

Диагноз и прогноз состояния промысловых биоресурсов в океанических районах на основе геоинформационных технологий

И.Л. Глеза, П.П. Чернышков – АтлантНИРО

В настоящее время наиболее перспективными объектами для расширения российского рыболовства в океанических районах за пределами собственной экономической зоны являются: массовые пелагические рыбы (ставриды, скумбрия, сардинеллы, сардина) – в экономических зонах стран Северо-Западного побережья Африки, ставрида – в южной части Тихого океана, за пределами экономических зон иногосударств и антарктический криль – в Антарктической части Атлантики.

Ареалы этих объектов характеризуются значительными площадями, а биомасса и распределение промысловых скоплений подвержены существенным сезонным и межгодовым изменениям, поэтому для организации и ведения эффективного промысла необходимо знание механизмов формирования биологической и промысловой продуктивности вод. С этой целью выполняются комплексные промыслово-океанологические исследования, результатами которых являются диагноз и прогноз состояния промысловых биоресурсов.

Для каждого из этих районов к настоящему времени накоплены значительные по объему массивы ретроспективной информации. Эти массивы постоянно пополняются оперативно поступающими данными. В условиях сокращения количества морских научно-поисковых и научно-исследовательских экспедиций в основном это данные дистанционного (спутникового) зондирования поверхностных слоев океана, которые дают представления о термодинамическом режиме вод и их биологической продуктивности. Для эффективного анализа всей разнообразной информации, характеризующей состояние промысловых биоресурсов в различных пространственно-временных масштабах, необходимо использование современных достижений геоинформатики, или так называемых геоинформационных технологий.

Эти технологии реализованы в виде программных продуктов, называемых геоинформационными системами (ГИС), использование которых в промыслово-океанологических исследованиях представляется весьма перспективным. ГИС – это современная компьютерная технология, предназначенная для картографирования и интегрированного анализа пространственно распределенных данных, имеющих различную природу и происхождение (Плякин, Чернышков, 2005).

ГИС-технологии объединяют традиционные методы работы с промыслово-океанологическими данными с возможностями полноценной визуализации и географического (пространственного) анализа, который предоставляет карта, с целью диагноза и прогноза состояния промысловых биоресурсов в обширных по площади океанических районах.

ГИС обеспечивает хранение информации, применение различных методов многомерного анализа пространственно-временных изменений исследуемых процессов и визуализацию результатов в виде диагностических и прогностических оценок.

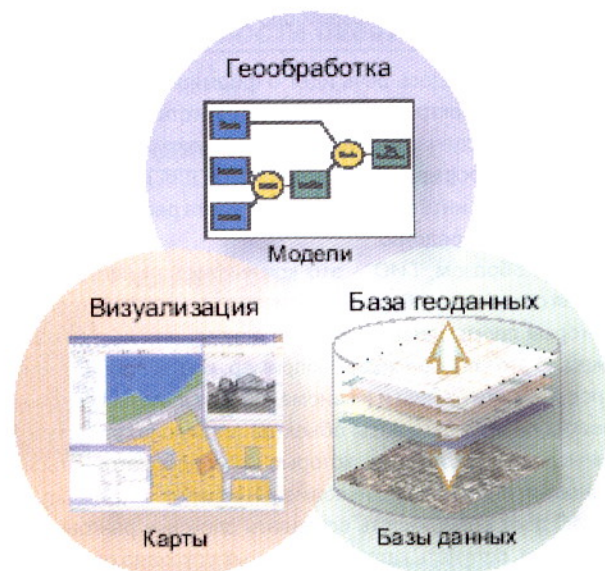


Рис. 1. Структурная схема геоинформационной системы

Особенностью современных ГИС – ArcGIS 3, ArcGIS 9, – созданных компанией *Environmental Systems Research Institute (ESRI)*, является очень развитый встроенный специальный язык описания исследуемых объектов реального мира. Содержание этого языка составляет модель географических данных – абстрактное представление реального мира, – включающих только те свойства, которые рассматриваются как важные для конкретного приложения. Обычно в модели данных определяются специфические группы элементов, их атрибутивные (т.е. описательные) значения и отношения между ними.

