

# Построение блока сравнительного анализа пространственных данных отраслевой системы мониторинга Госкомрыболовства

З.С. Белоконь<sup>1</sup>, А.А. Гордов<sup>3</sup>, О.Ю. Лаврова<sup>1</sup>, Е.А. Лупян<sup>1</sup>, Е.В. Нестерова<sup>2</sup>,  
В.Н. Пыркков<sup>1</sup>, Б.И. Рузаков<sup>2</sup>, Ю.В. Фефилов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Институт космических исследований РАН*

*E-mail: [evgeny@smis.iki.rssi.ru](mailto:evgeny@smis.iki.rssi.ru)*

<sup>2</sup> *ФГУП «Наурьбресурс»*

*E-mail: [ruzakov@nctc.ru](mailto:ruzakov@nctc.ru)*

<sup>3</sup> *Полярный НИИ морского рыбного хозяйства*

*E-mail: [alexg@pinro.ru](mailto:alexg@pinro.ru)*

В отраслевой системе мониторинга Росрыболовства (ОСМ) успешно используются технологии совместного отображения на картографической подложке различных данных (позиционных, промысловых, справочных и спутниковых по ледовой обстановке, облачности, а также спутниковой радиолокации) [1, 2]. Естественным продолжением развития данного направления является интеграция данных о первичной продуктивности океана, радиолокационных данных о загрязнении и пространственном распределении вылова за анализируемый период.

В данной работе представлены методики определения пространственных функций вылова, первичной продуктивности и загрязнения океана, а также возможности их отображения с использованием WMS стандарта OPENGIS [1]. Отметим, что в системах мониторинга подвижных объектов, наряду с объективной позиционной информацией технических средств контроля (ТСК) собирается субъективная отчетная информация. Для решения прикладных задач необходимо ее верифицировать и представить в наглядном виде. Таким образом, метод сопоставления позиционных и отчетных данных ОСМ может быть использован в других системах мониторинга подвижных объектов.

## Методика расчета поля распределения вылова

В процессе создания методики расчета карт полей распределения вылова разнообразных объектов промысла был проведен анализ потоков информации ОСМ, разработаны методы привязки данных по вылову к географическим координатам и предложены методы визуализации вышеуказанной информации на картографической подложке.

Принципиальная схема расчета карт полей распределения вылова приведена на рисунке 1.

До настоящего времени суточный вылов соотносился с положением судна, которое капитан передает в суточном донесении в рамках блока «Дислокация» [3]. Однако эти данные по местоположению судна по правилам представления отчетности относятся к 12:00 GMT, в то время как процесс траления или другой процесс добычи водных биоресурсов может производиться в другое время суток.

При расчете карт полей вылова с учетом ТСК сравнивались три подхода к привязке отчетной информации о вылове к географическим координатам.

Первым, наиболее простым методом определения среднесуточного местоположения судна, является суммирование его координат полученных в ОСМ за данную дату по формуле:

$$X = \frac{\sum X_i}{N}; Y = \frac{\sum Y_i}{N} \quad (1)$$

где  $X$  – значение географической широты,  $Y$  – долготы,  $N$  – число позиционных данных за сутки.

Второй, более трудоемкий метод, предусматривает суммирование значений широты и долготы с учетом веса каждой точки, например, обратно пропорционально скорости в данной точке, по формуле:

$$X=k\sum X_i \cdot f(V_i); Y=k\sum Y_i \cdot f(V_i); k=1/\sum f(V_i), \quad (2)$$

где  $k$  – нормировочный коэффициент,  $V$  скорость судна,  $f(V)$  –весовая функция скорости.

