

УДК [639.2.081.7:629.783]:639.27/.29

Т.Б. Барканова

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,
107140, г. Москва, ул. В. Красносельская, д.17

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ
КАК ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПРОМЫСЛОВОЙ РАЗВЕДКИ
(на примере района Юго-Западной Атлантики)**

*Современные средства дистанционного зондирования Земли, которые в настоящее время обеспечивают высокую степень периодичности и точности измерений основных параметров акваторий Мирового океана – температуры поверхности океана, цветности воды, солености, направления и скорости течений, уровня поверхности океана, – на сегодняшний день с успехом выступают в роли технических средств промысловой разведки. На примере района Юго-Западной Атлантики в работе рассматриваются возможности использования материалов анализа оперативной и архивной спутниковой информации об изменчивости температурных условий, пространственно-временном распределении полей фитопланктона, основных течений района, при оперативном управлении промыслом аргентинского кальмара *Illex argentinus*, а также оценки их влияния на формирование биопродуктивности акватории.*

Ключевые слова: спутниковая информация, технические средства промысловой разведки, управление промыслом, температура поверхности океана, динамика полей фитопланктона, Юго-Западная Атлантика, промысел кальмара *Illex argentinus*.

T.B. Barkanova

**USING SYSTEMS FOR REMOTE SENSING OF THE EARTH AS A TECHNICAL
MEANS OF COMMERCIAL FISHING EXPLORATION
(on the example of The South-West Atlantic area)**

*Modern means of remote sensing, which currently provide a high degree of frequency and accuracy of measurements of basic parameters of the World's oceans – sea surface temperature, water color, salinity, direction and speed of currents, surface level of the ocean today successfully act as technical means of commercial fishing exploration. On the example of the South-West Atlantic area, the paper considers the possibilities of using the materials of analysis of operational and archival satellite information on the variability of temperature conditions, spatial and temporal distribution of phytoplankton fields, the main currents of the area, with the operational fisheries management of the Argentine squid *Illex argentinus*, as well as assessing their impact on the formation of the bioproductivity of the water area.*

Key words: satellite information, technical means of commercial fishing exploration, fisheries management sea surface temperature (SST), dynamics of phytoplankton fields, South-West Atlantic, illex argentinus squid fishing.

Введение

Учитывая важность возобновления отечественного экспедиционного рыбного промысла в отдаленных районах Мирового океана, одной из задач отраслевой науки является постоянное совершенствование методов информационного обеспечения промысла данными, повышающими эффективность добычи водных биологических ресурсов. В том числе и организация постоянного, непрерывного мониторинга гидрологических условий, распределения и динамики зон повышенной биологической продуктивности в промысловых районах и поиск новых перспективных для промысла акваторий.

На данный момент организация научно-исследовательских и поисковых экспедиций в отдаленные районы Мирового океана не всегда возможна. В связи с этим в последние де-

сятилетия возросла роль использования спутниковых данных для постоянного мониторинга сырьевой базы рыбной промышленности и экосистем этих акваторий. Выявление перспективных промысловых районов, изучение межгодовой изменчивости параметров среды и оценка их влияния на формирование биопродуктивности акваторий и промысел водных биологических ресурсов возможны на базе анализа обширной архивной и оперативной спутниковой информации.

Одна из задач, стоящая перед специалистами отрасли, состоит в том, чтобы максимально использовать потенциал спутниковой информации.

На примере промыслового района Юго-Западной Атлантики (ЮЗА) рассмотрим возможности использования систем дистанционного зондирования Земли как технических средств промысловой разведки для осуществления оперативного управления промыслом и непрерывного мониторинга изменчивости гидрологических условий и оценки их влияния на формирование биопродуктивности района и промысел водных биологических ресурсов, в частности, аргентинского короткоперого кальмара *Illex argentinus*.

Материалы и методика

Начиная с 1989 г. и по декабрь 2016 г., в лаборатории спутникового мониторинга ФГБНУ «ВНИРО» осуществлялись непрерывные наблюдения за изменениями температуры поверхности океана, а также за положением и динамикой гидрологических фронтов, концентрацией фитопланктона в поверхностном слое морской воды в районе ЮЗА. Наряду с этим выполнялась оценка влияния изменчивости гидробиологических условий на промысел аргентинского кальмара *Illex argentinus* – основного промыслового объекта данной акватории.

