

Создание и внедрение новых спутниковых технологий в системе мониторинга рыболовства

В.Н. Пырков, А.В. Солодилов, А.Ю. Дегай

Институт космических исследований РАН, Москва, 117997, Россия

E-mail: vpyrkov@mail.ru

Статья посвящена вопросам разработки технологий для построения систем мониторинга. За основу была взята разработанная при непосредственном участии ИКИ РАН отраслевая система мониторинга водных биологических ресурсов, наблюдения и контроля за деятельностью судов рыбопромыслового флота (далее – ОСМ). Особое внимание уделено исследованию возможностей комплексного анализа треков судов, полученных с помощью спутниковых технических средств контроля, установленных на судах рыбопромыслового флота, радарных спутниковых снимков и космических снимков ледовой обстановки на морских акваториях. Особо отмечено, что рассмотренная методика комплексного анализа данных о позициях судов и ледовой обстановке сможет развиваться интенсивнее и даст возможность представлять необходимую информацию для принятия эффективных управленческих решений в более совершенном виде. Также авторами были рассмотрены вопросы интеграции данных Автоматической идентификационной системы в ОСМ Росрыболовства, внедрения подсистемы ОСМ «Разрешения», использования данных ОСМ при долгосрочном прогнозировании промысла и др. Сделан вывод о необходимости дальнейшего развития информационных технологий для обеспечения, в частности, продовольственной безопасности страны.

Ключевые слова: отраслевая система мониторинга водных биологических ресурсов, наблюдения и контроля за деятельностью судов рыбопромыслового флота (ОСМ), радарные спутниковые снимки, ледовая обстановка, судовые суточные донесения, треки судов

Введение

Начиная с 1999 г., Институт космических исследований Российской академии наук совместно с партнерами активно участвует в работах по созданию, поддержке и развитию Отраслевой системы мониторинга водных биологических ресурсов, наблюдения и контроля за деятельностью судов рыбопромыслового флота (ОСМ).

Эти работы в ИКИ РАН ведутся в основном в Лаборатории технологий мониторинга подвижных объектов (далее – Лаборатория), входящей в состав Отдела технологий спутникового мониторинга. Одним из основных направлений работы Лаборатории является разработка технологий для построения систем мониторинга на основе спутниковых технических средств контроля, устанавливаемых на подвижных объектах, в том числе разработка новых методов и технологий комплексного контроля и диагностики поведения подвижных объектов на основе анализа информации, получаемой от систем спутникового контроля позиционирования (INMARSAT, ARGOS, SatAIS и др.) и дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), в первую очередь – радиолокационных спутниковых систем.

Настоящая работа посвящена описанию основных особенностей и возможностей создаваемых методов и технологий и анализу опыта их внедрения и использования в ОСМ.

Отраслевая система мониторинга водных биологических ресурсов, наблюдения и контроля за деятельностью судов рыбопромыслового флота (ОСМ)

Разработка и совершенствование системы мониторинга водных биологических ресурсов и судов рыбопромыслового флота ведется уже более пятнадцати лет. На сегодняшний день система востребована как непосредственно Росрыболовством, так и другими заинтересованными министерствами и ведомствами, в том числе входящими в силовой блок.

Введенная в соответствии с решением Правительства Российской Федерации 1999 г. в эксплуатацию ОСМ стала едва ли не первой системой мониторинга в стране. Основные разработчики ОСМ: ИКИ РАН, ФГУП «ВНИЭРХ», ФГУП «КЦСМ», ЗАО «ТРАНЗАС», ДГУП «МРЦМ», ФГУП «ГИПРОРЫБФЛОТ» (Романов и др., 1997; Семенов и др., 2007; Проценко, 2001).

Пользователями ОСМ являются подразделения Росрыболовства, Пограничной службы ФСБ России, а также Военно-Морского флота, Министерства внутренних дел, Федеральной таможенной службы и других заинтересованных федеральных органов исполнительной власти.

В настоящее время ОСМ является крупнейшей в мире среди подобных систем. Под ее контролем находятся более 3500 судов (ежедневно на промысле находятся от 900 до 1500 судов).

Головной организацией отраслевой системы мониторинга является Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центр системы мониторинга рыболовства и связи» (ФГБУ ЦСМС). ИКИ РАН принимает активное участие в модернизации и поддержке функционирования ОСМ.

Накапливаемые в базе данных ОСМ сведения используются для решения следующих задач:

- сбор и обработка данных о производственной деятельности и местонахождении подконтрольных российских и иностранных промысловых судов;
- сбор и обработка оперативных и статистических данных о производственной деятельности судовладельческих рыбодобывающих предприятий;
- обеспечение заинтересованных федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, а также других органов государственной власти наиболее достоверной и оперативной информацией о состоянии запасов водных биоресурсов и о деятельности промыслового флота по их освоению;
- повышение эффективности исследований состояния запасов водных биоресурсов и среды их обитания за счет информационной поддержки этих исследований;
- повышение безопасности мореплавания и охраны человеческой жизни на море за счет точного знания координат аварийного судна, а также позиций судов, находящихся на оптимальном для оказания помощи расстоянии, и др. (Солодилов, Пырков 2011).

Основные принципы позиционирования промысловых судов

Ключевыми в ОСМ являются следующие технологии: сбора данных о местоположении судов рыбопромыслового флота и производственной деятельности промысловых судов и рыбодобывающих предприятий, обновления нормативно-справочной информации, выдачи разрешений на добычу (вылов) водных биоресурсов и др. Информация о позициях судов рыбопромыслового флота поступает в ОСМ по зарубежным каналам спутниковой связи Inmarsat и Argos.

Спутниковые группировки Inmarsat и Argos предоставляют каналы связи с датчиками координат (в настоящее время используются данные GPS), расположенными на судах.

