

УДК 639.2.053.1(261.1)

**ДОЛГОПЕРИОДНЫЕ СВЯЗИ ИЗМЕНЕНИЯ
ОКЕАНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ И УРОВНЕЙ
БИОПРОДУКТИВНОСТИ АРКТИЧЕСКИХ БАССЕЙНОВ
(НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ АТЛАНТИКИ)****А. А. Елизаров**

Северо-Западная Атлантика по классификации В. Г. Богорова (1967) относится к наиболее высокопродуктивным эвтрофным районам Мирового океана. В продуктивные сезоны года биомасса зоопланктона на больших площадях превышает здесь 100 мг/м³ (Владимирская, 1972).

Наиболее богатые фито- и зоопланктоном районы во все сезоны года (исключая время отсутствия фотосинтеза) располагаются вдоль ветвей постоянных устойчивых течений (Лабрадорского и Западно-Гренландского), что связано с интенсивным развитием здесь процессов вертикального обмена (Владимирская, 1972, Елизаров, Мовчан, 1973). Лабрадорское и Западно-Гренландское течения генетически неоднородны, в их состав входят как арктические (полярные), так и собственно атлантические (субполярные) воды, в которых обитает подавляющее большинство кормовых организмов зоопланктона (например, *Calanus finmarchicus*) и основные промысловые рыбы (например, тресковые). Так как в собственно полярных водах находится ничтожно малое количество кормовых организмов, не создающих к тому же массовых скоплений, то увеличение их выноса отрицательно влияет на биопродуктивность района. Поэтому интенсивность выноса полярных вод, характер взаимодействия и количественное соотношение их с субполярными водами во многом определяют ежегодные и долгопериодные изменения биологической и промысловой продуктивности Северо-Западной Атлантики.

В качестве показателя (индикатора) интенсивности выноса полярных вод и соответствующего уровня урожайности промысловых рыб уже неоднократно использовалась температура воды (Негманн, 1953, Елизаров, 1965). Однако применение этого индикатора для Северо-Западной Атлантики затруднено. Здесь нет так называемых реперных разрезов, подобных разрезу по Кольскому меридиану, регулярно выполняемых во все сезоны года в течение многих лет. Наблюдения на прибрежных станциях за температурой воды на поверхности моря вряд ли могут считаться надежным показателем изменчивости в гидросфере.

Средние величины температуры воды по квадратам, да и по стандартным разрезам менее надежны в рассматриваемом районе, чем в восточной части Атлантики с прилегающими морями. Общее усиление интенсивности циркуляции вод в Северной Атлантике, показателем которых может явиться увеличение разности давления между Ponto

Delgada (Азорские острова) и Stikkisholmur (Исландия), вызывает однозначное увеличение температуры воды вдоль ветвей системы Северо-Атлантического течения и преимущественный вынос «холода» в системе холодных североамериканских течений. Однако при усилении циркуляции в Северо-Западную Атлантику попадает большое количество и теплых вод (например, с Ирмингеровой компонентой Западно-Гренландского течения). В отдельных случаях (при усилении и при ослаблении циркуляции вод) средняя температура воды по стандартным разрезам или квадратам может либо оставаться неизменной, либо изменяться незакономерно. Кроме того, «добавка» теплых вод (при усилении общей циркуляции) неодинакова в различных подрайонах Северо-Западной Атлантики. В районе Западной Гренландии, например, она может иметь решающее значение для определения тенденции изменения. В других районах ее значение невелико. Из вышесказанного следует вывод о необходимости дифференцированного поиска объективных показателей (помимо температуры воды) многолетних изменений океанологических условий для отдельных районов Северо-Западной Атлантики.

Анализ сроков появления урожайных поколений тресковых также указывает на значительную дифференциацию в ежегодных колебаниях биопродуктивности для следующих районов: Восточная и Западная Гренландия, Ньюфаундлендские банки, Новая Шотландия и банка Джорджес (Templeman, 1972). К наиболее интересным, на наш взгляд, показателям ежегодных и многолетних изменений в гидросфере района Ньюфаундлендских банок относится такая характеристика, как число айсбергов к югу от 48° с. ш. Глубина «посадки» большого айсберга достигает приблизительно 200 м, основная масса айсбергов движется с полярными водами основной ветви Лабрадорского течения (Dinsmore Robertson, 1972).

