

ПРОБЛЕМЫ ПРОМЫСЛОВОЙ ОКЕАНОЛОГИИ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

(от Г.К.Ижевского до наших дней)

Елизаров А.А. (ВНИРО)

К важнейшим научным вопросам в области промысловой океанографии относятся:

1. Долговременная изменчивость биологической и промысловой продуктивности в связи с изменчивостью условий среды, системные исследования и разработка прогностических зависимостей в рыбопромысловых целях.

2. Изменение в распределении массовых промысловых организмов в зависимости от сезонных и других внутригодовых колебаний характеристик абиотических условий.

3. Физические основы биологической и промысловой продуктивности различных районов Мирового океана.

Для фундаментальных и прикладных исследований, связанных с рыбной индустрией, наибольшее значение имеет первый пункт, так как без выявления закономерностей долгопериодных изменений в абиотических и биотических условиях в морях и океанах невозможно вести без ущерба для экологии рациональный промысел.

Разумеется, проблема долгопериодных, от одного года до вековых изменений в атмосфере, гидросфере и биосфере Земли, отнюдь не нова. Тысячи научных статей и обобщений, монографий и сборников появилось по этой тематике за шестьдесят послевоенных лет. Серьезные обобщения, но на весьма скудных материалах, были предприняты еще перед войной. Достаточно вспомнить известный труд Н.М. Книповича, основателя нашей рыбохозяйственной науки, который он назвал «Гидрология морей и солоноватых вод» (1938). Автору уже тогда было ясно, что добиться серьезных научных результатов невозможно без понимания сложного механизма взаимодействия атмосферы, гидросферы и биосферы. Ясно было, что ход изменений во всех сферах носит нестационарный характер и потому не может быть описан формулами чистой физики с применением соответствующих методов. Поначалу требовалось «набрать мясо» для дальнейших обобщений.

Крупным, исключительно важным шагом на пути продвижения к пониманию и решению проблемы, был труд Г.К. Ижевского «Океанологические основы формирования промысловой продуктивности морей» (1961). В нем впервые была сделана масштабная попытка установления закономерных связей между абиотическими и биотическими условиями в океанах и морях на численной основе, проложены пути к прогнозированию воспроизводства массовых промысловых видов по показателям изменчивости среды их обитания.

Разумеется, эта и последующая крупная работа Г.К. Ижевского «Системная основа прогнозирования океанологических условий и воспроизводства промысловых рыб» (1964) возникли не на пустом месте. Необходимость поиска закономерных связей между условиями внешней среды и продуктивностью морских и океанических водоемов отлично сознавали его предшественники Г. Экман, О. Петерсон и уже упоминавшийся нами Н.М. Книпович. Развитие океанологии, как всеобъемлющей науки о физических и химических процессах в океанах и морях, шло параллельно с развитием масштабного промысла массовых промысловых рыб.

В течение девятнадцатого столетия различные аналитики Северо-Западной Европы стали выявлять связи между пространственным распределением объектов промысла и изменениями в характеристиках моря. Например, когда сельдь у западного берега Швеции вновь появилась после семилетнего отсутствия, сельскохозяйственное общество Гётеборга попросило Густава Экмана исследовать океанографическую подоплеку этого явления. Последовала экспедиция Отто Петерсона в Скагеррак и северную часть Каттегата, другие работы. В 1897 г. шведская гидрографическая комиссия предложила своему правительству объединить усилия Норвегии, Дании и Великобритании для совместных исследований гидрологических и биологических условий в Балтике, Северном и Норвежском морях. В 1902 г., впервые в истории, был создан Международный Совет по исследованию моря с целью ведения рыболовства на научной основе.

Не отстала от этих настроений и Россия. Еще в 1897 г. Н.М. Книпович опубликовал «Проект научно-промысловых исследований Мурманского берега». В документе указывалось, что лишь «... тщательные исследования гидрологических условий, особенно систематические исследования температуры вод в разное время и на разных глубинах, без сомнения выяснили бы причины более раннего или более позднего появления рыбы у берегов и различий в распределении ее в море в разные годы».

Паровое судно «Андрей Первозванный» (1897) было одним из первых в мире исследовательских судов, специально построенных для морских научно-промысловых исследований. На нем имелись оттер-трал с траловой лебедкой и судовые гидрологические и биологические лаборатории. Вслед за «Андреем Первозванным» в Норвегии, Дании, Германии и других западноевропейских странах начали строить суда для научно-промысловых исследований.

