

# ТЕРМИНОЛОГИЯ И МЕТОДЫ В ПРОМЫСЛОВОЙ ОКЕАНОЛОГИИ В СВЯЗИ С ИЗУЧЕНИЕМ МНОГОЛЕТНИХ ИЗМЕНЕНИЙ В АТМОСФЕРЕ, ГИДРОСФЕРЕ, ЛИТОСФЕРЕ И БИОСФЕРЕ ЗЕМЛИ

Елизаров А.А.  
ВНИРО

## Температура морской воды и изменчивость распределения и воспроизводства промысловых гидробионтов

Распределение массовых промысловых гидробионтов тесно связано с системами геострофических течений в морях и океанах, а уровень воспроизводства с изменением их интенсивности (Ижевский, 1961, 1964). Как у всего живого, основой краткосрочных и долгосрочных изменений в состоянии промысловых популяций является изменчивость кормовой базы, напрямую зависящей от циркуляционных процессов в гидросфере (Елизаров, 2004). В океанологии до сего времени отсутствует техника прямого определения макромасштабной изменчивости параметров циркуляции вод. Сообщение в прессе о том или ином ослаблении или усилении того или иного известного океанического течения, появляющееся на основе наблюдений на отдельных станциях, говорит лишь о географической безграмотности авторов.

При отсутствии возможности напрямую определять изменения в интенсивности переноса вод исследователям приходится прибегать к косвенным данным, используя различные гидрофизические и гидрохимические характеристики. Первой из таких характеристик бесспорно является температура морской воды. Её колебания по меридиану, между тропиками и полярными областями, отражают существенные изменения циркуляции вод, интенсивности постоянных течений и объемов переноса вод в северном или южном направлениях. Все существенные внутригодовые и долгосрочные климатические изменения тесно связаны с колебаниями температуры воды деятельного слоя моря. Однако при переходе к поискам закономерных связей между абиотическими и биотическими условиями следует помнить о двойственном характере этой характеристики (Елизаров, 1974). Температура воды не только косвенно указывает на изменения интенсивности циркуляции вод, но и непосредственно воздействует на гидробионты. Поэтому при определенных условиях может сдвинуться ареал того или иного массового вида, измениться распределение в пространстве объектов промысла.

Температура морской воды многократно использовалась в научной литературе как фактор, определяющий распределение и урожайность различных промысловых организмов (Tailor, Bigelow, Graham, 1957; Ижевский, 1964; Елизаров, 1959, 1962; Рябиков, Фомин, 1969; Елизаров, 1974 и др.).

В результате статистического анализа многолетних колебаний температуры морской воды и хода промысла получены многочисленные эмпирические связи между характеристиками температуры воды и уловами. В качестве аргументов уравнений связи использовались: теплозапас деятельного слоя моря (0-200 м), величины температуры воды на поверхности моря, распределение изотерм на горизонтальной плоскости и по вертикали (Елизаров, 1959; Константинов, 1961; Зайцев, 1963; Елизаров, 1981 и др.).

### **Циркуляция вод – важнейший фактор среды, определяющий продуктивность промысловых организмов**

Использование в качестве показателя продуктивности водоема температуры воды зачастую приводит исследователя к некоему пренебрежению важнейшим фактором, определяющим жизненный цикл гидробионтов, - циркуляцией (динамикой вод). Между тем, именно вдоль струй постоянных течений проходят миграционные пути промысловых гидробионтов, относящихся к высшему трофическому уровню биоты. Промысловые районы бывают как бы нанизаны на основные пути переноса вод.

Как уже говорилось, усиление или ослабление интенсивности течений вызывает либо расширение, либо сужение ареала того или иного гидробионта. Усиление вертикальной циркуляции вызывает подъем богатых биогенными веществами вод к поверхности моря в слой фотосинтеза, что усиливает продуктивность вод.

Обратим внимание на тот важный для промысловой океанологии факт, что увеличение урожайности вод не всегда связано с повышением температуры воды, характерном для теплых течений. Вдоль холодного Лабрадорского течения, так же как и вдоль теплых Норвежского и Мурманского течений, располагаются важнейшие промысловые районы Северо-Западной Атлантики.

В этом нет никакой загадки, вдоль любого течения на его периферии, на его флангах, образуются круговороты, создающие хорошие условия для откорма рыб. В поле плотности вдоль самого течения формируются круговые образования, которые, как показывает практика, точно соответствуют известным промысловым районам. Например, вдоль струй Лабрадорского течения максимальные изолинии поля плотности соответствуют промысловым районам северо-восточного склона Большой Ньюфаундлендской банки, Флемиш Капа и других, где постоянно ловится треска, пикша, несколько видов морского окуня и другие рыбы. В Охотском и Беринговом морях ослабление или усиление постоянных течений приводит к существенным изменениям в промысловой обстановке (Фигуркин, 1997; Дарницкий, Булатов, 1997).

## Поле плотности и биота

Особенности распределения гидробионтов в связи с циркуляцией вод хорошо отражены в поле плотности. Так, массовые объекты промысла вдоль ветвей Лабрадорского течения распределены отнюдь не равномерно, чаще всего известные промысловые районы формируются в местах постоянных круговоротов, хорошо прослеживающихся в поле плотности морской воды (Елизаров, 1986).

Структура поля горизонтального градиента плотности хорошо отражает особенности динамики вод и реагирует на изменение интенсивности основных ветвей Лабрадорского течения и Северо-Атлантического течения. Максимальные величины горизонтального градиента плотности на поверхности, значения которых достигают  $200-300 \times 10^{13} \text{ г/м}^4$  и более, приурочены к стрежневым участкам геострофических течений (Елизаров, 1986; Елизаров, 1986). Максимальные величины превышают минимальные на два-три порядка. Такое же соотношение наблюдается и по биотическим характеристикам: первичной продукции, зоопланктону и бентосу. Пятна и зоны высоких величин горизонтального градиента плотности обусловлены интегральным эффектом интенсивности геострофического переноса и топографической неоднородности районов.

Поскольку вторая характеристика является величиной постоянной, улучшение или ухудшение биотических условий (откорма, распределения гидробионтов и др.) полностью зависит от изменения интенсивности течений.

Экстремально высокие величины температуры воды в полярных широтах отражают интенсивность переноса относительно теплых вод с юга. Повышение интенсивности переноса сопровождается расширением ареала массовых гидробионтов, увеличением скоростей течений воды в их стрежне, усилением вихреобразования и, как следствие, улучшением условий откорма.

В тропических широтах и примыкающих к ним районах любое усиление циркуляции (переноса вод) независимо от знака аномалии температуры воды – плюса или минуса может иметь положительное значение для формирования урожайных поколений. Улучшение условий откорма здесь может иметь место при любом усилении скорости течения идет ли оно с севера, с юга или в широтном направлении. Поэтому значимым индикатором может быть не обязательно температура воды, а такие характеристики атмосферы, как Северная или Южная осцилляция (Елизаров, Котенев, 1989; Масленников, 2004; Stiansen et al.).