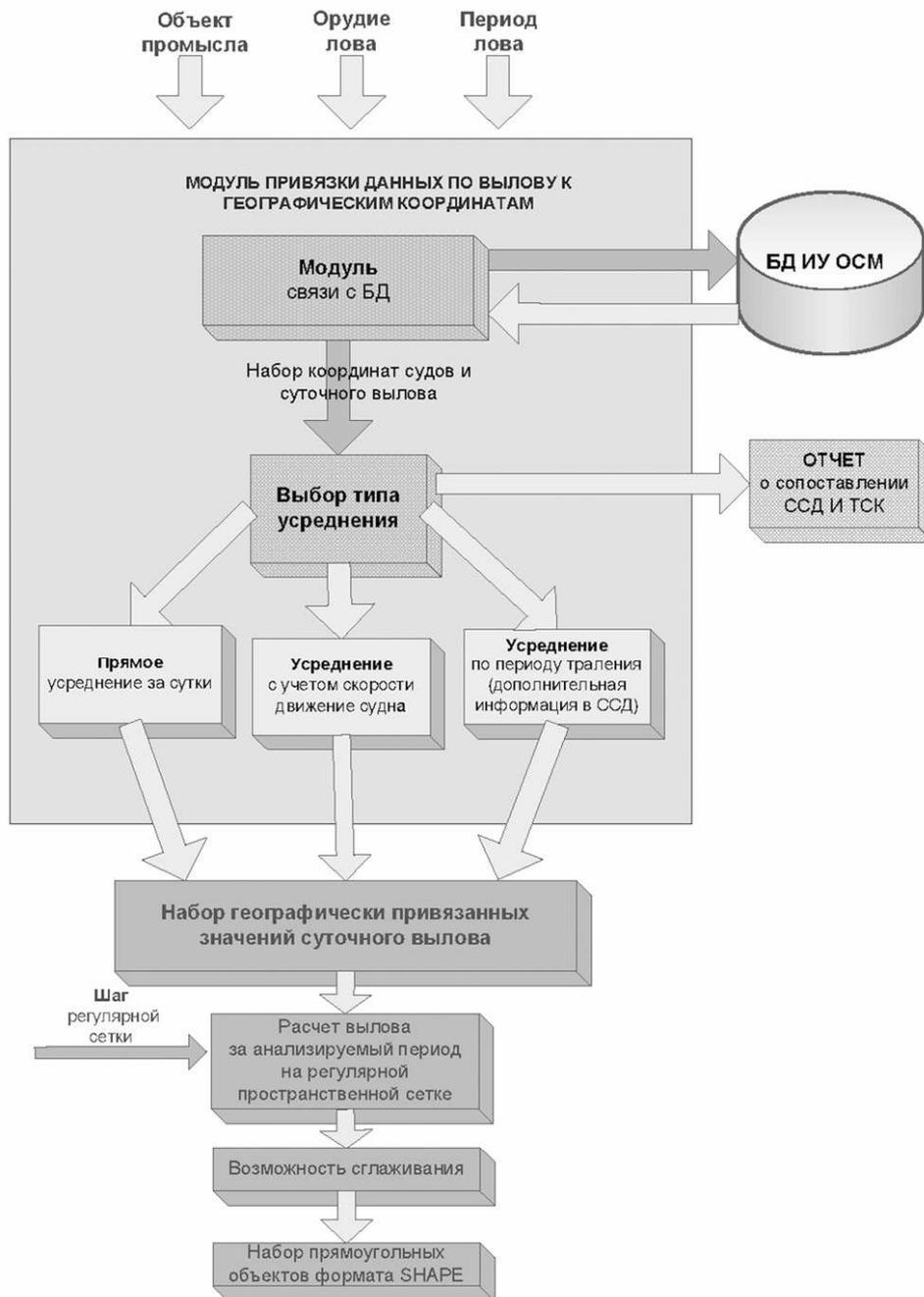


Рис. 1. Принципиальная схема расчета карт полей вылова

Наиболее сложным является метод подготовки пространственных данных о вылове по отчетам о времени траления в судовых суточных донесениях (ССД). В ССД есть блок Ш13 «Затраты календарного времени», где капитан в хронологическом порядке дает коды вида затрат календарного времени, время их конца и затраченное время по данному виду затрат за сутки. Если выбрать нужные коды затрат календарного времени, то по длительности последних можно отобрать позиции ТСК и их уже можно усреднить. Таким образом, вылов за сутки привязывается к усредненным координатам позиций ТСК в период траления судна (по ССД).