Система Argos, кроме предоставления канала связи, позволяет определять координаты судов на основе эффекта Доплера. Необходимость использования двух систем вызвана экономическими соображениями. Данные, поставляемые с помощью Argos, вне конкуренции в высоких широтах и хорошо защищены от фальсификации координат, но обходятся значительно дороже, чем получаемые через Inmarsat.

В базе данных ОСМ аккумулируются информационные потоки, включающие в себя данные о местоположении судов рыбопромыслового флота, судовые суточные донесения капитанов судов (далее – ССД) о текущем улове, промысловых операциях, запасах топлива и пресной воды на судне и т.д., отчеты о производственной деятельности судовладельческих рыбодобывающих организаций, информацию о выделенных квотах на добычу (вылов) водных биоресурсов, информацию о выданных разрешениях на добычу (вылов) водных биоресурсов.

Собранная системой мониторинга информация автоматически и оперативно поступает в более чем 40 информационных узлов и мобильных рабочих мест.

Для доступа к информации также реализован пользовательский картографический Web-интерфейс, позволяющий визуально отслеживать треки судов, проводить анализ содержания ССД. Интерфейс дополнительно обеспечивает возможность оперативно совместить картографические данные со спутниковыми снимками участков поверхности Земли, полученными из космоса, в разных спектральных диапазонах. Это позволяет наглядно представлять облачность, ледовую обстановку, температуру поверхности океана в районах промысла.

Направление модернизации ОСМ

Начиная с 2003 года, создаются и внедряются в ОСМ блоки, обеспечивающие возможности работы с оперативно поступающими данными ДЗЗ. В 2006 году была разработана и внедрена в ОСМ подсистема, позволяющая выявлять с помощью радарных спутниковых снимков признаки искажения данных о местоположении судов рыбопромыслового флота, получаемых от системы Inmarsat/GPS (Андреев и др., 2007).

Для создания и совершенствования блоков работы с данными ДЗЗ были использованы разработанные в ИКИ РАН специальные технологии, ориентированные на создание автоматизированных информационных систем сбора, обработки и распространения информации, поступающей от спутниковых систем ДЗЗ (Лупян и др. 2011; Балашов и др. 2013; Толпин и др. 2011; Ефремов и др. 2004).

В системе также разработано специализированное программное обеспечение ОСМ (подсистема «Разрешения»), позволяющее готовить отчеты, отображающие данные ОСМ в наглядном виде во многих измерениях. С его помощью можно получить оперативные данные о ходе добычи (вылова) водных биоресурсов и провести комплексный анализ состояния отрасли.

Примеры функциональных возможностей ОСМ

В качестве примера возможностей ОСМ ниже рассмотрены сопоставление радарных спутниковых снимков с данными позиционирования ОСМ и ситуация с мониторингом судов в Сахалинском заливе в конце 2010 г. – начале 2011 г.