Аргентинский кальмар (АК) – один из наиболее массовых промысловых видов, вылов которого в некоторые годы достигал порядка миллиона тонн. Продолжительность жизни особей этого вида составляет всего один год, и каждую путину рыбаки сталкиваются с представителями нового поколения, что сильно затрудняет долгосрочное прогнозирование развития промысловой ситуации (Лаптиховский, Нигматуллин, 1999). Важными факторами, которые учитываются при прогнозировании начала и хода промысла кальмара *Illex argentinus* на Патагонском шельфе, считаются температура и динамика поверхностных вод (Барканова, Глубоковский, 2014).

Проводимая оценка месячной, сезонной и межгодовой изменчивости температуры поверхности океана в районе ЮЗА осуществлялась на основе карт ТПО двух временных уровней: первый уровень мониторинга составляли карты ТПО недельной дискретности; второй уровень – это карты ТПО месячной, сезонной и годовой дискретности, построенные на суммировании и осреднении карт ТПО первого уровня. Второй уровень мониторинга включал в себя создание более полного комплекта аналитических карт, таких как карты аномалий ТПО, тенденций ТПО, карты градиентов ТПО, карты месячной, сезонной и межгодовой разницы ТПО (Ванюшин и др., 2005, 2006). Для осуществления оперативной информационной поддержки ведения промысла возможен выпуск оперативных карт ТПО 3-суточного осреднения.

Созданный за 28 лет банк данных карт ТПО района ЮЗА насчитывает более 3 000 карт различного временного масштаба, в среднем составляя от 112 до 124 карт в год, при этом каждая карта представлена как в аналоговом, так и в цифровом видах (Барканова и др., 2011а).

Анализ изменчивости температурных условий акватории ЮЗА велся как по всему району в целом от 34° до 56° ю.ш. и от 48° до 70° з.д., так и в отдельно взятых промысловых квадратах (например, в основном промысловом квадрате: 46°–47° ю.ш. и 60°–61° з.д.).

Мониторинг положения и динамики гидрологических фронтов, концентрации фитопланктона в поверхностном слое морской воды, органической и неорганической взвеси осуществлялся на базе аналоговой спутниковой информации в видимом, ближнем и дальнем ИК-диапазонах спектра с дискретностью от суток до месяца. За период с 1989 по 2016 гг. при проведении комплексного анализа было построено около 200 карт-схем пространственно-временного распределения полей фитопланктона и динамических образований в районе ЮЗА.

Данные об объемах промысла кальмара *Illex argentinus* в районе ЮЗА были получены из «Статистического ежегодника по рыбопродуктам», выпускаемого Продовольственной и сельскохозяйственной организацией ООН (FAO) в виде статистических данных о годовых выловах всеми странами в сумме и каждой страной отдельно в тысячах тонн (рис. 3).

Во многом наши исследования и расчеты были связаны с январем, который является базовым месяцем при прогнозировании хода промысла кальмара *Illex argentinus* на текущий сезон. Именно в январе начинается добыча объекта в районе 46°–47° ю.ш. и 60°–61° з.д., когда объем промысла АК и условия его выхода за пределы ЭЗ Аргентины во многом зависят от изменчивости температуры и динамики поверхностных вод, расположения и динамики полей фитопланктона (Барканова и др., 2011б; Барканова, Глубоковский, 2014).

На базе карт второго уровня велось непрерывное наблюдение за межгодовыми изменениями следующих параметров: отклонением стрежня Фолклендского течения на 46° ю.ш. от границ 200-мильной ИЭЗ Аргентины в январе 1989–2016 гг. (рис. 1); положением вершины 10-градусной изотермы в стрежне ФТ в январе 1989–2016 гг., характеризующим изменение интенсивности ФТ (рис. 1); среднемесячными значениями ТПО в основном промышленном квадрате 46°–47° ю.ш. и 60°–61° з.д.; отклонениями среднемесячных значений ТПО в квадрате 46°–47° ю.ш. и 60°–61° з.д. от климатических и среднемноголетних значений и градиентами ТПО в том же квадрате.

