

Спутниковый сервис See the Sea - инструмент для изучения процессов и явлений на поверхности океана

Е.А. Лупян, А.А. Матвеев, И.А. Уваров,
Т.Ю. Бочарова, О.Ю. Лаврова, М.И. Митягина

Институт космических исследований РАН,
117997 Москва, Профсоюзная 84/32
E-mail: smis@smis.iki.rssi.ru

Настоящая работа посвящена описанию задач, основных возможностей и текущего состояния спутникового сервиса Sea The See (STS), созданного в ИКИ РАН для исследования различных процессов и явлений, происходящих на поверхности океана и в приповерхностном слое атмосферы, на основе данных спутниковых наблюдений. Сервис STS обеспечивает исследователям возможность работы со спутниковыми данными и результатами их обработки. Сервис позволяет не только выбирать различные наборы данных, но и проводить их анализ, также позволяет создавать описания различных процессов и явлений, вести базу данных таких описаний и использовать накопленную информацию для комплексного изучения различных процессов, причин их возникновения и развития.

Ключевые слова: сервис спутниковых данных, морская поверхность, процессы в океане, радиолокационные данные, дистанционное зондирование в видимом и ИК-диапазонах.

Введение

Размеры Мирового океана и большая изменчивость его характеристик затрудняют сбор сведений о процессах и явлениях, происходящих в самом океане и атмосфере над ним, поэтому значение наблюдений океана из космоса невозможно переоценить. Не случайно, поэтому, в последние десятилетия активно развиваются методы и технологии использования спутниковых систем дистанционного зондирования для исследования различных процессов происходящих в океане. В России работы по созданию методов и технологий, позволяющих использовать системы спутниковых наблюдений для решения широкого круга научных и прикладных задач, активно ведутся в различных исследовательских организациях (Асмус и др., 2005, Копылов, 2004, Лаврова и др., 2011). Область применения данных дистанционного зондирования, получаемых с различных спутников, применительно к морям и океанам, чрезвычайно широка и далеко не исчерпывается приведенным ниже списком:

- Изучение и мониторинг динамических и циркуляционных процессов в различных акваториях Мирового океана.
- Изучение и мониторинг температурного режима морей и океанов
- Изучение и мониторинг ледовой обстановки.
- Изучение и мониторинга метеорологической обстановки в различных районах Мирового океана.
- Изучение глобальной и региональной изменчивости состояния океана и происходящих в нем процессов.
- Анализ распространения и динамики размещения фитопланктона в целях определения биопродуктивности моря и цветения вод.
- Изучение и мониторинг опасных природных явлений (штормы, ураганы, цунами и т.д.).
- Мониторинг экологического состояния территорий и акваторий в районах добычи, переработки, транспортировки нефти и газа, других полезных ископаемых.
- Наблюдение за судами, выявление и отслеживание загрязнений, связанных с судоходством.
- Мониторинг уровня, стока и дельт крупных рек.
- Изучение ареалов распространения взвешенного вещества.

В последнее десятилетие достаточно быстро растет число спутниковых средств наблюдения, ориентированных на изучение Мирового океана, и увеличивается число различных информационных продуктов получаемых на их основе. Это открывает новые возможности получения все более разнообразной информации о явлениях, происходящих в океане. Фактически взрывной рост объемов информации, получаемой на основе данных дистанционного зондирования, и эффективная работа с ней, в том числе ее комплексный анализ, становится возможной только при использовании специальных систем и технологий, позволяющих оперировать с большими, постоянно пополняющимися архивами данных. Подобные технологии активно развиваются и в нашей стране (*Лупян Е.А., Мазуров А.А. и др. 2004, Лупян Е.А., Мазуров А.А. и др. 2011*). Эти технологии позволяют реализовать совершенно новые подходы работы с данными дистанционного зондирования. В частности, они позволили начать создание систем, использующих, так называемые, активные архивы. В такие архивы фактически интегрированы специальные инструменты (интерфейсы работы с данными), которые дают возможность не только быстро найти и выбрать необходимые для решения конкретных задач наборы данных, но и сразу провести их обработку и анализ. Это дает в руки ученых и специалистов, занимающихся изучением и мониторингом различных процессов, совершенно новые инструменты для работы с данными дистанционных наблюдений. Естественно, что для того, чтобы подобные системы были достаточно эффективными, они должны быть ориентированы на решение определенного класса задач. Это позволяет оптимизировать для этого класса задач как набор используемой информации, так и методы ее обработки, анализа и представления.

Основные задачи сервиса See the Sea

В Институте космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН) в 2011 году в рамках проекта РФФИ 11-07-12025-офи-м-2011 была начата работа по созданию такой системы, ориентированной на описание и изучение различных процессов и явлений, происходящих на поверхности океана, с использование возможностей спутниковых систем наблюдений. Система получила название спутниковый сервис See The Sea (STS). Настоящая работа посвящена описанию особенностей его построения, текущим возможностям и перспективам развития.