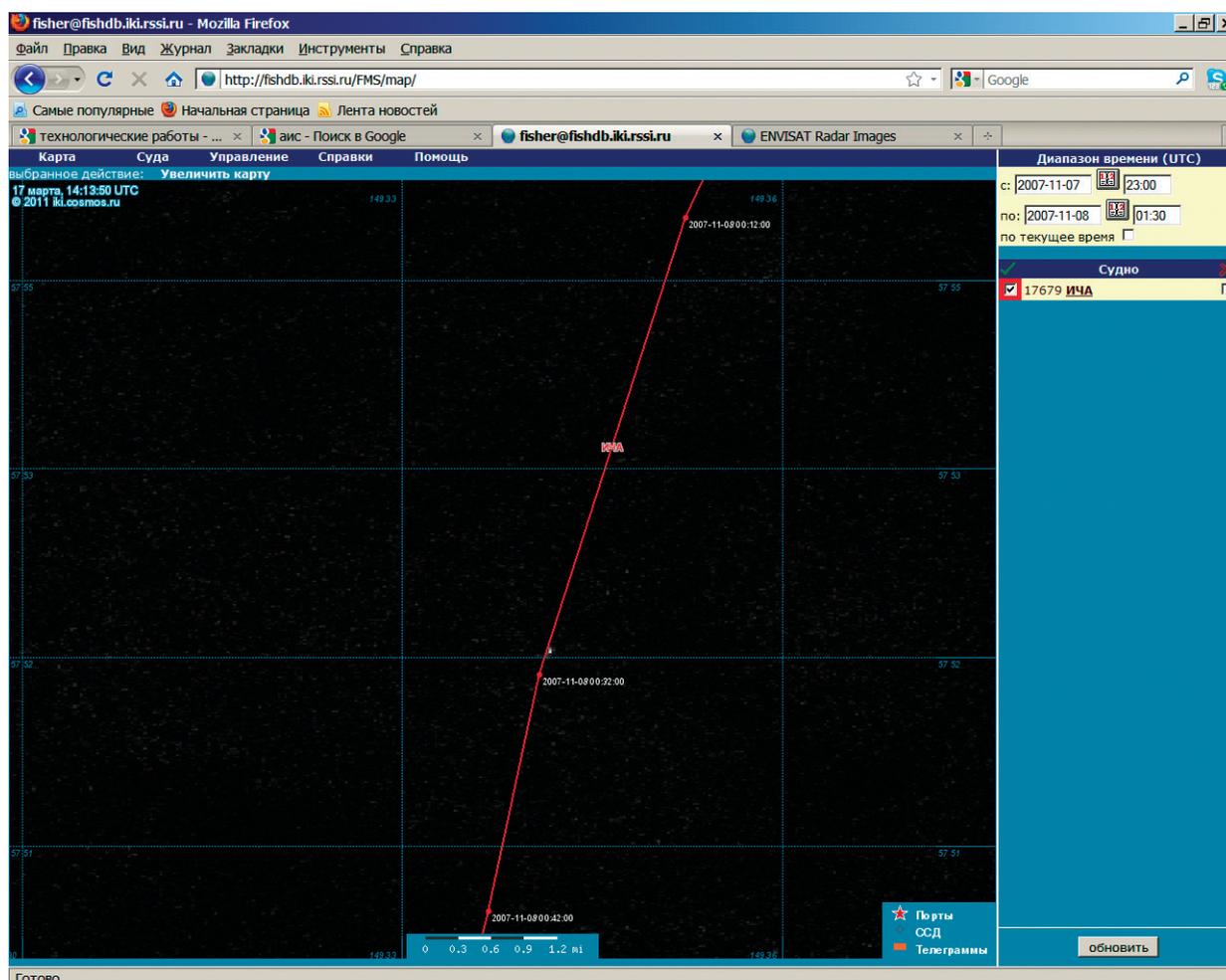


Рис. 1. Пример наблюдения радарного контраста вблизи трека судна в интерфейсе ОСМ

Существует определенная проблема в обеспечении достоверности данных ОСМ, поскольку имеется возможность передавать в систему связи Inmarsat «эмулированные» данные о местоположении и движении судна. Такая эмуляция позволяет скрывать от наблюдения признаки незаконного, несообщаемого и нерегулируемого промысла (далее – ННН-промысел: нелегальные промысловые операции, нелегальный перегруз или транспортировка и т.д.).

С помощью отображения треков судов на фоне географически привязанных, нормированных радарных снимков в интерфейсе ОСМ можно определить подозрения на вышеуказанную фальсификацию данных. На *рис. 1* представлен пример, когда данные системы Inmarsat/GPS совпадают с контрастными точками радарного спутникового снимка. Случай отсутствия радарного контраста на треке, построенном по данным Inmarsat/GPS, указывает на возможность искажения данных о местоположении на судне, зарегистрированном в ОСМ.

Ниже рассмотрен пример использования данных ОСМ при мониторинге судов во время ледовой спасательной операции. В Сахалинском заливе Охотского моря несколько зарегистрированных в ОСМ судов попали в ледяную ловушку .

На *рис. 2* представлен график зависимости количества судов, зарегистрированных в ОСМ в Сахалинском заливе, от времени в рассматриваемый период. Из нижеприведенного графика видно, что количество судов в Сахалинском заливе до момента начала образования льдов довольно велико, от 10 до 20. Начало быстрого образования льдов приходится на 26 и 27 декабря 2010 г., что можно наблюдать в том числе на спутниковых снимках ледовой обстановки. Однако суда не сразу покидают опасную зону.

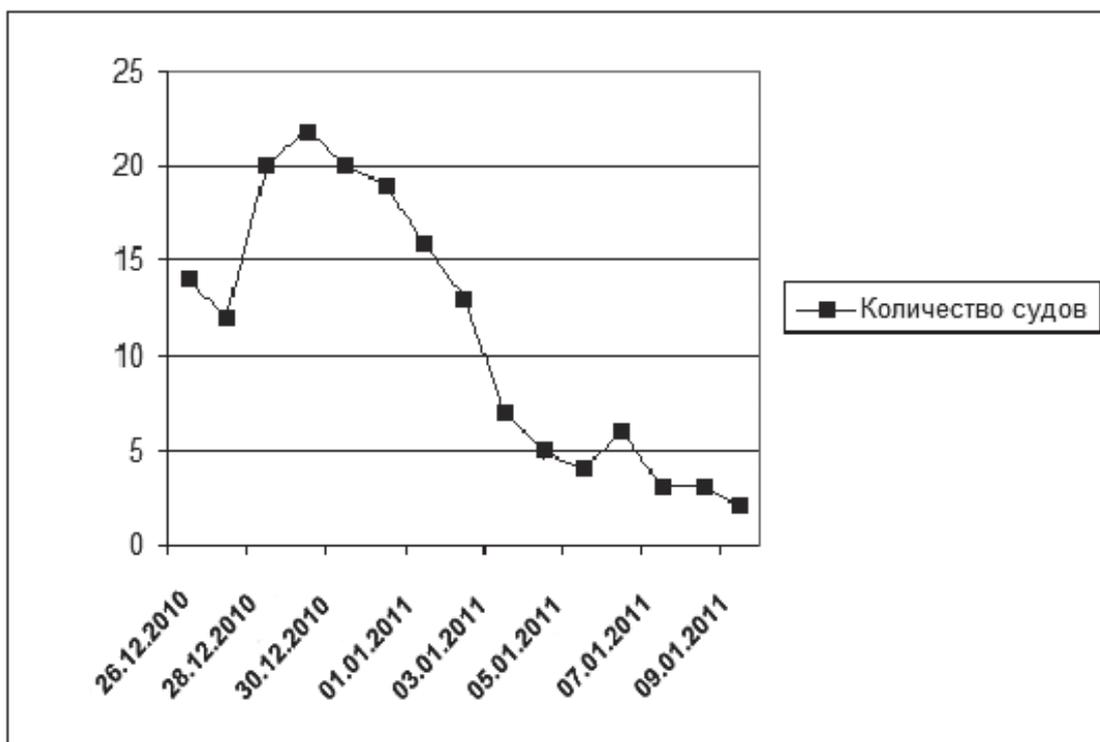


Рис. 2. Количество судов рыболовного флота в Сахалинском заливе с 26.12.2010 г. по 09.01.2011 г. по данным ОСМ

Вызвано это прежде всего тем, что при образовании ледового спая волнение моря сводится к минимуму, а осуществлять перегрузочные операции, в частности с уловом, проще на «спокойной воде». Поэтому, несмотря на предупреждения об ухудшении ледовой обстановки, промысловые суда покидали опасный район лишь после выгрузки выловленной рыбы и попали в «ледовый плен».