## **Атмосфера и гидросфера. Взаимодействие. Что было раньше?**

Хорошо известны бесконечные схоластические споры о курице и яйце. В промысловой океанологии, в её классической интерпретации при изучении взаимодействия атмосферы и гидросферы и их общего воздействия на биосферу как будто нет другого порядка – сначала усиление движения воздушных масс, затем усиление интенсивности морских течений, приносящих теплую или холодную воду, и уж затем изменения в трофической цепи гидробионтов. Однако в тысячах научных построений за скобками остается вопрос о том, что собственно является причиной изменения давления в центрах действия атмосферы, вызывающего изменения в движении воздушных и водных масс и только ли от климатических факторов зависит усиление или ослабление темпов развития организмов от первичной продукции до высшего трофического уровня. Мы уже неоднократно говорили о том, что ежегодные изменения в гидросфере и в центрах действия атмосферы могут быть вызваны геофизическими силами, определяющими долгопериодные изменения приливного характера, а изменчивость солнечной активности, выраженной в числах Вольфа, может оказывать непосредственное влияние на урожайность гидробионтов (Елизаров, 1974; Елизаров, 2004; Елизаров, 2005). Многие исследователи, по существу, опровергают тезис об определяющем влиянии атмосферных процессов на климат Земли. Так, феномен «глобального потепления» отнюдь не находит единодушного признания.

По К.В. Кондратовичу (1984, 1987) зафиксировано потепление с конца 19-го столетия до сороковых годов 20-го столетия, в 40-х-60-х годах тенденция потепления наблюдалась менее четко. В общем, концепция нарастающего потепления за счет парникового эффекта  $\text{CO}_2$  не может объяснить указанные особенности многолетних изменений температуры воздуха Северного полушария.

В связи с Южным колебанием (ЮК) обнаруживается потепление и прорыв теплых вод, доминирующим фактором чего является потенциал приливообразующих сил (Цыганов, 1989). В аномалиях приливных явлений автором выделяются знакомые 8.83 и 18.6 лет (Ижевский, 1061).

Тема глобального потепления неизбежно вызывает воспоминание о так называемом «потеплении Арктики» предвоенных лет.

По А.А. Гирсу (1971) максимум векового цикла солнечной активности в 1937 г. и высокий ее уровень определяли преобладание С и Е форм циркуляции атмосферы до начала семидесятых. Снижение вековых величин солнечной активности и преобладание W циркуляции привело к увеличению осадков и повышению уровня Каспия. Последнее явление прогнозировалось, но смены форм циркуляции не произошло (по-прежнему

преобладала Е). Высокий уровень солнечной активности сохраняется и на протяжении семидесятых и восьмидесятых годов, когда потепление в гидросфере сменилось похолоданием.

Возможно формы циркуляции атмосферы определены недостаточно точно и плохо выражаются в числовой форме. Важно разобраться функцией каких сил - гелиофизических или геофизических - они являются. Пока этого не сделано, использовать их в прогностических целях крайне трудно, если вообще возможно.

Рассматривалась роль Северо-Атлантического колебания (САК) в формировании морского климата Баренцева и Лабрадорского морей (Бочков, Трояновский, 1997). Северо-Атлантическое колебание определялось как показатель акцентации и пространственного положения Исландского минимума и Азорского максимума. Выяснилось, что существует статистически значимая обратная связь показателей климата Баренцева и Лабрадорского морей, т.е. на основании новых данных подтвердился тезис Г.К. Ижевского (1964) об «оппозиции» Гренландско-Североамериканской и Атлантической природных климатических систем».

Несмотря на высокий уровень связи, использовать ее в прогностических целях можно лишь с большой долей условности, ибо механизм межгодовых и многолетних изменений положения центров действия атмосферы неизвестен. Структурный характер связи очевиден. Сами же авторы говорят о «синхронном характере связи» и «нестационарности её проявлений».

Нельзя не упомянуть о том, что несколько ранее это явление было объяснено противофазностью изменений температуры воды в результате увеличения или уменьшения интенсивности переноса вод холодным Лабрадорским и теплым Мурманским течениями и подтверждено корреляционными расчетами по Кольскому меридиану и гидрологическим разрезам в Северо-Западной Атлантике (Елизаров, Зотов, 1960; Елизаров, 1962).

### **Географические требования к математическим и прямым методам диагностирования и прогнозирования оптимально допустимого вылова**

К крупным ошибкам в определении нерестовой и общей биомассы промысловых гидробионтов может привести недооценка или не учет географических условий существования того или иного вида. На первое место здесь нужно поставить весь его ареал, что особенно важно в местах взаимодействия высокоширотных вод с субполярными водами или водами умеренных широт. Наличие больших площадей льда, под которым или среди которого могут безбедно, независимо от промысла, существовать



такие виды, как треска, южная путассу и многие другие виды, способно превратить в «пустые хлопоты» попытки оценить или диагностировать биомассу промыслового вида.

Когортный анализ для определения ОДУ, в принципе, применим лишь в том случае, когда облаивается вся популяция или, в худшем случае, её основная часть. То же самое относится к траловой или любой другой съемке, если ею охватывается не весь ареал вида. Нельзя забывать и того, что географически этот ареал изменяется из года в год в широких пределах в зависимости от циркуляции вод и температурных условий. Во время резкого похолодания в Баренцевом море в 1956 г. отдельные помеченные экземпляры аркто-норвежской трески были выловлены через сравнительно небольшой срок аж у Западной Гренландии. Нетрудно домыслить к каким ошибкам могла привести любая съемка в привычных площадных пределах. А что стоил когортный анализ по анчоусовидной кильке на Каспии, если промысел там по большей части велся на двух небольших участках южной части моря.

Исходя из сказанного, представляется, что наилучшие результаты может дать икорная съемка. Однако в этом случае к серьезным ошибкам может привести то обстоятельство, что нерест многих массовых промысловых видов по времени проходит порционно. К одним и тем же местам нереста части популяции разных поколений приходят в разное время, а наши наблюдения чаще всего одноразовые (или немногим больше), и не охватывают нерест всей популяции (стада).

В этом кроется одна из причин занижения биомассы популяции, в результате которого промысел в течение многих лет превышает величины ОДУ без видимого ущерба для сохранности вида.

### **Черный ящик**

Оценивая биологическую продуктивность водоемов, а, более конкретно, урожайность поколений того или иного массового (промыслового) вида, по температуре воды на стандартном разрезе, мы, по существу, имеем дело с , так называемым, «черным ящиком». На входе мы имеем среднегодовые и среднемесячные величины температуры воды в абсолютных значениях или аномалиях, на выходе – общую или нерестовую биомассу видов, например, аркто-норвежской трески или северной сельди, выраженную в штуках или тоннах. Естественно, для исследователя всегда остается важным, но до конца не решаемым, вопрос – что в «черном ящике»?

А там мало того, что заложено (спрятано) большое число факторов, так или иначе влияющих на продуктивность, урожайность вида (из-за чего собственно и применяется прием «черного ящика»), но и факторы эти очень неодинаковы, неоднозначны. Есть факторы, постоянно действующие на биоту в одном направлении, другие – часто меняют

знак и направление влияния, создавая самые различные ситуации. Общим для «черного ящика» является то, что в нем как бы формируются условия откорма массовых гидробионтов, от чего зависит продукция популяции и, соответственно, возможность промысла.

