

СЕЗОННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И СХЕМА МИГРАЦИЙ БОЛЬШЕГЛАЗОГО ТУНЦА (THUNNUS OBESUS) В АТЛАНТИЧЕСКОМ ОКЕАНЕ

В.З. Гайков*, В.Ф. Дубравин**, В.И. Архипов*

(* АтлантНИРО и ** АО ИО РАН, г. Калининград)

Практическое решение задачи контроля состояния сырьевой базы промысловых объектов и разработка конкретных рекомендаций по их рациональному использованию базируется на знании районов и периодов образования массовых скоплений конкретного объекта, биологии и среды обитания, что предполагает наличие представлений об экосистеме, к которой принадлежит интересующий объект. Важным моментом является объективная оценка плотности скоплений и их динамика в годовом цикле в промысловых районах, для чего необходимо проведение постоянного мониторинга состояния экосистемы.

В качестве биологического объекта исследования выбран большеглазый тунец, обитающий в водах тропических и умеренных широт и занимающий одно из ведущих мест в тунцовом промысле. В Атлантическом океане вылов в 2000-2004 гг. составлял 76-103 тыс. т (максимальный – 129.5 тыс. т достигнут в 1994 г.) (ICCAT, 2005), общий вылов в Мировом океане составляет около 0.4 млн. т. Основные способы лова – ярусный (до 70% общего вылова), кошельковый, удебный. В ходе ярусного промысла облавливаются крупные половозрелые особи длиной более 100 см, а кошельковый и удебный базируются преимущественно на молоди этого вида.

Современное экономическое и техническое состояние отечественной рыбохозяйственной науки не позволяет проводить непрерывный и полномасштабный экосистемный мониторинг промысловых районов. Возможна лишь организация отдельных комплексных морских научных экспедиций. В то же время технические средства дистанционного зондирования океана позволяют получать практически непрерывные данные по всей акватории Мирового океана, но лишь для отдельных экологических параметров среды (температура поверхности океана, уровень поверхности, цветность воды и т.д.).

Предложенный нами подход (Gajkov, Arkhipov, 2003; Гайков, Архипов, 2004) позволяет на основе комплексных ретроспективных данных статистическими методами определить пространственно-временные характеристики изучаемой экосистемы и выявить взаимосвязь этих характеристик с тем экологическим фактором, информацию о котором можно непрерывно получать с помощью дистанционных методов. При отсутствии непосредственных наблюдений могут быть использованы модельные данные. Так, Дубравиным и Навроцкой (1999) показаны результаты гармонического анализа

регулярного сезонного хода температуры и солености для горизонтов 0, 100, 250 дбар и их средних в слое 0-250 дбар в Атлантическом океане.

Материалом для работы послужили статистические данные отечественного ярусного тунцевого промысла за период 1959-1990 гг., включающие ежесуточную промысловую информацию о результатах ярусных постановок на научно-исследовательских судах и тунцеловных базах "Солнечный луч" и "Яркий луч": координаты работы судов, общий вылов за сутки, видовой состав уловов, величину промыслового усилия (количество поставленных крючков). Проанализировано более 150 тыс. постановок яруса. Исследованиями охвачена практически вся экваториальная, тропическая и субтропическая зоны Атлантического океана (45° с.ш. - 40° ю.ш.).

Данные о распределении температуры по горизонтам взяты из многолетнего одноградусного гидрометеорологического массива **WOA-94** (World Ocean Atlas 94), наблюдения в котором осреднены за период с 1900 по 1992 гг.

Для решения поставленной задачи реализованы следующие этапы:

создана и формализована ежемесячная электронная база данных по вылову большеглазого тунца, промысловому усилию, вылову на единицу усилия (на 100 крючков яруса) и параметрам внешней среды в пределах ареала;

выявлены значащие параметры среды, определяющие состояние экосистемы в пределах ареала вида и влияющие на формирование промысловых скоплений последнего;

определен оптимальный температурный диапазон и его вертикальное распределение;

построены ежемесячные карты распределения относительной плотности большеглазого тунца.

Расчеты выполнены с помощью программного пакета "Statistica".