После определения набора географических координат с привязанными к ним значениями вылова (значений двумерной функции - поля) данная функция отображалась на картографической подложке, либо в виде географически привязанного растрового файла формата gif, либо в виде shape-файла.

Для подготовки shape-файла результаты расчета пространственной функции вылова предоставляются в текстовом файле (\*.gen) с определенной структурой, требуемой программой gen2shp. С помощью программы gen2shp получаем полигональный shape-файл. При этом данная программа не позволяет задать атрибутивную таблицу для shape-файла (в нашем случае таковым является атрибут "Вылов"). Поэтому далее программно редактируется созданный программой файл \*.dbf, добавив поле «Catch».

Для наглядности shape-файл представлен с градацией интенсивности цвета. Градация интенсивности цвета достигается созданием файла легенды (одноименного) \*.avl, где указываются классы градации.

В качестве примера отображения с помощью shape-файла на рисунке 2 приведено распределение вылова трески на юге Камчатки за первую половину января 2007 года.

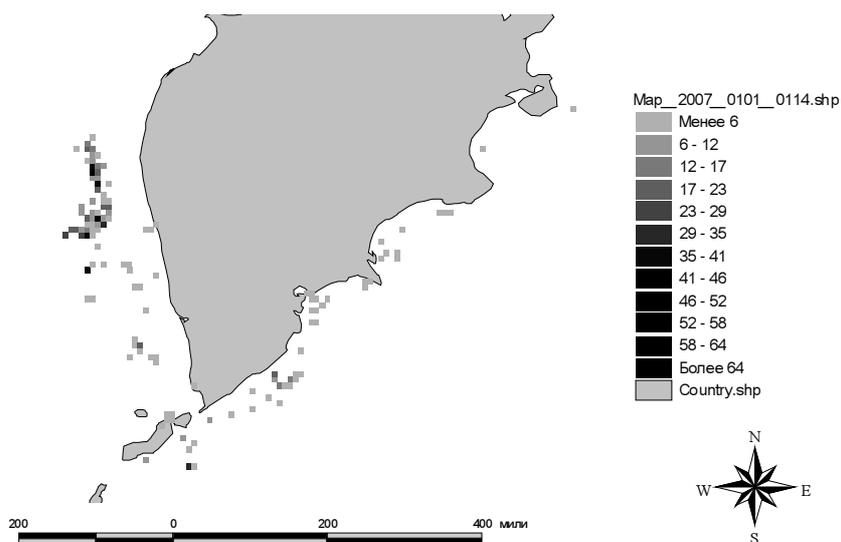


Рис. 2. Распределение вылова трески на юге Камчатки за первую половину января 2007 года

### Анализ различных подходов к расчету и отображению пространственного распределения вылова

В процессе эксплуатации блока расчета и отображения поля вылова сравнивались эффективность и наглядность представленных выше методов.

Оценка производилась путем сравнения расхождений в определении координат привязки суточного вылова, вычисленных разными методами, и анализа траектории судна при значительном отклонении. Наиболее оптимальным методом определения функции пространственного распределения вылова является расчет по формуле (2). Он является устойчивым к различным расписаниям позиционного опроса, ошибкам в отчетах ССД и, в результате, дает правдоподобные функции пространственного распределения вылова.

После тестирования различных типов весовой функции  $f(V)$ , была выбрана прямоугольная функция отличная от нуля при скорости судна менее пяти узлов и более одного узла.

Для иллюстрации выше описанной процедуры оценки на рисунке 3 представлен график расхождения между координатами привязки суточного вылова за январь 2007 года, определенными по формуле (2) и с помощью метода на основе информации ССД о периоде траления. Из представленного рисунка видно, что при расчете двумя разными методами получаются одинаковые координаты привязки вылова, однако имеется некоторая доля координат со значительными рас-

хождения вплоть до тридцати миль. Такая значительная разница объясняется неправильным временем траления, которое указано в ССД.

