

ВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ

УДК 639.2.053.1+551.46.07:629.783

ОКЕАНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОМЫСЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОСМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

© 2011 г. И.А. Полищук, В.А. Архипов, С.Н. Бурыкин

ФГУП «Атлантический научно-исследовательский институт рыбного
хозяйства и океанографии», Калининград 236022

Поступила в редакцию 21.07.2010 г.

В статье приводятся результаты работы АтлантНИРО по использованию спутниковой информации о температуре, альтиметрии, концентрации хлорофилла на поверхности океана. Представлены региональные геоинформационные системы для промысловых районов Центрально-Восточной Атлантики и Антарктической части Атлантики. Обозначены перспективы развития научно-информационного обеспечения отечественного рыболовства с использованием данных дистанционного зондирования Земли.

Ключевые слова: спутник, температура, рыболовство, океанология, дистанционное зондирование.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из перспективных задач отечественного рыболовства на ближайшие годы остается рациональное изъятие водных биологических ресурсов (ВБР) в открытых районах Мирового океана (Морская доктрина РФ, 2001).

В последние годы значение промысловой океанологии как в системе рыбохозяйственной науки, так и в науке об океане в целом существенно увеличилось. Это связано с несколькими причинами. Во-первых, возросли требования к точности и обоснованности определения параметров рационального использования промысловых биоресурсов океана. Стало очевидным, что в математических моделях эксплуатируемых популяций гидробионтов, которые используются для регулирования промысла и управления запасами, необходимо более полно и объективно учитывать факторы среды обитания (Чернышков, 2002). Во-вторых, наблюдающиеся в различных районах Мирового океана изменения океанологических условий планетарного масштаба диктуют необходимость их глубокого изучения с целью предвидения возможных последствий для биоты океана (Вялов, Чернышков, 2004). В-третьих, появление новых видов и источников информации об океане, прежде всего спутниковых, а также создание свободных для общего доступа международных банков ретроспективных и оперативно поступающих данных предоставляют широкие возможности получения принципиально новых представлений о масштабах и механизмах процессов, происходящих в океане и атмосфере. Регулярные спутниковые измерения температуры поверхности, данные о концентрации хлорофилла, аномалиях уровня поверхности океана и развитие математических методов их обработки позволяют определять потенциальные места скопления рыбы и могут служить основой для прогностических расчетов условий промысла. Орбитальные средства обладают известными преимуществами по географии обзора и объемам получаемой информации, обеспечивают выполнение одного из важнейших требований к методике проведения исследований биопродуктивности вод Мирового океана – неразрывность во времени их проведения. Опыт АтлантНИРО, других отраслевых и академических НИУ РФ убедительно свидетельствуют о возможности эффективного решения многих глобальных и региональных задач океанографии по данным дистанционного

зондирования океана (ДЗО). Учитывая чрезвычайно высокую стоимость прямых морских наблюдений, использование спутниковых океанологических измерений переводит решение основных задач промысловой океанологии на качественно новый уровень (Сайт www.planet.iitp.ru).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

В АтлантНИРО разработана и внедрена автоматизированная система использования спутниковой информации для нужд морского рыболовства. Система основана на использовании данных дистанционного зондирования океана, полученных из специализированных электронных баз, размещенных в Интернете. Принятые данные подвергаются последующей тематической обработке, с применением созданного в институте программного обеспечения. Система предназначена для быстрого доступа сотрудников института к спутниковым данным. Она позволяет оперативно отслеживать изменение различных параметров окружающей среды в любой точке мирового океана. Они включают данные о температуре поверхности океана (ТПО-SST), данные об аномалиях уровня поверхности океана (Альтиметрия-SSHA), данные о концентрации хлорофилла (Chlorophyll) (Сирота и др., 2004). Окончательные результаты представляются в картографическом виде. На рисунке 1 приведена блок-схема системы.