Создаваемая система должна обеспечить специалистам, работающим в области исследования Мирового океана, удобные инструменты не только для доступа к спутниковым данным и различным информационным продуктам, полученным на основе их обработки, но и проведение различных видов специализированного анализа информации. При этом специалисты должны получить возможность проведения комплексного анализа данных, различных по своей физической природе, пространственному разрешению, размерности и времени наблюдению. Это необходимо, поскольку комплексный анализ различной информации позволяет провести его более глубоко, и появляется возможность более качественно изучить и описать различные явления, возникающие в Мировом океане, которые определяются сложными механизмами взаимодействия гидродинамических, метеорологических и биологических факторов. При этом следует отметить, что для многих задач, связанных с интерпретацией спутниковых наблюдений, желательно иметь возможность совместного анализа и различной сопутствующей информацией (например, метеорологической). Поэтому создаваемые современные системы, обеспечивающие работу с данными наблюдений о состоянии окружающей среды, должны обладать также возможностью оперирования с различными видами информации.

Основной целью спутникового сервиса STS является обеспечение исследователей возможностями доступа и инструментами анализа информации, полученной на основе данных

дистанционных наблюдений, для изучения различных процессов, происходящих на поверхности океана. При этом исследователи, в идеале, должны получить возможность комплексного описания различных явлений и процессов, оценку их количественных и качественных характеристик, а также инструменты анализа для изучения условий возникновения и развития этих явлений, исследования пространственных и временных характеристик распределений различных явлений, наблюдавшихся в Мировом океане. Вследствие этого, спутниковый сервис STS должен состоять из следующих подсистем, ориентированных на решение его основных задач:

- подсистема сбора данных из различных источников и их обработки для получения различных информационных продуктов, необходимых для изучения явлений, наблюдавшихся в Мировом океане;
- подсистема ведения специализированных архивов спутниковых данных и результатов их обработки, обеспечивающая поиск и быстрый выбор необходимых наборов данных для проведения их анализа и обработки;
- подсистема, обеспечивающая работу интерфейсов к данным, которая фактически решает следующие основные задачи:
 - позволяет осуществлять удобный поиск и выбор наборов данных по заданным районам и периодам времени, в которых наблюдались исследуемые явления;
 - позволяя проводить анализ данных. В частности, обеспечивать возможность визуализации и совместного анализа различных типов данных, возможность их преобразования в удобный для анализа вид (например, контрастирование и построение различных цветосинтезированных композитов), а также возможность получения различных характеристик изучаемых объектов и т.д.
- подсистема создания и ведения описаний различных типов изучаемых явлений (ведения баз данных явлений по различным регионам наблюдений).
- подсистема система анализа различных явлений, включая возможность анализа пространственных и временных распределений, анализа различных характеристик и поиск связей между ними для построения различных моделей динамики различных процессов на поверхности океана.

Ниже мы более подробно остановимся на задачах и основных возможностях и функциях основных подсистем STS.

Типы данных, используемых в спутниковом сервисе See the Sea

В настоящее время спутниковый сервис STS ориентирован на работу со следующими основными типами спутниковых данных и результатов их обработки

Спутниковые данные.

В системе используются три основных вида спутниковых данных - поступающие от радиолокационных сенсоров спутникового базирования, данные метеорологических спутниковых систем и данные природоресурсных спутниковых систем.

Радиолокационные данные применяются в настоящее время для изучения широкого класса процессов и явлений, проявляющихся на морской поверхности посредством модуляции гравитационно-капиллярной составляющей спектра поверхностного волнения и протекающих в океане и атмосфере над ним. Система STS обеспечивает возможность работы с данными сенсоров SAR ERS-1,2, и ASAR Envisat, архив которых ведется в ИКИ РАН с 1999 года. На весну 2012 года в этих архивах было накоплено около 5000 сцен в основном по территории Черного, Балтийского и Каспийского морей. Следует отметить, что это один из немногих существующих архивов, содержащих такой объем данных по акваториям этих морей.

Данные метеорологических спутниковых систем обеспечивают наблюдения в основном в видимом и инфракрасном диапазонах. Этот вид данных используется для оценки различных характеристик морской поверхности. По ним, например, определяется цветность моря, определяется температура морской поверхности, оценивается ледовая обстановка, восстанавливаются характеристики течений и вихревых структур и т.д. Система STS обеспечивает возможность работы данными приборов AVHRR NOAA, MODIS Terra/Aqua, MERIS Envisat. Данные этих сенсоров накоплены в архивах ИКИ РАН за различные сроки, начиная с 2000 года по территории пограничных морей России. В настоящее время в архивах, с которыми оперирует STS, имеется несколько десятков тысяч сеансов данных.