На рисунке 4 приведены трек и таблица координат судна «Аксаково» за 9 января 2007 года. В ССД приведены ошибочные данные о том, что судно производило траление, начиная с трех часов. В то же время данные о позициях ясно указывают, что скорость, характерная для траления, была у судна в период с восьми до восемнадцати часов, что автоматически учитывается при расчете с помощью формулы (2).

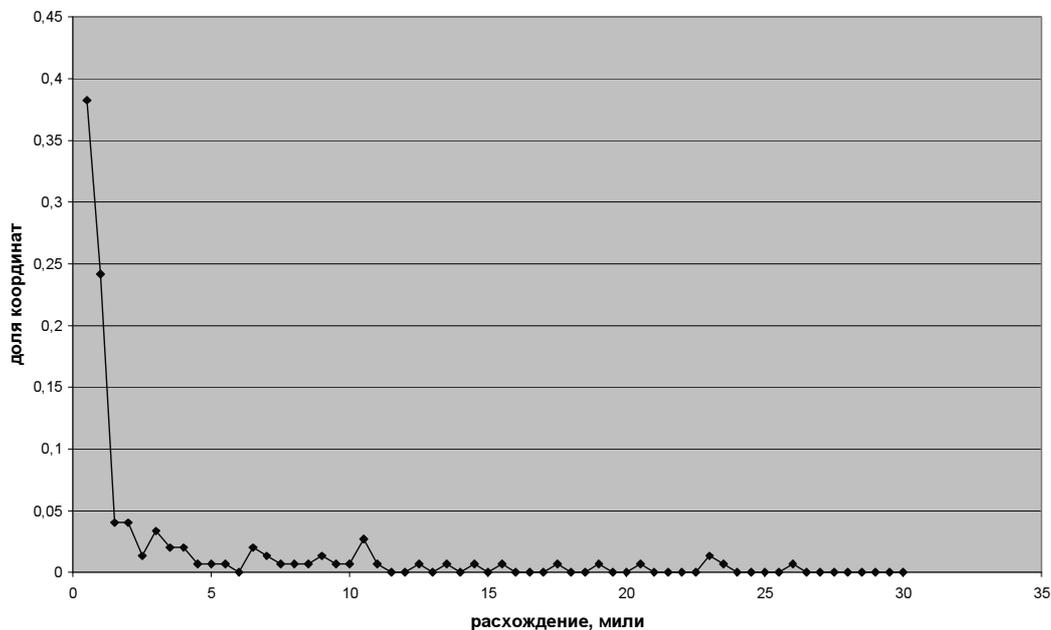


Рис. 3. График расхождения координат привязки суточного вылова, определенных по формуле (2) и методом усреднения позиций ТСК за период траления (по ССД), за январь 2007 года