В настоящее время разработан обширный математический инструментарий для анализа промыслово-океанологических данных. Отечественной школой океанологических исследований уже давно и успешно применяются различные статистические и регрессионные методы и модели (Чернышков, Андрианов и др., 2003).

В большинстве случаев эти модели относятся к классу статических моделей, т.е. моделей, отображающих процессы в фиксированный момент времени. Для исследования развивающихся процессов используются динамические модели, в которые вводится фактор времени как основная характеристика описания переменных. Однако современный анализ промыслово-океанологических данных невозможен без учета пространственных характеристик, которые органически связаны с природными системами. Обычно эти характеристики присутствуют в моделях в знаковой (например, индексной) форме, т.е. вводятся неявным способом, что затрудняет дальнейшую интерпретацию результатов.

В ряде исследований этот недостаток преодолевается путем использования географических карт, на которые наносятся результаты проведенных исследований. В этом случае карта является наглядным пособием, облегчающим восприятие результатов. При этом она используется как некоторая жесткая схема, структура, а не как инструмент гибкого анализа океанологических и биологических процессов.

Описываемые далее картографические модели и методы на основе ГИС-технологий реализуют следующий шаг в промыслово-океанологических исследованиях. Это достигается не только непосредственным введением пространственной характеристики на основе картографического представления результатов, но и путем генерирования новых границ распространения промысловых скоплений и районов их образования по некоторому набору океанологических и промыслово-биологических показателей (индикаторов).

По существу, здесь речь идет о формировании в ГИС новых тематических электронных карт в соответствии с заданным исследователем сценарием анализа по совокупности изучаемых признаков. Информация представляется для дальнейшего анализа в сжатом, синтетическом виде, а карта рассматривается как аналитическое средство.

Таким образом, ГИС – это компьютерная система, позволяющая создавать набор географических карт, характеризующих некоторый промысловый район по одному или нескольким признакам. В этот набор входят, например, карты полей температуры поверхности океана и их аномалий, результаты тралово-акустических съемок биомассы объектов промысла, распределения промыслового флота и т.д., которые могут рассматриваться либо автономно, либо на основе совмещения карт.

ГИС дает возможность создавать сложные ранговые картограммы, т.е. получать карты, на которых показано отношение ответственности между рангом (классом) и диапазоном изменения рассматриваемого признака. Это позволяет осуществлять «сжатие» информации по целому набору признаков в единый образ.

В результате каждый участок исследуемой акватории имеет раскраску (или штриховку) в зависимости от класса, в который попадает значение показателя для данного участка.

Метод картограмм естественным образом решает проблему кластеризации информации, выделения групп однотипных объектов. Кластерный анализ относится к разряду достаточно сложных задач при применении вычислительных методов. Однако для ранговых ГИС-картограмм он является всего лишь начальным этапом анализа, вполне привычным и традиционным, а современные ГИС-технологии превращают его в простую техническую процедуру, доступную пользователям-непрофессионалам.

Сравнительный анализ различных картограмм делает более эффективным выявление пространственных аналогов.

ГИС позволяют очень эффективно осуществлять процесс картографической генерализации, причем, при внешнем уменьшении количества информации на отдельно взятом листе информационная емкость карты в целом растет. Т.е., анализируя объекты, мы пренебрегаем их частными особенностями, и за счет этого рельефнее выглядят анализируемые свойства.

Далее, когда обнаруживается сходство карт с показателями, казавшимися ранее не взаимосвязанными, исследования переводятся в абсолютно новую плоскость, открывающую возможности для обоснования нетривиальных обобщений и формулировки гипотез, требующих дальнейшего своего подтверждения.

Таким образом, появляется возможность определения факторов, влияющих на указанную пространственную структуру, организирующую промысловый район как систему промысловых подрайонов в единое целое.

Там, где доминирующую роль в распределении промысловых видов играет тот или иной фактор, будет иметь место своя структурная «мозаика» подрайонов, составляющих промысловый район. При этом могут быть установлены соответствующие закономерности. Такие районы различаются чаще всего по следующим признакам: наличию определенного вида поля океанологической характеристики; положению фронтальной зоны или ключевой изотермы; форме рельефа дна.