Данные природоресурсных спутниковых систем обеспечивают наблюдения в видимой и инфракрасной областях спектра с достаточно высоким пространственным разрешением (несколько десятков метров). Эти данные используются для детального анализа различных морских процессов. Система STS обеспечивает возможность работы с данными сенсоров TM и ETM+ установленных соответственно на спутниках LANDSAT 5 и LANDSAT 7. В ИКИ РАН накоплены архивы этих данных по территории пограничных морей России, в настоящее время они уже интегрированы в спутниковый сервис STS. Это позволяет специалистам, использующим сервис, работать с несколькими десятками тысяч сцен этих данных.

Метеорологические данные.

Как мы уже отмечали, для комплексного анализа различных данных в системе должна иметься возможность работы и с метеорологической информацией. В настоящее время в STS используются архивы метеоинформации, созданные в ИКИ РАН на основе данных, поступающих из Национального центра атмосферных исследований США (NCAR) (<http://dss.ucar.edu/datasets/ds094.0/>). Эти данные получены с помощью модели NCEP Climate Forecast System Version 2 и представлены на основе регулярной сетки с шагом 0,5° и времененным разрешением 6 часов. Для архивных данных спутниковый сервис STS в настоящее время обеспечивает возможность работы со следующим набором метеорологический параметров: температура воздуха (средняя за период, минимальная и максимальная), количество осадков, относительная влажность, атмосферное давление, облачность, нисходящие и восходящие потоки солнечной радиации, скорость и направление ветра.

Картографическая информация.

В спутниковый сервис также интегрирована различная картографическая информация, которая может быть полезна при анализе различных процессов происходящих в приграничных морях России. Например, карты глубин, береговые линии, населенные пункты и реки находящиеся в береговой зоне и т.д.

Дополнительные наборы данных.

Спутниковый сервис STS изначально строится как достаточно открытая система, которая должна позволять интегрировать в себя дополнительные наборы данных. При появлении дополнительных спутниковых систем наблюдения, система будет просто расширяться. Например, в ближайшее время в нее планируется интегрировать данные со спутника NPP, серии нового поколения метеорологических спутников наблюдений США (http://jointmission.gsfc.nasa.gov/spacecraft_inst.html). Кроме того, в систему планируется постепенно включать новые виды информации, например: данные буев системы ARGO, данные из Интегрированной Базы Данных Спутниковой Альтиметрии (ИБДСА) и данные о позициях судов, получаемые на основе Автоматической Идентификационной Системы (АИС).

Кроме того, в спутниковом сервисе STS имеется возможность оперативно получать доступ к информации из внешних источников на уровне интерфейсов работы с данными. Так, например, исследователям, использующим сервис STS, по согласованию с владельцами ар-

хивов данных может быть открыт доступ к архивами данных НИЦ «Планета» (головная организация, обеспечивающая работу со спутниковых данными в интересах Росгидромета, <http://planet.iitp.ru/>), НЦ ОМЗ (центр приема и обработки данных ДЗЗ Роскосмоса, <http://www.ntsomz.ru/>), геопортала Роскосмоса (информационный ресурс поддерживаемый Роскосмосом, обеспечивающий доступ к каталогам и архивам данных, развивающимся в рамках Единой территориально-распределенной системы работы с данными ДЗЗ, создающейся Роскосмосом, <http://geoportal.ntsomz.ru/>).

Особо следует отметить, что имеющиеся на сегодня архивы данных в спутниковом сервисе STS постоянно автоматически пополняются. При этом в системе организовано автоматическое поступление информации из различных российских и зарубежных центров сбора и обработки данных. Схема организации поступления данных в спутниковый сервис STS представлена на рис. 1. Все данные, поступающие в систему, проходят автоматическую обработку и помещаются в специальные архивы данных, из которых возможен их быстрый выбор для проведения онлайн-обработки и предоставления пользователям через интерфейсы STS. На этапе входной обработки данных строятся также различные информационные продукты, ориентированные на проведение анализа различных океанических процессов и явлений.

