

## Перспективы применения средств ДЗЗ в задачах интенсификации рыбного промысла

*С.А.Белов, АО «СТТ групп», Москва, А.Д.Чекурин, АО «Ракурс», Москва, С.В.Парамонов, АО «СТТ групп», Москва, А.Н.Виноградов, ИПС им. А.К. Айламазяна РАН, Переславль-Залесский, Е.П. Куршев, ИПС им. А.К. Айламазяна РАН, Переславль-Залесский*

Задача эффективного промысла, решаемая менеджментом коммерческого рыбопромыслового флота, заключается в обеспечении оптимальной загрузки промысловых судов таким образом, чтобы время выхода судна к месту расположения промыслового рыбного скопления было минимальным. С учетом того, что каждый день эксплуатации судна, находящегося в поиске рыбного скопления, может достигать до 0,5 млн. рублей, время поиска скопления является критической статьей расходов рыбопромыслового флота.

Объектом поиска при рыборазведке являются крупные скопления рыбы промысловых пород, обитающих в верхних слоях морей и океанов – начиная от 5-10 м. от поверхности – скопления именно этих видов могут обнаруживаться визуально при разведке дистанционными методами. Скопления представляют собой объекты с выделенным контуром произвольной формы, имеющие протяженность от 30-50 м до 400-500 м. В зависимости от состояния атмосферы, освещенности, прозрачности воды и т.п. объект «рыбное скопление» имеет коричневый цвет с различными вариантами оттенков, как правило, выделяющийся на фоне морской поверхности.

Традиционно для решения задачи рыборазведки используются методы гидроакустических исследований, авиаразведки и аэрофото съемки, рейсовой разведки. Обладая рядом преимуществ, данные методы либо требуют существенных финансовых и временных затрат, либо обладают ограниченным радиусом действия. В связи с этим, отраслевые специалисты сегодня связывают перспективы развития методов рыборазведки с развивающимися средствами и технологиями ДЗЗ. В рамках прикладной исследовательской работы, проводимой ИПС им. А.К. Айламазяна РАН) и АО «СТТ групп» при поддержке компании «РАКУРС» рассматриваются новые перспективные технологии, связанные с применением средств ДЗЗ, с возможностью их дальнейшего использования на

практике, в том числе для коммерческого применения.

### Авиационная рыборазведка

Авиационная разведка производится путем облета промысловых районов по заранее определенным маршрутам, в результате которого средствами как прямого визуального наблюдения, так и техническими средствами дистанционного зондирования производится фиксация объектов и явлений в акватории по ходу полета.

Авиационная рыборазведка долгие годы являлась наиболее распространенным методом проведения мониторинга промысловых акваторий с целью поиска рыбных скоплений. Очевидным преимуществом средств дистанционного зондирования воздушного базирования является возможность контроля пользователем всех характеристик съемки и управления ее процессом. Например, контроль высоты полета, совместно с выбором параметров фокусного расстояния съемочной аппаратуры определяет пространственное разрешение и покрытие съемки. Более того, пользователь может выбирать подходящую атмосферную обстановку (прозрачность воздуха, облачность); положение солнца.

Опытные наблюдатели, ведущие рыборазведку, могут не только детектировать с воздуха рыбные скопления, но и с определенной высоты различать породы промысловой рыбы, их образующие. При наличии связи с судами рыболовного флота, наблюдатели могут передавать им координаты расположения рыбного скопления, а при организации должной кооперации с рыболовным флотом с борта воздушного судна может координировать сам ход вылова: наблюдатели могут координировать маневры по обходу и окружению рыбного скопления.

Поскольку визуальный мониторинг производимый наблюдателем, субъективен и может сильно зависеть от внешних условий, авиаразведка проводится, в том числе, с применением комплекса аппаратуры для дистанционного зондирования.