К постоянным факторам «черного ящика» следует отнести воздействие на организмы высшего трофического уровня солнечной активности. Здесь вряд ли стоит говорить об опосредованном влиянии через температурные условия водоемов (механизм связи температуры воды с усилением или ослаблением солнечной активности не показан и не доказан и вряд ли вообще существует). Однако, вполне возможно, что электромагнитное излучение Солнца действует на всю биоту непосредственно.

Однако в «черном ящике» существуют явления и факторы, действующие нерегулярно, иной раз очень редко. Развитие фитопланктона и зоопланктона может не совпасть по времени и тем самым отрицательно сказаться на развитии гидробионтов высшего трофического уровня, время от времени могут создаваться погодные условия синоптического характера, обуславливающие рассеяние, а не концентрацию кормовых объектов. Изменение направления переноса воздушных масс может создавать за счет ледовых подвижек неблагоприятные условия в местах нереста.

Создается впечатление, что в «черном ящике» гораздо больше причин отрицательного воздействия, чем наоборот. И тем не менее регулярно формируются урожайные поколения при уровне нерестовой биомассы много ниже так называемого критического, но при благоприятных температурных условиях.

В первом приближении выбор температуры воды в качестве индикатора условий изменчивости биопродуктивности вод, несмотря на наличие «черного ящика» с малоизученными и, самое главное, трудно устанавливаемыми условиями, вполне возможен на данном этапе развития рыбохозяйственной науки.

## **Прогноз и диагноз**

Терминологическая путаница в рыбохозяйственной науке нередка, но особенно ярко она проявляется при прогнозировании возможного вылова. Руководство промышленностью запрашивает у «науки» объемы возможного вылова через год, через два, через три или на перспективу. Применяя когортный анализ, основанный на результатах траловых съемок и показателях промысла, рассчитывают ОДУ (общий допустимый улов). Однако, полученные величины скорее относятся к диагнозу, чем к прогнозу. В другом случае, когда для оценки возможностей вылова в качестве аргументов используются показатели среды обитания гидробионтов (температура воды и др.) или съемка нулевого цикла и даже годовиков (для трески) мы, разумеется, имеем дело с

прогнозом, достоверность которого намного ниже диагноза. Это различие не имеет лишь терминологическое значение. В экономике морского рыбного промысла оно может оцениваться в сотнях тысяч и миллионах тонн или больших величинах финансовых затрат. Любая промысловая организация расходует много средств задолго до начала промысла: на орудия лова, подготовку к переработке сырья и сбыту продукции. Вот почему так важно для успешной работы рыбной индустрии получить все возможные абиотические и биотические характеристики диагностического и прогностического характера, включая ОДУ и уравнение связи между характеристиками среды и биомассой гидробионтов. Отказ от этого чреват большими потерями для предпринимателей и государства.

### **Так называемая «норма»**

При оценке воздействия изменения условий внешней среды (температура воды и др.) на воспроизводительную способность популяции (урожай того или иного вида гидробионтов) понятие норма, чисто гидрометеорологический термин, следует, по возможности, исключать из лексикона промысловой океанологии и морской биологии, как условное относительно закономерных процессов в морской биосфере понятие. Поскольку мы имеем дело не со стационарными процессами, придавать слишком большое значение аномалиям, получаемым от случайно подсчитанных норм, нет никакого смысла. Наблюдать и считать надо реально происходящие изменения на каком бы уровне полувекового или векового хода они ни находились.

Чисто терминологическое слово «норма» говорит о чем-то постоянном, устоявшемся. А в наших исследованиях мы имеем дело со средней величиной, полученной из того или иного ряда лет. Средняя величина, зависящая от цикличности и общей нестационарности процессов, может меняться в широких пределах и поэтому никак не соответствует термину «норма».

Абсолютные значения температуры воды важны с точки зрения частоты появления урожайных и неурожайных поколений. Медленные изменения в тепловом режиме в глубоких впадинах кривой многолетнего температурного хода приводят к более редкому появлению урожайных поколений и большей частоте появления поколений неурожайных (Елизаров, 2005).

Совершенно очевидно, что повышение интенсивности притока вод с юго-запада (их часто называют воды атлантического происхождения) в Баренцево и Норвежское моря приводит к более частому появлению урожайных поколений, причем это никогда не зависит ни от абсолютных температур, ни от уровня популяционной плодовитости вида, а



уж тем более от некой «нормы». Но почему это происходит, каков механизм этого явления?

Не имея экспериментальных данных, не зная, как конкретно проходит сам процесс повышения биопродуктивности, мы не можем точно ответить на этот вопрос. Однако рискнем предположить, что суть дела состоит в увеличении числа круговоротов вдоль основных осей переноса вод, что создает более стабильные условия для выживания личинок и молоди рыб.

В своих работах мы уже показывали, как круговороты в поле плотности морской воды становятся закономерным условием образования стабильных промысловых районов в различных частях Мирового океана (Елизаров, 1986).

Популяционная плодовитость пикши в 1965, 1966 гг. была намного ниже критического уровня, в 1967, 1968 гг. – ниже минимально допустимого. Однако, в 1969 г. образовалось исключительно урожайное поколение, а в 1970 г. – среднеурожайное в соответствии с закономерными связями с условиями внешней среды (см. выше). Еще более поразительный факт обнаруживается в последующие годы. В 1971-1973 и в 1977-1981 гг. популяционная плодовитость была ниже критического уровня, а в 1974-1976 гг. – ниже минимально допустимого уровня. Однако интенсификация приноса теплых вод привела к образованию в 1982 г. среднеурожайного поколения, а в 1983 г. – высокоурожайного. Закономерная связь с условиями внешней среды здесь вполне очевидна.

В 1965-1966 гг. уровень популяционной плодовитости аркто-норвежской трески был ниже минимально допустимого (Бондаренко и др., 2003). Тем не менее, в результате того, что с 1966 по 1970 гг. возросла интенсивность поступления относительно теплых вод с Норвежским течением, что выразилось в повышении среднегодовой температуры на Кольском меридиане с  $2,83^{\circ}\text{C}$  до  $4,15^{\circ}\text{C}$ , сформировалось два высокоурожайных поколения 1969 и 1970 гг.

Ниже минимально допустимого уровня популяционной плодовитости трески были годы 1977, 1978, 1979 и 1989. Однако повышение интенсивности притока вод атлантического происхождения с 1979 по 1983 гг. (средняя температура на Кольском меридиане повысилась с  $2,94$  до  $4,50^{\circ}\text{C}$ ) привело к появлению среднеурожайного поколения в 1982 г. и высокоурожайного в 1983 г.

Популяция норвежской нерестующей сельди до 1982 г. вообще по уровню популяционной плодовитости находилась на уровне ниже критического. Однако столь мощное потепление, по существу, в полтора (!) раза привело к появлению в 1983 г. сильного поколения сельди.