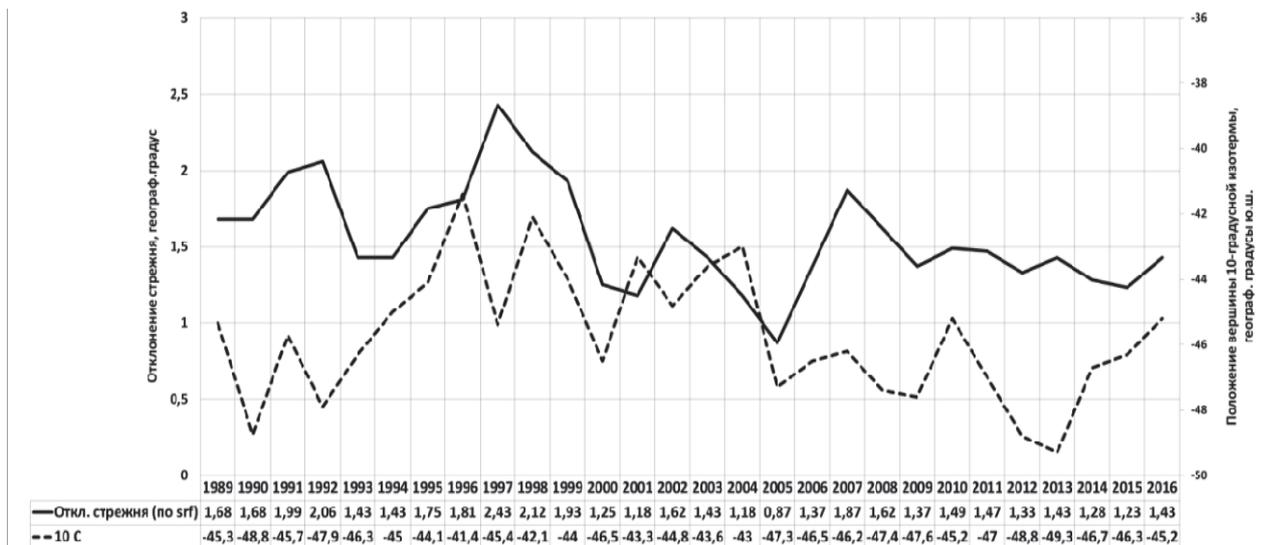


Рис. 1. Отклонение стрежня Фолклендского течения от границ 200-мильной ЭЗ Аргентины на 46° ю.ш. и положение вершины 10-градусной изотермы в стрежне ФТ в январе 1989–2016 гг.

Fig. 1. The deviation of the core of the Falkland current from the boundaries of the 200-mile EEZ of Argentina 46°S and the position of the peaks of the 10-degree isotherm in the core of FC in January 1989–2016