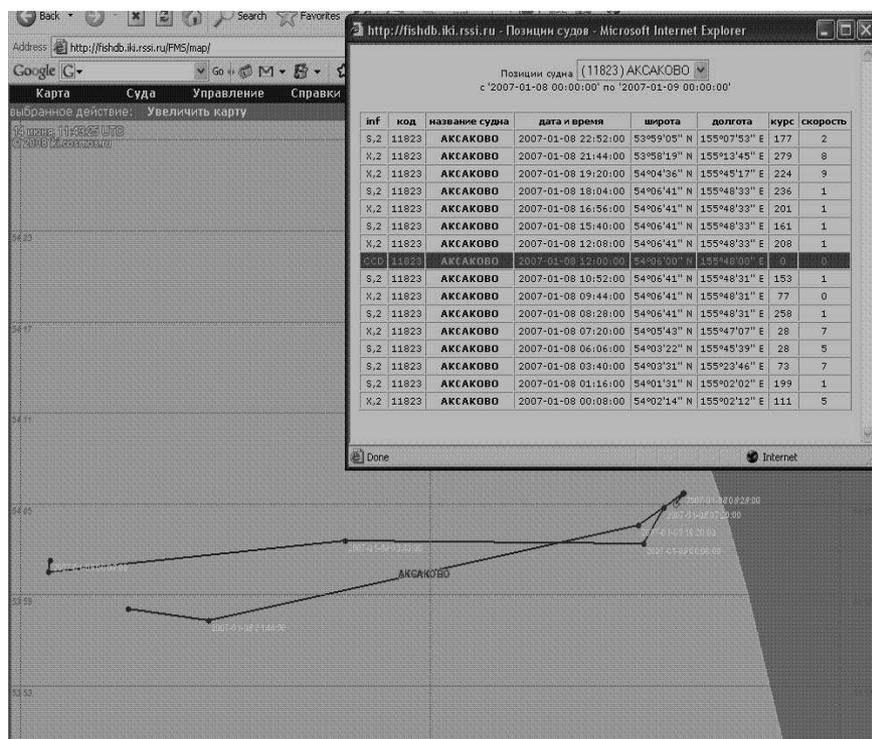


Рис. 4. Трек судна «Аксаково» и таблица его координат за 9 января 2007 года

В заключение анализа вариантов расчета и отображения пространственного распределения вылова следует отметить, что по сравнению с полигональным представлением функции вылова с помощью shape-файла растровое отображение не позволяет использовать гибкость современных геоинформационных систем, а сглаживание с помощью матриц рассеяния (3)

$$H_2 = 1/2 \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{vmatrix}, \quad H_3 = 1/16 \begin{vmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{vmatrix}, \quad H_4 = 1/14 \begin{vmatrix} 2 & 1 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & 2 \end{vmatrix} \quad (3)$$

не улучшает наглядности.

Поэтому предпочтительным методом отображения функции вылова является построение полигонального shape-файла без использования дополнительных сглаживаний.

### **Методика подготовки пространственных данных о загрязнении океана по спутниковым снимкам**

Система контроля состояния окружающей среды по спутниковым данным в зонах потенциальных загрязнений, расположенных в промысловых районах, созданная в рамках НИОКР 2006 г., позволяет выявить загрязнения водных поверхностей в районах интенсивного судоходства, а также в районах добычи и транспортировки нефти (нефтяные терминалы и буровые установки в шельфовой зоне); производить количественную оценку параметров нефтяных пятен (размеры, возраст, количество вещества), давать прогноз направления и скорости переноса пятен, обмениваться оперативной информацией с национальными центрами мониторинга.

Основным средством спутникового контроля состояния морской поверхности и оценки степени загрязненности в районах интенсивного судоходства и нефтедобычи, расположенных в промысловых зонах, является радиолокатор с синтезированной апертурой (РСА). Это обусловлено следующими физическими и техническими особенностями РСА:

- возможность круглосуточной работы благодаря использованию активного зондирования;
- возможность всепогодной съёмки, т.к. атмосфера прозрачна для излучения РСА;