Впервые именно в нашей стране было поставлено масштабное изучение рыб в неразрывной связи с изучением гидрологических и биологических условий моря в разные сезоны и годы. До этого в научной литературе преобладало описание рыб и их биологии вне связи с конкретным проявлением воздействия среды на объекты промысла.

Свою методику Н.М. Книповичу пришлось внедрять в процессе огромной личной практической работы. Уже в его труде «Основы гидрологии Ледовитого океана» характеристики распределения и взаимодействия холодных арктических и теплых течений послужили основой для океанографических и промыслово-ихтиологических исследований в последующие годы. Вместе с теоретическим представлением была показана возможность развития тралового промысла в открытом море, активного промысла, вместо пассивного ожидания «будет дождик или нет».

Международная известность Н.М. Книповича была очень широка. Он стоял у истоков формирования Международного Совета по исследованию моря и участвовал с самого начала в его работе (с 1902 по 1914 гг.) в качестве Представителя России и вице-президента Совета.

В развитие теории межгодовых (многолетних) изменений промыслового запаса основополагающий вклад с использованием когортных моделей внес Ф.И. Баранов (1969). Его уравнение, актуальное и по сей день, связывает между собой вылов и численность определенной возрастной группы в конкретном году через мгновенные коэффициенты промысловой смертности и естественной смертности. Комбинации уравнения Баранова с более поздними разработками используются в промысловой ихтиологии до сих пор. Отчасти это объясняется тем, что согласно житейской философии очень многих ученых, расчетные методы должны преобладать над оценочными, ситуационными. При этом зачастую не принимается во внимание географическая особенность ареала гидробионтов и, что еще важнее, межгодовые изменения внешней среды обитания гидробионтов.

Н.М. Книпович по праву стал основоположником положения о неразрывности промысла, жизненного цикла гидробионтов и окружающей их среды. Изучив многочисленные зарубежные и отечественные источники, он один из первых связал многолетние изменения в распределении и урожайности промысловых рыб с пространственной и временной изменчивостью в гидросфере. Книга «Гидрология морей и солоноватых вод (в приложении к промысловому делу)», вышедшая в свет в конце жизни автора (1938), на долгие годы стала основой для обучения людей, посвятивших себя научной дисциплине, позднее получившей название «промысловая океанология». Н.М. Книпович понял и обосновал необходимость регулярных судовых наблюдений за изменчивостью характеристик гидросферы и, прежде всего, температуры морской воды.

Многолетняя экспедиция на «Андрее Первозванном» предвосхитила аналогичные исследования других рыбопромысловых стран, а обширные работы в течение многих лет в бассейне Каспия дали возможность уяснить принципы комплексного изучения ихтиофауны вкуче с физико-географическими и гидрологическими условиями.

Нельзя не обратить внимание на тот факт, что организации Н.М. Книповичем Мурманской научно-промысловой экспедиции в 1899 г. на «Андрее Первозванном» предшествовала в один из экстремальных годов гибель в Белом море группы поморских судов. Намного позднее гибель «Титаника» в результате столкновения с айсбергом привела к созданию так называемого «Ледового патруля» в Северо-Западной Атлантике, ежегодные исследования которого на стандартных разрезах наглядно показали размах изменений в условиях внешней среды. Уже вскоре после начала исследований было установлено, что число айсбергов,двигающихся вдоль «ледовой дороги», в отдельные годы может отличаться на два порядка.

В конце девятнадцатого - начале двадцатого веков Отто Петерсон и Густав Экман создали базу для определения долгопериодных изменений, связав крупномасштабные изменения в атмосфере и гидросфере. В дальнейшем были найдены связи между волной потепления в Северной Атлантике в середине двадцатого столетия и увеличением и распространением западногренландской популяции трески. В Северном море изменялись традиционные миграционные пути сельди, а экстремальные величины САК привели к изменению положения полярного фронта.

Известный океанограф О. Петерсен признавал, что благодаря работам Н.М. Книповича, полярное Баренцево море оказалось лучше изученным, чем Северное море, расположенное вблизи развитых европейских государств.

Сам Петерсен нашел значимые связи между распространением относительно теплых вод в системе Гольфстрима и климатом Скандинавии. Его расчеты вдохновили ученых ряда стран на анализ значимости Северо-Атлантического колебания. Вырисовывались подходы к пониманию общей океанической циркуляции вод, систему которой мастерски показал Н.Н. Зубов (1947, 1956).