После формализации базы данных проведен факторный анализ для выявления значащих параметров среды, определяющих состояние экосистемы в пределах ареала большеглазого тунца. Установлено, что наиболее значащим фактором, влияющим на формирование промысловых скоплений, является температура, причем необходимым условием образования массовых скоплений тунцов, не только большеглазого, но также полосатого и желтоперого, является наличие кроме горизонтального, еще и вертикального развития оптимального температурного диапазона, различного для разных видов тунцов (Гайков, Архипов, 2004). Величина этого диапазона может быть выражена через среднюю температуру слоя ($T_{w_{cp}}$) и стандартное отклонение температуры (Std_{T_w}) по горизонтам (мера, косвенно характеризующая структуру термоклина) (рис. 1).

В результате анализа распределения выловов большеглазого тунца на фоне термических условий для каждого месяца выделены участки с различной плотностью скоплений, в которых средние значения температуры в слое 50-200 м находятся в диапазоне 15.2-17.9 °С, оптимальные значения Std_{Tw} в пределах 3.0-6.5 °С. Для выбора тактики лова большеглазого тунца и заглубления яруса необходимо знать сочетание распределения оптимальных Tw_{cp} и Std_{Tw} , позволяющее определять нижнюю границу термоклина, где и формируются промысловые скопления.

По данным отечественного тунцового ярусного промысла и среднемесячной температуры в слое 50-200 м с использованием множественного регрессионного анализа для каждого месяца определены перспективные районы образования массовых скоплений и рассчитана относительная плотность большеглазого тунца в килограммах на 100 крючков пелагического яруса (рис. 2). Распределение большеглазого тунца в целом соответствует зонам потенциально биологической продуктивности в Центральной Атлантике (Дубравин, 2001).

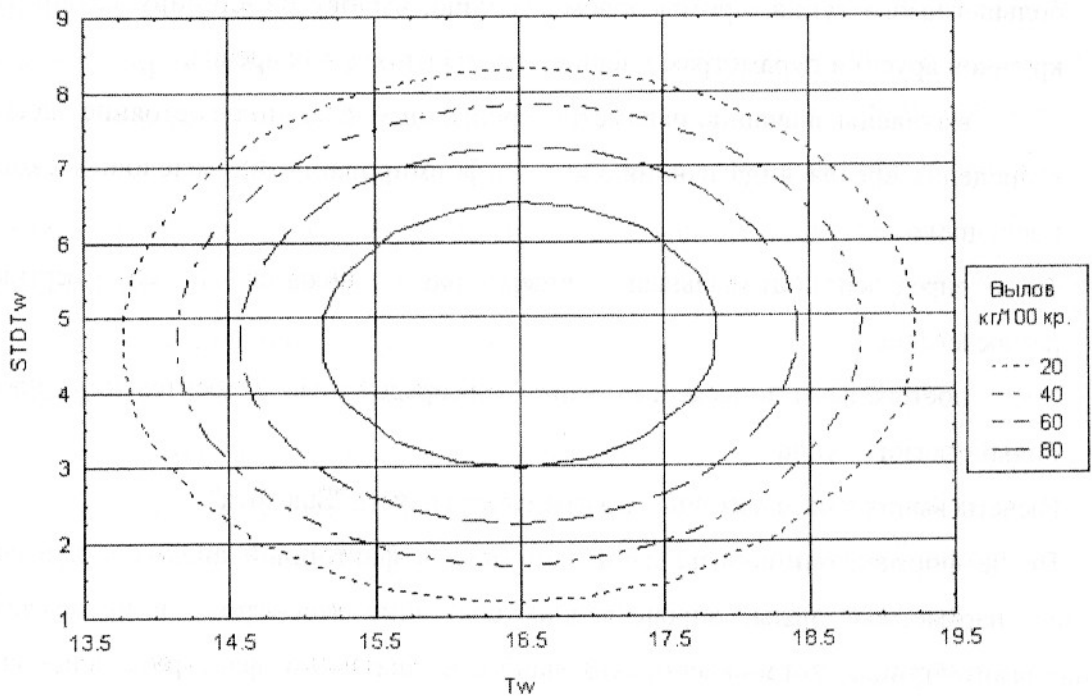


Рис. 1. Зависимость величины выловов большеглазого тунца от средней температуры в слое 50-200 м и стандартного отклонения.