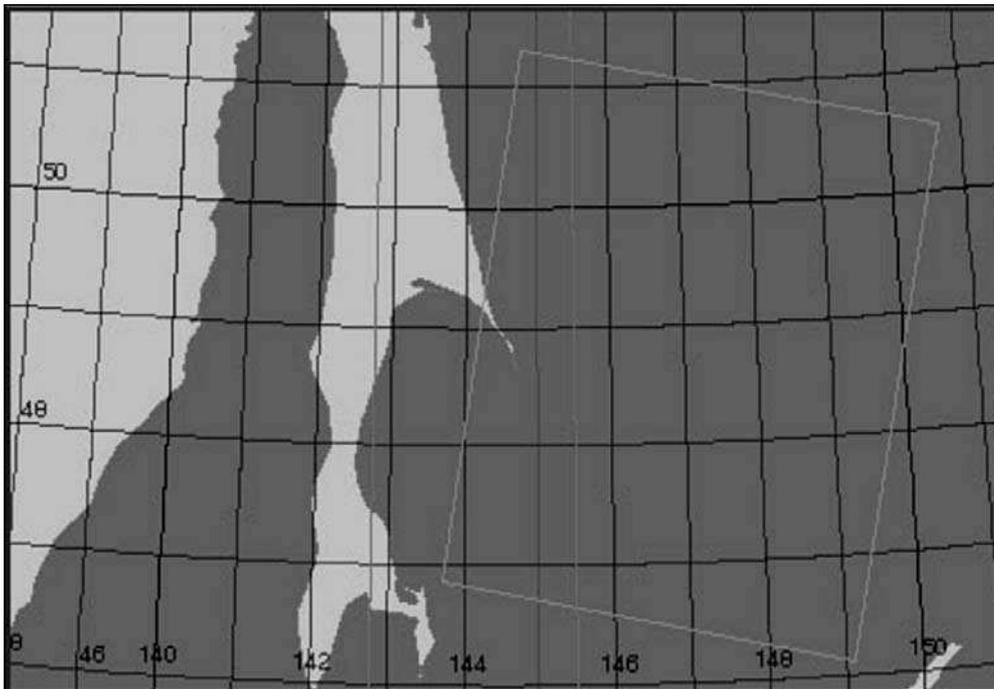
Нефтяная плёнка резко меняет поверхностное натяжение воды, что приводит к гашению поверхностного волнения сантиметрового диапазона. В результате нефтяные пятна проявляются на радиолокационных изображениях (РЛИ) в виде тёмных пятен с резкими границами на светлом фоне.

К недостаткам РСА следует отнести то, что видимое на РЛИ выглаживание поверхностного волнения может быть вызвано не только нефтяными пятнами, но также и другими естественными причинами. Поэтому, для интерпретации радиолокационных данных необходимо привлекать различные сопутствующие измерения (ветер, в том числе по данным скатеррометрии, течения, температура, содержание биомассы и др.), а также широко использовать косвенные признаки, позволяющие конкретизировать происхождение того или иного пятна (форма, размеры, вид границы, текстура, близость возможных источников загрязнения и др.).

Другим недостатком является ограничение по погодным условиям – нефтяные пятна можно наблюдать в диапазоне скорости ветра от 2 до 10 м/с. При более слабом ветре мощность фонового рассеянного радиосигнала от чистой поверхности недостаточна для того, чтобы отличить его от ещё более слабого сигнала от поверхности, покрытой плёнкой. При более сильном ветре волнение сантиметрового диапазона усиливается настолько, что нефтяная плёнка или быстро разрушается или уже не в состоянии оказать сколько-нибудь заметное для радиолокатора воздействие на шероховатость поверхности. На рисунке 5 приведены результаты интерпретации РЛИ, полученного с помощью ASAR Envisat. Геометрия съёмки радиолокационного изображения представлена на рисунке 6.



*Рис. 5. Фрагмент ASAR Envisat изображения от 26.09.2005 г. северо-западной части Тихого океана восточнее о. Сахалин. 1 – сброс нефтепродуктов с судна; 2 – нефтяные пятна в стадии деградации; 3 – слики поверхностно-активных веществ биогенного происхождения*



*Рис. 6. Геометрия съемки РЛС*

После получения файла со спутниковым радиолокационным снимком осуществляется его нормализация и географическая привязка с помощью программы Sputnik. В результате получается растровый файл формата gif, который помещается в архив спутниковых данных ОСМ и может отображаться на картографической подложке с помощью web-интерфейса ОСМ [1].

## Методика подготовки пространственных данных о первичной продуктивности океана

Существует два основных подхода к определению концентрации хлорофилла дистанционными методами по регистрируемому излучению:

- применение модели оптических свойств океанских вод посредством основных компонент: чистая вода, фитопланктон, минеральная взвесь и растворенное органическое вещество (так называемое “желтое” вещество). Растворённое вещество оказывает влияние преимущественно на показатель поглощения. Взвешенные частицы дают вклад как в рассеяние, так и в поглощение света;
- применение метода сравнения яркостей восходящего излучения на двух длинах волн  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$ , соответствующих максимуму и минимуму спектра поглощения фитопланктона. На рисунке 7 приведен график вышеуказанного анализа отношения яркостей и предложенный график концентрации хлорофилла.