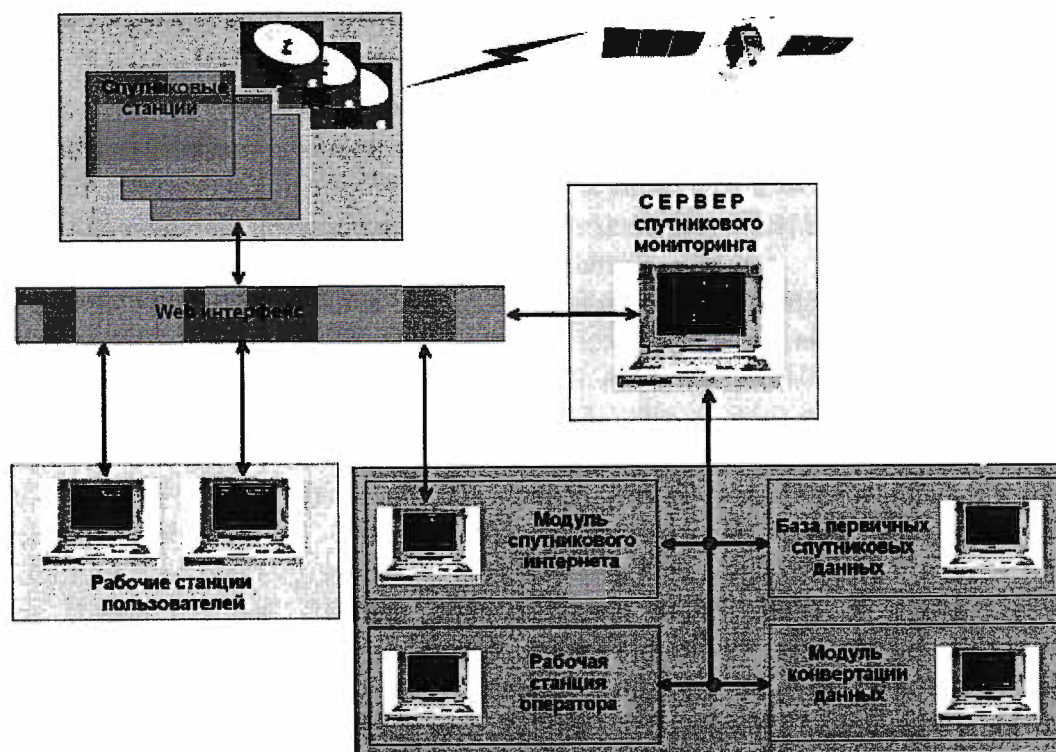


Рис. 1. Блок-схема интерактивной системы спутникового мониторинга АтлантНИРО.

Fig. 1. Flowchart of interactive system of satellite monitoring at AlantNIRO.

Данные дистанционного зондирования принимаются через интернет-сеть и заносятся в соответствующую тематическую базу данных. После обработки (Вайновский, Малинин, 1991, 1992) они поступают на сервер спутникового мониторинга (ССМ).

Для каждой характеристики система позволяет хранить данные за определенный срок. Для различных параметров эти сроки разные. Все данные после

предварительной обработки в модуле конвертирования данных поступают на ССМ. Новые данные заменяются старыми, переносимыми в архив, который также расположен на ССМ, и при дополнительном запросе доступен пользователям. На рисунке 2 представлена главная страница системы. Пользуясь соответствующим интерфейсом, можно выбрать нужный параметр. Названия параметров расположены в левой части интерфейса. Затем выбирается интересующий пользователя район и уточняются координаты. Этот же интерфейс позволяет выбрать интересующую дату.