Для спасения судов были вынужденно сняты ледоколы с проводки танкеров с экспортной нефтью проекта «Сахалин-1» через Татарский пролив. Суда были спасены только после месяца «ледового плена». Стоимость операции по спасению оценивается в 300 млн. руб.

На рис. 3 представлен пример отображения космического снимка ледовой обстановки акватории Сахалинского залива 03.01.2011 в пользовательском Web-интерфейсе ОСМ. На спутниковых снимках данного типа лед окрашен в голубой цвет. На снимок нанесены контуры береговой линии и треки судов (желтые, оранжевые, синие, голубые и зеленые линии и точки). Хорошо видно, что суда, расположенные в зоне льдов (желтый трек), имеют некоторую подвижность. Поскольку три судна, затертые льдами, имеют практически одни и те же координаты, то в масштабе рисунка они видны как один желтый трек. Четыре других судна перемещаются в зоне открытой воды.

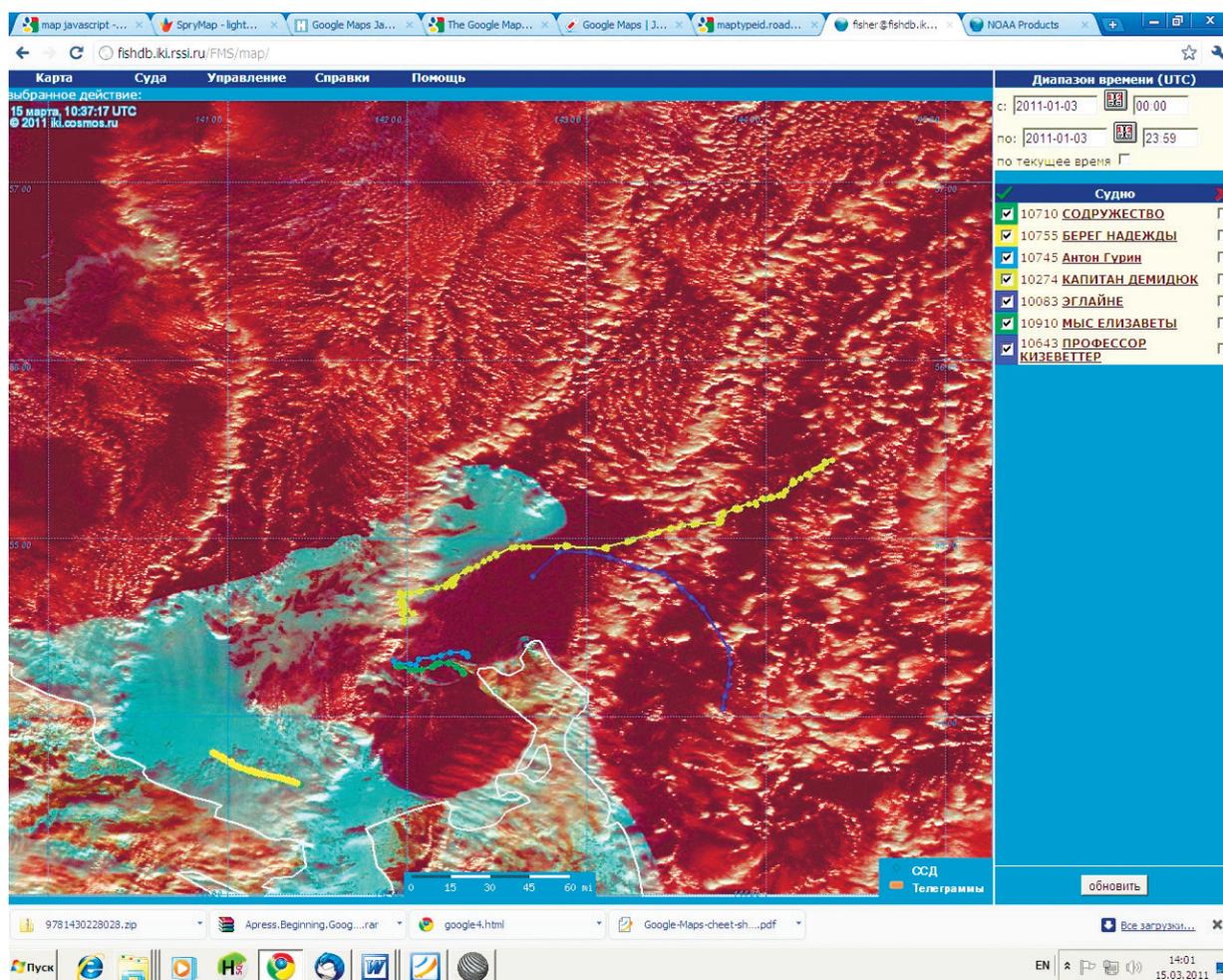


Рис. 3. Пример отображения спутникового снимка ледовой обстановки акватории Сахалинского залива 03.01.2011 в пользовательском интерфейсе ОСМ

Описанные возможности совместного анализа данных ОСМ и спутниковой информации о ледовой обстановке использовались комиссией по проведению спасательной операции в Сахалинском заливе и принятию решений по ее завершении.

В частности, комиссией была определена необходимость создания объединенного интерфейса представления данных о местоположении судов, принадлежащих Минтрансу России, Росрыболовству и МЧС России. В случае реализации такого интерфейса разработанная методика комплексного анализа данных о позициях судов и ледовой обстановке сможет развиваться интенсивнее и даст возможность представлять необходимую информацию для принятия эффективных управленческих решений в более совершенном виде.

В силу невозможности в ближайшее время создания отечественной системы связи, аналогичной по своим параметрам Inmarsat, ведется проработка вариантов интеграции в ОСМ данных, получаемых с помощью Автоматической идентификационной системы (далее – АИС).

АИС – система, предназначенная для обмена информацией между судами с помощью радиочастотных передатчиков диапазона УКВ. В эту систему также включаются береговые станции АИС.