Исходя из этого можно предположить, что путь айсберга представляет собой некоторую интегральную характеристику движения полярных вод, а экстремальное уменьшение или увеличение выноса айсбергов соответствует значительным флуктуациям выноса полярных вод.

Сравним, например, данные по айсбергам с таким довольно ненадежным показателем гидросферы в рассматриваемом районе, как расход Гренландского течения в июле (Alekscev, Kudlo, 1972) с 1949 по 1968 г. Экстремальные значения расходов (вершины) приходятся на 1950, 1954, 1957, 1962, 1964, 1968 гг. (правда, отсутствуют данные за 1967 г.), а наибольшие по числу айсбергов южнее 48° с. ш. — на 1950, 1954, 1957, 1959, 1962, 1964 и 1967 гг. В обоих случаях впадины кривой наблюдались в 1949, 1951—1952, 1955—1956, 1963 и 1966 гг. Лишь в 1958 г. число айсбергов было близко к нулю, а расход Западно-Гренландского течения превышал средневзвешенную величину.

Низким значениям выноса айсбергов южнее 48° с. ш., как правило, соответствуют годы образования урожайных поколений тресковых рыб в районах Ньюфаундлендских банок и банки Сент-Пьер. В качестве примера приведем 1942, 1949, 1952, 1953, 1955, 1956, 1958, 1961, 1962 и 1966 гг. (Templeman, 1972). Исключения немногочисленны и падают главным образом на 60-е годы, когда вынос айсбергов, а следовательно, и общий вынос полярных вод заметно уменьшился (Rodewald, 1971). Если с начала XX века и до 40-х годов среднегодовое (рассчитанное по десятилетиям) число айсбергов, выносимых к югу от 48° с. ш., всегда превышало 400, то в 50-х годах их было менее 250, а в 60-х около 150.

Анализируя многолетнюю изменчивость океанологических факторов в Северо-Западной Атлантике, нельзя не обратить внимание на тот

№ 47172

факт, что экстремумы многолетних наблюдений обнаруживают квазисемилетний (6—8-летний) ритм (шаг) проявления. Например, по величинам выноса айсбергов южнее 48° с. ш. вершины многолетней кривой приходились на 1907, 1914, 1921, 1929, 1935, 1943, 1950, 1957, 1964, 1971 гг. Между этими довольно строго распределяющимися вершинами располагаются другие вершины, чаще всего также обнаруживающие квазисемилетний ритм.

Аналогично этому на многолетних кривых расходов Западно-Гренландского и Лабрадорского течений выделяются вершины 1950, 1957 и 1964—1965 гг., а между ними 1954, 1962 и 1968 гг. Анализ всех многолетних рядов по впадинам дает подобный результат. Закономерность проявления семилетних (6—8-летних) ритмов подтверждается, на наш взгляд, и показателями многолетней изменчивости в биосфере приполярных районов Атлантики. Рассмотрим в этом аспекте данные по урожайности поколений тресковых рыб (Templeman, 1972 г.). Западно-гренландская треска дала урожайные поколения в 1942, 1950, 1956 и 1957, 1963 и 1965 гг., а также в 1946, 1953, 1960 и 1961 гг.; исландская ленда 3N+3O (по классификации ИКНАФ): 1942, 1949, 1955 и 1956, 1951 и 1953, 1958 и 1966 гг.; треска и ликша подрайонов Ньюфаундленда 3N+3O (по классификации ИКНАФ): 1942, 1949, 1955 и 1956, 1964 гг., а также 1946, 1953, 1959 и 1961 гг. Важность изучения этого явления для определения многолетней изменчивости природных факторов, на наш взгляд, очевидна.

Итак, показатели долгопериодной изменчивости в гидросфере и биосфере района обнаруживают общий характер колебаний. Однако в очень редких случаях (см. выше) можно изучить закономерности изменчивости природных факторов Северо-Западной Атлантики и, прежде всего, интенсивности циркуляции вод по собственно гидрологическим данным. Более доступным индикатором выноса холодных вод в отдельных районах Северо-Западной Атлантики мы считаем градиент давления воздуха (Δp), взятый по нормали к основным путям переноса вод. Для проверки этого предположения и для выявления связи между флуктуациями абиотических факторов и уровнем урожайности мы выбрали 50-е годы, по которым есть полные литературные данные как по атмосферным, так и по биологическим показателям.