ГИС позволяют выйти на еще более высокий уровень обобщения посредством наложения нескольких карт, в результате чего могут быть сделаны обобщения, которые подчас нельзя получить обычными способами.

Проведение диагностики систем «окружающая среда – уловы» или «запасы – уловы» по типу «вход» – «выход» – дело очень сложное и трудоемкое. Однако в **полуколичественном** приближении эта задача может быть решена смысловым наложением в ГИС двух карт, когда высокое значение, наложенное на высокое, даст в результате высокое, а малое на малое – даст малое. В этом заключается смысл суперпозиции в ГИС электронных карт. В результате возникнет новый интегральный образ, отличающийся от истинной оценки лишь единицами измерения, поскольку эта оценка будет выражена в относительных баллах, например, по 5-, 10- или 100-балльной шкале.

Возможность использования в системах ГИС «логического сложения» картограмм весьма продуктивна. Практически можно производить любые действия с любыми показателями. Конечно, здесь важны не абсолютные числовые значения показателя, а относительные, которые достаточны для оценки принципиальных особенностей и принятия управленческих решений. Заметим, что, в силу универсальности механизма суперпозиции, механическая суперпозиция карт может привести и к абсолютно бессмысленному результату. Однако если исходный сценарий разумен и в его основе лежит конкретная идея, данный механизм представляет собой эффективный инструмент работы с информацией, имеющей приближенную точность.

Для трех районов Мирового океана, в которых имеются недоиспользуемые биоресурсы и которые требуют постоянного диагноза и прогноза (ЦВА, АЧА, ЮВТО), созданы геоинформационные системы в среде ArcGIS 9. Примеры использования ГИС-технологий для этих районов приведены на рис. 2–5.

Основные результаты

1. Создание региональных баз промыслово-океанологических данных в среде ArcGIS 9 позволяет существенно продвинуться в плане формирования новых научных гипотез о взаимосвязи явлений и объектов, изучаемых промысловой океанологией.
2. ГИС позволяют получать качественно новую информацию и за счет этого существенно повышать достоверность имеющихся и вновь поступающих данных.