АИС возникла и развивалась как параллельная система мониторинга, которая позволяет судам избегать столкновений, т.е. обладает сугубо локальным характером. Обмен информацией происходит на расстоянии десятков миль (в зоне прямой видимости). Эта информация служит дополнением к информации, получаемой с помощью радаров, и расширяет границы для контроля ситуации. По каналам сети судам направляются указания от диспетчеров порта, погодные сводки, дифференциальные поправки к показаниям датчиков координат и т.д.

Возможность использования данных АИС в глобальном мониторинге связана с появлением аппаратуры, которая из космоса может принимать и распознавать сигналы АИС. Для этого используются низкоорбитальные искусственные спутники, расположенные на высотах 500 – 700 км.

В июне 2014 г. на околоземную орбиту были успешно выведены два спутника Perseus-M, а спустя месяц и спутник DX1, разработанные и собранные компанией «Даурия Аэроспейс». Основная задача, возложенная на эти спутники, – работа в составе АИС.

Активную разработку отечественного спутникового сегмента АИС проводит ОАО «Российские космические системы».

Для ОСМ автоматическая идентификационная система представляет значительный интерес как система датчиков, сообщающая о своих позициях (Ермаков и др., 2010). Эту информацию можно использовать напрямую с минимальной адаптацией ОСМ к новому потоку данных, частично или полностью заменив поток данных от системы Inmarsat/GPS (Гордов и др., 2015).

Особый интерес вызывает способность сети терминалов АИС к самоорганизации, т.к. такая сеть изначально содержит информацию о судах, которые ее образуют.

В рамках вышеуказанной сети может быть организован механизм взаимного контроля судами, принадлежащими конкурирующим промысловым предприятиям. Как показали наши оценки, не менее 70% судов рыбопромыслового флота в период минтаевой путины находятся

на расстоянии, достаточном для обмена информацией между передатчиками и приемниками АИС. В пределах сети терминалов АИС появляется возможность передавать сообщения между судами, направлять сообщения конкретному судну и т.д., но основная часть работы – обмен в автоматическом режиме координатами судов, курсами, по которым они следуют, и прочее.

Такая сеть может использоваться службами спасения в экстренных ситуациях, для обмена информацией между судами, для выявления случаев искажения данных о местоположении судов и т.д.

Одной из основных функций позиционирования в ОСМ является определение соответствия местоположения и маневров судов рыбопромыслового флота, характерных для определенных промысловых действий (промысловые операции в соответствии с выданными разрешениями, легальные перегрузочные операции, прохождение контрольных точек, нарушения границ заповедников и др.) правилам рыболовства и иным нормативным правовым документам, регламентирующим вопросы рыболовства и сохранения водных биоресурсов.

Так, анализ участков треков судов, передвигающихся со скоростью ниже 5 узлов, позволяет с высокой вероятностью судить о промысловых операциях, осуществляемых наблюдаемыми судами.

В результате, с учетом данных ССД, возможно построение, в частности, карт вылова водных биоресурсов, которые в последующем могут быть приняты за основу при составлении прогнозов на промысел отдельных видов водных биоресурсов (Белоконь и др., 2008; Марченков, 2012; Gerritsen, Lordan, 2010).

Одной из областей применения данных ОСМ с учетом данных ихтиологических исследований при определении долгосрочных тенденций в рыболовном промысле является выявление аномалий вылова водных биоресурсов (Пырков и др., 2012).

Так, увеличение численности хищной медузы в 2004 г. в Каспийском море привело к сокращению численности анчоусовидной и большеглазой килек и, как следствие, к уменьшению рентабельности добычи (вылова) данных видов кильки (рис. 4).

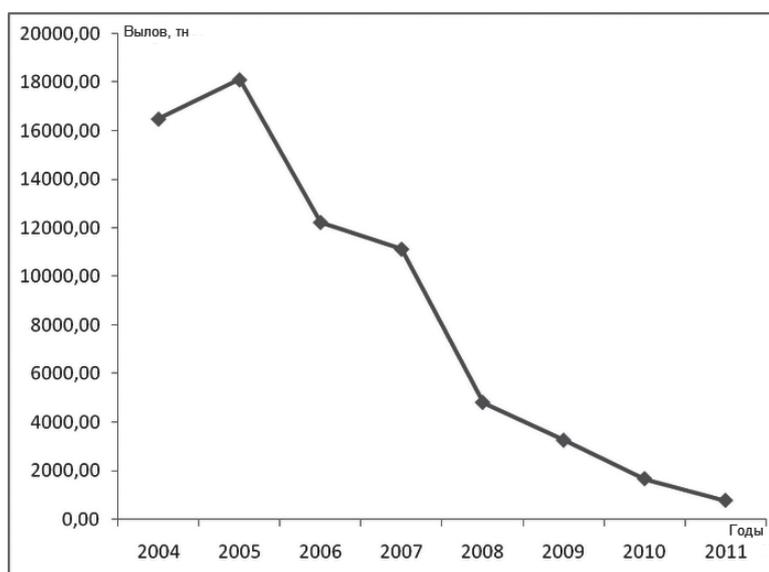


Рис. 4. Вылов каспийской кильки в 2004-2011 гг.

Соответственно и количество добывающих судов в Каспийском море резко уменьшилось (рис. 5).