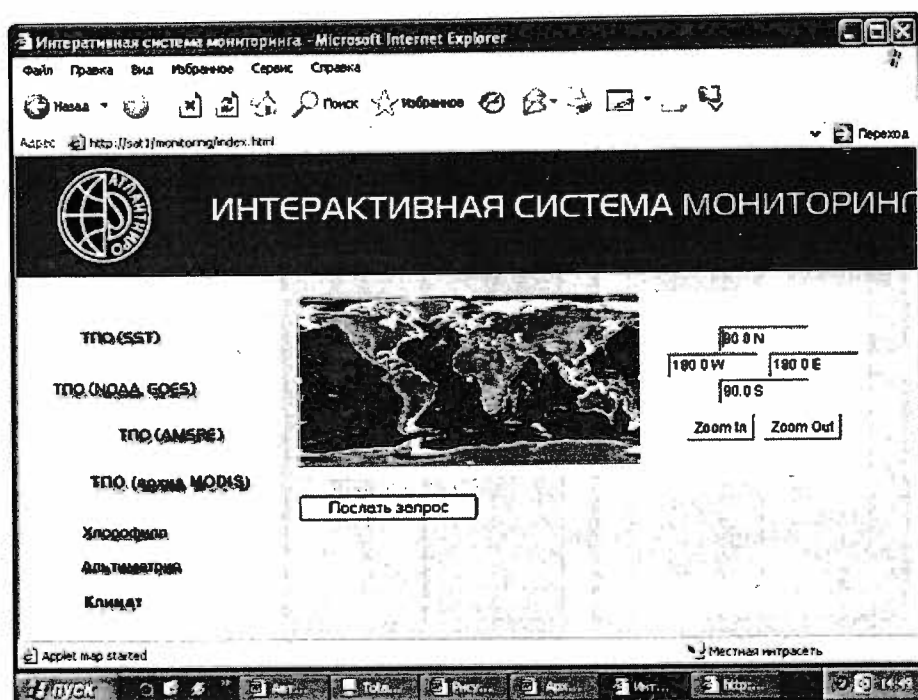


Рис. 2. Интерфейс автоматизированной системы спутникового мониторинга.

Fig. 2. Interface of computerized system of satellite monitoring.

Выбор даты для каждого параметра имеет свою особенность. Данные о температуре поверхности океана обновляются не менее 3-х раз в неделю. Информация, получаемая со спутников NOAA, Meteosat и GOES, как правило, усредняется за 3 дня, т.к. районы очень часто закрыты облачностью (Сайт www.eumetsat.int). Данные ТПО (системы AMSRE) (получаемые в микроволновом диапазоне), на которые облачность не влияет, также обновляются 3 раза в неделю (Сайт www.ssmi.com). Данные по хлорофиллу усредняются за неделю, т.к. зависят не только от облачности, но и от светового дня. Кроме этого для ТПО и хлорофилла даются среднемесячные данные. Данные по высоте уровня поверхности океана также усредняются за неделю.

В системе применяется новая схема организации интерфейсов к архивам спутниковых изображений (рис. 3), которая открывает новые перспективы создания распределенных архивов спутниковых данных, с возможностью получения требуемых изображений «на лету» на основе данных, находящихся в разных центрах приема и обработки спутниковых данных.

Для глобального мониторинга в системе предусмотрена конвертация запрошенной информации в файлы формата KML, для отображения в программе Google Earth. Спутниковые изображения и тематические карты могут быть

преобразованы в «Слои» (Layers), а навигационные данные судов и данные промысловой статистики – в «Метки». В качестве ГИС клиента на промысловых судах целесообразно использовать программный продукт от GOOGLE – Google Earth (рис. 4).