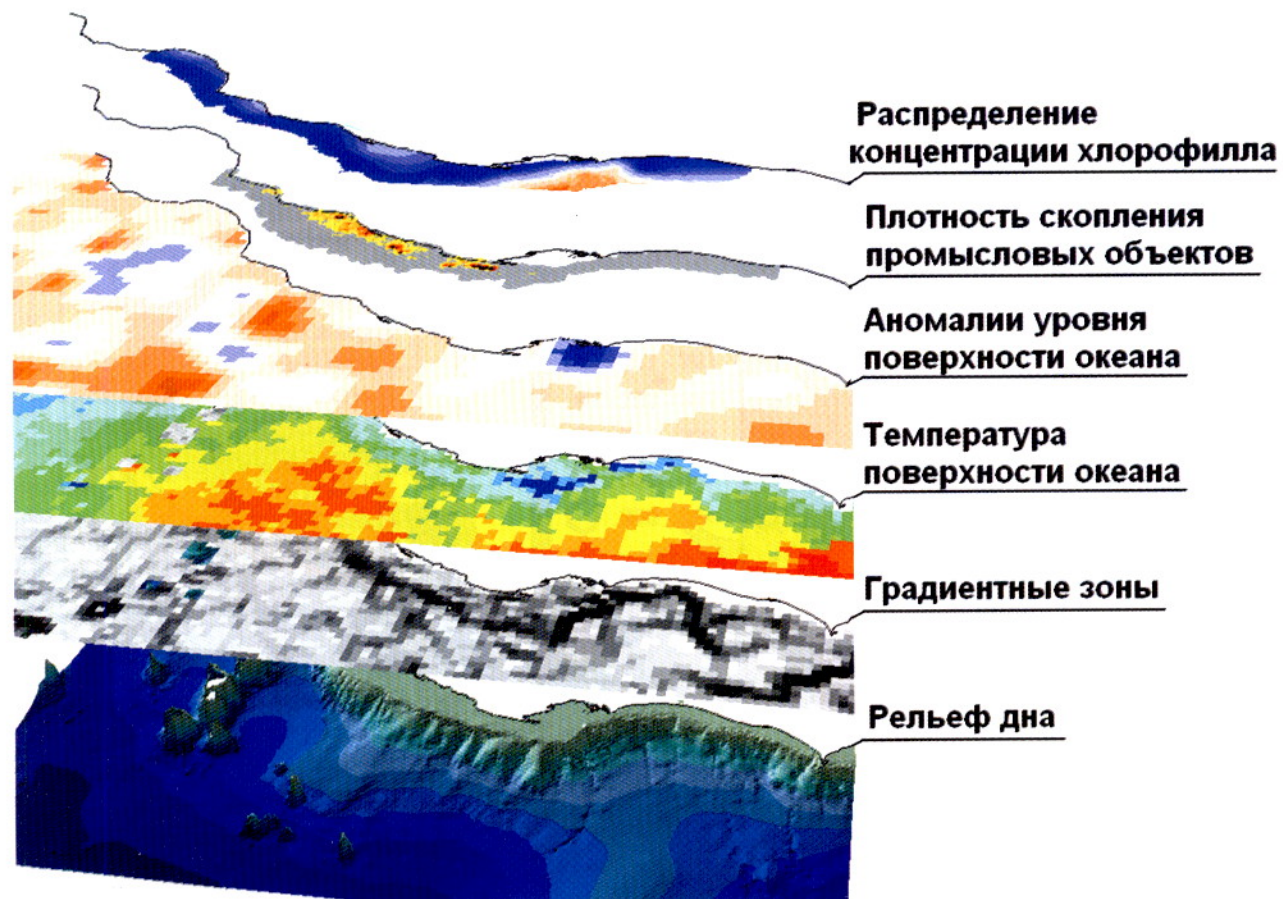


Рис. 2. Пример использования различных слоев данных в районе Центрально-Восточной Атлантики