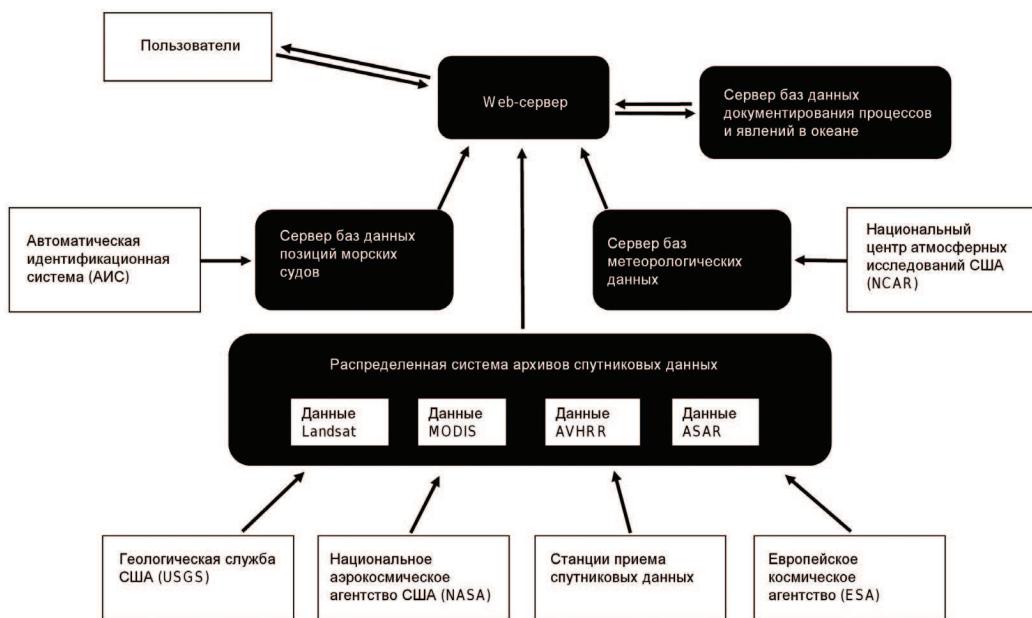


Рис. 1. Схема организации поступления данных в спутниковый сервис STS

Структура и основные функции спутникового сервиса See the Sea

В спутниковом сервисе STS автоматический сбор и обработку данных осуществляют специализированная **подсистема сбора данных и обработки данных (STS СОД)**. Для автоматизированного ведения архивов данных создана **подсистема ведения специализированных архивов (STS ВСА)**. Подсистемы STS СОД и STS ВСА созданы на основе разработанных в ИКИ РАН технологий сбора, архивации, обработки и распространения данных (Лупян Е.А., Мазуров А.А. и др. 2004, Лупян Е.А., Мазуров А.А. и др. 2011, Ефремов В.Ю., Лупян Е.А. и др. 2004, Ефремов В.Ю., Крашенинникова Ю.С. и др. 2007, Лупян Е.А., Мазуров А.А. и др. 2006). Отметим, что данные подсистемы рассчитаны на то, чтобы как источники данных, так и типы входной информации могут меняться и расширяться.

В спутниковом сервисе STS большое внимание уделено вопросу созданию интерфейсов работы данными. Для этого создана **специализированная система представления данных**

(STS СПД). STS СПД обеспечивает для пользователей работу с данными с помощью достаточно развитого картографического WEB-интерфейса. Это позволяет организовать работу с данными для распределенных групп исследователей, участвующих в различных научных проектах. Основой при создании системы STS стала технология GEOSMIS, разработанная в ИКИ РАН и хорошо зарекомендовавшая себя при построение систем работы с данными в различных научных и прикладных проектах выполняемых в Институте (Толпин В.А., Балашов И.В. и др, 2011). STS СПД обеспечивает решение нескольких основных групп задач:

- поиск и выбор нужного для анализа набора данных;
- проведение анализа данных и выделение информации о том или ином наблюдаемом на поверхности океана явлении;
- создание описания явления, наблюданного на поверхности моря, сохранение данного описания в специализированной базе данных;
- отображение и анализ информации о различных описанных явлениях.

В данной работе мы остановимся лишь на основных возможностях интерфейсов STS, обеспечивающих решение перечисленных групп задач. Поскольку спутниковый сервис STS позволяет работать с архивами данных, которые сегодня содержат в общей сложности более ста тысяч сцен различной информации более чем 10 лет, одной из основных процедур, которую вынужден осуществлять исследователь, работающий с сервисом – это поиск и выбор нужного ему для анализа набора данных. Поэтому особое внимание в интерфейсах, использующихся в сервисах, уделялось вопросам удобного выбора параметров для поиска данных (географический район, дата, время, тип информационного продукта, источник, из которого получены данные и т.д.). Специалист, работающий с сервисом, имеет возможность найти данные, удовлетворяющие заданным им параметрам и осуществить достаточно быстрый просмотр этих данных. При этом, можно осуществлять просмотр, как прореженных данных (кликабельных), так и информации в полном пространственном разрешении соответствующего сенсора. Вся информация (в независимости от прибора и продукта) будет представлена для просмотра в одной географической проекции по заданному району поиска. Это позволяет сразу сопоставить различные виды информации и выбрать необходимые для анализа. Выбранную информацию пользователь может поместить в специальный раздел интерфейса и в дальнейшем проводить анализ именно этой информации. Пример представления в интерфейсе STS данных, полученных от различных спутниковых систем по заданному району, приведен на рис. 2.