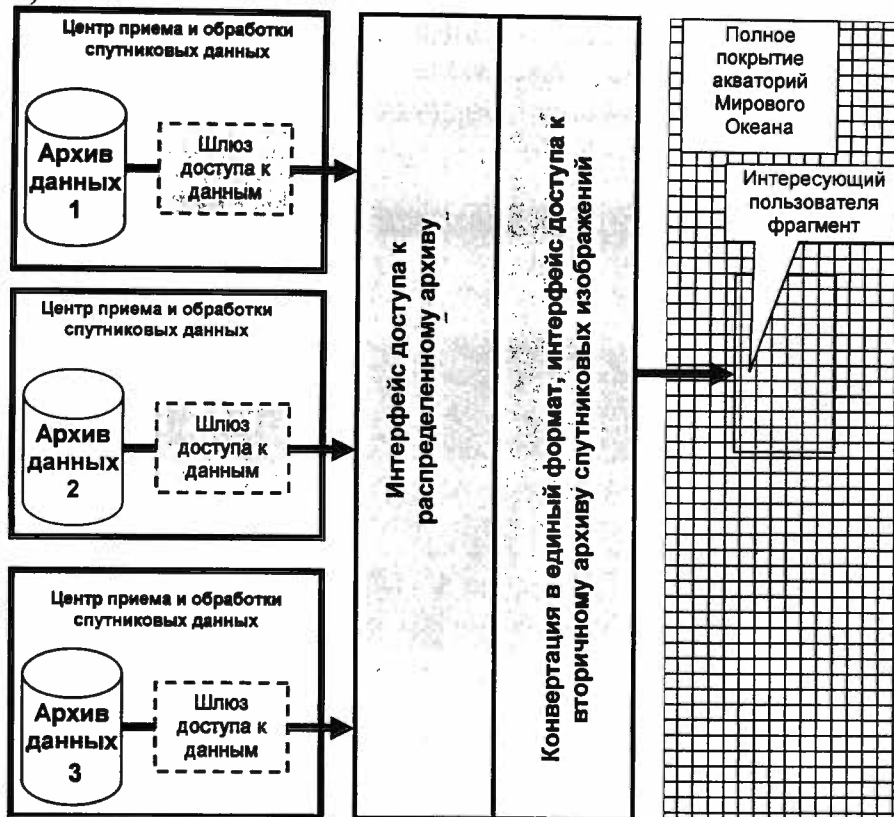


Рис. 3. Обобщенная схема интерфейсов к распределенным архивам спутниковых данных.
Fig. 3. Generalized scheme of interfaces for distributed archives of satellite data.

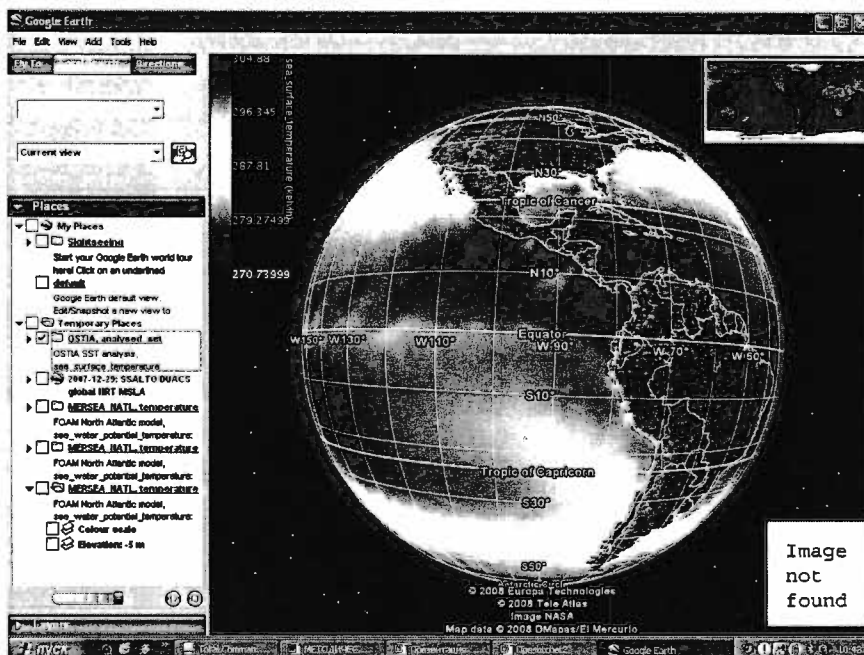


Рис. 4. Пример отображения ТПО в программе Google Earth.
Fig. 4. Exemplary representation of surface water temperature in the program Google Earth.

Как интерфейс в блоке анализа промыслово-океанологической ситуации используется известный движок OpenLayers (рис. 5).