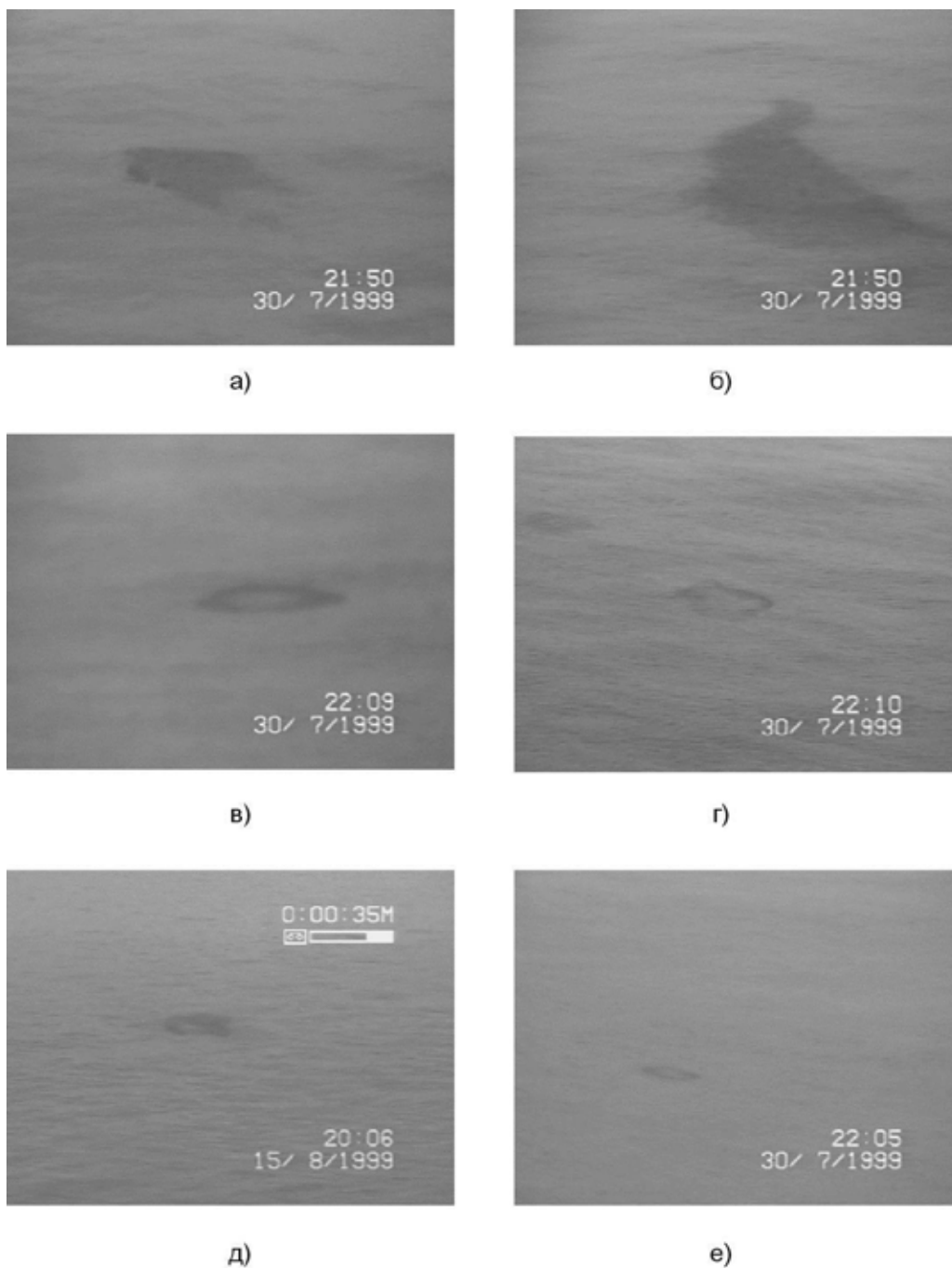


Рисунок 1 — Примеры авиасъемки косяков скумбрии «верховодки» при авиационной рыбообследке.

Несмотря на описанные преимущества, применение авиационной рыбообследки сегодня ограничивается в основном сферой научных исследований, поскольку, как показала практика, при промышленном лове её применения будет промышленно оправданным, если в промысловой операции задействовано не менее нескольких десятков судов.

Применение средства ДЗЗ космического ба-

зирования для анализа рыбопромысловой обстановки

Прогнозирование местоположения рыбных скоплений связано с поиском «зон комфорта» для рыб той или иной породы, т.е. таких зон океана (моря), где наличествуют достаточные запасы пищи и условия окружающей среды. Определение таких зон базируется, в том числе, на анализе ряда метеорологических и океано-

графических параметров, включая соленость, температуру, рельеф дна, оптические характеристики и цветность океана, распределение тепловых потоков, волнение и т.п.

Данные зоны отличаются достаточно высокой динамикой изменений, а набор ключевых характеристик этих зон зависит от сезона и возраста организмов в составе рыбного скопления.