Длительный период похолодания, начавшийся в Баренцевом и Норвежском морях в конце пятидесятых годов, привел к тому, что высоко- и среднеурожайные поколения основных промысловых рыб стали появляться реже, тем не менее они появляются в соответствии с той закономерностью, о которой мы рассказали выше.

Следовательно, общее повышение (понижение) температуры воды в пределах ареала того или иного гидробионта сказывается, прежде всего, на частоте появления высокоурожайных и неурожайных поколений.

Возможно, что длительное похолодание создает такие трофологические условия, при которых появление время от времени высокоурожайных поколений невозможно.

Существенное повышение температуры, влияние которого, в частности, на урожайность поколений основных промысловых рыб, может быть вызвано либо усилением адвекции относительно теплых вод с юга, либо увеличением инсоляции в результате уменьшения облачности, повышением устойчивости поверхностных слоев моря или воздействием еще каких-то не установленных причин (изменение чисел Вольфа, например). Мы полагаем, что в приводимых нами случаях основное, близкое к 100%, влияние оказывает адвекция в результате усиления интенсивности постоянных течений. В пользу этого предположения говорит то, что большинство месячных плюсовых аномалий температуры воды на разрезе Кольского меридиана начинают формироваться глубокой осенью и зимой. Кроме того, приток более теплых и соленых вод и связанное с этим усиление таяния льда ведет к повышению стратификации поверхностных слоев, что, в свою очередь, ведет к их потеплению. Конкретно для биоты немалое значение имеет и то, что повышение стратификации ведет к большему, чем обычно, развитию фитопланктона и на его основе и зоопланктона и, впоследствии, мелких планктофагов.

### **Функциональные и структурные связи**

В рыбохозяйственной науке можно различить много функциональных причинно обусловленных связей, закономерностей. Размер рыб и их вес. Градиенты давления воздуха, перенос воздушных масс и формирование схемы циркуляции вод. Распределение плотности морской воды в зависимости от ее температуры и солености. Однако в поиске закономерных связей между характеристиками неживой и живой природы, между абиотическими условиями и биотой, мы чаще всего сталкиваемся с так называемыми структурными связями, которые не обусловлены конкретными физическими, химическими или биологическими законами, а возникают как показатели неких однонаправленных (с плюсом или минусом) процессов. Одними из важнейших связей такого рода являются зависимости между сезонными и многолетними изменениями поля температуры воды в конкретных морях и бассейнах и распределением биоты (в частности,

промысловых организмов) и воспроизводительной способностью тех или иных популяций.

Почему в данном случае мы говорим о структурных, а не о функциональных связях, ведь температура воды оказывает и прямое воздействие на живые организмы? Да, действительно, если, рассуждая об ареале того или иного вида рыб, выход за пределы которого в температурном диапазоне грозит угнетением и последующей деградацией живых организмов, можно говорить о функциональных связях, то в случаях, когда температура воды является лишь показателем расширения (или сужения) ареала того или иного вида, показателем важнейших условий воспроизводства вида, можно говорить лишь о структурных связях.

Повышение (или понижение) температуры воды вдоль основной и прибрежной струй Мурманского течения, определяемые на разрезе Кольского меридиана, приводят в течение ряда лет к образованию структурной связи между температурой воды и производительностью промысла. Чем больше трески проходит с началом кормовой миграции на северо-восток, тем больше ее концентрация осенью с началом похолодания на путях отхода (Елизаров, 1958, 1959).

Наблюдаемые изменения значимости или знака структурной связи вследствие колебания тех или иных климатических характеристик привели к использованию так называемого кластерного анализа, в котором исследуемый ряд разбивается на несколько более или менее обусловленных компонентов. Собственно такая практика в аналитике имела место и до современной математической проработки. У побережья Новой Англии в 1820-1890 гг. в уловах скумбрии отмечались четыре больших пика, совпадающих со временем заметного повышения температуры воды. Коэффициент корреляции, полученный в результате сопоставления уловов с температурой воды три года назад был равен 0.554. Дальнейшее повышение температуры воды привело сначала к периоду слабого соответствия между уловами и температурой воды (1890-1925 гг.), а затем к формированию значимой обратной связи этих характеристик (Tailor .et al., 1957). По нашему мнению, причина этого заключалась в многолетних изменениях интенсивности холодного Лабрадорского течения. Когда оно достигает промысловых районов Новой Шотландии, знак связи меняется.

Однако такая связь имеет часто структурный характер и нарушается при изменении общей биомассы популяции или схемы циркуляции вод (Зайцев, 1963).

Тем не менее, нельзя из практических соображений не использовать структурные связи при рыбопромысловом прогнозировании, ибо их число во много раз превышает число функциональных. Важно лишь ясно сознавать при каких условиях они действуют, определяя временные и пространственные пределы их существования. Более или менее

стабильный характер они могут иметь там, где схема постоянных течений, определяющих распределение промысловых организмов, сравнительно мало меняется – вблизи берегов, в срединных частях ареалов объектов промысла. В открытых океанических районах, где фронтальные зоны и геострофические переносы изменяют свое положение на десятки и даже сотни миль, структурные связи могут внезапно исчезать или, в отдельных случаях, менять свой знак (плюс или минус) на противоположный. В этом, собственно, одна из причин внезапного исчезновения промысловых запасов, обнаруженных на подводных вершинах посреди океана. То, что зачастую относят к результатам интенсивного промысла, вполне может быть просто следствием существенного изменения схем океанической циркуляции вод.

Какой из всего этого можно сделать практический вывод? Прежде всего, большие значения коэффициентов корреляции отнюдь не всегда отождествляются с обнаружением некой раз и навсегда полученной закономерности. Значение коэффициентов корреляции следует употреблять в прогностических целях с большой осторожностью. И, наконец, нужно научиться отделять структурные связи от функциональных.

Во многих исследованиях, посвященных поиску закономерных связей между изменчивостью абиотических условий в морях и океанах и продуктивностью вод, часто встречаются выражения типа «влияние температуры воды на урожайность промысловых рыб» и т.п.

Совершенно ясно, что при этом не придается значения тому, что высокий уровень связи между средней температурой воды и урожаем того или иного гидробионта часто является отражением лишь структурной, а не причинно-следственной связи. Температура воды является лишь индикатором неких процессов, связанных в высоких широтах с возрастанием интенсивности поступления вод с юга или севера (в Южном полушарии). Отсюда следует, что применение в прогностических целях уравнений регрессии, полученных на основе даже больших коэффициентов корреляции, весьма условно. Вмешается неожиданно некий третий фактор, в природе это наблюдается сплошь и рядом, и все построение, основанное как будто на строгих математических расчетах, рухнет как картонный домик. Что мы собственно и видим на многочисленных примерах.

Расчеты уровня урожайности аркто-норвежской трески Баренцева моря по средней температуре воды на разрезе Кольского меридиана во многих случаях давали вполне удовлетворительные результаты, а в отдельные годы прогноз совершенно не оправдывался. Причины этого могли заключаться не только в особенностях биологии трески, но и в чисто физических проявлениях. Большой прогрев самого поверхностного (0-50 м) слоя при том, что интенсивность притока относительно теплых вод с юга не увеличилась, мог привести к тому, что количество круговоротов по флангам основных

переносов не увеличивалось и, следовательно, условия откорма личинок и молоди не улучшались.