Г.К. Ижевский использовал весь объем накопленных к 60-ым годам знаний для создания своего рода фундамента и остова здания промысловой океанографии. Основные положения его взглядов в вопросах многолетних изменений абиотических и биотических условий в море сводятся к следующему:

- колебания характеристик основных элементов неорганической и органической природы морей, в конечном счете, соразмерны;

- в северных европейских морях (Баренцевом, Гренландском и Норвежском) режим теплого или холодного года формируется в зависимости от интенсивности притока с юга относительно теплых вод атлантического происхождения;

- северные европейские моря и континентальные моря (Балтийское, Белое, Черное, Азовское и Каспийское) связаны между собой единой системой взаимодействия гидросферы и атмосферы. В северные европейские моря непрерывно поступают огромные

массы теплой воды, определяющие зимой тип режима этих морей. Воды этих морей, взаимодействуя с атмосферой, почти весь год отдают тепло воздушным массам и формируют атмосферную циркуляцию не только над этими морями, но и над частью европейского континента. При этом типы циркуляции различны по знакам;

- интенсивность переноса теплых вод меняется в течение года и в течение больших промежутков времени. Выделяются 2-3-летние, 4-6, 8-10 и 18-20-летние циклы. Колебания интенсивности притока теплых вод распространяются на всю толщу воды в течение всего года, что может быть обусловлено лишь силами прилива;

- обеспеченность питанием на всех стадиях развития гидробионтов - основной фактор формирования численности промыслового стада. Температура воды и некоторые другие океанографические характеристики могут и должны использоваться при расчете ежегодного пополнения промыслового стада, прежде всего, как индикаторы межгодовых изменений абиотических и биотических условий системы;

- изменения абиотических условий в водоемах от года к году, выраженные характеристиками среды – индикаторами, определяют выживаемость рыб на ранних возрастных стадиях, что имеет большое значение для формирования численности рыб, доживших до жизнестойкой стадии;

- обусловленность воспроизводства рыб от абиотических условий их размножения и развития позволяет, используя структурные связи, разработать методы расчета колебаний запасов рыб по характеристикам абиотического режима. В качестве индикаторов года можно использовать среднюю температуру воды на стандартных разрезах или сток рек, когда он значим настолько, насколько значим сток Волги для Северного Каспия;

- практически, если промысел не переходит границы оптимального вылова, условный объем биомассы того или иного вида на каждый конкретный год можно определить заранее, складывая абиотические индикаторы от рождения рыб, составляющих настоящую основу промыслового стада.

Все приведенные теоретические положения Г.К. Ижевского были рассмотрены им в практической плоскости, просчитаны статистическими методами. На многочисленных примерах показано единство однонаправленных и противофазных изменений в гидросфере и биосфере Мирового океана в зависимости от расположения центров действия атмосферы.

Последующие исследования подтвердили основные положения его теоретических и практических представлений (Алексеев, Священников, 1983; Богданов, Елизаров, Солянкин, 1973; Бондаренко М.В. и др., 2001; Бочков, Двинин, Терещенко, 1987; Бочков, Трояновский, 1997; Дубровин, Зубин, 1977; Елизаров, 1974; Елизаров, Котенев, 1989;

Елизаров, Борисов, 1989; Елизаров, Родионов, Котенев, 1990; Елизаров, 1994; Елизаров, 1998; Елизаров, Моисеенко, 1998; Елизаров, Борисов, 2001; Елизаров, 2004; Кляшторин, 1995; Кровнин А.С. и др., 1999; Серяков, Титов, 1978; Смирнова, Смирнов, 2000; Цыганов, 1989).

В последнее время поиском закономерных связей между абиотическими (климатическими) характеристиками и биологическими данными много занимаются норвежские ученые. Например, в статье J.T. Stiansen, H. Loeng, E. Svendsen, L. Petterson, J. Johanneson, T. Furevik, N.O. Handegaard, Oliver Fredo «Отношения климата и рыб в норвежских водах» (2003) исследовано влияние изменений климата на пополнение и состояние запасов промысловых рыб. Оценены статистические зависимости (корреляции) климатических и промысловых переменных с различной величиной временного запаздывания (1-3 года). Для улучшения корреляции использованы модели множественной регрессии. Использовались такие ряды, как индексы нулевой группы трески и САК (1978-1997), индексы нулевой группы трески и ТПО в северных морях в январе (1982-1997), а также другие ряды для трески и льда, температуры воды на Кольском разрезе и у о-ва Медвежий, подобные соотношения для сельди и мойвы и другие. Авторы делают выводы, что «индексы САК и ТПО – самые важные для пополнения рыб».