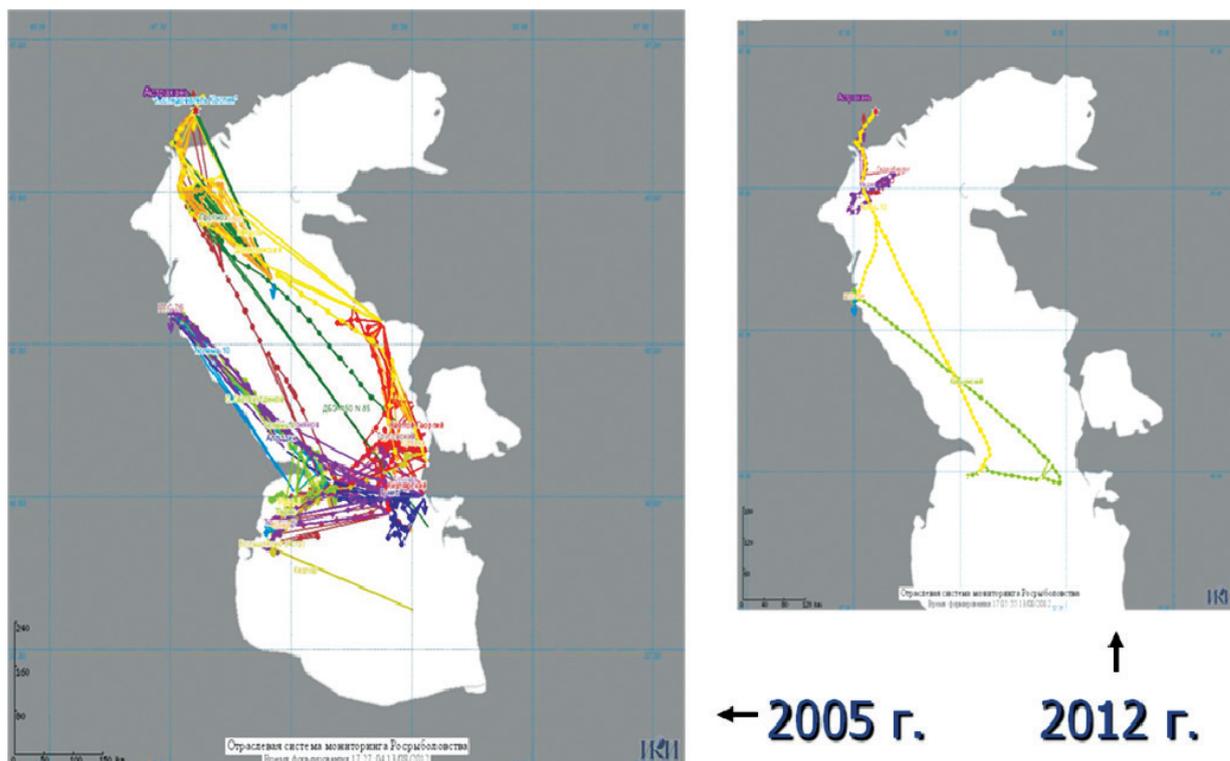


Рис. 5. Треки судов в Каспийском море в мае 2005 и 2012 годов

Большим шагом в развитии ОСМ явилась разработка ИКИ РАН подсистемы ОСМ «Разрешения», которая к началу 2015 г. была принята всеми приморскими территориальными органами Росрыболовства в опытно-промышленную эксплуатацию.

Внедрение в ближайшее время указанной подсистемы в промышленную эксплуатацию позволит не только повысить оперативность выдачи разрешений на добычу (вылов) водных биоресурсов, предоставив дополнительные сервисы должностным лицам Росрыболовства, но и организовать надлежащий учет выданных разрешений и изменений, внесенных в них, а также контроль выборки разрешенных для промысла объемов водных биоресурсов со стороны контролирующих органов государственной власти.

Для обеспечения надежности функционирования ОСМ разработана web-технология управления расписанием опроса судов в системе INMARSAT (Прошин и др., 2014).

Заключение

В заключение следует отметить, что создание ОСМ в 2000 г. внесло большой вклад в нормализацию состояния запасов водных биоресурсов и среды их обитания. Ситуация с состоянием запасов водных биоресурсов в конце 90-х гг., обусловленная варварским про-

мыслом, имела катастрофическую тенденцию, в частности, ведущую к необратимым изменениям экологии Охотского моря.

В настоящее время ОСМ является высоко востребованной распределенной информационной системой. Современная распределенная информационная система такого уровня по объему и разнообразию данных, а также многочисленности и разнообразию требований пользователей непрерывно совершенствуется, включая новые возможности, предлагаемые прогрессом информационных технологий.

На ближайшую перспективу развитие ОСМ планируется в следующих направлениях:

- обеспечение большей достоверности данных ОСМ;
- расширение возможностей комплексного анализа данных ОСМ;
- переход на отечественные технологии спутникового позиционирования судов (ГЛОНАСС);
- повышение информационной безопасности и др.

Значительная часть работ по созданию новых методов и технологий работы со спутниковыми данными, которые были использованы при создании и развитии ОСМ, выполнена в Российской академии наук (тема «Мониторинг», госрегистрация № 01.20.0.2.00164).