Можно представить себе и такую ситуацию, когда количество рингов, круговоротов вдоль основных переносов вод выросло не за счет усиления интенсивности переноса вод с юга, а вследствие активизации переноса с севера, в результате которого также создавались благоприятные условия для откорма. Работая над прогнозом промысловой продуктивности вод, нельзя ни на минуту забывать о том, что температура воды всего лишь показатель основных геофизических процессов в районе исследования. Пока нет возможности определить непосредственно абиотические условия откорма рыб в первый и последующие два года их жизни, температуру воды можно и нужно использовать как исходный материал из некоего «черного ящика», но не более того.

То, что условия откорма массовых промысловых рыб напрямую связаны с интенсивностью постоянных (геострофических) течений, хорошо видно на примере промысловых районов Северо-Западной Атлантики, расположенных вдоль полуострова Лабрадор и Большой Ньюфаундлендской банки (Елизаров, 1974).

### **Использование циклических природных явлений в прогностических целях**

Цикл – совокупность каких-либо явлений, процессов, совершающих законченный круг развития в течение какого-то промежутка времени.

В природных процессах, явлениях о «круге», в прямом смысле этого, говорить нельзя. Опыт исследований в атмосфере и гидросфере показывает, что по завершении некоего условного «круга», цикла мы ни в коем случае не попадем на то же место. Слишком многообразна живая природа, слишком многофакторны ее отдельные проявления.

Начиная изучение колебаний, изменений циклического характера, мы всегда должны помнить об этом.

Многолетние колебания природных характеристик сотканы из такого множества факторов, что кажется невозможным их прогнозировать. В этой связи цикличность тех или иных процессов как будто дает перспективу обнаружения прогностических зависимостей причинно-следственного характера.

Однако, априори, можно утверждать, что невозможно выявлять цикличность природных явлений с продолжительностью более 10-20 лет, если срок наблюдений не превышает нескольких столетий. Применение данных из прошлых лет, когда прямые наблюдения отсутствовали, например, по кольцам на спилах деревьев и т.п., лишь добавляют неопределенности в формуле возможных расчетов. В реальных условиях геофизические, низкочастотные приливные колебания и гелиофизические составляющие



складываются, представляя причудливую и мало предсказуемую картину изменений в живой природе. Все это существенным образом затрудняет, если не делает совсем невозможным, находить столь необходимые нам прогностические связи.

Выход из положения мы видим только один – совместное использование характеристик атмосферы, гидросферы и биосферы. Процессы, проходящие в первых двух сферах, тесно взаимосвязаны между собой и косвенно и непосредственно воздействуют на события в биосфере. Однако живая природа может быть даже более восприимчива к внешним силам, чем неживая. Силы геофизические, и в еще большей степени гелиофизические, могут отражаться в биосфере еще ранее, чем это произойдет в гидросфере. До сих пор нет сколько-нибудь внятного объяснения – каким образом изменчивость в числе и площадях солнечных пятен влияет на процессы в атмосфере и гидросфере. Между тем, биосфера вполне может непосредственно реагировать на колебания электромагнитных излучений нашего светила.

Примеров того, как изменения в биосфере опережают резкие изменения в гидросфере, достаточно много, хотя нельзя не отметить, что случаи, когда события в гидросфере опережают события в биосфере, наблюдаются намного чаще.

С особой осторожностью в процессе поиска закономерных связей прогностического характера между параметрами живой и неживой природы следует подходить к получаемым высоким значениям коэффициентов корреляции. Многочисленные, преобладающие в природе структурные связи, могут существенно изменяться, если меняются условия, при которых они «работают».

Взятая за основу полушарная температура воды на поверхности моря выявила 50-60-летние циклические колебания в гидросфере (Кляшторин, Сидоренков, 1996). Сравнение этих колебаний с промыслом лососевых в Северной Пацифике обнаружило связь абиотических изменений с биотическими.

Явное несоответствие изменения глобальной температуры приповерхностного слоя воздуха ( $dt$ ) и величины мирового потребления топлива (МПТ) показано в одной из последних научных работ (Кляшторин, Любушин, 2006). Циклический характер изменения температуры в 1861-2000 гг. показывает ее 50-60-летние флуктуации, а в более продолжительное время на протяжении приблизительно полутора тысяч лет на Земле проходили и 300-летние потепления (период колонизации Исландии и Гренландии) и заметное похолодание, так называемый «малый ледниковый период». На основании полученных закономерностей авторы предсказывают заметное, логически вполне обусловленное, понижение глобальной температуры в ближайшем будущем.

Безусловно, работа авторов относится к серьезным научным достижениям современности. Однако необходимость прогнозирования биотических условий в

промысловых районах Мирового океана заставляет нас вновь и вновь искать общеклиматические причины ежегодных изменений абиотических условий. По нашему мнению, в основе глобальных изменений температуры воды и других «земных» характеристик лежит закономерная изменчивость сил тяготения, связанных, прежде всего, с неравенствами Луны.

Выделение В.Ф. Дубровиным так называемого «векового» цикла (80-90 лет для САК) под влиянием гелиофизических сил вряд ли оправдано из-за ограниченности материала. Потрясающую по объему статистическую работу по выявлению «цикличности климатообразующих, климатических и рыбопромысловых процессов в Северо-Восточной Атлантике» проделал А.Е. Антонов (1990). Использовались более 25-ти рядов различных характеристик, в число которых входила солнечная активность, скорость вращения Земли, географическое положение полюсов, уровни Каспия и Балтики, продолжительность солнечного сияния в п. Воейкова, расход воды в Фареро-Исландском проливе и многие другие.

Повторение через близкие по времени значения неких природных явлений (похолодание, потепление, обилие осадков или засуха) побудило исследователей вплотную заняться феноменом цикличности. Однако, нестационарность климатических процессов и применение математических методов, используемых в физике, где анализу подвергаются коллективы из миллионов членов, привели в нашем случае к получению практически любых величин цикличности. Виртуальный анализ температуры воды поверхностного слоя океана (ТПО) умеренной зоны Северной Атлантики, периодограммализ Шустера для береговой метеостанции и многие другие методы позволили получить величины цикличности в 3-4, 5-6, 7-8, 10-12, 18-22, 4,3-5,1, 7,1-9,0 и 11,0-13,4 года (Дубравин, Егорихин, Зубин, Навроцкая, 1996; Бочков, Смирнов, Саруханян, 1967).

В большинстве случаев мы при этом имеем дело не с обусловленной физическими причинами, а кажущейся или видимой цикличностью. Поэтому при переходе к конкретике биотических ритмов необходимо выделить научно обоснованные циклы, оказывающие наибольшее воздействие на живую природу.

И.В. Максимов обстоятельно исследовал многолетние изменения в атмосфере и гидросфере, используя большое количество характеристик. Он подтвердил наличие многолетних изменений характеристик приливного происхождения с периодичностью в 4-6, 8-10, 18-20 или 5, 9 и 19 лет, считая их квазипериодическими ввиду нестрогости их соответствия астрономической периодичности.