Нельзя не обратить внимание на то, что подобные работы осуществлялись у нас, начиная с конца 50-х годов прошлого столетия (Ижевский, 1964; Izhevskii, 1964). Однако в норвежских работах упоминания об Г.К. Ижевском и его классических трудах не найдешь. В то же время и в работах самого Г.К. Ижевского, и в трудах других российских ученых его школы с четкой обязательностью упоминаются все норвежские работы, сделанные до них в этом направлении. Конечно, нужно отдавать должное Григу, но нельзя не помнить при этом Чайковского или Шостаковича, а Ижевского вполне можно считать на уровне Чайковского в промысловой океанологии. К тому же норвежские ученые довоенной школы постоянно упоминали в своих трудах результаты исследований Н.М. Книповича и других россиян.

И другое. Норвежцы пишут, что «САК и ТПО – самые важные факторы для пополнения рыб». Однако, по Ижевскому температура воды является всего лишь показателем важных природных процессов (климатической изменчивости), определяющих урожайность промысловых рыб. Причины высокой или низкой урожайности зависят от условий питания на стадии личинок и первых лет жизни рыб.

Трудно найти пример более явной связи между физической и химической изменчивостью в экосистемах и цветением и развитием фитопланктона. Сезонные изменения освещенности, количество питательных солей и биомасса планктона,

вертикальная устойчивость водных слоев и зимняя вертикальная циркуляция – все это связано со сложными процессами, последовательность отдельных проявлений которых трудно, если вообще возможно, установить до сих пор. Попытки решить эти вопросы с помощью математического моделирования, получения алгоритмов, начались с девятнадцатого столетия и продолжают до сих пор, тем не менее, алгоритмы моделей лишь в самой грубой форме отражают последовательность и взаимосвязь природных процессов. И чем более мы усложняем формулы, тем больше ошибок следует при попытках прогнозирования продуктивности биоты.

На практике в поисках связей между живой и неживой природой, используя при этом в качестве показателя многолетних климатических и биотических изменений температуру воды на стандартном разрезе, мы по существу используем эффект «черного ящика». На входе – средняя температура воды, среднемесячная и среднегодовая, которая отражает в Баренцевом море изменения в интенсивности притока относительно теплых вод с юго-запада, что, в свою очередь, показывает или увеличение или уменьшение образования круговоротов вдоль оси основного переноса и, вследствие этого, улучшения или ухудшения условий питания биоты на разных уровнях – от зоопланктона до хищников. На выходе – продуктивность репродукции массовых промысловых рыб, выраженную в урожайности поколений, биомассах общих и нерестовых. Найти достоверные алгоритмы всех процессов «черного ящика», тонкость и неупорядоченность которых совершенно очевидны, пока еще и в обозримом будущем невозможно. Поэтому необходимость прогнозирования, прежде всего экономическая, вынуждает искать наиболее важные факторы - и качественные и количественные, которые определяют биопродуктивность. Важно также найти, определить наиболее репрезентативные ряды наблюдений.

В основе своего анализа многолетних изменений абиотических и биотических характеристик в гидросфере и биосфере Г.К. Ижевский очень много использовал данные по средним температурам воды в слое 0-200 м по разрезу Кольского меридиана. И это не случайно. И тогда, и сейчас в океанологии не было и нет более длительного, часто выполняемого разреза, который в условиях единства природных явлений на Земле, по существу, стал реперным для всего Мирового океана. Чем дольше он выполняется, тем больше становится ясна его значимость для выявления основных закономерностей изменчивости природных процессов. Циклический характер последних при продолжительных наблюдениях позволяет с большей достоверностью определить причины крупных биотических изменений (см. ниже).

Однако зададимся вопросом, насколько разрез по Кольскому меридиану отражает изменения климатического характера, связанные с притоком относительно теплых вод

умеренных широт в Арктический бассейн. Важно также установить когда именно, в какое время года начинаются межгодовые изменения.