В Атлантическом океане существуют две популяции большеглазого тунца – североатлантическая и южноатлантическая (Гайков, 1988), тесно связанные с североатлантической (САТ) и южноатлантической (ЮАТ) тропическими водными массами. Граница раздела популяций проходит по метеорологическому экватору (МЭ). Крайние

северное (6-14° с.ш.) или южное (4° с.ш. - 4° ю.ш.) положения МЭ достигаются в августе-октябре или в феврале-апреле, что соответствует лету северного или южного полушария (Дубравин, Навроцкая, 1999, 2001).

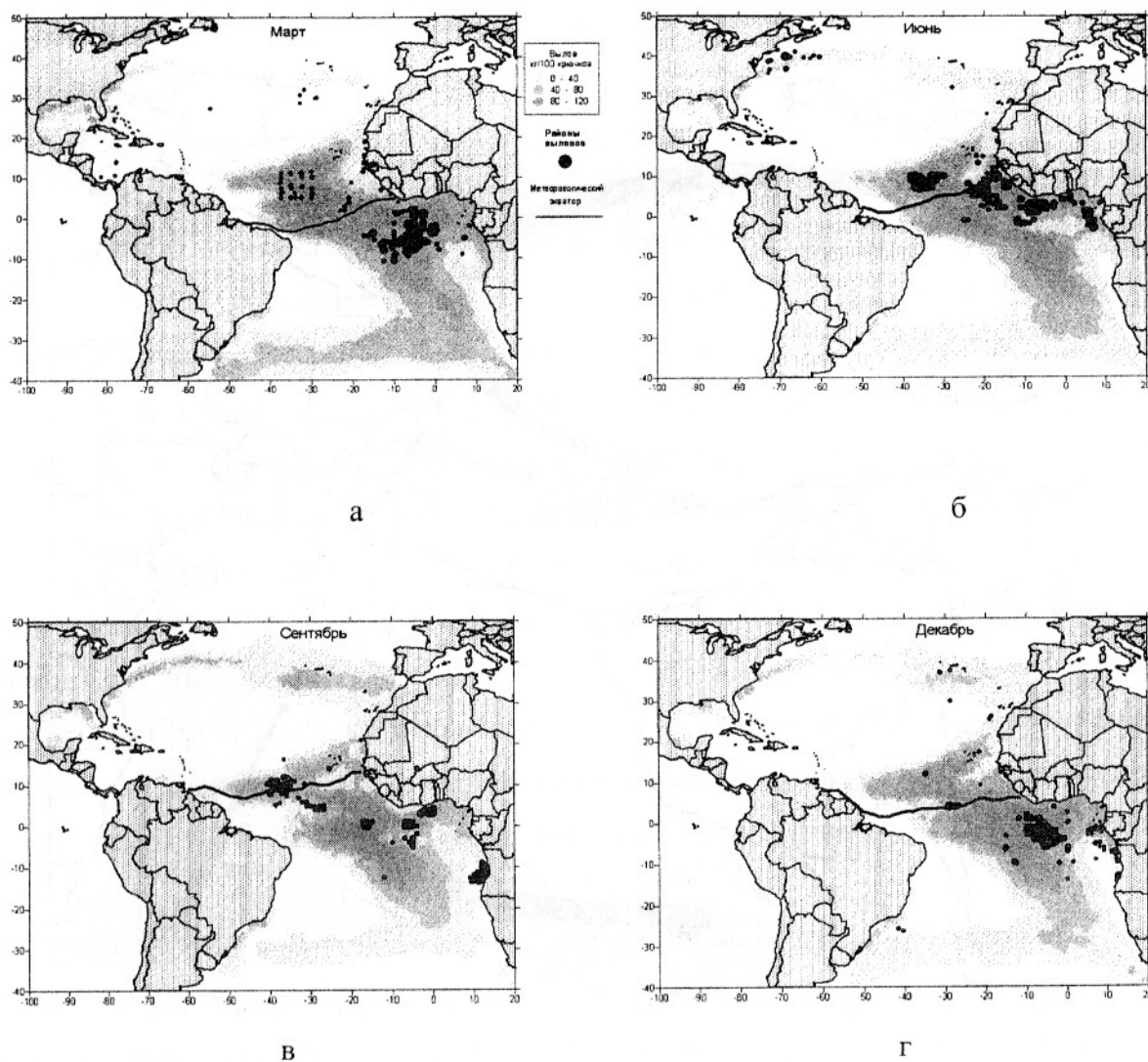


Рис. 2. Относительная плотность (кг/100 крючков), районы вылова большеглазого тунца отечественным флотом: март – (а); июнь – (б); сентябрь – (в); декабрь – (г). Метеорологический экватор проведен по Дубравину и Навроцкой (2001).