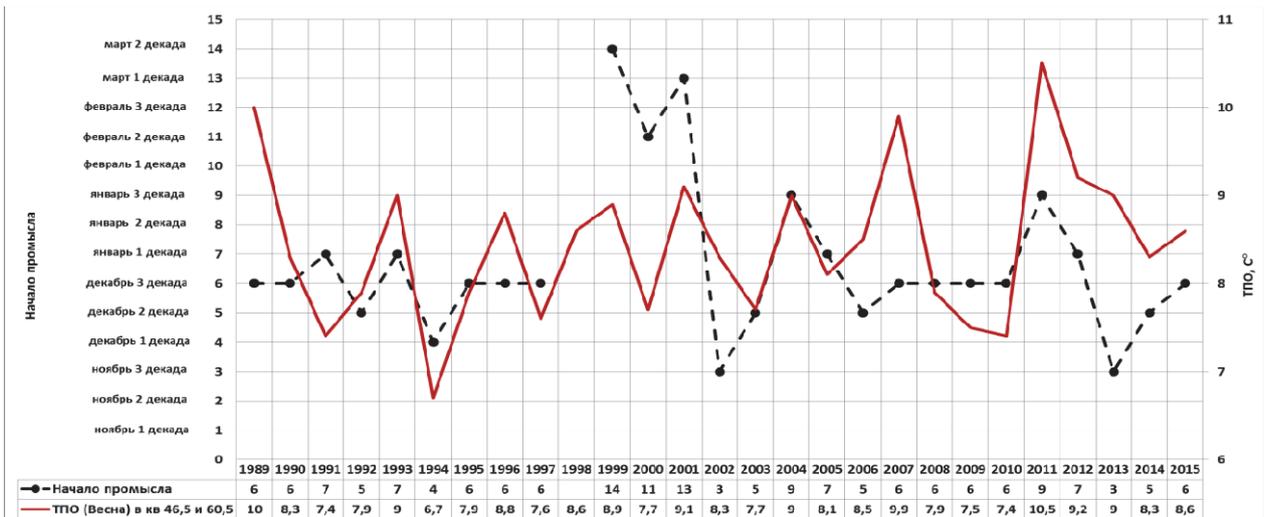


Рис. 2. Сроки начала промысла кальмара *Illex argentinus* и среднесезонные значения ТПО в промысловом квадрате 46°–47° ю.ш. и 60°–61° з.д. весной (октябрь–декабрь) предыдущего года
 Fig. 2. The Timing of the fishery of squid *Illex argentinus* and the average seasonal values of TPO in the fishing square 46°-47°S and 60°-61°W in spring (October–December) the previous year

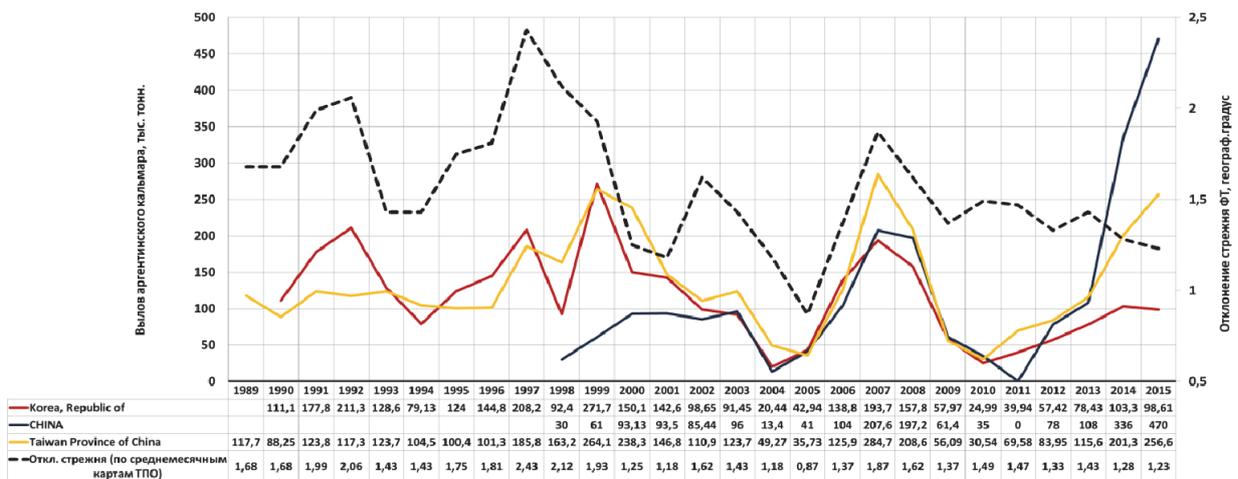


Рис. 3. Вылов кальмара *Illex argentinus* отдельными странами (Республика Корея, Китай, Тайвань) и отклонение стрежня ФТ на 46° ю.ш. от границ ИЭЗ Аргентины в 1989–2015 гг.
 Fig. 3. Catch of squid *Illex argentinus* particular countries (Republic of Korea, China, Taiwan) and the deviation of the core FC at 46°S from the boundaries of the EEZ of Argentina in 1989–2015

Для ведения непрерывного мониторинга основных параметров водной среды акваторий разработан комплект материалов, который может быть использован при информационном обеспечении промысла: оперативные карты ТПО 3-суточной дискретности, карты ТПО недельного осреднения, карты анализа ТПО среднемесячного осреднения, карты-схемы пространственного распределения полей фитопланктона и динамических образований с временной дискретностью от суток до месяца (рис. 4 и 5).