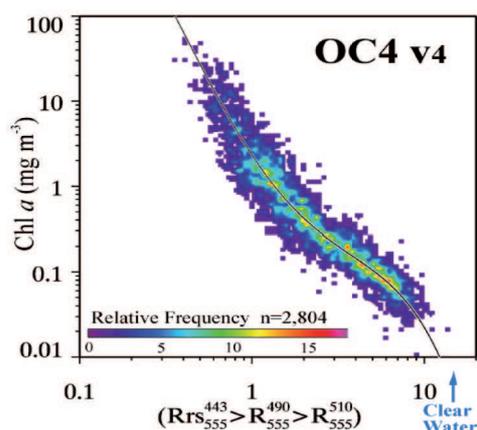


Рис. 7. График анализа отношения яркостей и предложенный график концентрации хлорофилла

В настоящее время функция первичной продуктивности отображается в картографических интерфейсах ОСМ в виде географически привязанного растрового файла. На рисунке 8 представлен пример совместного отображения карты первичной продуктивности океана и карты вылова в Японском море.

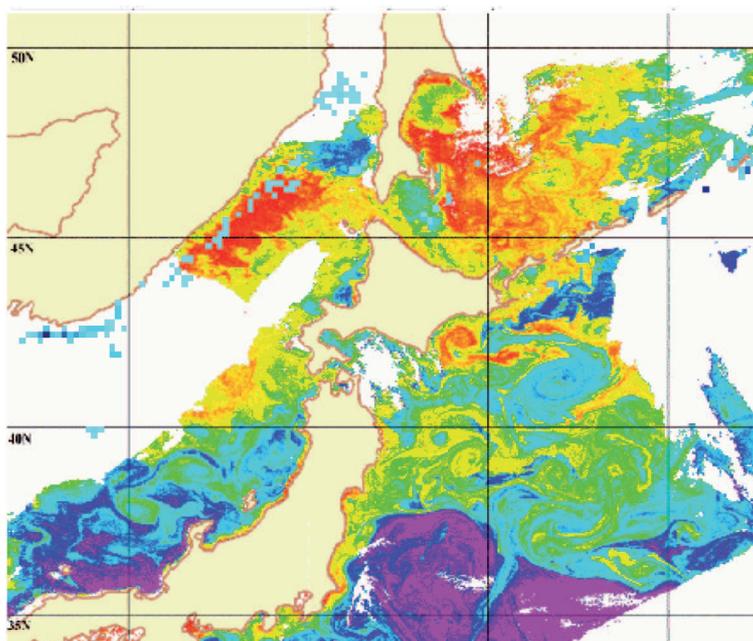


Рис. 8. Совместное отображение карты цветности океана и карты вылова в Японском море

## Заключение

Успешная интеграция новых пространственных данных в ОСМ позволяет планировать дальнейшие работы по включению дополнительной информации позволяющей повысить эффективность наблюдения за водными биоресурсами и контроля за промыслом. Методы сопоставления позиционной и отчетной промысловой информации ОСМ позволят разработать рекомендации региональным информационным центрам по повышению достоверности информации поступающей в ОСМ.

## Литература

1. *Андреев М.В., Луян Е.А., Наглин Ю.Ф., Прошин А.А.* Использование WMS стандарта OPENGIS при построении систем работы с разнообразными архивами данных // Современные проблемы дистанционного зондирования земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов. Сб. научн. статей. М.: «GRANP polygraph», 2005. Том I. С. 118-119.

2. *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 г., 021, с. 211-222, <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2007/021.pdf>

3. <http://www.ices.dk/marineworld/fishmap/ices/>