Литература

1. Андреев М.В., Лаврова О.Ю., Луян Е.А., Мазуров А.А., Митягина М.И., Наглин Ю.Ф., Солодилов А.В., Нестеренко А.А., Проценко И.Г., Прошин А.А., Пырков В.Н. Использование данных спутниковых РЛС для решения задач контроля позиционирования промысловых судов // Электронный журнал “Исследовано в России”. 2007. № 021. С. 211 - 222.
2. Балашов И.В., Халикова О.А., Бурцев М.А., Луян Е.А., Матвеев А.М. Организация автоматического получения наборов информационных продуктов из центров архивации и распространения спутниковых и метеоданных // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2013. Т. 10. № 3. С. 9–20.
3. Белоконь З.С., Гордов А.А., Лаврова О.Ю., Луян Е.А., Нестерова Е.В., Пырков В.Н., Рузаков Б.И., Феофилов Ю.В. Построение блока сравнительного анализа пространственных данных отраслевой системы Госкомрыболовства // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2008. Выпуск 5. Т. 2. С.430–437.
4. Гордов А.А., Дегай А.Ю., Пырков В.Н., Черных В.Н., Исследование эффективности алгоритма сопоставления судовых идентификаторов в автоматической идентификационной система (АИС) и отраслевой системы мониторинга Росрыболовства (ОСМ) по трекам судов // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015. Т. 12. № 2. С. 23–33
5. Ермаков В.В., Фомичев М.В., Бажутин О.В., Марченков В.В., Пырков В.Н., Черных В.Н., Солодилов А.В. Перспективы использования Автоматической идентификационной системы (АИС) в отраслевой системе мониторинга Росрыболовства // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2010. Т.7. № 2. С.149–156.
6. Ефремов В.Ю., Луян Е.А., Мазуров А.А., Прошин А.А., Флитман Е.В. Управление и контроль работоспособности систем автоматизированной обработки спутниковых данных // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2004. Выпуск 1. Т.1. С.467–475.
7. Луян Е.А., Мазуров А.А., Назиров Р.Р., Прошин А.А., Флитман Е.В., Крашенинникова Ю.С. Технологии построения информационных систем дистанционного мониторинга // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2011. Т. 8. № 1. С. 26–43.
8. Марченков В.В., Пырков В.Н., Черных В.Н. Использование методов обработки и анализа разнородных данных (data fusion) на примере треков судов рыболовного флота и ежесуточных судовых отчетов // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2012. Т.9. № 4. С.80–86.
9. Проценко И.Г. Информационная система рыболовства // Рыбное хозяйство. 2001. Спец. выпуск. С. 3–18.
10. Прошин А.А., Пырков В.Н., Черных В.Н., Дегай А.Ю., Кричевец Б.С. // Разработка технологии обеспечения непрерывности позиционного опроса судов в Отраслевой системе мониторинга рыболовства // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2014. Т. 11. № 4. С. 103–110.
11. Пырков В.Н., Солодилов А.В., Луян Е.А., Марченков В.В. Анализ тенденций рыболовного промысла с помощью отраслевой системы мониторинга // Десятая всероссийская открытая ежегодная конференция

- «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». Сб. тезисов конференции. Москва, ИКИ РАН, 12–16 ноября 2012 г.
12. Романов А.А. Концепции отраслевой службы спутникового научно-производственного мониторинга промысловых районов мирового океана. // Дистанционные методы мониторинга промысловых районов Мирового океана в задачах информационной поддержки отраслевой научно-производственной деятельности: Сб. науч. тр. ВНИРО. М., 1997.
 13. Семенов В.И., Ермаков В.В., Лупян Е.А., Пырков В.Н., Наглин Ю.Ф., Прошин А.А., Лаврова О.Ю. Текущее состояние и планы развития Отраслевой системы мониторинга Госкомрыболовства // Пятая конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». Сб. тезисов конференции. Москва, ИКИ РАН, 12–16 ноября 2007 г.
 14. Солодилов А.В., Пырков В.Н. Комплексный спутниковый мониторинг судов рыбопромыслового флота // Аэрокосмический курьер. 2011. № 2 (74). С. 68–70.
 15. Толпин В.А., Балашов И.В., Ефремов В.Ю., Лупян Е.А., Прошин А.А., Уваров И.А., Флитман Е.В. Создание интерфейсов для работы с данными современных систем дистанционного мониторинга (система GEOSMIS) // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2011. Т.8. № 3. С. 93–108.
 16. Gerritsen H., Lordan C. Integrating vessel monitoring systems (VMS) data with daily catch data from logbooks to explore the spatial distribution of catch and effort at high resolution. // ICES J. Mar. Sci. 2010. Vol. 68. P. 245–252.

Development and implementation of new satellite techniques in the fishery monitoring system

V.N. Pyrkov, A.N. Solodilov, A.Yu. Degai

Space Research Institute RAS, Moscow 117997, Russia

E-mail: vpyrkov@mail.ru

The article considers development of information technologies for building monitoring systems. Our work is based on the Fishery Monitoring System (FMS) developed with participation of Space Research Institute RAS for the Federal Fishery Agency of Russia. The emphasis is on developing the technique of integrated analysis of sea vessel tracks retrieved from satellite control units installed onboard fishing ships, satellite radar data and satellite data on sea ice condition. The presented integrated analysis technique is shown to have a good development potential in view of providing more complete and timely information in support of effective management decisions. The authors also consider the issues of integration of data provided by the Automatic Identification System to the FMS, implementation of the Permit subsystem and using the FMS data in long-term forecasts of sea fishing. There is a strong demand for further information technology development to ensure, in particular, food security for Russia.

Keywords: fishery monitoring system, synthetic-aperture radar images, ice condition, vessel track

References

1. Andreev M.V., Lavrova O.Yu., Lupyan E.A., Mazurov A.A., Mityagina M.I., Naglin Yu.F., Solodilov A.V., Andreev M.V., Lavrova O.Yu., Lupian E.A., Mazurov A.A., Mityagina M.I., Naglin Yu.F., Solodilov A.V., Nesterenko A.A., Protsenko I.G., Proshin A.A., Pyrkov V.N., Ispol'zovanie dannykh sputnikovyykh RLS dlya resheniya zadach kontrolya pozitsionirovaniya promyslovykh sudov (The use of satellite radar data for monitoring fishery vessels), *Issledovano v Rossii*, 2007, No. 021, pp. 211–222.
2. Balashov I.V., Khalikova O.A., Burtsev M.A., Loupian E.A., Matveev A.M., Organizatsiya avtomaticheskogo polucheniya naborov informatsionnykh produktov iz tsentrov arkhivatsii i rasprostraneniya sputnikovyykh i meteorodannykh (Organization of automatic data acquisition from satellite and meteorological data archiving and distribution centers) *Sovremennyye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2013, Vol. 10. No. 3, pp. 9–20.
3. Belokon' Z.S., Gordov A.A., Lavrova O.Yu., Loupian E.A., Nesterova E.V., Pyrkov V.N., Ruzakov B.I., Fefilov Yu.V., Postroenie bloka sravnitel'nogo analiza prostranstvennykh dannykh otraslevoi sistemy Goskomrybolovstva (Development of the data comparative analysis module for the Russian fishery monitoring system), *Sovremennyye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2008, Issue 5, Vol. 2, pp.430–437.
4. Gordov A.A., Degai A.Yu., Pyrkov V.N., Chernykh V.N., Issledovanie effektivnosti algoritma sopostavleniya sudovykh identifikatorov v avtomaticheskoi identifikatsionnoi sistema (AIS) i otraslevoi sistemy monitoringa Rosrybolovstva (OSM) po trekam sudov (Prospects of the comprehensive analysis of the Automatic identification system (AIS) data and Fishery monitoring system (FMS) information), *Sovremennyye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2015, Vol. 12, No. 2, pp. 23–33.