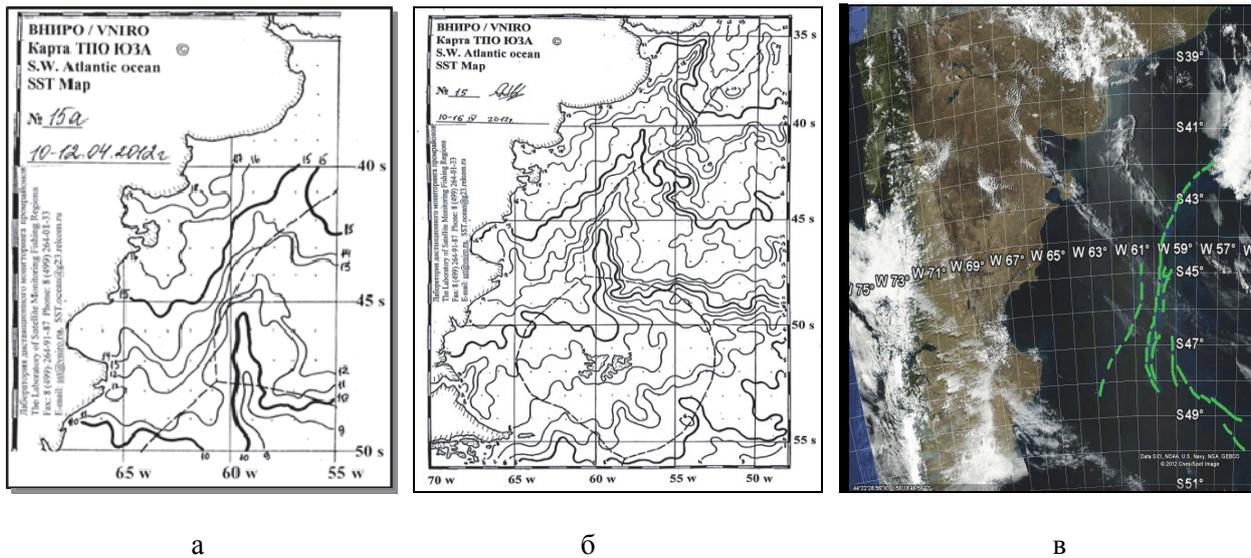


Рис. 4. Комплект материалов для оперативного информационного обеспечения промысла:
 а – карта ТПО ЮЗА 3-суточной дискретности; б – карта ТПО ЮЗА недельной дискретности;
 в – пространственное распределение полей фитопланктона и динамических образований
 суточной дискретности

Fig. 4. Complete set of materials for operational information support of the fishery (a – SST map of SWA 3-day discreteness, б – SST map of SWA weekly discreteness, в – spatial distribution of phytoplankton fields and dynamic formations of daily discreteness)