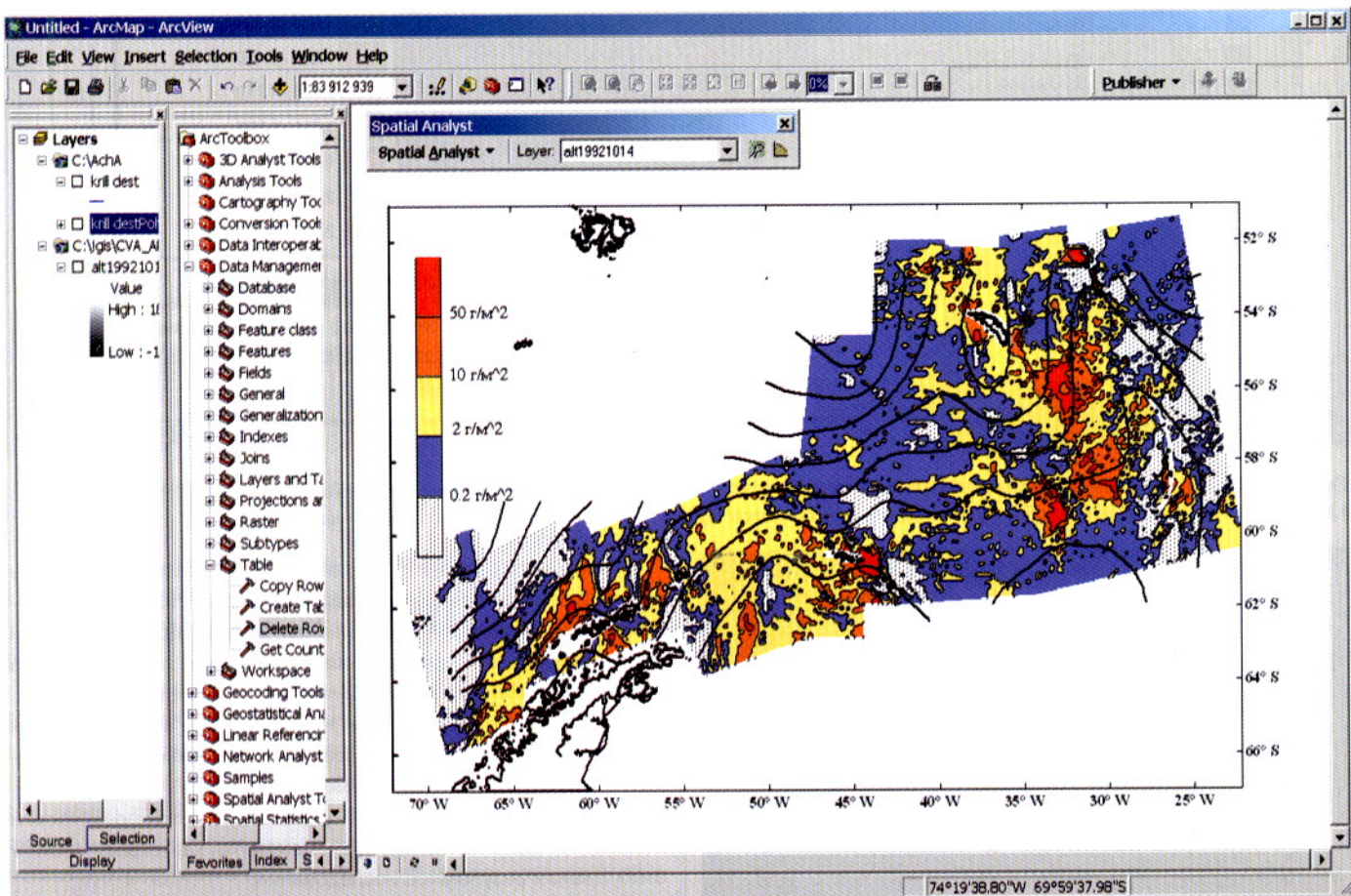


Рис. 3. Распределение плотности скоплений антарктического криля в антарктической части Атлантики в связи с геострофической циркуляцией вод (по результатам международной съемки, январь 2000 г.)