В период преобладания северо-восточного пассата (СВП) (декабрь-май, с максимумом в январе-феврале) зоны повышенной плотности большеглазого тунца расширяются в южном направлении, с усилением юго-восточного пассата (ЮВП) (июнь-октябрь, с максимумом в июне-июле) – в северном.

Такое распределение тунца предполагает и сезонность миграций: меридиональное расширение этой зоны соответствует нагульным миграциям, сужение - нерестовым.

С усилением ЮВП увеличивается интенсивность Южного Пассатного, Бенгельского и Гвинейского течений, Межпассатного (Экваториального) и Южного Экваториального Подпассатного противотечений и уменьшается интенсивность течений Ломоносова и Ангольского (Дубравин, 1979).

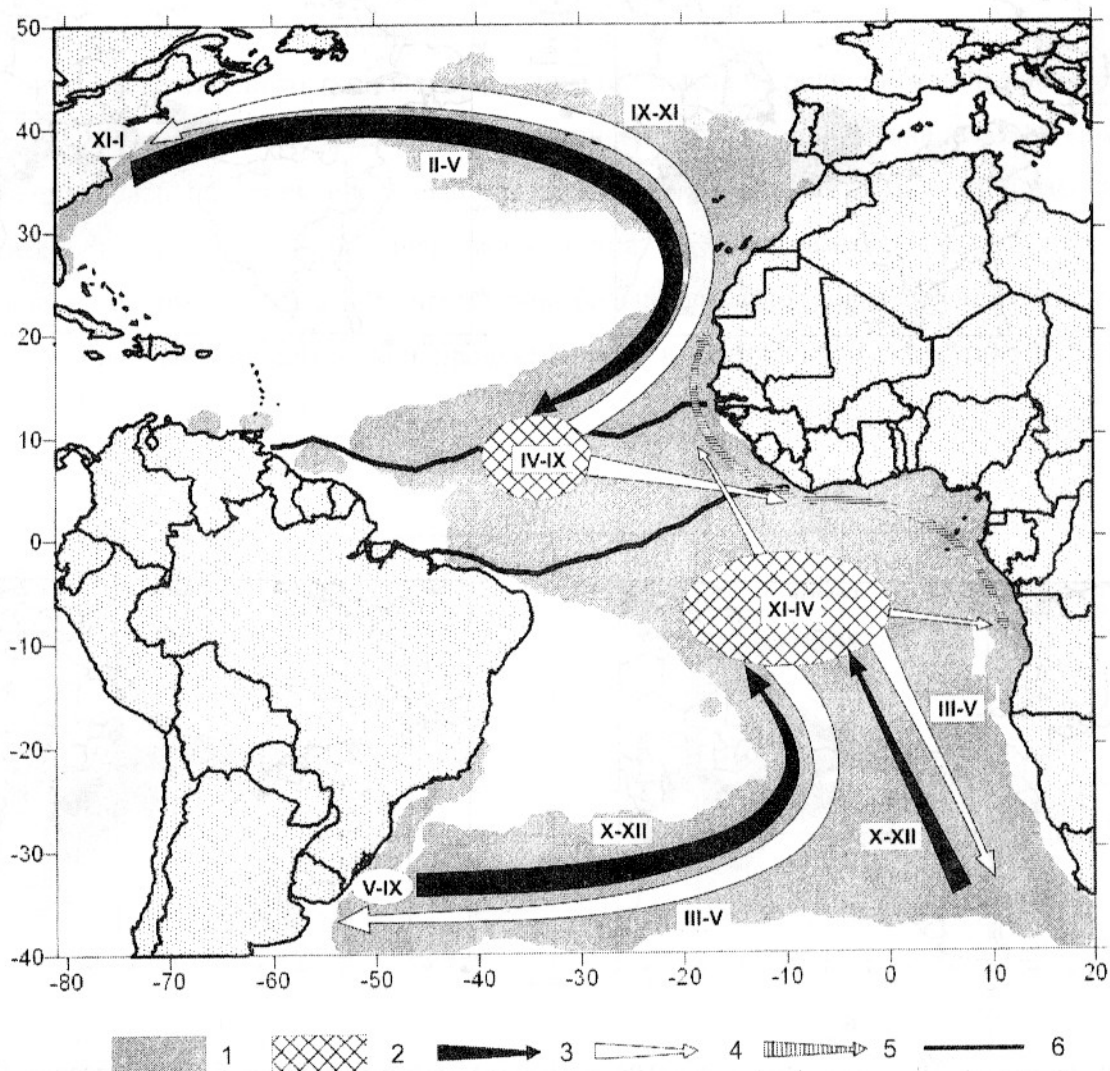


Рис. 3. Схема миграций большеглазого тунца Атлантического океана: 1 - основные районы промысла, 2 - районы массового нереста, 3 - нерестовые миграции, 4 - нагульные миграции, 5 - миграции молоди, 6 - границы метеорологического экватора.

Репродуктивные и миграционные циклы популяций большеглазого тунца находятся в противофазе. Массовый нерест североатлантической популяции происходит в мае-сентябре в районе $2-12^{\circ}$ с.ш., $30-40^{\circ}$ з.д. (Gaikov, 1983) к северу от центральной части фронтальной зоны между САТ и ЮАТ (Дубравин, 2001), южноатлантической – в декабре-апреле на акватории между $2-12^{\circ}$ ю.ш. и $0-20^{\circ}$ з.д. (Gaikov, 1983) к югу от центральной

части фронтальной зоны между восточноатлантической экваториальной (ВАЭ) и ЮАТ (Дубравин, 2001) и приурочен к весенне-летнему сезону соответствующего полушария.

Отнерестившиеся особи североатлантической популяции из района нереста в августе-ноябре мигрируют в восточном, северо-восточном и далее в северном направлениях в зоне действия северной ветви Межпассатного и Канарского противотечений и Северной тропической дивергенции⁸ (СТД) вплоть до 35-40° с.ш. Наиболее крупные особи продолжают миграцию в западном направлении в зоне Северной субтропической конвергенции (ССТК), достигая побережья Северной Америки, где образуют нагульные скопления в ноябре-январе в широтной полосе приблизительно между 38-45° с.ш. Размеры тунцов в Северо-Западной Атлантике составляют 110-175 см (Mater, 1963), что соответствует возрасту 4-8 лет. В феврале тунцы из этого района начинают мигрировать в центрально-восточную часть Атлантического океана.