Учитывая инерцию и скорость движения вод, мы выбирали градиент давления воздуха выше по течению относительно того района, в котором анализировались изменения урожайности тресковых рыб. Для промысловых районов Гренландии для анализа была выбрана разность давления между ОСП «В» (океаническая станция погоды) и станцией Prince Christians (аналогом является также Δp ОСП «В» — станция Ivigtut); для Ньюфаундлендского района — Δp между станциями Belle Isle и ОСП «В»; для района Новой Шотландии и банки Джорджес — Δp между станциями Gander и ОСП «С». В последнем случае выбор определялся ограниченными возможностями материала. Градиент давления воздуха между береговыми станциями Канады и США, с одной стороны, и ОСП «Д» и «Е», с другой, расположенными ближе к анализируемому району, будет соответствовать колебаниям переноса воздушных и водных масс с юга, так как абсолютные величины давления на этих океанских станциях выше, чем на близлежащей суше.

Среднемесячные величины указанных выше градиентов давления за 1951—1960 гг. были сведены в таблицы, рассчитаны аномалии среднемесячных величин и построены интегральные кривые аномалий (рис. 1). Полученные результаты позволяют сделать вывод, что в большинстве случаев тенденция к падению интегральной кривой Δp (накоплению отрицательных аномалий) соответствует появлению урожай-

ных поколений трески и пикши. В районе Гренландии урожайные поколения в 50-х годах были в 1953, 1956, 1957, 1958 и 1960 гг. Всем им в большей или меньшей степени соответствует падение интегральной кривой (см. рис. 1). С другой стороны, в неурожайных 1951 и 1952 гг. уровень кривой почти не менялся, а в 1954, 1955 и 1959 гг. наблюдалось накопление положительных аномалий Δp в течение всего года.

Аналогично этому по району Ньюфаундлендских банок значительное падение интегральной кривой аномалий Δp наблюдалось в наиболее урожайных 1953, 1955, 1956, 1958 гг. Преимущественный подъем кривой наблюдался в неурожайных 1951, 1954, 1957 и 1960 гг. По районам Новой Шотландии и банки Джорджес, несмотря на появления урожайных поколений трески и пикши в отдельных локальных участках, выделяются урожайные 1952, 1954, 1956 и 1958 гг. (Templeman, 1972 г.). Все эти годы приходятся на участки падения интегральной кривой аномалий Δp Gander—ОСП «С». В общем случае можно полагать, что ослабление интенсивности циркуляции вод, связанное в рассматриваемых районах с уменьшением выноса полярных (арктических) вод, создает благоприятные условия для воспроизводства тресковых рыб.

Не все сезоны года, по-видимому, одинаково важны для воспроизводства. Наибольшее значение (для весеннерестующих рыб) имеет первая половина года и особенно месяцы интенсивного нереста. Напри-

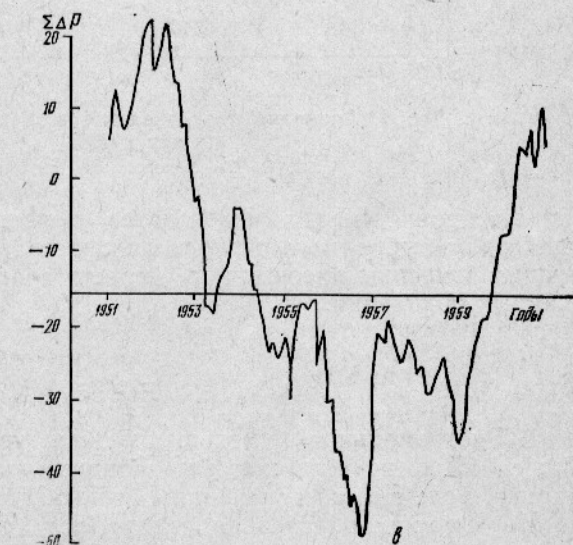
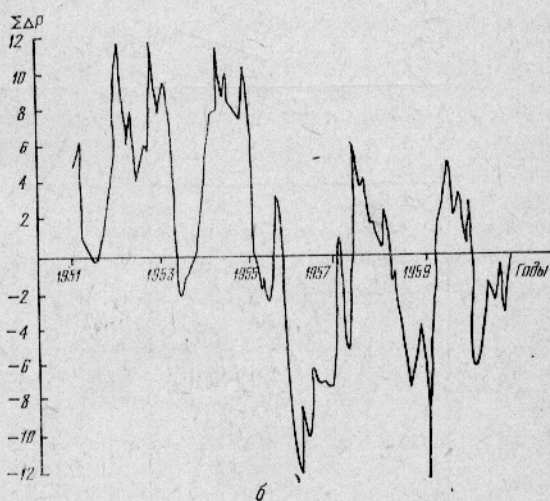
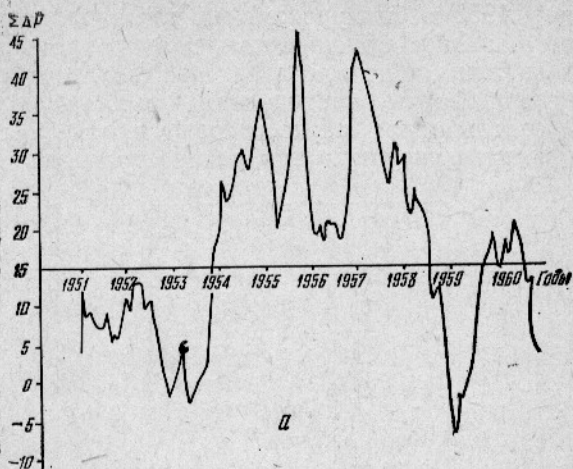