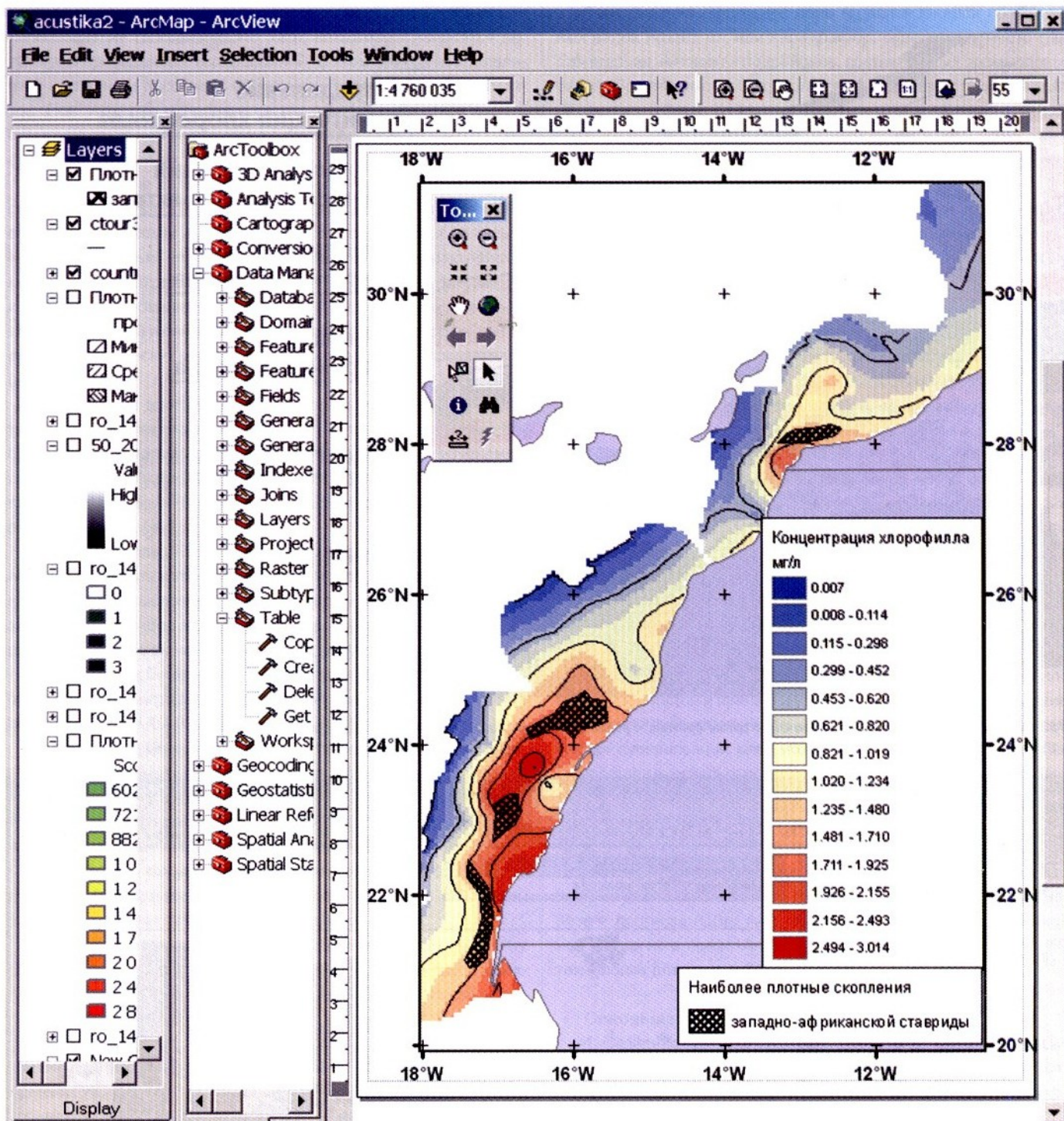
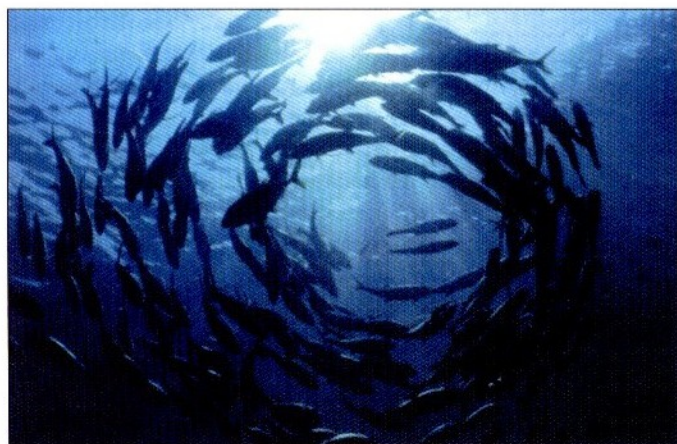


Рис. 4. Распределение концентрации хлорофилла «а» и наиболее плотных скоплений западноафриканской ставриды в районе Центрально-Восточной Атлантики (по результатам тралово-акустической съемки, июнь – август 2004 г.)



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 в ГИС становится возможным решение следующих важных задач:

- комплексный порайонный промыслово-океанологический анализ, проводимый на базе использования картографического отображения результатов исследований;

- синтезирование и агрегирование информации в рамках ранговых картограмм и представление ее в наглядной форме;