В марте-апреле из районов нагула начинается нерестовая миграция. Тунцы мигрируют в район нереста в зоне действия Канарского, затем Северного Пассатного течений в период их максимального развития. Причем, если в северной части Канарского течения большеглазый тунец держится в поверхностных слоях, то, по мере продвижения в южном направлении, в связи с прогревом поверхностных вод, он опускается в более глубокие слои. Часть особей в этот период мигрирует с Гвинейским течением в северную часть Гвинейского залива, откуда половозрелые тунцы в мае-июле перемещаются в район нереста в зоне действия северной ветви Южного Пассатного течения и располагающегося под ней западного продолжения северо-восточной ветви течения Ломоносова (после разделения у о. Сан-Томе) (Дубравин, 1979).

Часть отнерестившихся особей в августе-сентябре из района нереста в зоне конвергенции Межпассатного противотечения и Южного Пассатного течения мигрирует в северные районы Гвинейского залива (0-2° с.ш., 0-15° з.д.), о чем свидетельствует увеличение в сентябре-октябре количества посленерестовых особей в северной части Гвинейского залива при отсутствии в этом районе массового нереста. Из этого района большеглазый тунец, мигрирует, по-видимому, в октябре-декабре, вдоль побережья Африки в северном направлении, подтверждением чему могут служить результаты мечения большеглазого тунца в Гвинейском заливе (Bard, Amon Kothias, 1986; Bard, Vannerman, 2002).

Основная масса личинок и мальков из района массового нереста большеглазого тунца выносятся в июне-сентябре с северной ветвью Межпассатного противотечения в восточном и северо-восточном направлениях, затем с Канарским противотечением в

⁸ Здесь и далее зоны вергенций приведены в терминах Буркова (1980).

северном направлении. Не исключено, что некоторая часть личинок может выноситься в западном направлении с северной ветвью Южного Пассатного течения к побережью Южной Америки.