Как известно, Г.К. Ижевский ввел в практику понятие «океанологический год». Суть этого термина заключалась в том, что по декабрю предшествующего года и по январю наступившего можно было с большой долей вероятности рассчитывать среднюю температуру года на Кольском меридиане. Полученные уравнения регрессии за 1926-1958 гг. позволили в течение 1965-1979 гг. предсказывать усредненное тепловое состояние южной части Баренцева моря с годовой заблаговременностью (Богданов, Елизаров, Солянкин, 1979). Чтобы детально разобраться в механизме океанологического года, мы по более обширному материалу (1926-2002 гг.) вычислили ежемесячные аномалии температуры воды на Кольском меридиане и сравнили их со среднегодовыми аномалиями. Оказалось, что в 60 случаях из 76 среднегодовая температура воды соответствует температурам конца года или январской, т.е. укладываются в понятие «океанологический год». В 10 случаях этого не происходит. Так, 1933, 1957 и 1975 гг. были теплыми, но плюсовые аномалии появились лишь в феврале, холодный 1940 год стал проявляться лишь с апреля-мая, теплые 1959, 1961, 1989 гг. – с марта-апреля. Итак, «океанологический год» реально существует, но формирование его довольно часто проходит в течение всей зимы, наиболее ветреного сезона года, вплоть до апреля-мая.

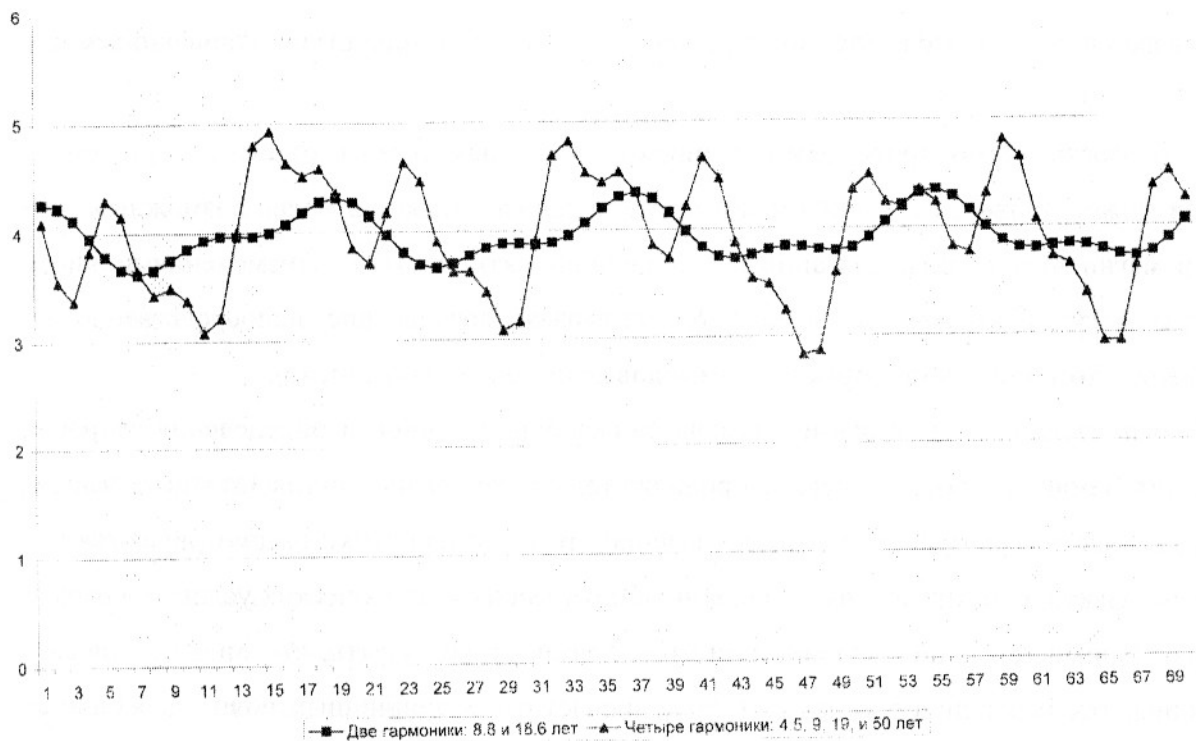
Репрезентативность разреза по Кольскому меридиану хорошо также видна при сравнении многолетних долгопериодных изменений на нем с ходом температурных колебаний глобального характера. Температуру воды на Кольском меридиане, сглаженную по тринадцати годам (Елизаров, 1998, 1999), мы сравнили со средними «глобальными и полушарными» аномалиями температуры воды на поверхности моря, которые были сглажены аналогичным образом (Кляшторин, Сидоренков, 1996). В обоих случаях вершины низкочастотных волн приходятся на конец тридцатых и начало девяностых годов с небольшим по протяженности всплеском в пятидесятых. Подошва пятидесяти пяти - шестидесятилетней волны на Кольском меридиане проявляется с некоторым опозданием, что вполне понятно, ибо температурные изменения с глубиной могут задерживаться.