Рис. 1. Интегральная кривая аномалий средне-месячных разностей давления воздуха:

а — между ОСП «В» и ст. Prince Christians; б — между ст. Belle Isle и ОГП «В»; в — между Gander и ОГП «С».

мер, 1953 г. был урожайным для западногренландской трески, хотя вышеуказанное падение интегральной кривой было невелико и относилось лишь к началу года. Чтобы разобраться в этом вопросе, мы построили карты распределения аномалий поля давления для всего 1953 г. и отдельно для марта, апреля и мая (рис. 2). Оказалось, что благоприятная ситуация для распространения теплых вод существовала

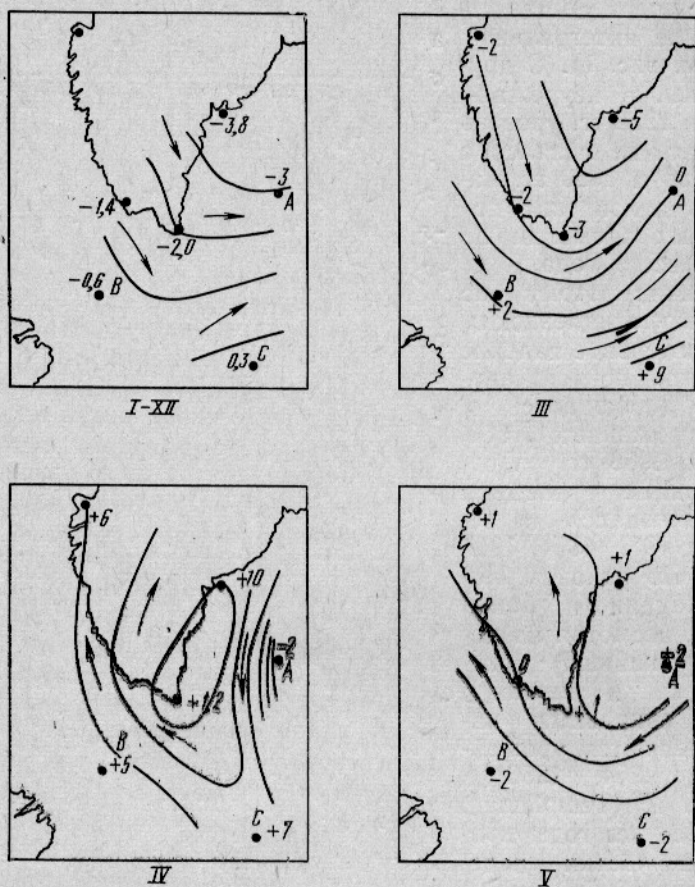


Рис. 2. Аномалии поля давления воздуха в районе Гренландии в 1953 г.:

А, В, С — океанические станции погоды.

лишь в апреле (месяце интенсивного нереста) и мае. Проверка по другим годам выбранного периода показала также, что благоприятная ситуация в месяцы интенсивного нереста соответствует образованию урожайных поколений.