В районе между островами Зеленого Мыса, Канарскими, Мадейра и Азорскими (15-35°с.ш.) концентрируется молодь в возрасте 1-3 лет до достижения половой зрелости. Этот район находится под воздействием холодного Канарского течения. В зимний и весенний периоды, когда температура на поверхности воды достигает оптимальной для обитания большеглазого тунца величины, он является здесь объектом промысла, в том числе удебного, наиболее интенсивного в период с января по апрель (Carvalho et al., 1983; Pereira, 1983, 1985). Этот район с центром у Канарских островов является основным районом нагула молоди в северном полушарии, в пределах которого тунец совершает локальные перемещения (Aloncle, Delaporte, 1978; Delgado de Molina et al., 2002). Личинки и мальки южноатлантической популяции из района нереста в феврале-мае выносятся в восточном и юго-восточном направлениях с Южным Экваториальным Подпассатным противотечением, затем в южном – с Ангольским течением. В экваториальной и юго-восточной тропической зонах Атлантики происходит нагул молоди вдоль африканского побережья от Намибии до Либерии в продуктивных районах прибрежного апвеллинга, включая и северную часть Гвинейского залива (0-2°с.ш., 0-15°з.д.). Таким образом, северная часть Гвинейского залива является зоной, где могут встречаться тунцы как североатлантической, так и южноатлантической популяций, хотя они в значительной степени и разобщены во временном масштабе. Тем не менее эта зона, видимо, является районом обмена генетической информацией между популяциями.

Отнерестившиеся особи южноатлантической популяции мигрируют в марте-мае в зоне действия Южной тропической дивергенции (ЮТД) в восточном и юго-восточном направлениях, затем в зоне действия Южной субтропической конвергенции (ЮСТК) в западном направлении вплоть до побережья Южной Америки. В водах у побережья Бразилии большеглазый тунец наиболее многочислен в мае-сентябре, в водах Аргентины в сентябре-октябре. Этот район является нагульным для большеглазого тунца в южном полушарии. У побережья Южной Америки, как и в Северо-Западной Атлантике, облавливаются в основном крупные особи массой более 20 кг, средняя масса тунца в период наблюдений 1969-1977 гг. составила около 70 кг (Zavala-Camin, 1978). Из района нагула миграция в район нереста начинается в октябре-декабре. Из Юго-Восточной Атлантики в октябре-декабре начинается нерестовая миграция в зоне действия Бенгельского течения и южной ветви Южного Пассатного течения.

Таким образом, основные пути миграций большеглазого тунца располагаются у границ противотечений как в зонах дивергенций (СТД и ЮТД), преимущественно в

период нерестовых миграции и нагула молоди, так и в зонах конвергенций (ССТК и ЮСТК), в основном после нереста и в период нагула взрослых особей. Сроки миграций большеглазого тунца и ход МЭ развиваются в противофазе: с началом перемещения метеорологического экватора от лета к зиме (северного полушария) к югу начинаются миграции тунца в северном направлении (нагульная североатлантической популяции и нерестовая южноатлантической); обратному движению МЭ к северу (от зимы к лету) соответствует миграция тунца в южном направлении (нерестовая североатлантической популяции и нагульная южноатлантической).

Проведенная работа позволила:

- выявить оптимальные экосистемные параметры среды обитания большеглазого тунца;
- уточнить популяционную структуру;
- определить основные пути миграций и составить схему;
- отметить соответствие распределения зон потенциально биологической продуктивности в Центральной Атлантике (Дубравин, 2001) и плотности скоплений большеглазого тунца;
- установить пространственно-временную связь миграционных циклов с сезонной динамикой метеорологического экватора.

Выявленные особенности распределения и миграций большеглазого тунца помогут при наличии гидрометеорологических оперативных данных, получаемых с помощью дистанционного зондирования океана, осуществлять своевременное управление промысловым флотом.