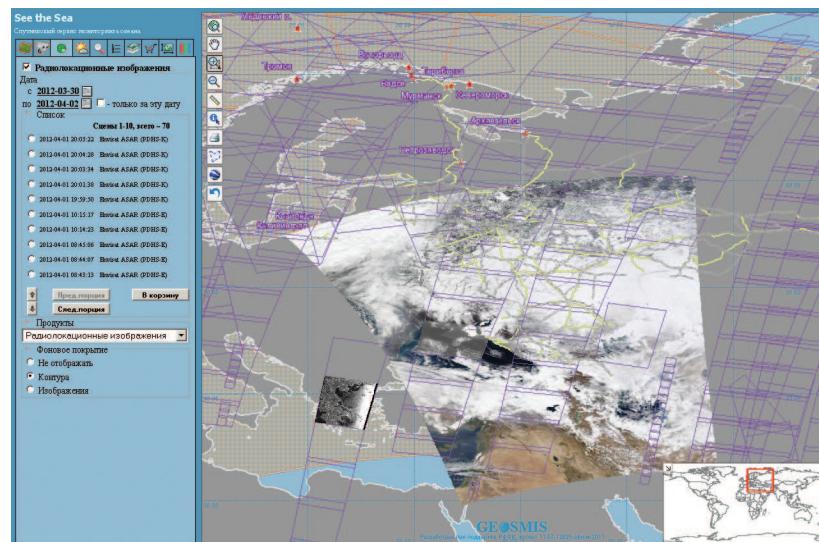
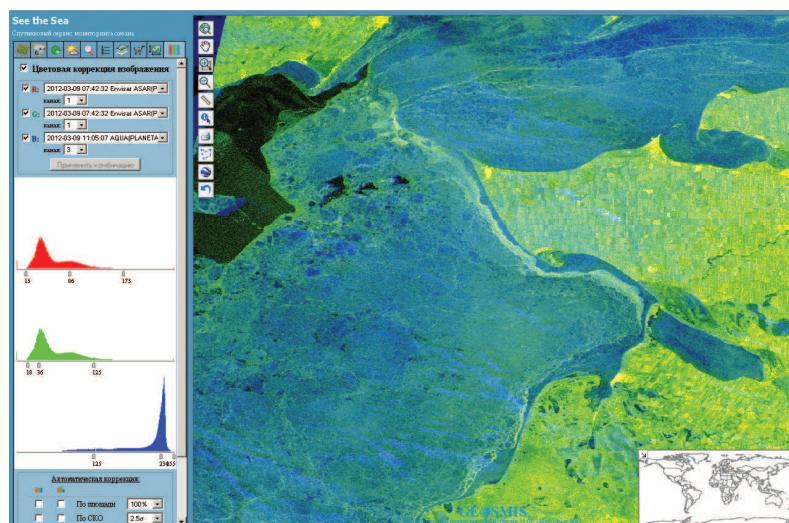


Рис. 2. Пример отображения в картографическом интерфейсе STS информации о наличии данных различных спутниковых систем

Произведя выбор данных, необходимых для анализа какого-то объекта или явления, исследователь может, используя возможности интерфейсов STS, начать проведение их анализа. Следует особо отметить, что такая возможность позволяет исключить достаточно трудоемкий этап работы с данными дистанционного зондирования, который в настоящее время присутствует практически во всех системах, использующих такие данные. Это этап создания собственной системы хранения, обработки и анализа данных, ориентированных на конкретный проект или организацию. Спутниковый сервис STS позволяет проводить операции преобразования и анализа данных, не перемещая их в какое-то специализированное хранилище, а получая данные «на ходу» из архивов STS. В настоящее время интерфейсы STS позволяют, в частности: проводить контрастирование данных, преобразование данных к различным шкалам, сравнение разновременных данных, построение различных цветоситезированных композитов на основе различных каналов и типов данных (в том числе, используя разновременные данные), оценку численных характеристик параметров различных объектов, поточечный анализ значений для различных продуктов и т.д. Некоторые примеры, такого анализа приведены на рис. 3. Следует отметить, что набор операций, которые можно производить с данными в интерфейсах STS, постоянно расширяется.

а)



б)