Что еще, кроме общего соответствия глобальным изменениям температуры воды, показывает кривая изменения температуры воды на Кольском меридиане, сглаженная по тринадцати годам? Нет сомнения, что мы имеем дело с неким низкочастотным волновым процессом приливного характера, где спуск более плавен, а подъем проходит значительно скорее.

На спуске между 1939 и 1983 гг. изменение температуры воды на Кольском меридиане составляет приблизительно 0.6° или 0.015° в год. На подъеме в двух случаях Δt равна от 0.45 до 0.55° или приблизительно 0.035 - 0.04° в год.

Г.К. Ижевский, анализируя долгопериодную цикличность климатических изменений, в том числе изменения температуры воды на Кольском меридиане, особое значение уделял приливным силам, выделяя колебания в 4 – 6, 8 – 10 и 18-20 лет. Он не рассматривал более длительные циклы и это вполне понятно, ибо надежная база данных, например по Кольскому меридиану, к концу пятидесятых не была больше 20-30 лет.

Принимая эти циклы геофизического характера за вполне обоснованные, мы подсчитали интегральную функцию по двум и четырем волнам (рис. 1).



Формула расчета представляет собой сумму синусоидальных гармоник с единичными амплитудами и нулевыми начальными фазами. По оси Y отложена амплитуда в условных единицах, а по оси X – время с дискретностью в 1 год. Следует отметить, что полный цикл представленной функции равен 171 году.

Нельзя не заметить условность любых наших строгих прогностических расчетов физических параметров морской воды (температура и др.), если исходить из принципов спектрального и корреляционного анализа, которые, по определению, подразумевают стационарность природных процессов.

Мы сознательно упростили расчет интегральной функции, не принимая во внимание внутренние колебания менее 4-6 лет и т.д., связанные с известными лунными неравенствами, и при этом полный цикл равен 171 годам. А ведь есть и другие, меньшие

по значимости, волны приливного характера. По существу, мы имеем дело с нестационарностью типа калейдоскопа. Поэтому в прогностических целях, важных для нашей отрасли, таких как определение урожайности поколений, правильно, на наш взгляд, будет отслеживать конкретные ситуации в гидросфере, сопоставляя их с проявлениями в биоте, особенно в высших трофических уровнях, к которым относятся промысловые гидробионты.

Мы сознательно пока что не учли при этом так называемый одиннадцатилетний солнечный цикл. Если физика и механизм приливных колебаний вполне понятны, то в отношении колебаний солнечных пятен и их влияния на физические процессы в Мировом океане дело обстоит отнюдь не так просто. Факт наличия противофазных изменений температуры воды в разных, в том числе и географически близких районах, не укладывается в теоретические представления о едином воздействии солнечно-земных связей.

Близость же по протяженности циклов солнечных пятен с одним из приливных циклов может привести к ошибочным представлениям. Кажется более возможным, что электромагнитные волны, связанные с солнечной активностью, с изменениями чисел Вольфа, могут оказывать и, возможно, оказывают воздействие непосредственно на биосферу, в том числе и на морские промысловые организмы (см. ниже).

В последние годы в связи с резким повышением точности определения скорости вращения Земли и, соответственно, продолжительности земных суток (атомные часы и прочее), появился ряд работ, в которых именно эти характеристики рассматриваются как основные факторы многолетних изменений абиотических и биотических условий в океане (Вялов, Чернышков и др.). Однако при этом нельзя не учитывать, что они, безусловно, вторичны, так как напрямую зависят от низкочастотных приливных волн, являющихся функцией, прежде всего, воздействия Луны на жидкую и твердую поверхность нашей планеты. Кроме того, связь с колебаниями в биосфере здесь исключает влияние солнечной активности, о цикличности которой говорилось выше. Между тем, именно определение основных факторов, определяющих цикличность процессов в гидросфере и атмосфере, может дать нам подход к возможности столь важного для нас долгосрочного прогнозирования температуры воды и других, исключительно важных для гидробионтов характеристик.

На рис. 2, кроме интегральной кривой по трем циклам, показаны многолетние изменения температуры воды на Кольском меридиане. Нетрудно видеть, что общие структурные особенности кривых очень близки, а для временного отрезка с начала пятидесятых до середины шестидесятых годов кривые близки и по величинам. За год начала сопоставленных кривых мы приняли 1948.