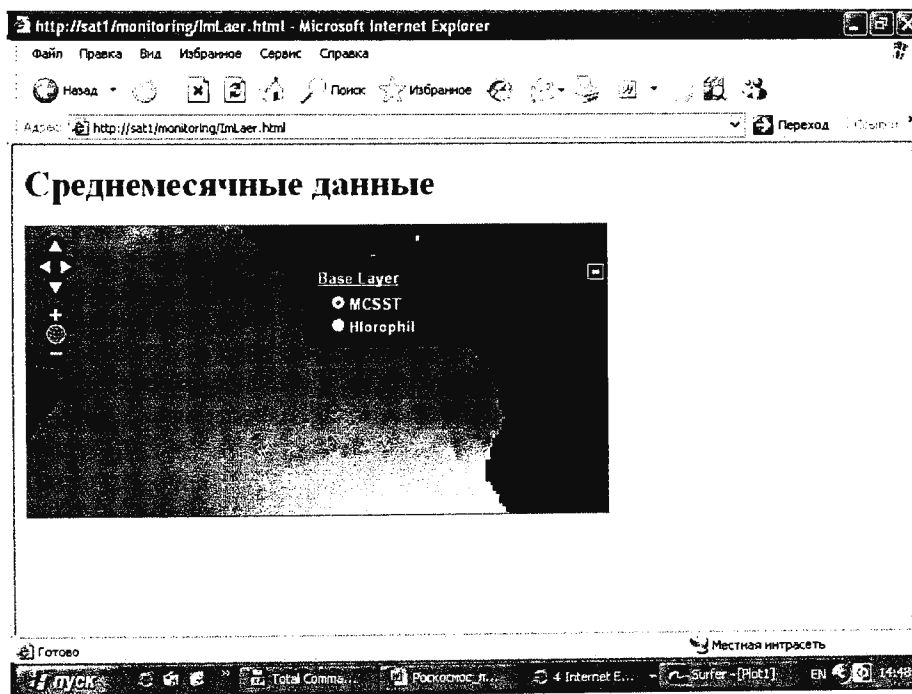


Рис. 5. Программный графический интерфейс OpenLayers.

Fig. 5. Software graphic interface OpenLayers.

Он представляет собой OpenSource библиотеку, написанную на JavaScript и предназначенную для создания карт на основе программного интерфейса (API), подобного GoogleMap API или MSN Virtual Earth API.

OpenLayers обладает следующими возможностями: добавления на карту панели навигации; сдвига карты; изменения масштаба карты; получения координат точки, добавления панели управления видимостью/невидимостью слоев карты; выбора произвольного объекта и получения атрибутивной информации о нем; управления прозрачностью используемых слоев карты; добавления к карте определяемых пользователем элементов (точек, линий, полигонов); множество других возможностей OpenLayers, которые, вместе с примерами их использования и документацией доступны на официальном сайте.

Для графической визуализации данных анализа используется программный интерфейс (API) Amline (<http://www.amshart.com>), реализованный на основе Flash технологии.

Важным этапом развития промыслово-океанологических исследований является создание региональных геоинформационных систем (ГИС), состоящих из базы геоданных и пакета прикладных программ, предназначенных для хранения, обработки, визуализации, анализа и интерпретации больших по объему массивов промыслово-океанологических данных. Базы геоданных создаются для конкретного промыслового района, а пакет прикладных программ формируется на основе лицензионных программ, поставляемых разработчиком.

Для создания ГИС по району Центрально-Восточной Атлантики, кроме спутниковой информации, использовался массив данных контактных наблюдений,

проводимых в течение 20 экспедиций в район Марокко и Мавритании в период с 1994 по 2007 гг., более 2 000 комплексных океанологических станций, 600 гидрологических разрезов (Глеза, 2006). За основу при создании ГИС по району ЦВА взят программный пакет компании ESRI (Институт изучения окружающей среды) ArcGIS 9.0. Выбор данного программного продукта обусловлен широким использованием предыдущих версий отдельных программ данного производителя (Li, Saxena, 1993), а также широким применением этих систем в морских исследованиях, как в отечественных, так и в зарубежных институтах (Lockwood, 1995).

ГИС для района Антарктической части Атлантического океана представляет собой географическую базу данных (GDB), созданную в среде ArcGIS 9.1. Система рассчитана на формирование базы данных пространственной информации для различных биологических, физических и химических характеристик в пределах данной акватории (Meaden, 2000). Система включает натурные данные рейсов АтланТИРО, данные промысловых атласов, спутниковые данные (Глеза, 2006). Программа позволяет собрать в единую географическую базу данных как пространственные данные в виде векторной и растровой информации, так и табличные данные, импортированные из других форматов.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Геоинформационная система для района Центрально-Восточной Атлантики. Стандартный набор функций данного программного пакета позволяет работать с базами пространственно распределенных данных, а также он удобен для загрузки ретроспективных материалов, находящихся в различных форматах и приведения их к общему виду. Имеющиеся функции создания и управления базами геоданных облегчают доступ и хранение различных видов информации. Имеется большое количество открытых разработок и модулей для данного пакета, облегчающих выполнение стандартных операций, а также программа обладает встроенными языками программирования Microsoft Visual Basic и Python.