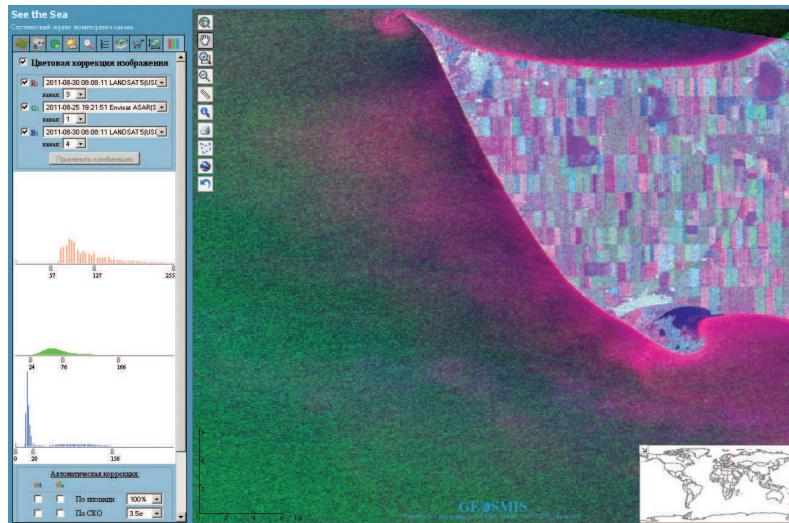


Рис. 3. Пример различных операций над спутниковыми данными и результатами их обработки, которые можно осуществлять в интерфейсах спутникового сервиса STS:

- а) пример анализа гистограмм и построения комплексных композитных изображений на основе данных различных спутниковых систем MODIS, и ASAR Envisat за 09.03.2012, северо-восточная часть Азовского моря;*
б) пример совместного анализа данных приборов LANDSAT-5 TM и ASAR Envisat за 25.08.2011, восточная часть Азовского моря

Как уже говорилось выше, основной задачей спутникового сервиса STS является обеспечение возможности анализа различных океанических процессов и явлений на основе спутниковых данных. При этом следует иметь в виду, что в настоящее время далеко не для всех явлений и типов наблюдения могут быть созданы системы автоматической обработки данных, позволяющие проводить поиск и выбор интересующих явлений. Особенно трудно поддаются автоматизации процесса обработки информации, поступающей от радиолокационных систем наблюдения. С учетом этих особенностей, спутниковый сервис STS в основном ориентирован на то, чтобы обеспечить для исследователя инструмент, позволяющий визуально найти тот или иной процесс, описать его, используя различную комплексную информацию, и сохранить эту информацию в специализированную базу данных (СБД) для ее дальнейшего анализа. Для решения этой задачи в STS создана **подсистема создания и ведения описаний различных типов изучаемых явлений** (STS ЯВЛ). STS ЯВЛ позволяет с помощью интерфейсов STS выделить то или иное явление или процесс, сформировать его описание и поместить в СБД. Пример выделения одного из таких объектов (нефтяное пятно) приведен на рис. 4.

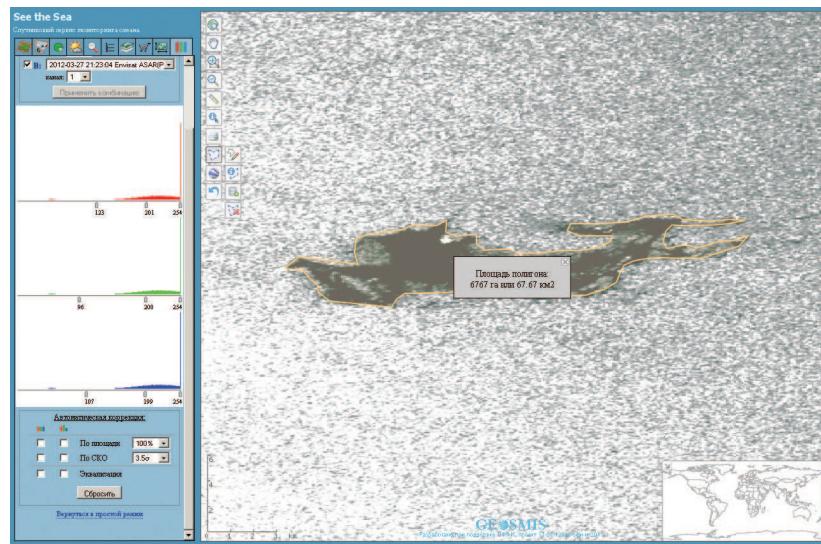


Рис. 4. Пример выделения на радиолокационном изображении ASAR Envisat пятна, образовавшегося в результате утечки природного газа на платформе ELGIN компании Total Северное море 27.03.2012. Площадь пятна более 60 кв. км

Для того, чтобы можно было наиболее эффективно проводить анализ различных явлений, их особенности и природу возникновения, в STS сделана попытка реализовать максимально стандартизированную схему описания набора, наиболее часто наблюдаемых и вызывающих интерес у исследователей, океанических процессов и явлений. Для этого определен список процессов и явлений, на работу с которыми ориентирован сервис STS. Для наиболее полного описания каждого такого процесса и явления из данного списка определен оптимальный набор, характеризующих их параметров и сформирован раздел СДБ, ориентированный на работу с тем или иным явлением. Например, описание нефтяного пятна на морской поверхности включает в себя: координаты начала и конца сливковой полосы, координаты центра пятна, совокупная длина сброса, общая площадь загрязнения, факт наличия судна – потенциального источника загрязнения и его координаты на момент съемки. Описание поверхностного проявления внутренних волн в море включает в себя: координаты центра пакета внутренних волн, глубина места, где выявлены поверхностные проявления внутренних волн, количество волн в пакете, длина фронта ведущей волны, ширина пакета, максимальная длина волны в пакете, направление распространения, наличие нелинейных

взаимодействий. Каждый же установленный факт наблюдения вихревых структур (вихри и диполи) сопровождается сопутствующей информацией: момент наблюдения, географическое местоположение, размеры малой и большой полуосей, диаметр, эксцентриситет, знак вращения, направление и скорость распространения, сведения об источнике и механизме генерации.