5. Ermakov V.V., Fomichev M.V., Bazhutin O.V., Marchenkov V.V., Pyrkov V.N., Chernykh V.N., Solodilov A.V., Perspektivy ispol'zovaniya Avtomaticheskoi identifikatsionnoi sistemy (AIS) v otraslevoi sisteme monitoringa Rosrybolovstva (Prospects for the use of Automatic Identification System (AIS) in the fishing monitoring system of Rosrybolovstvo), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2010, Vol. 7, No. 2, pp. 149–156.
6. Efremov V.Yu., Lupyan E.A., Mazurov A.A., Proshin A.A., Flitman E.V., Upravlenie i kontrol' rabotosposobnosti sistem avtomatizirovannoi obrabotki sputnikovyykh dannykh (The control and handling of the functionality of the systems of automatic processing of satellite data) *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2004, Issue 1, Vol. 1, pp. 467–475.
7. Loupian E.A., Mazurov A.A., Nazirov R.R., Proshin A.A., Flitman E.V., Krasheninnikova Yu.S., Tekhnologii postroeniya informatsionnykh sistem distantsionnogo monitoringa (Technologies for building remote monitoring information system), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2011, Vol. 8, No. 1, pp. 26–43.
8. Marchenkov V.V., Pyrkov V.N., Chernykh V.N., Ispol'zovanie metodov obrabotki i analiza raznorodnykh dannykh (data fusion) na primere trekov sudov rybolovnogo flota i ezhesutochnykh sudovykh otchetov (Using data fusion methods in application to fishing vessel tracks and daily vessel reports), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2012. Vol. 9, No. 4, pp. 80–86.
9. Protsenko I.G., Informatsionnaya sistema rybolovstva (The Information system of the monitoring of the fishery vessels), *Rybnoe khozyaystvo*, 2001, Special Issue, pp. 3–18.
10. Proshin A.A., Pyrkov V.N., Chernykh V.N., Degay A.Yu., Krichevets B.S., Razrabotka tekhnologii obespecheniya nepreryvnoi pozitsionnogo oprosa sudov v Otraslevoi sisteme monitoringa rybolovstva (Development of a technology to ensure continual ship positions tracking for the Sectoral Fisheries Monitoring System), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2014, Vol. 11, No. 4, pp. 103–110.
11. Pyrkov V.N., Solodilov A.V., Lupyan E.A., Marchenkov V.V., Analiz tendentsiy rybolovnogo promysla s pomoshch'yu otraslevoi sistemy monitoring (The analysis of sea fishing trends by means of Fishery monitoring system), *10 konferentsiya "Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa"* (10th Conf. "Current problems in remote sensing of the Earth from space"), Moscow, 12–16 November 2012, Book of Abstracts.
12. Romanov A.A., Kontseptsii otraslevoi sluzhby sputnikovogo nauchno-proizvodstvennogo monitoringa promyslovykh rayonov Mirovogo Okeana (Conceptual design of the service of satellite industrial monitoring of the Global Ocean fishing areas), In: *Distantsionnye metody monitoringa promyslovykh rayonov Mirovogo okeana v zadachakh informatsionnoy podderzhki otraslevoi nauchno-proizvodstvennoy deyatel'nosti* (Remote sensing methods of fishing areas monitoring in the Global Ocean for industrial tasks of information support of scientific activity), Moscow, VNIRO, 1997, pp. 7–32.
13. Semenas V.I., Ermakov V.V., Lupyan E.A., Pyrkov V.N., Naglin Yu.F., Proshin A.A., Lavrova O.Yu., Tekushchee sostoyanie i plany razvitiya Otraslevoi sistemy monitoringa Goskomrybolovstva (Current state and perspectives of Russian fishery monitoring system), *5 konferentsiya "Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa"* (5th Conf. "Current Problems in Remote Sensing of the Earth from Space"), Moscow, 12–16 November 2007, Book of Abstracts.
14. Solodilov A.V., Pyrkov V.N., Kompleksnyi sputnikovyi monitoring sudov rybopromyslovogo flota (Integrated satellite monitoring of fishing vessels), *Aferokosmicheskij kur'er*, 2011, No. 2 (74), pp. 68–70.
15. Tolpin V.A., Balashov I.V., Efremov V.Yu., Loupian E.A., Proshin A.A., Uvarov I.A., Flitman E.V., Sozdanie interfeysov dlya raboty s dannymi sovremennykh sistem distantsionnogo monitoringa (sistema GEOSMIS) (The GEOSMIS system: Developing interfaces to operate data in modern remote monitoring systems) *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2011, Vol. 8, No. 3, pp. 93–108.
16. Gerritsen H., Lordan C., Integrating vessel monitoring systems (VMS) data with daily catch data from log-books to explore the spatial distribution of catch and effort at high resolution, *ICES J. Mar. Sci.*, 2010, Vol. 68, pp. 245–252.