При интеграции имеющихся материалов в ГИС на основе ArcGIS 9.0 разработана общая структура баз геоданных, хранящих различные виды данных, таких как гидрологические наблюдения, результаты планктонных проб, гидробиологических определений, ихтиологических работ, а также материалы дистанционного зондирования поверхности океана из космоса. Следует отметить, что в общей структуре базы геоданных присутствуют дополнительные связующие поля, позволяющие свободно переходить от одного вида данных к другим, полученным в то же время в той же точке. Схема установки пространственно временных связей между различными материалами возможна даже в случае принципиального различия между связуемыми материалами.

Имеющаяся ГИС предоставляет дополнительные возможности визуализации промыслово-океанологических материалов, построения синтетических карт, представления различных характеристик в трехмерном пространстве, например представление фронтальной зоны между центральными водными массами района Канарского апвеллинга (рис. 6), положение и форма фронта рассчитана по температуре и солености, за фронт взята величина 50% соотношения смеси двух водных масс.

Также, одним из промежуточных результатов создания ГИС по району ЦВА является атлас гидрологических условий в р-не Канарского апвеллинга по результатам съемок, проводимых АтлантНИРО по международным соглашениям с Марокко и Мавританией в 1994-2007 гг.

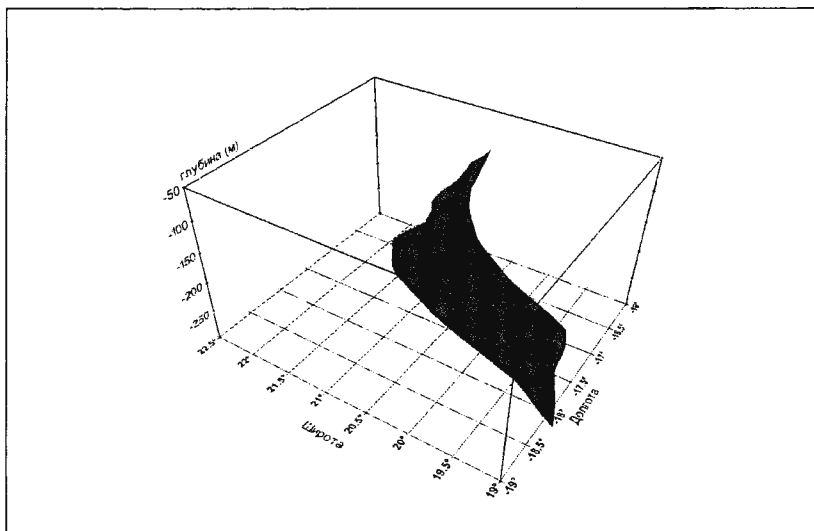


Рис. 6. Форма фронта между центральными водными массами в р-не мыса Кап-Блан.

Fig. 6. Front's shape between central water masses in the area of cape Kap-Blan.

Геоинформационная система для района Антарктической части Атлантического океана (Antarctic part of South Ocean). Структура GIS SEPO:

1. Спутниковые данные представлены в виде растровых поверхностей, которые характеризуют температуру поверхности океана (SST) для различных временных этапов, аномалии температуры поверхности океана, атмосферное давление на уровне океана, а также аномалии уровня поверхности океана.

2. Натурные данные представлены в виде таблиц, имеющих пространственную локализацию в точках и полигонах. Для данного блока имеется информация о распределении по поверхности океана флота, солености, температуры, вылова криля, фито- и зоопланктона.

Система включает в себя возможности структурирования разнообразной информации, отображения ее в табличном, графическом и картографическом видах. На основании имеющихся данных существует возможность проведения пространственного анализа с использованием, как встроенных инструментов программы, так и дополнительного модуля Spatial Analyst.

Возможности GIS SEPO представлены как: ввод, хранение, обработка пространственной информации; просмотр и редактирование баз данных в пользовательских приложениях Microsoft Access и FoxPro; выборка данных по заданным параметрам (пространственное распределение, временные интервалы и конкретные даты, качественные и количественные характеристики); пространственная интерполяция по заданным пользователем параметрам; создание инвентаризационных, аналитических и синтетических карт; импорт данных из других пространственных, табличных и текстовых форматов; экспорт данных и обработанных результатов в пользовательские программы для дальнейших анализа и обработки (Microsoft Excel – *.xls, Базы данных *.dbf, ASCII – *.txt, графические

форматы векторные – *.emf и растровые – *.jpg, *.tif, *.bmp, Adobe Acrobat – *.pdf); оформление карт для печати и печать отчетов.