Следует заметить, что при большей продолжительности кривые обязательно должны расходиться, так как на температурную кривую неизбежно будут накладываться сверхдолголетние колебания и неизбежные расхождения в точности.

Не менее интересно сравнить интегральную кривую с норвежскими данными по вылову трески и объему биомассы в возрасте трех лет (Havets ressurs, 1998 - 2003). Выделяющиеся пики уловов приходятся на 1956, 1974 и 1994 гг., что сопоставимо с 18-20-летними циклами на интегральной кривой. На кривой биомассы в возрасте 3-х лет выделяются 1950, 1970 и 1990 гг. Хорошо выделяются и годы, сопоставимые с 4 – 6 и 8 – 10-летними циклами, например, 1943, 1948, 1953, 1958, 1963, 1973, 1983. Восемнадцатилетний цикл хорошо проявляется и по биомассе пикши: 1950, 1968, 1990 гг.

Почему Г.К. Ижевский выбрал только три лунных долгопериодных (низкочастотных) цикла? Ведь ритмика приливных колебаний в Мировом океане зависит и от Солнца, и от планет, в принципе от всех движущихся небесных тел, включая метеориты и кометы. Ответ не столь очевиден, как кажется. Ведь составители гороскопов, вся околонуучная братия, используют для прогнозирования решительно все сущее, не утруждая себя доказательством.

Однако в задачи промысловой океанографии входит оценка природных явлений, тесно связанных с экономикой народного хозяйства и, конкретно, рыбохозяйственной отрасли. В этом свете влияние лунных неравенств, замедляющих или ускоряющих циркуляцию морских и океанических вод несоизмеримо больше, чем воздействие планет и других движущихся в солнечной системе тел. А сама поразительная многогранность прямого географического воздействия и автоколебательных процессов говорит в пользу выбора наиболее значимых причин изменчивости в гидросфере.

О глобальном потеплении

Исследуя закономерности многолетних климатических изменений в гидросфере, атмосфере и биосфере Земли, нельзя обойти вниманием вопрос о так называемом глобальном потеплении. В основе мнения, весьма распространенного, об этом лежит, прежде всего, недоверие (или незнание) к проявлениям циклических колебаний различных периодичностей. Важно и то, что выводы глобального характера делаются на основе данных о температуре воды на поверхности морей и океанов, т.е. в основу берется характеристика не самая надежная, зависящая от многих привходящих факторов. К последним относятся и неравномерности изученности температуры в различных районах Земли, и зависимость от стратификации самого тонкого поверхностного слоя моря, периодичность изменений, связанных с циклами разной продолжительности. Нельзя не вспомнить в связи с этим об известном термине «потепление Арктики», весьма широко

озвученном в тридцатых годах двадцатого столетия. Мода на этот термин прошла, как только потепление сменилось сильным похолоданием в начале сороковых годов.