На гравитационную зависимость от Луны накладываются зависимости от других менее значимых в этом смысле объектов, что, в свою очередь, определяет

квазипериодичность. И.В. Максимов высказал соображения о влиянии приливных сил на горизонтальную циркуляцию водных масс океанов и морей в многолетнем аспекте. Однако он, как и многие другие наблюдатели, считал, что незначительность (малость) приливных сил делает сомнительным тезис об их влиянии на циркуляцию в гидросфере и атмосфере.

Г.К. Ижевский, проводя системный анализ, к явлениям гидросферы добавил изменчивость биотических условий и пришел к выводу, что «основные процессы в морях имеют общие закономерности, укладываемые в названные выше периодичности, а, следовательно, приливные силы невозможно обойти в процессе анализа и прогноза многолетних изменений».

Гравитационные, геофизические силы и, прежде всего, лунные неравенства оказывают постоянное воздействие на атмосферу, гидросферу и литосферу Земли. Если исходить из хорошо известных представлений о постоянном характере этих сил и их смещении, то, несмотря на их малые (по отдельности) размеры ими ни в коем случае нельзя пренебрегать при анализе климатических и биотических изменений. Конечно, в гидросфере полусуточные и суточные приливы более впечатляющи, чем многолетние приливные волны, но их действие быстро сменяется противодействием, а однонаправленность может привести к более значимым результатам. Это хорошо было видно при системном анализе многолетних изменений в гидросфере и биосфере (Ижевский, 1961, 1964; Елизаров, 1979; Елизаров, Моисеенко, 1999).

### **Системность. Крупные экосистемы и продуктивность вод**

Системность исследований, изучение океанических вод с позиций промысловой океанологии, берет свое начало в трудах Н.М. Книповича и Г.К. Ижевского. Главное в них – одновременное и последовательное изучение процессов в атмосфере, гидросфере и биосфере Земли. Сочетание в анализе важнейших характеристик живой и неживой природы, биотических и абиотических показателей дает возможность более полного и глубокого решения экологических проблем промысла на строго научной основе. Это особенно важно в конкретной обстановке изучения океанических вод, когда, как мы это хорошо знаем, ряды наблюдений зачастую недостаточны или недостоверны. В этой связи большое значение имеет изучение географически обусловленных экосистем особо продуктивных вод.

Необходимость системных исследований промысловой продуктивности водоемов определяется неравномерностью во времени и пространстве характеристик биопродуктивности и среды обитания гидробионтов (Елизаров, 1981). Внутригодовые и межгодовые изменения температуры воды, солености, плотности и схемы циркуляции

создают неравномерность условий воспроизводства и распределения организмов на любом трофическом уровне. Эта неравномерность наблюдается в пределах двух-трех порядков величин (Елизаров, 1986), что чрезвычайно важно с точки зрения организации промысла и соблюдения экологической безопасности, а стало быть непосредственно относится к экономике рыбной индустрии.

Популяции массовых промысловых рыб тесно связаны с продукционными особенностями экосистем, в которых они обитают. В районах субтропических и тропических апвеллингов и во фронтальных зонах умеренных широт большая по биомассе первичная продукция образуется в очень короткие сроки. Зачастую из-за длительных временных задержек в развитии между разными трофическими уровнями большая часть ПП либо попадает на дно, либо рассеивается в пространстве. Вследствие этого для продуктивности вод и ее изменчивости от года к году и в многолетнем плане важное значение имеет наличие постоянных круговоротов с высокими величинами вертикальной устойчивости поверхностного слоя. Так, в районе Куроисио у побережья Японии обилие планктона отмечается в круговороте у края течения, близкого к прибрежным водам (Terazaki, 1989). Количество планктона у внешнего края Куроисио очень мало, слабо обеспечивая питанием личинок сардины. Когда личинки попадают в такие условия, их выживание становится очень низким.

Высокий уровень продуктивности на всех трофических уровнях наблюдается в зоне взаимодействия Ойяисио и Куроисио, где образуются многочисленные теплые и холодные круговороты, а таяние льдов, пришедших из Охотского моря, обеспечивает высокую устойчивость поверхностных слоев воды (Takami Minoda, 1989).

В Баренцевом море в 1974-1984 гг. количество зоопланктона изменялось в центральной части в пределах одного порядка (Skjoldal, Rey, 1989). Причины кроются в изменчивости адвекции и давлении хищников. В восточной части моря большие изменения адвекции вод атлантического происхождения и ледовых условий дают основу для биопродуктивности вплоть до высших трофических уровней. Лучшие условия для откорма гидробионтов создаются в местах постоянных круговоротов, связанных с топографией. Тем не менее интенсификация переноса вод также приводит к увеличению вихреобразования на периферии постоянных течений и, соответственно, к улучшению условий для откорма массовых промысловых рыб.

### **Многовидовые модели**

Изучение межгодовых изменений абиотических и биотических условий в морях в последние десятилетия проходит с применением многовидовых моделей. Усилиями ПИНРО и Бергенского института Норвегии была создана единая база данных о питании

гидробионтов. Она включает в себя информацию об интенсивности питания, о размерном и возрастном составе жертв в желудках хищников каждого возраста дифференцированно по сезонам и районам, о сезонных и годовых рационах питания.

Центральным видом в системе трофических взаимоотношений в Баренцевом море является аркто-норвежская треска. Пищевым конкурентом трески, особенно во время мойвенного откорма, выступает пикша. В случае, когда климатические условия приводят к нехватке пищи, для трески характерен каннибализм. Количество естественной молоди (в возрасте до трех лет), потребляемой взрослой треской, в отдельные годы приближается к 100 тыс. тонн.

Вот почему мнение Г.К. Ижевского о том, что средняя температура воды является лишь индикатором сложных трофологических условий, очень важно.

Системность природных процессов, проявляющаяся в многолетней изменчивости в атмосфере, гидросфере и биосфере, не исключает и колебания характеристик литосферы. В этом аспекте мы проштудировали объемный труд А.Д. Сытинского «Связь сейсмичности Земли с солнечной активностью и атмосферными процессами» (1987).

Приводятся работы авторов, которые, исследуя связи сейсмичности Земли с солнечной активностью, приходят к взаимоисключающим выводам. Одни полагают, что сейсмичность Земли усиливается в годы спада солнечной активности в 11-летнем цикле, другие считают, что сейсмичность усиливается во время максимума этого цикла. А.Д. Сытинский приводит и мнение авторов, которые вообще не нашли какого-либо влияния солнечной активности на сейсмичность Земли.

Тем не менее все эти расхождения не смущают А.Д. Сытинского. По его мнению, полученному на основе собственных сложных расчетов с применением громоздких формул, после максимума 11-летнего цикла солнечной активности, повышенная сейсмичность наблюдается в  $+1, +3$  и  $+6 \pm 1$  годы. На наш взгляд, все это не имеет физического смысла и потому является бездоказательным. Да и трудно себе представить наличие функциональной связи между электромагнитными колебаниями Солнца и сейсмичностью Земли. Другое дело - наличие некой структурной связи между сейсмичностью и гравитационно обусловленными изменениями в гидросфере и атмосфере.