В настоящее время в спутниковом сервисе STS реализован действующий прототип подсистемы STS ЯВЛ, ориентированный на изучение следующих процессов и явлений: океанические вихревые структуры, вихревые структуры в приводном слое атмосферы, океанические внутренние волны, нефтяные загрязнения, обусловленные сбросами с судов, антропогенные загрязнения морской поверхности; поверхностные пленки биогенного происхождения; береговые стоки; районы цветение водорослей; атмосферные гравитационные волны; атмосферные и океанические фронты; дождевые ячейки, конвективные структуры в приводном слое атмосферы. Естественно, что список явлений и наборы, описывающие их параметров, являются открытыми и могут достаточно легко быть расширены и модифицированы.

Для того чтобы можно было в дальнейшем работать с СБД STS для исследования различных процессов и явлений, в составе STS создается **подсистема анализа различных явлений** (STS АЯ). Эта подсистема должна обеспечить не только возможность анализа различных характеристик изучаемых явлений, в частности пространственных и временных распределений, но и поиск связей между ними для построения различных моделей динамики изучаемых океанических процессов. В целом, спутниковый сервис STS должен обеспечить возможность реализации комплексных исследований. Примерная схема организации таких исследований с использованием спутникового сервиса STS приведена на рис. 5.

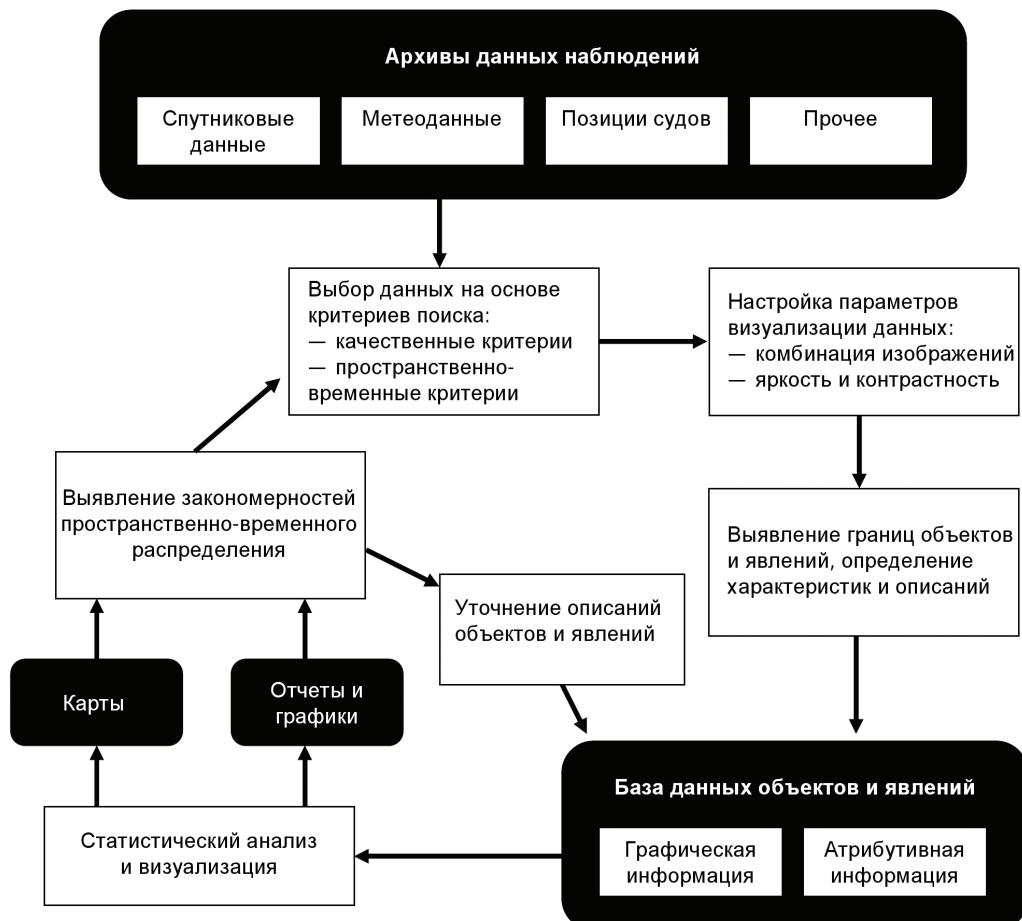


Рис. 5. Примерная схема исследований различных процессов и явлений в океане с использованием спутникового сервиса STS