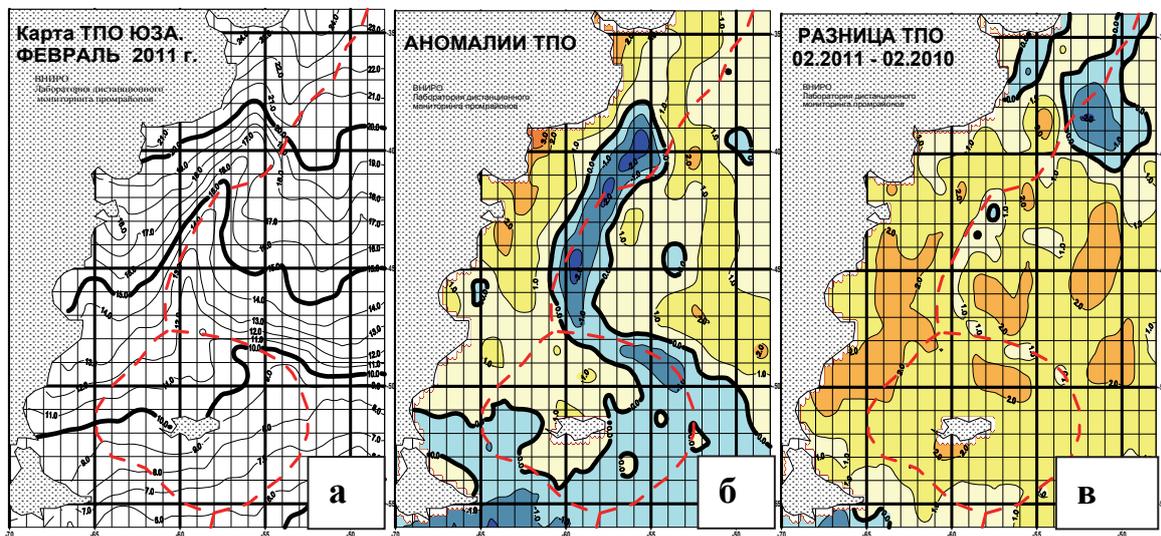


Рис. 5. Комплект материалов комплексного среднемесячного анализа гидрологических условий в районе Юго-Западной Атлантики в феврале 2011 г, который может использоваться при среднесрочном и долгосрочном прогнозировании промысловой ситуации (начало): а – карта среднемесячных значений ТПО; б – карта аномалий ТПО; в – карта разницы ТПО с предыдущим месяцем

Fig. 5. Complete set of materials of the complex average monthly analysis of hydrological conditions in the area of the Southwest Atlantic in February 2011 which can be used at medium-and long-term forecasting of a fishing situation: а – the map of average monthly values of SST, б – the map of anomalies of SST, в – the map of difference of SST with the previous month

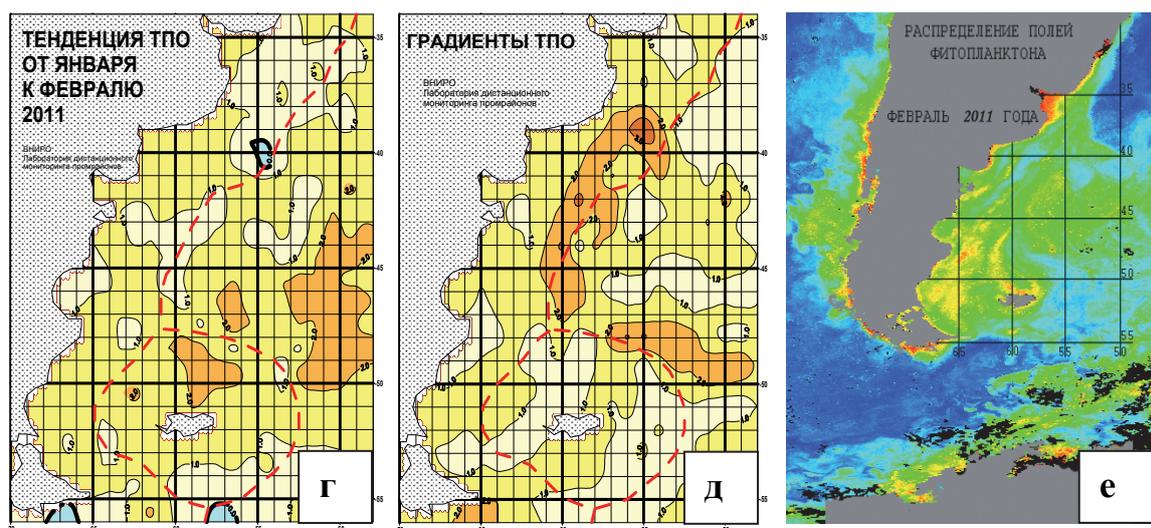


Рис. 5. Комплект материалов комплексного среднемесячного анализа гидрологических условий в районе Юго-Западной Атлантики в феврале 2011 г, который может использоваться при среднесрочном и долгосрочном прогнозировании промысловой ситуации (окончание): г – карта тенденций ТПО; д – карта градиентов ТПО; е – карта среднемесячного распределения полей фитопланктона