Спутниковая съемка, производимая аппаратами ДЗЗ, доступными на сегодняшний день, может предоставлять наиболее полные и всеобъемлющие данные для мониторинга морей и океанов с целью поиска и идентификации объектов природного и техногенного характера. Данные, получаемые от космических аппаратов (КА) ДЗЗ, в целях изучения морских и океанических акваторий используются для мониторинга крупномасштабных природных явлений, в первую очередь – для метеорологических и океанографических наблюдений.

До недавнего времени основным методом дистанционного зондирования океанской поверхности являлась его съемка (авиационная или спутниковая) в видимом оптическом диапазоне. В [13] можно найти перечень методов получения ряда океанографических характеристик, получаемых в результате оптической съемки (в первую очередь – многозональной/мультиспектральной съемки), в число которых, в частности, входят:

- цветность воды;
- прозрачность (наличие взвесей);
- концентрация хлорофилла.

Одним из существенных недостатков оптической съемки является ее зависимость от погоды и времени суток. Часто присутствующая над поверхностью океана облачность делает съемку невозможной. Именно по этой причине в последние годы основными средствами получения океанографических характеристик становятся сканеры, работающие в радиодиапазоне: радиометры и радиолокаторы. В работе [14], а также в [15] и [7], можно найти перечень характеристик океана, получаемых при помощи инструментов данного типа, включая:

- температуру поверхности океана (ТПО);
- направление и скорость морских течений;
- уровень солености;
- характеристики взволнованности;

- скорость и направление приводного ветра;
- уровень растворенного кислорода.

Часть их этих характеристик получают прямыми измерениями, прочие – путем вывода из данных измерений на основании согласованных моделей.

Экономические оценки показывают, что использование при рыбном промысле прогнозных моделей о местах наиболее вероятного местонахождения рыбных скоплений могут снизить расходы времени на их поиск на 25-50%.

Обоснование применения средств дистанционного зондирования в целях интенсификации рыбного промысла можно найти в [9] и [10].

Перспективы применения спутников ДЗЗ со съемочной аппаратурой высокого разрешения в задачах рыбопромысловых исследований

Появившиеся в последние 10 лет КА со съемочной аппаратурой высокого разрешения предоставляют материалы ДЗЗ принципиально нового качества. Пространственное разрешение снимка выше 1-2 м на пиксель обеспечивает задачи т.н. объектового поиска и идентификации объектов сравнительно небольших размеров (метры, десятки метров). С учетом того, что типичные скопления промысловой рыбы, находящиеся вблизи поверхности океана или моря (так называемые пелагические скопления) имеют размеры от 5-10 метров до 150-200 метров, на материалах ДЗЗ высокого разрешения они должны быть видны как детектируемые и идентифицируемые объекты. Однако, в отличие от данных метеорологических и океанографических спутников, съемка высокодетальных КА не обеспечивает сплошного покрытия, поэтому вопрос определения районов предполагаемой съемки, с учетом маршрута и метеоусловий, является отдельной специальной задачей.

Можно констатировать, что на сегодняшний день не существует сколько-нибудь существенно массива материалов спутниковой съемки высокого разрешения морских промысловых районов, на базе которого можно было бы рассматривать вопрос о применении данных ДЗЗ высокого разрешения в задачах дистанционной рыбопромысловых исследований. В частности, не существует требований к техническим параметрам съемки (пространственное разрешение, используемые частотные каналы); нет обоснованной методи-

ки построения плана съемки (методики выбора районов съемки, периодичность и т.п.); нет требований к качеству полученных материалов съемки, позволяющих обосновано утверждать возможность или невозможность идентификации рыбного скопления на снимке и т.п.

Ответы на указанные вопросы позволят обосновано утверждать, можно ли использовать данные КА ДЗЗ со съемочной аппаратурой высокого разрешения в задаче рыбопромысловых исследований и какие условия должны быть при этом соблюдены.

Перспективы применения беспилотных летательных аппаратов как средства дистанционной рыбопромысловых исследований

За последние пять лет существенно возрос интерес к применению в качестве транспортных платформ беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), что можно отметить по возросшему числу публикаций на эту тему. Расширению сферы применения БПЛА также способствовала миниатюризация сканирующих средств для установки на борту, таких как гиперспектральные сканеры, лидары, радары с синтезированной апертурой, тепловые сканеры и т.д. В последние годы одной из наиболее перспективных сфер использования БПЛА становится мониторинг акваторий морей и океанов и прибрежных зон, проводимый в самых разных целях. [24].