Заключение

В заключение отметим, что спутниковый сервис STS с начала 2012 г. находится в опытной эксплуатации. На современном этапе на его основе решаются задачи некоторых научных проектов, выполняемых в ИКИ РАН. Так, например, на основе STS начаты работы по решению следующих задач:

- изучение вихревых структур и фронтальных зон в тестовых районах;
- выявление акваторий, наиболее подверженных загрязнениям нефтепродуктами и иными антропогенными загрязнениями;
- анализ статистики о пространственной, сезонной и межгодовой изменчивости динамических процессов в прибрежной зоне, влияющих на перенос загрязнений.

В тоже время, в ИКИ РАН ведутся активные работы по развитию спутникового сервиса STS. Эти работы выполняются в первую очередь по следующим направлениям:

- расширение состава информации, доступной пользователям STS для работы;
- расширение функциональности системы представления и анализа данных.

Планируется, что спутниковый сервис STS в перспективе должен стать доступным различным исследователям и специалистом, занимающимся изучением океанических процессов.

С текущими возможностями сервиса STS и об его использовании можно ознакомиться по адресу <http://ocean.smislab.ru/>.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ: проект 11-07-12025-офи-м-2011. Спутниковые радиолокационные данные предоставлены Европейским космическим агентством в рамках проектов C1P.6342 и Bear 2775.

Литература

1. Асмус В.В., Дядюченко В.Н., Загребаев В.А. и др. Наземный комплекс приема, обработки, архивации и распространения спутниковой информации // Труды НИЦ «Планета». 2005. Вып.1(46). С. 3-21.
2. Ефремов В.Ю., Крашенинникова Ю.С., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Прошин А.А., Флитман Е.В. Оптимизированная система хранения и представления географически привязанных спутниковых данных // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2007. Выпуск 4. Т. 1. С.125-132.
3. Ефремов В.Ю., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Прошин А.А., Флитман Е.В. Технология построения автоматизированных систем хранения спутниковых данных // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2004. Выпуск 1. Т.1. С.437-443.
4. Копылов В.Н. Разработка и реализация аппаратно-программного комплекса центра дистанционного зондирования Земли для решения задач космического мониторинга окружающей среды Севера Сибири. // Исследование Земли из космоса. 2004. № 6. С. 81-88.
5. Лаврова О. Ю., Костяной А. Г., Лебедев С. А., Митягина М. И., Гинзбург А. И., Шеремет Н. А. Комплексный спутниковый мониторинг морей России. М., ИКИ РАН., 2011. 470 с.
6. Лупян Е.А., Мазуров А.А., Назиров Р.Р., Прошин А.А., Флитман Е.В. Технология построения автоматизированных информационных систем сбора, обработки, хранения и распространения спутниковых данных для решения научных и прикладных задач // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2004. № 1. С. 81-88.
7. Лупян 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. Лупян Е.А., Мазуров А.А., Назиров Р.Р., Прошин А.А., Флитман Е.В. Технология построения автоматизированных информационных систем сбора обработки и хранения спутниковых данных для решения научных и прикладных задач / В кн.: Аэрозоли Сибири. Под ред. К.П. Куценкого. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2006. С. 458-470.

9. 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.
10. U.S. National Centers for Environmental Prediction [Environmental Modeling Center], updated daily: NCEP Climate Forecast System Version 2 (CFSV2) 6-hourly Products. Dataset ds094.0 published by the CISL Data Support Section at the National Center for Atmospheric Research, Boulder, CO, available online at <http://dss.ucar.edu/datasets/ds094.0/>.

The Satellite Service See the Sea – a tool for the study of oceanic phenomena and processes

E.A. Loupian, A.A. Matveev, I.A. Uvarov, T.Yu. Bocharova, O.Yu. Lavrova, M.I. Mityagina

*Space Research Institute of RAS,
117997 Profsoyuznaya str., 84/32, Moscow, Russia
E-mail:smis@smis.iki.rssi.ru*

This paper deals with the functionality, main problems, main possibilities and the current state of the information system – the satellite service having the work title “See the Sea”(STS). This system is designed and developed in the IKI RAS for the investigation of various processes and phenomena in the ocean and marine atmosphere on the base of different types of satellite remote sensing data. The STS information system provides scientists with the possibilities to deal with the satellite remotely sensed data as well as with the result of its analysis. The basic technologies are elaborated not only for creating data sets, but also for their analysis, for creation of various processes and phenomena descriptions, for managing data bases and for the use of collected scientific information in the investigation of complicated oceanic and atmospheric processes, their origination and development.

Key words: the satellite data service, the sea surface, oceanic processes, radar data, remote sensing in the IR and visual bands.