Литература

- Бурков В. А. 1980. Общая циркуляция Мирового океана. Л.: Гидрометеиздат, 256 с.
- Гайков В.З. 1988. Большеглазый тунец Атлантического океана / Автореф. дисс. на соиск. учен. степ. канд. биол. наук: 03.00.10 - М. - 26 с.
- Гайков В.З., Архипов В.И. 2004. Использование дистанционных методов зондирования океана для повышения эффективности тунцового промысла // Промышленно-биологические исследования АтлантНИРО в 2002-2003 годах: Сб. науч. тр. /Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. – Т. 1. - Калининград. - С. 73-80.
- Дубравин В.Ф. 1979. Океанологические условия юго-восточной тропической Атлантики и зоны повышенной биологической продуктивности / Автореф. дисс. на соиск. учен. степ. канд. геогр. наук. - М. - 20 с.
- Дубравин В.Ф. 2001. Поверхностные водные массы и формирование зон биологической продуктивности Атлантического океана. СПб.: Гидрометеиздат. - 115 с.
- Дубравин В.Ф., Навроцкая С.Е. 1999. Атлас гармонических постоянных сезонной изменчивости термохалинных характеристик деятельного слоя Атлантического океана. Калининград. 148 с. Деп. в ВИНТИ 26.06.99, № 2111.

- Дубравин В.Ф., Навроцкая С.Е. 2001. Атлас гармонических постоянных сезонной изменчивости гидрометеорологических элементов Северной и Центральной Атлантики. – Калининград. 213 с. Деп. в ВИНТИ 17.07.01, № 1701.
- Aloncle H., Delaporte F. 1978. Information sur les captures de petits patudos (*Thunnus obesus*) effectuées par "La Pélagia" dans les parages des Açores // ICCAT Col. Vol. Sci. Pap. - Vol. VII, no. 1. - P. 94-96.
- Bard F.X., Amon Kothias J.B. 1986. Resultats des campagnes de marquage de thonides tropicaux menees par la Gote d'Ivoire 1983-1984 // ICCAT Col. Vol. Sci. Pap. - Vol. XXV. - P. 30-36.
- Bard F.X., Cayre P. 1986. Commentaires sur les migrations de l'albacore (*Thunnus albacares*) en Atlantique est 1984 // ICCAT Col. Vol. Sci. Pap. - Vol. XXV. - P. 11-30.
- Bard, F.X., Bannerman P. 2002. Analysis of early recoveries of BETYP taggings in eastern Tropical Atlantic as compared to ISYP and YYP taggings // ICCAT Col. Vol. Sci. Pap. - Vol. LIV, no. 1. - P. 42-56 .
- Carvalho D., Gouveia L., Ornelas J., Gomes R. 1983. Tuna fisheries and research in Madeira // ICCAT Col. Vol. Sci. Pap. - Vol. XVIII, no. 3. - P. 725-746.
- Delgado de Molina, A., Delgado de Molina R., Santana J.C., J. Ariz J. 2002. Nota sobre el mercado de patudo dentro del BETYP // ICCAT Col. Vol. Sci. Pap. - Vol. LIV, no. 1. - P. 237-245.
- Gaikov V.Z. 1983. The dynamics of maturation and sex ratio of bigeye tuna, *Thunnus obesus* (Lowe), in the Atlantic Ocean // ICCAT Col. Vol. Sci. Pap. - Vol. XVIII, no. 2. - P. 347-354.
- Gajkov V.Z., Arkhipov V.I. 2003. Applied Ecological Monitoring of Fish Stocks with the Use of Modern Information Technical Base // History of Oceanography: Abstracts of the VII International Congress of the History of Oceanography - Kaliningrad, September 8-12, 2003. - Kaliningrad, - P. 257-259.
- ICCAT. 2005. Report for Biennial Period 2004-2005 / - Part I (2004). – Vol. 2. - Madrid. - 224p.
- Levitus S. and Boyer T.P. 1994. World Ocean Atlas 1994. Vol. 4: Temperatura. NOAA Atlas NESDIS 4. U.S. Dept. of Commerce NOAA. 117 p.
- Mather F.J. 1963. Tunas (genus *Thunnus*) of the western North Atlantic. Part II. Description, comparison and identification of species of *Thunnus* based on external characters // FAO Fish. Rep. - No. 6, vol. 3. - P. 1155-1157.
- Pereira J. 1983. Peche et recherche thonieres aux Açores // ICCAT Col. Vol. Sci. Pap. - Vol. XVIII, no. 3. - P. 747-753.
- Pereira J. 1985. Analyse de la PUE dans la pecherie de patudo an surface aux Açores // ICCAT Col. Vol. Sci. Pap. - Vol. XXIII, no. 2. - P. 221-224.
- Zavala-Camin L.A. 1978. Diatribucion del patudo (*Thunnus obesus*) en el sudeste y sur del Brasil (1969-1977) // Bol. Inst. Pesca. - Vol. 5(1). - P. 40-50.