытой части Норвежского моря, т.е. отстаивались и защищались экономические и рыболовные интересы нашей страны.

Следующий этап комплексных авиационных исследований ПИНРО (сентябрь) выполняется в рамках ежегодной российско-норвежской экосистемной съемки Баренцева моря и обычно проводится на северо-западе и севере моря, а также вблизи кромки дрейфующих льдов. В процессе этих научно-прикладных авиаработ за короткий промежуток времени собирается большой массив данных об океанологическом состоянии на морской поверхности и в приповерхностных слоях, распределении и численности морских млекопитающих и птиц, а также косяков пелагических рыб, включая наблюдения за экологической ситуацией в связи с предстоящим началом промышленной нефтегазодобычи и транспортировки ее продуктов в Баренцевом море, что, в случае возникновения аварийных ситуаций, негативно скажется на состоянии ценных промысловых объектов. Полученные материалы и данные используются при экосистемном моделировании биоценозов Баренцева моря, результаты которого затем применяются при прогнозировании состояния запасов рыбопромысловых объектов с целью определения объемов их допустимых уловов и обеспечения эффективного, рационального управления ими.

Повышенный интерес к научно-практическому использованию самолета-лаборатории Ан-26 «Арктика» как при проведении рыбохозяйственных исследований, так и изучении морских млекопитающих проявляют КамчатНИРО, КаспНИРХ, Бергенский институт морских исследований – БИМИ (Норвегия), а также международные организации, в том числе Комиссия по изучению морских млекопитающих Северной Атлантики – NAMMCO (г. Тромсе, Норвегия).

Помимо вышеперечисленных Рабочих групп ИКЕС материалы и результаты комплексных авиационных исследований ПИНРО многократно представлялись на различных международных и отечественных конференциях, симпозиумах и выставках, где получили высокую оценку и поддержку, а на III Международной конференции и Выставке по авиационному зондированию, проводившейся в Дании, доклад об использовании самолета-лаборатории Ан-26 «Арктика» был признан лучшим.

Естественно, что авиасъемки не могут в полном объеме заменить судовые исследования, проводимые в интересах рыбохозяйственной науки, да такой цели и не ставится. Речь идет лишь о разумном сочетании преимуществ каждого из этих методов съемки, что уже реализуется на практике и о чем было сказано выше.

Бытует мнение, что применение авиации при осуществлении исследований моря, в том числе и в интересах промысловой океанологии, – дело дорогостоящее. Однако, как показывают элементарные расчеты, это далеко не так. Известно из различных источников, что при рассмотрении затрат наиболее корректно учитывать не их общую величину, а единицу стоимости информации или обследованной акватории. Так, например, экономические затраты, связанные с проведением комплексных авиасъемок нагульной скумбрии Норвежского моря, выглядят следующим образом (учтены все возможные виды затрат).

Комплексная авиасъемка 1 м мили составляет около 370 руб., что соответствует непосредственно снятой площади, на которой произведены измерения (с учетом всепогодной радиолокации), – чуть более 2 м. миль<sup>2</sup>. Если же произвести расчет в пересчете на одну съемку НИС в сутки, то затраты на проведение комплексной авиасъемки по маршруту работы судна составят около 74200 руб. (2585 \$), однако при этом будут произведены измерения не только вдоль галса, но и в полосе обзора около 2 м. миль. Подобные величины приведены и в различных зарубежных источниках.

Кроме этого в пользу применения авиации при изучении моря, в том числе с целью решения задач промысловой океанологии и экологического мониторинга, а также распределения и оценки численности морских млекопитающих, говорит тот факт, что в настоящее время это направление исследований за рубежом развивается очень быстрыми темпами. Причем это характерно не только для США, Канады, Великобритании, Австралии, Швеции, Германии, Франции, Италии и Дании, имеющих не по одному научно-исследовательскому самолету, но и для Финляндии, Польши, Норвегии, Индии, Китая, Испании и Исландии. Поэтому не развивая и не совершенствуя авиационные исследования, как высокотехнологичное направление рыбохозяйственной науки, в области которых в ПИНРО накоплен богатейший опыт, мы рискуем оказаться в арьергарде современного научно-технического прогресса.

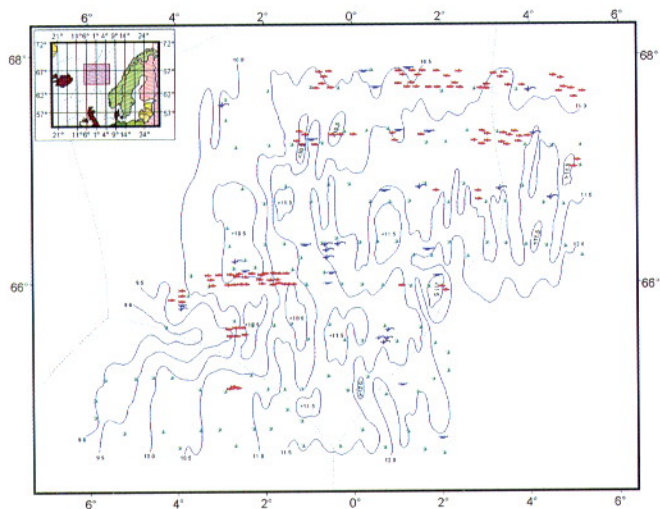


Рис. 4. Результаты комплексных авиационных исследований, выполненных 29 июля – 1 августа 2005 г.