Из общей физики хорошо известно, что гравитационные силы, силы притяжения луны и других небесных тел, действуют не только на гидросферу (приливы), но и на литосферу, определяя её долгопериодные колебания. Как мы помним, главным фактором приливных сил на Земле является Луна с её известными неравенствами с периодичностями 18-20, 8-10 и 4-6 лет (Максимов, 1970; Ижевский, 1964). Эти циклы хорошо различаются в приведенных А.Д. Сытинским величинах годовых значений



суммарной энергии землетрясений ( $\Sigma E \cdot 10^{26}$  эрг.). Максимумы 18-20-летней цикличности проявлялись в 1918, 1938/39, 1957 и 1975 гг.; 8-10-летней – в 1933/34, 1942/43, 1949/50, 1957/58 и 1968/69 гг.; 4-6-летней – в 1918, 1923, 1929, 1934, 1938, 1943, 1946, 1950, 1953, 1957, 1960, 1964, 1969, 1975. Весь ряд приведен А.Д. Сытниковым лишь до 1974 г.

На первый взгляд удивительное сходство, отнюдь не такое неубедительное, как при сравнении с числами Вольфа, проявляется, если мы сравним величины  $\Sigma \cdot 10^{26}$  эрг. со среднегодовыми температурами воды на разрезе Кольского меридиана (0-200 м). Последние величины даны нами с 1931 г., со времени, когда были налажены регулярные наблюдения годовых значений суммарной энергии землетрясений и средней температуры воды на разрезе Кольского меридиана (табл.1).

В большинстве случаев совпадение отмечаются и по максимумам, и по минимумам величин, конечно, в обоих графах мы имеем дело с квазипериодичностью, о чем и предупреждал И.В. Максимов, имея в виду множественность факторов, определяющих приливы, кроме основных, лунных.

Как и следовало ожидать, общие закономерности проявляются и в биосфере. Высокий уровень урожайности важнейших промысловых рыб Баренцева и Норвежского морей – сельди, трески и пикши – наблюдался в 1934, 1938, 1946, 1950 (все три вида), 1954, 1957, 1959, 1964, 1969 и 1970 гг. В этом нет ничего удивительного, ибо экстремальные проявления основных природообразующих сил Земли проявляются однозначно во всех основных её сферах.

### **Заключение**

Нетрудно видеть, что в промысловой океанологии применяются все те же методы и термины, что и в общей океанологии. Но есть и что-то большее. Системность и экологичность исследований в промысловой океанологии основывается на последовательном изучении взаимосвязи между абиотическими и биотическими характеристиками. Включение в анализ живой природы, исключительная тонкость и многофакторность изменчивости продуктивности и распределения промысловых организмов, стоящих на верхней ступеньке трофического ряда, заставляет с большой осторожностью относиться к методикам, применяемым при исследовании абиотических явлений. Поиск связи между рядами многолетних величин без понимания и определения природных причин изменчивости часто приводит к установлению лишь структурных недетерминированных связей, легко нарушаемых при изменении неких неучтенных условий. Смысл происходящего не может быть выявлен лишь на основании некой математической абстракции, хотя и без выявления алгоритмов процесса и соответствующих расчетов не может существовать любое исследование.

Хочется также высказать свое мнение о необходимой форме подачи научной статьи, исследования.

При оформлении (и написании) научной статьи всегда возникает вопрос о том, что давать в виде таблиц и что в графической форме. По нашему мнению, графики (рисунки) более показаны для научного сообщения или доклада, а в статьях более желательны разного рода таблицы. Почему? Потому, что величины, включенные в таблицы, любой продолжателю темы может легко использовать в дальнейших исследованиях и расчетах. Графики, да еще показанные в формате книжного листа, как правило, не позволяют заметить отклонения от закономерного хода кривых, а эти отклонения, аномалии чаще всего и являются основной целью исследования и особенно важны, когда мы переходим к зыбкому морю попыток прогнозирования, т.е. к тому самому, что определяет экономический эффект всей работы.

Таблица 1

Годовые значения суммарной энергии землетрясений и средней температуры воды на разрезе Кольского меридиана

Годы	$\Sigma E \cdot 10^{26}$ эрг.	Температура в слое 0-200 м	Годы	$\Sigma E \cdot 10^{26}$ эрг.	Температура в слое 0-200 м
1931	10,0	4,10	1954	2,8	4,75
1932	9,9	3,66	1955	4,2	4,23
1933	21,1	4,29	1956	2,2	3,54
1934	17,6	4,39	1957	17,7	4,10
1935	6,1	4,35	1958	6,5	3,61
1936	2,8	4,06	1959	4,9	4,37
1937	4,9	4,53	1960	22,0	4,34
1938	20,0	4,78	1961	1,6	4,10
1939	11,4	4,69	1962	1,1	4,05
1940	5,8	3,74	1963	8,1	3,40
1941	15,5	3,65	1964	13,1/6,0	3,68/4,08
1942	10,5	3,55	1965	2,5	3,77
1943	11,8	4,46	1966	2,7	2,83
1944	6,4	4,64	1967	0,5	3,65
1945	9,7	4,02	1968	9,9	3,67
1946	17,2	4,05	1969	13,1	3,68
1947	4,7	4,23	1970	2,5	4,15
1948	10,6	3,75	1971	6,6	3,57
1949	10,4	4,25	1972	5,2	4,05
1950	39,6	4,75	1973	3,4	4,38
1951	4,9	4,44	1974	7,1	4,01
1952	11,4	4,17	1975	8,5	4,38
1953	12,9	3,74	1976	6,0	4,11
			1977	4,1	3,55

## Литература

Алексеев Г.В., Священников П.К. Влияние аномалий температуры воды на поверхности Северной Атлантики на межгодовые флуктуации климата. Труды ААНИИ, 1983, т. 392, с. 110-113.

Антонов А.Е. Крупномасштабная изменчивость современного состояния и тенденции развития среды и биопродуктивности Балтийского моря. Сб. Биологические ресурсы шельфовых и окраинных морей. М., 1990, с. 51-65.

Антонов А.Е. О гелио- и геофизической обусловленности современного спада биопродуктивности Балтийского моря. X Международная конференция по промысловой океанологии. Тезисы докладов, 1997, ВНИРО, с. 12-13.

Бондаренко М.В., Кровнин А.С., Серебряков В.П. Ранжирование урожайности поколений и коэффициентов выживания поколений в раннем онтогенезе промысловых рыб Баренцева моря для определения биологических ориентиров и оценки изменчивости среды. М., ВНИРО, 2003, 203 с.

Бочков Ю.А., Саруханян Э.И., Смирнов Н.П. Основные закономерности многолетних изменений температуры воды Баренцева моря и их связь с геофизическими процессами. Труды ПИНРО, 1968, вып. 23, с. 104-115.

Бочков Ю.А., Трояновский Ф.М. Сезонные изменения климата Баренцева и Лабрадорского морей и их биологическое воздействие. X Международная конференция по промысловой океанологии. Тезисы докладов, 1997, ВНИРО, с. 27-28.