Fig. 5. Complete set of materials of the complex average monthly analysis of hydrological conditions in the area of the Southwest Atlantic in February 2011 which can be used at medium-and long-term forecasting of a fishing situation: г – the map of trends of SST, д – the map of gradients of SST, е – the map of average monthly distribution of fields of phytoplankton

Заключение

Полученные в нашей работе результаты могут использоваться в системах рыбохозяйственного экологического мониторинга района Юго-Западной Атлантики. В случае возобновления отечественного промысла аргентинского кальмара есть возможность повысить эффективность промысла за счет внедрения результатов анализа оперативной и архивной спутниковой информации в прогностические модели, создаваемые для принятия решений при управлении промыслом водных биологических объектов.

Имея обширный банк данных (28 лет наблюдений) в промысловом районе Юго-Западной Атлантики и используя метод «поиска аналоговых ситуаций», специалисты имеют возможность делать предварительные прогнозы о промысле кальмара на предстоящий сезон.

Внедрение и широкомасштабное использование такого информационного ресурса, как спутниковая информация в отраслевых системах мониторинга рыболовства улучшает качество информационного обслуживания промысловых судов и, как следствие, повышает эффективность самого промысла. Практика показала, что использование систем дистанционного зондирования акваторий Мирового океана из космоса в качестве технических средств промысловой разведки при информационной поддержке промысла обеспечивает повышение производительности промысловых судов в 1,2–1,5 раза (Клочков, 2002).

Принцип подхода к оценке влияния изменчивости параметров среды на формирование биопродуктивности акватории и на промысел водных биологических ресурсов в районе Юго-Западной Атлантики может использоваться как аналог при изучении других промысловых районов Мирового океана.

Список литературы

1. Барканова Т.Б., Ванюшин Г.П., Коробочка А.А. Мониторинг температуры поверхности океана в Юго-Западной Атлантике по спутниковым данным // Современные методы и средства океанологических исследований: материалы XII Междунар. науч.-техн. конф. М., 2011а. С. 41–47.
2. Барканова Т.Б., Ванюшин Г.П., Коробочка А.А. Температурные условия в Юго-западной Атлантике, определяемые на основе спутникового мониторинга ТПО (1989–2007 гг.), и ход промысла кальмара *Illex argentinus* за пределами 200-мильной экономической зоны Аргентины // Материалы XV конф. по промысловой океанологии. Калининград: Изд-во АтлантНИРО, 2011b. С. 57–63.
3. Барканова Т.Б., Глубоковский М.К. Использование систем дистанционного зондирования Земли при управлении промыслом аргентинского кальмара // Вопр. рыболовства. 2014. Т. 15, № 2. С. 270–281.
4. Ванюшин Г.П., Котенев Б.Н., Кружалов М.Ю. и др. Спутниковый мониторинг температурных условий промысловых районов Мирового океана. Программа ВНИРО. М.: Изд-во ВНИРО, 2005. 48 с.
5. Ванюшин Г.П., Котенев Б.Н., Кружалов М.Ю. и др. Трехуровневый мониторинг температурных условий промысловых районов Мирового океана // Вопр. промысл. океанологии. 2006. В 3. М.: Изд-во ВНИРО. С. 205–215.
6. Клочков Д.Н., Мишкин В.М., Циекалс М.К., Шатохин Б.М. Современная система промыслово-океанографического мониторинга как основа сырьевых исследований и эффективной работы флота // Тез. докл. XII Междунар. конф. по промысловой океанологии. Калининград, 2002. С. 111–113.
7. Лаптиховский В.В., Нигматуллин Ч.М. Промысел кальмаров в водах Фолклендских островов // Мор. индустрия. № 3 (8). 1999. С. 12.

Сведения об авторе: Барканова Татьяна Борисовна, научный сотрудник лаборатории спутникового мониторинга, e-mail: barkanovatb@mail.ru.