При использовании дополнительного модуля существует возможность создания анимационных приложений для визуализации пространственных и временных изменений явлений.

Возможности использования системой пространственного анализа: вычисление аномалий температуры поверхности океана для всего полигона данных и для заданной акватории; вычисление средних значений температуры за определенный период времени на заданной акватории; проведение районирования акватории по заданным параметрам; проведение математических действий (сложение, вычитание, умножение и деление на заданный коэффициент) с различными геополями данных; интерполяция данных; оверлейные операции с картами (наложение, бланкование, создание буферных зон).

Вся представленная информация содержит данные дистанционного зондирования, экспедиционные данные, а также данные, интерпретированные под определенную задачу. Единое пространственное разрешение $1^\circ \times 1^\circ$ для всех видов информации позволяет без дополнительной обработки проводить математический анализ и сравнение данных. Акватория покрытия ДДЗ ограничена: на востоке – береговой линией Южной Америки, на севере – 5° ю.ш., на западе – 105° з.д., на юге – 50° ю.ш.; экспедиционные данные имеют большее распространение на запад, достигая 150° з.д. (размерный состав особей) и 170° з.д. (присутствие флота). Различная временная дискретность ограничивает анализ, позволяя совмещать данные лишь при частоте в один месяц. Спутниковые и экспедиционные данные имеют единый временной период, заключенный в пределах с 1982 по 1991 гг. включительно. Аномалии уровня океана получены только для периода, начинающегося с 1992 г., что не дает возможность использовать их при сопоставлении с экспедиционными данными. Данные по размерному составу рыб и присутствию флота локализованы в узлах одноградусных квадратов, но взаимно не совпадают при месячном распределении. Это ограничивает их совместное использование, позволяя анализировать не между собой, а посредством растровых геополей.

ОБСУЖДЕНИЕ

Появление в последние годы новых видов и источников данных об океане, таких, как результаты материалов спутникового сканирования поверхности океана, вертикального зондирования толщи воды дрейфующими буями в рамках проекта «Argo» привело к росту объемов получаемой и накапливаемой океанологической информации. Традиционные способы хранения, обработки и анализа информации уже не позволяют в полной мере получать желаемые результаты, что обуславливает необходимость использования более эффективных способов систематизации, визуализации, и анализа пространственно распределенных данных. Весьма перспективным в этом плане представляется применение стремительно развивающихся в последние годы геоинформационных технологий, которые эффективно применяются в различных областях науки и практики (Valavanis et al., 2003).

Главным этапом внедрения геоинформационных технологий в промыслово-океанологических исследованиях является создание региональных геоинформационных систем (ГИС), состоящих из базы геоданных и пакета

прикладных программ, предназначенных для хранения обработки, визуализации, анализа и интерпретации больших по объему массивов промыслово-океанологических данных. Базы геоданных создаются для конкретного промыслового района, а пакет прикладных программ формируется на основе лицензионных программ, поставляемых разработчиком.

Начиная с 2005 г., в АтлантНИРО проводятся работы по внедрению геоинформационных технологий в научное обеспечение российского промысла в отдаленных и больших по площади океанических районах. С использованием лицензионного пакета прикладных программ ArcGIS-9.0, разработанного Институтом исследований окружающей среды (ESRI, USA), были созданы геоинформационные системы для промысловых районов Центрально-Восточной Атлантики (ЦВА) и Антарктической части Атлантики (АЧА). В ЦВА ведется широкомасштабный промысел массовых пелагических рыб, а в АЧА в последние годы возобновлен российских промысел антарктического криля, вылов которого в 1980-1990-е годы прошлого столетия составлял 350-400 тыс. т ежегодно.

В процессе работ был приобретен ценный опыт адаптации сложных разработок в области геоинформационных технологий к конкретным задачам научного обеспечения эффективного промысла в этих районах, в том числе эффективного использования данных спутникового зондирования поверхности океана в базах геоданных.

С использованием геоинформационных технологий становится возможным решение следующих задач:

- комплексный анализ промыслово-океанологических данных;
- синтезирование и агрегирование информации;
- формулировка и проверка гипотез относительно взаимосвязей между разнородными процессами и явлениями, происходящими в промысловом районе.