Гирс А.А. Многолетние колебания атмосферной циркуляции и долгосрочные гидрометеорологические прогнозы. Л., Гидрометеоиздат, 1971, 280 с.

Дарницкий В.Б., Булатов Н.В. Охотоморские вихри прикурильского района, 1997. Комплексные исследования экосистемы Охотского моря. М., ВНИРО, с. 36-39.

Дубравин В.Ф., Егорихин В.Д., Зубин А.Д., Навроцкая С.Е. Долгопериодная изменчивость температуры поверхности океана (ТПО) умеренной зоны Северной Атлантики. Калининград, 1996, с. 102.

Елизаров А.А. Ход промысла в зависимости от гидрологических условий на северном склоне Гусиной банки. Тр. ПИНРО, 1959, вып. 11, с. 142-148.

Елизаров А.А. Образование скоплений трески в северо-центральной районе Баренцева моря под влиянием гидрологических условий. НТБ ПИНРО, 2 (10), 1959, Мурман. кн. изд.

Елизаров А.А. О многолетних колебаниях интенсивности Лабрадорского и Западно-Гренландского течений и о возможности прогноза температурных условий в промысловых районах северо-западной части Северной Атлантики. Океанология, 1962, № 5, изд. АН СССР, М., с. 796-809.

Елизаров А.А. О многолетних изменениях температуры воды и промысловой продуктивности в районах Северной Атлантики, Норвежского и Баренцева морей. Тр. ВНИРО, 1974, т. 98. М., Пищепромиздат, с. 7-22.

Елизаров А.А. Океанологические условия пространственной неравномерности биопродуктивности вод Северной Атлантики. Сб. Океанологические основы формирования биологической продуктивности Северной Атлантики, 1981, АН СССР, Координационный центр стран-членов СЭВ, АтлантНИРО, Калининград, с. 130-147.

Елизаров А.А. Применение характеристик поля градиентов плотности для определения биопродуктивности вод. Сб. Промысловая океанография, 1986. М., Агропромиздат, с. 136-149.

Елизаров А.А. Использование характеристик полей плотности Северной Атлантики в промыслово-океанографических целях. Сб. Промысловая океанография, 1986, М., Агропромиздат, с. 260-287.

Елизаров А.А., Котенев Б.Н. Климатические и океанологические причины долгопериодных изменений популяций рыб. Сб. Долгопериодная изменчивость условий природной среды и некоторые вопросы рыбопромыслового прогнозирования. ВНИРО, 1989, с. 22-39.

Елизаров А.А., Борисов В.М. Возможности ситуационного прогноза для оценки урожайности поколений трески Северо-Восточной Атлантики. Тезисы докладов по проблемам рыбопромыслового прогнозирования. Мурманск, 2001, с. 41-43.

Елизаров А.А., Моисеенко Г.С. О цикличности многолетних изменений абиотических и биотических характеристик в морях Европейского севера. XI Всесоюзная конференция по промысловой океанографии. Тезисы докладов, 1999, М., с. 21-23.

Елизаров А.А. Единство Мирового океана. Межгодовые и многолетние изменения абиотических и биотических условий и возможности их прогнозирования, Вопросы промысловой океанологии, ВНИРО, М., 2004, с. 110-125.

Елизаров А.А. Проблемы промысловой океанологии и пути их решения (от Г.К. Ижевского до наших дней). Вопросы промысловой океанологии, ВНИРО, М., 2005, с. 11-37.

Зайцев Г.Н. Океанологические основы промысла трески в Баренцевом море. Рыбное хозяйство, 1963, № 8.

Зырянов В.Н. Особенности морских течений в районах подводных гор и изолированных поднятий дна океана. В кн.: Условия среды и биопродуктивность моря. М., 1982, с. 98-109.

Ижевский Г.К. Океанологические основы формирования промысловой продуктивности морей. М., 1961, Пищепромиздат, 216 с.

Ижевский Г.К. Системная основа прогнозирования океанологических условий и воспроизводства промысловых рыб. М., 1964, изд. МГУ, 165 с.

Кляшторин Л.Б., Сидоренков Н.С. Долгопериодные климатические изменения и флуктуации численности пелагических рыб Пацифики. Известия ТИНРО, т.119, 1996, Владивосток, с. 33-54.

Кляшторин Л.Б. Тихоокеанские лососи: климат и динамика запасов, 2000, Рыбное хозяйство, № 4, с. 32-34.

Кляшторин Л.Б., Любушин А.Я. Циклические изменения климата и рыбопродуктивности. М., ВНИРО, 2005, 234 с.

Кондратович К.В. О прогнозе климата регионов. Сб. Долгосрочная изменчивость условий природной среды и некоторые вопросы рыбопромыслового прогнозирования. ВНИРО, 1989, с. 50-58.

Максимов И.В. Геофизические силы и воды океана, 1970, Гидрометеиздат, Л-д.

Масленников В.В. О климатических колебаниях и их роли в изменчивости морской экосистемы Антарктики. Сб. Вопросы промысловой океанографии. М., ВНИРО, 2004, с. 205-249.

Рябиков О.Г., Фомин Г.В. О краткосрочном прогнозировании скоплений рыбы в шельфовых водах Западной Африки. «Атлантический океан. Рыбопромысловые исследования», Калининград, 1969, вып. 2, с. 56-64.

Сытинский А.Д. Связь сейсмичности Земли с солнечной активностью и атмосферными процессами. АА НИИ, 1987, Гидрометеиздат, 99 с.

Фигуркин А.Л. Циркуляция вод западнокамчатского шельфа весной 1983-1995 гг. Сб. Комплексные исследования экосистемы Охотского моря. М., 1997, ВНИРО, с. 25-29.

Цыганов В.Ф. Формирование положительных аномалий температуры экваториальной зоны восточной Пацифики под воздействием приливных сил. Сб. Долгосрочная изменчивость условий природной среды и некоторые вопросы рыбопромыслового прогнозирования. ВНИРО, 1989, М., с. 89-99.

Mukato Terazaki, Recent Large Scale changes in the biomass of the Kuroshio current ecosystem, Biomass Yields and Geography of Large Marine Ecosystems, AAAS Selected Symposium, 1989, Washington, D.C., p. 37-66.

Takashi Minoda. Oceanographic and biomass changes in the Oyashio current ecosystem, Biomass Yields and Geography of Large Marine Ecosystems. AAAS selected Symposium, 1989, Washington, p. 67-94/

Hein Kane Skjoldal, Francisco Rej. Pelagic production and variability of the Barents sea ecosystem, Biomass Yields and Geography of Large Marine Ecosystems, AAAS Selected Symposium, 1989> Washington, p/ 241-286.



Stiansen J.E., Offersen G., Delpadada R., Loeng H. and Jngvaldsen R. Ecological conditions in the Barents Sea, 2002-2003> ICES, Working Dolument to AFWJ, 2003> San-Sebastian, 2003, p. 1-21.

Tailor C., Bigelow H.B., Graham H.W. Climatic trends and Distribution of marine animals in New England, U.S. Dep. Inter Fish and Wildlife Serv., Fish. Bull., 1957, vol. 37, N 115.