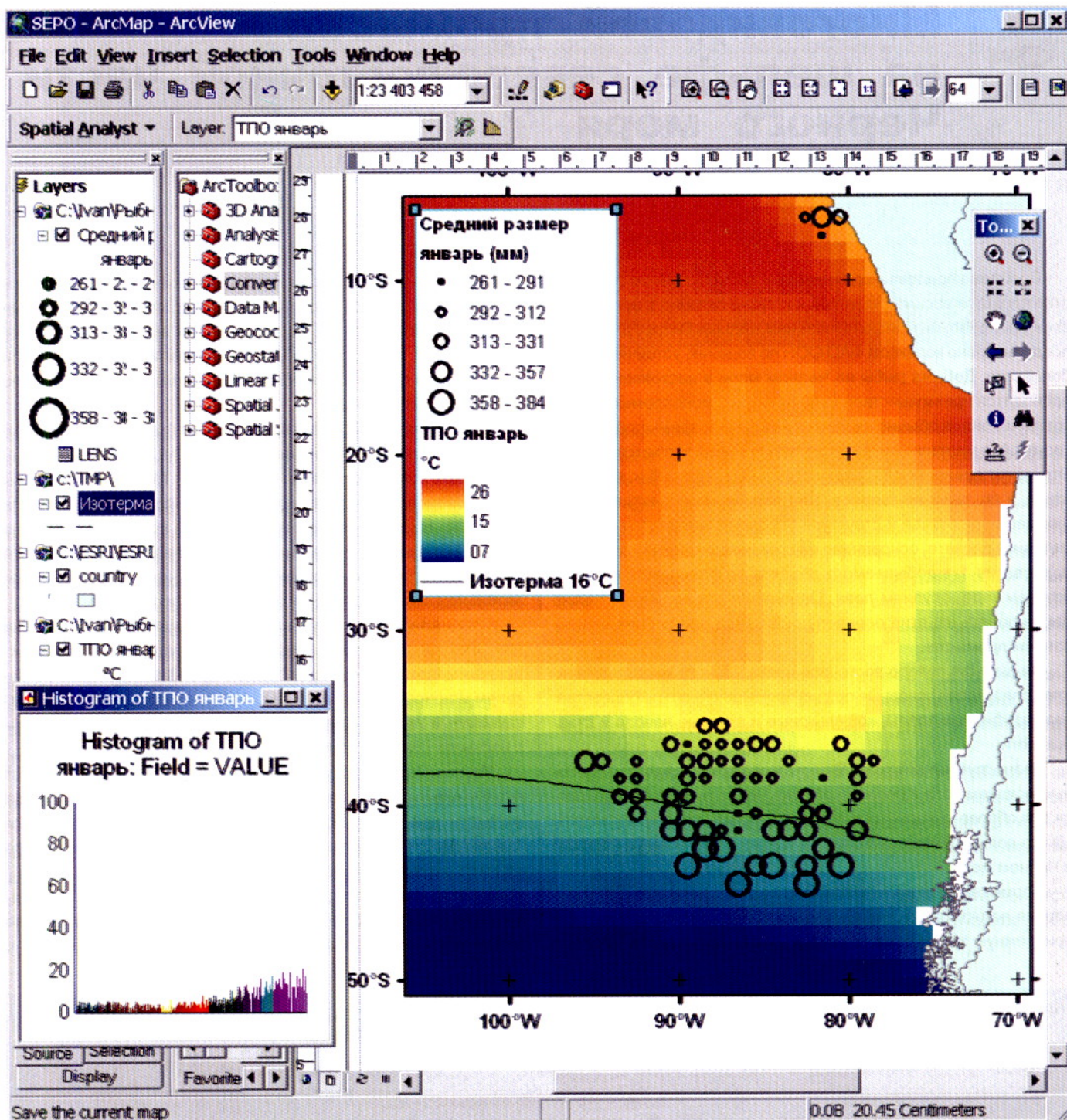


Рис. 5. Пример сопоставления температуры поверхности океана и средний размер объектов лова (январь 1984 г.)

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.

Изложенные методы и методика их использования пока недостаточно апробированы для широкого круга промыслово-океанологических проблем, связанных с диагнозом и прогнозом биологических ресурсов в океане. И тем не менее, накопленный в АтлантНИРО опыт позволяет рассматривать базы данных ГИС как эффективный инструмент управления рациональным использованием биоресурсов Мирового океана.

Gleza I.L., Chernyshkov P.P.

Diagnosis and prognosis of oceanic commercial bioresources state on the base of geoinformational technologies

To analyse effectively all information concerning the state of commercial bioresources on various space-time scale, it is necessary to use geoinformational technologies. They are realized as geoinformational systems (GIS) – modern computer technologies assigned for mapping and integrated analysis of spatially distributed data of differing nature and origin.

GIS-technologies add the possibility of visualization and geographical analysis to traditional methods of commercial-oceanological data processing with the aim of diagnosis and prognosis of commercial bioresources state in vast oceanic waters.

AtlantNIRO experience allows to regard GIS database as effective tool for management of the World Ocean bioresources.