При этом обеспечивается хранение, анализ, моделирование, визуализация и интеграция всех имеющихся в наличии промыслово-океанологических данных о конкретном районе промысла в Мировом океане.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обобщая вышеизложенное, можно сделать следующие выводы:

1. Создание региональных баз промыслово-океанологических данных позволяет существенно продвинуться в плане формирования и верификации новых научных гипотез о взаимосвязи явлений и объектов, изучаемых промысловой океанологией.

2. ГИС на основе ДДЗ позволяет получать качественно новую информацию, и за счет этого существенно повышать достоверность имеющихся и вновь поступающих данных.

Прикладное значение баз данных в ГИС состоит в том, что в результате аналитических процедур для принятия решений подготавливается синтетическая информация в виде электронной карты, визуально представляющей изучаемую проблему через систему нанесенных на нее условных обозначений.

3. В результате применения новых методов анализа данных и картографического моделирования становится возможным решение следующих важных задач:

- комплексный порайонный промыслово-океанологический анализ, проводимый на базе использования картографического отображения результатов исследований;
- синтезирование и агрегирование информации с учетом появления новых факторов;
- корректировка существующей статистической информации с учетом проявления новых факторов;
- оценка реального промыслового потенциала того или иного района;
- формулировка нетривиальных гипотез относительно наличия взаимосвязи между разнородными показателями на базе сравнительного анализа ранговых картограмм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Вайновский П.А., Малинин В.Н. Методы обработки и анализа океанологической информации. Ч. 1. Одномерный анализ. С-Пб.: РГМИ, 1991. 136 с.

Вайновский П.А., Малинин В.Н. Методы обработки и анализа океанологической информации. Ч. 2. Многомерный анализ. С-Пб.: РГМИ, 1992. 96 с.

Вялов Ю.А., Чернышков П.П. Глобальные изменения гидроклимата, биологической и промысловой продуктивности вод Атлантического и Тихого океанов в связи с режимами вращения Земли. Калининград: АтлантНИРО, 2004. 146 с.

Глеза И.Л. Диагноз и прогноз состояния промысловых биоресурсов в океанических районах на основе геоинформационных технологий / И.Л. Глеза, П.П. Чернышков // Рыбное хозяйство. 2006. №6. С. 51-55.

Морская доктрина РФ // Рыбное хозяйство. №5. 2001. С. 3-11.

Сайт www.planet.iitp.ru

Сайт www.eumetsat.int

Сайт www.ssmi.com

Сайт www.amshart.com

Сирота А.М., Лебедев С.А., Тимохин Е.Н., Чернышков П.П. Использование спутниковой альтиметрии для диагноза промыслово-океанологических условий в Атлантическом и юго-восточной части Тихого океанов. Калининград: АтлантНИРО, 2004. 68 с.

Чернышков П.П. Материалы XII Международной конференции по промысловой океанологии. Калининград: АтлантНИРО, 2002. С. 5-6.

Li R., Saxena N.K. Development of an integrated marine information system // Marine Geodesy. 1993. V. 16. Pp. 293-307.

Lockwood M., Li R. Marine Geographic Information Systems: what sets them apart // Marine Geodesy. 1995. V. 18. Pp. 157-159.

Meaden G.J. GIS in Fisheries Management // GeoCoast. 2000. V. 1. №1. Pp. 82-101.

Valavanis V., Georgakarakos S., Koutsoubas D., Arvanitidis C., Haralabus J. Development of a marine information system for Cephalopod fisheries in the Greek Seas (Eastern Mediterranean) // Bull. Mar. Scien. 2003. V. 71. №2. Pp. 867-882.

OCEANOLOGICAL PROVIDING FISHERIES WITH SPACE INFORMATION

© 2011 y. I.A. Polishchuk, V.A. Arkhipov, S.N. Burykin

*FGUP «Atlantic Scientific Research Institute of Marine Fisheries
and Oceanography», Kaliningrad*

The paper presents AtlantNIRO's working data using of satellite information on surface water temperature, altimetry data and chlorophyll concentration on water surface for fisheries oceanology. There are presented some workings on development of regional geoinformation systems for fisheries areas in the Central Eastern Atlantic and Antarctic part of Atlantic. Perspectives of development for scientific and informational providing domestic fishery with the Earth remote sensing data are denoted.

Key words: satellite, temperature, fisheries, oceanology, remote sensing.