Использование БПЛА в целях проведения

рыбопромысловых исследований может быть направлено на решение двух взаимосвязанных задач:

- Поиск крупных рыбных скоплений, находящихся в пределах досягаемости для судна, с борта которого проводится мониторинг, путем визуального обнаружения скопления с высоты полета БПЛА;

- Сбор океанографических характеристик акватории промыслового района, для построения краткосрочных и долгосрочных рыбопромысловых прогнозов, используемых в течении промыслового периода.

Базирование на борту судна, во-первых, накладывает ограничение по габаритам используемого аппарата, во-вторых - предполагает безаэродромные способы взлета и посадки аппарата. С учетом этого к практическому применению рекомендуется рассматривать следующие типы аппаратов:

- БПЛА вертолетного типа;

- БПЛА самолетного типа, предусматривающие старт с пусковой стрелы.

К особенностям систем последнего типа можно отнести необходимость установки на борту судна пускового оборудования (Рисунок 2), а также трудоемкость процедуры завершения полета: летательный аппарат опускается на воду, где его приходится вылавливать сетью и принимать на борт при помощи подъемного устройства.



Рисунок 2 — БПЛА типа NOCS, тестируемого для применения в рыбопромысловых исследованиях

В рамках проекта создания интегрированной системы наблюдения за океаном IOOS (The Integrated Ocean Observing System), создаваемом Национальным управлением океанических и атмосферных исследований США (NOAA), рассматривается концепция применения БПЛА для задач мониторинга морских районов универсального назначения [25]. В ходе работ были предложены в качестве оптимальных следующие технические характеристики БПЛА:

- Размах крыла: 2 - 4 м
- Длина фюзеляжа: 1-3 м
- Полезная нагрузка: до 10 кг
- Продолжительность полета: 8-10 ч.
- Крейсерская скорость: 75-100 км/ч
- Средняя высота полета: 150-350 м

Вариант применения БПЛА для объектового мониторинга предполагает оснащение летательного аппарата камерой высокого разрешения с системой цифровой записи съемки на время полета. При использовании БПЛА в целях комплексного обследования морского района для снятия перечня характеристик для оценки рыбопромысловой обстановки, состав бортового оборудования должен включать в себя:

- Панхроматическую камеру высокого разрешения;
- ИК-камеру;
- Мультиспектрометр (гиперспектрометр);
- Лидар.

#### Литература:

1. Gayathri K. Devi, B.P. Ganasri, G.S. Dwarakish. Applications of Remote Sensing in Satellite Oceanography: A Review Aquatic Procedia, Volume 4, 2015, p. 579-584.
2. А.В. Кузьмин, И.А. Репина, И.Н. Садовский, А.Б. Селунский. Микроволновые радио-

метрические исследования морской поверхности. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015. Т. 12. № 5. С. 76–97.

3. Pierre M. Clement, Arne Fjälling, Jules S. Jaffe, Emma G. Jones, Bo Lundgren, Gavin J. Macaulay, Howard McElderry, Richard O'Driscoll, Tim E. Ryan, Mark R. Shortis, Stephen J. Smith, W. Waldo Wakefield. Fishery applications of optical technologies. ICES COOPERATIVE RESEARCH REPORT NO. 312. APRIL 2012., 145 pp.

4. Robinson, Ian S. (2010) *Discovering the ocean from space: the unique applications of satellite oceanography*, Berlin, Germany, Springer/Praxis Publishing, 638pp.

5. Stuart, V., Platt, T., Sathyendranath, S., and Pravin. Remote sensing and fisheries: an introduction. – ICES Journal of Marine Science, 2011, 68: 639–641.

6. В.Н. Пырков, А.В. Солодилов, А.Ю. Дегай. Создание и внедрение новых спутниковых технологий в системе мониторинга рыболовства//Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015. Т. 12. № 5. С. 251–262.

7. Reineman, B., L. Lenain, and W. Melville. The Use of Ship-Launched Fixed-Wing UAVs for Measuring the Marine Atmospheric Boundary Layer and Ocean Surface Processes. *J. Atmos. Oceanic Technol.*, 2011, 33, 2029–2052, doi: 10.1175/JTECH-D-15-0019.1.

8. F. Muller-Karger et al., "Satellite Remote Sensing in Support of an Integrated Ocean Observing System," in *IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine*, 2013, vol. 1, no. 4, pp. 8-18, Dec. 2013.

Работа выполнялась при финансовой поддержке государства в лице Минобрнауки России в рамках проекта RFMEFI60716X0153