Выводы

1. Экстремальное уменьшение или увеличение выноса айсбергов южнее 48° с. ш. соответствует значительным флуктуациям выноса полярных вод. Низким значениям выноса айсбергов, как правило, соответствуют годы образования урожайных поколений тресковых рыб в районах Ньюфаундлендских банок и банки Сент-Пьер. Экстремумы многолетних колебаний выноса айсбергов и расходов Западно-Гренландского и Лабрадорского течений обнаруживают квазисемилетний

(6—8-летний) ритм, что подтверждается и показателями многолетней изменчивости в биосфере приполярных районов Атлантики.

2. Тенденция к падению интегральной кривой Δp (накоплению отрицательных аномалий разностей атмосферного давления между пунктами, расположенными по нормали к основному переносу вод) соответствует появлению урожайных поколений трески и пикши. Подъем кривой наблюдался в неурожайные годы. Ослабление интенсивности циркуляции вод (показателем которой является уменьшение разности атмосферного давления между различными пунктами), связанное в рассматриваемых районах с уменьшением выноса полярных (арктических) вод, создает благоприятные условия для воспроизводства тресковых рыб.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Богданов М. А., Потайчук С. И., Солянкин Е. В. Системы природы и гидрологические промысловые прогнозы. — «Рыбное хозяйство», 1968, № 3, с. 6—9.
- Богоров В. Г. Биологическая трансформация и обмен энергии и веществ в океане. — «Океанология», 1967, т. 7, вып. 5, с. 839—859.
- Владимирская Е. В. Качественный состав зоопланктона в северо-западной части Атлантического океана. — «Труды ВНИРО», 1972, т. 84, с. 63—80.
- Елизаров А. А., Мовчан О. А. Особенности вертикальной циркуляции вод и распределение фитопланктона в северо-западной части Атлантического океана (район Большой Ньюфаундлендской банки). — «Океанология», 1973, т. 13, вып. 4, с. 662—668.
- Ижевский Г. К. Океанологические основы формирования промысловой продуктивности морей. М., Пищепромиздат, 1961, 213 с.
- Alekseev, A. P., Kudlo, B. P. 1972. Some aspects of water circulation in the Northwest Atlantic in 1960—1969. ICNAF, Dartmouth, sp. publ., No 8.
- Dinsmore Robertson P. Ice and its drift into the North Atlantic ocean, special publ. Int. CNAF. 1972, no 7, 8, p. 89—127.
- Dinsmore Robertson P. and M. I. Majnihan. On the interchange of Labrador Sea and North Atlantic ocean waters, ICES simposium on „Physical variability in the North Atlantic“, № 43, 1969, Dublin.
- Elizarov A. A. Long-term variations of oceanographic conditions and stocks of cod observed in the areas of West Greenland, Labrador and Newfoundland of ICNAF spec., 1965, vol. 6. p. 827—832.
- Hermann F. Influence of temperature on strength of Yearclasses. Ann. biol. IX (1953).
- Rodewald M. Das grose Erlahmen der Eisberg—Driet bei Neufauendlend, Hansa, 1971, 108, № 23.
- Rodewald M. Temperature conditions in the North and Northwest Atlantic during the decade 1961—1970. ICHAF. 1972, Sp. publ. № 8 Dartmouth, Canada.
- Templeman W. Year—class success in some North Atlantic stocks of cod and haddock. ICNAF, Dartmouth, Canada, 1972, special contribution, № 8.

Long-term relations in fluctuations in oceanographic factors and biological productivity with reference to the Northwest Atlantic

A. A. Elizarov

SUMMARY

An attempt is made to find new indices of the intensity of transport of polar water and yield of commercial species of fish in the Northwest Atlantic. It is suggested to use the number of icebergs transported out to the south of 48°N as an index of long—term fluctuations in the hydrosphere of the Newfoundland bank area. The extreme value of icebergs transported is in accordance with the extreme values of the West-Greenland current flow rate and with years characterized by appearance of poor and rich year—classes of cod in the Newfoundland area. It is also suggested that a gradient of the pre—earth atmospheric pressure in perpendicular to the main transport of water should be used as an indicator of advection of cool waters in some areas of the Northwest Atlantic. The analysis of the material indicates that weakening in the transport of cool waters correspond in time to the appearance of rich year—classes. A quasi-7-year cycle of extreme values is revealed in the long—term course of various oceanographic factors and yield of year-classes of cod.