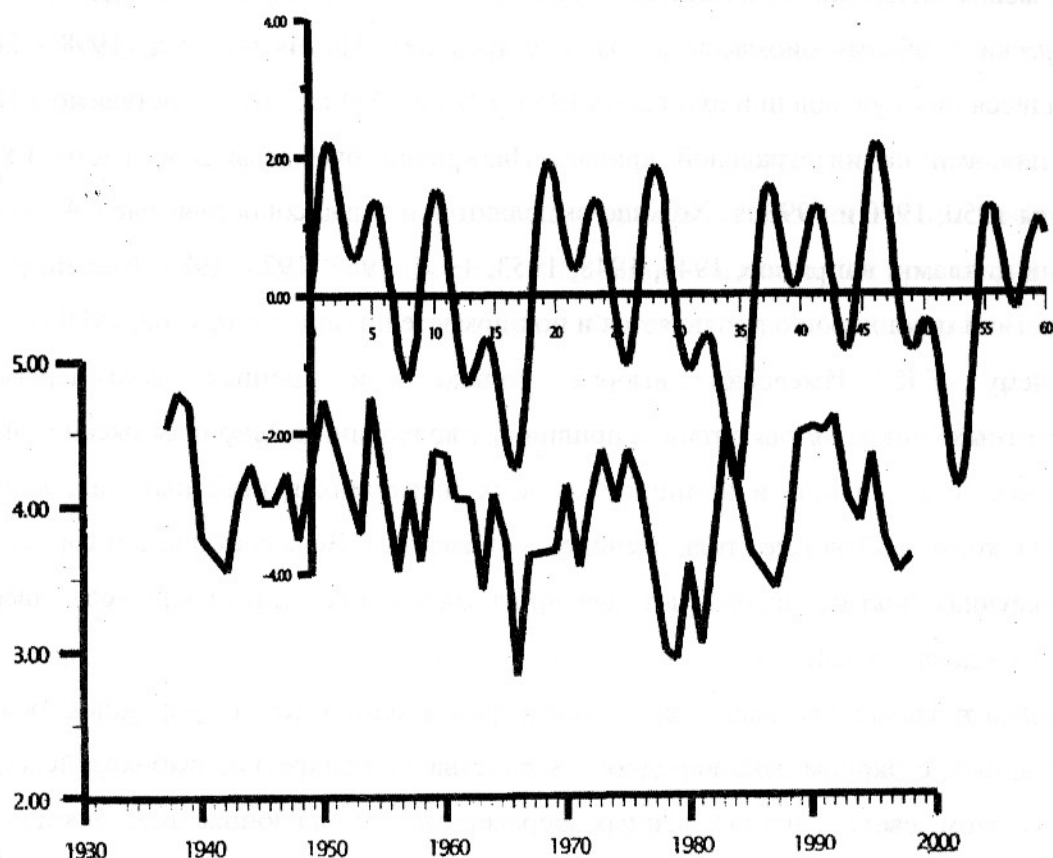


Рис.2 Интегральная функция по трем циклам 4-6, 8-10 и 18-20 и многолетние изменения температуры воды на Кольском меридиане.

К началу двадцать первого века мы еще не достигли экстремальных температур конца тридцатых-начала пятидесятих годов. По-видимому, или скажем, возможно, впадине со второй половины шестидесятых до конца восьмидесятых годов еще предстоит повторить себя, начиная где-то с 2010-2012 годов. Во всяком случае, торопливость с объявлением глобального потепления, на наш взгляд, преждевременна, так как не основывается на серьезных научных разработках цикличности различной продолжительности.

Анализ карт изменения приземного атмосферного давления и температуры поверхности океана между 70-ми и 60-ми, 80-ми и 70-ми и т.д. годами свидетельствует о том, что на протяжении последних 30 лет наблюдались согласованные смещения Азорского антициклона и положительной аномалии ТПО в Северной Атлантике на восток. Эта картина очень напоминает ситуацию 20-40-х годов. Как известно, этот период потепления сменился похолоданием в 50-60-е годы. В настоящее время положительная

аномалия в Северной Атлантике, по-видимому, достигла своего крайнего восточного положения, и в ближайшее время, возможно, наступит 20-30-летний период похолодания. В Северной Пацифике ситуация не столь ясна, но, по мнению специалистов ВНИРО и ТИПРО-центра, наступивший в конце 90-х годов холодный период продлится примерно 15-20 лет.

Наши выводы, в общем, соответствуют результатам исследования «крупномасштабных флуктуаций запасов морских промысловых организмов» (Кровнин, Кловач, Борисов, Бондаренко, Мурый, 2000).

Сложнее оказалось дело с оценкой многолетних изменений биоресурсов в Атлантическом и Тихом океанах. Применение метода главных компонент и массовая, скорее тотальная, корреляция биотических данных привела по большинству объектов к большой чересполосице коэффициента корреляции. Это произошло, на наш взгляд, из-за того, что ряды по 34 промысловым популяциям Северной Атлантики (треска, пикша, сельдь, морской язык, сайда, палтус) и 13 стадам северо-западной части Тихого океана (минтай, горбуша, кета, нерка) являются функцией не только климатических изменений, но чисто биотических связей (хищник – жертва и др.). Вызывают возражения и конечные выводы. Связь урожайных поколений трески с небольшими аномалиями температуры воды совершенно не очевидна. Важны ведь не сами по себе колебания температуры воды, а связанные с ними перестройки в системе циркуляции.

Интересен опыт добавления абиотических факторов в традиционные расчеты пополнения северной трески на основе модели Рикера (Borisov, Bulgakova, 2000). В качестве показателя воздействия на биоту природных факторов был введен показатель, рассчитываемый как количество месяцев в году, в которые наблюдались положительные температурные аномалии. Был получен положительный результат, возрос коэффициент корреляции. Однако полученные уравнения не описывают удовлетворительно динамику пополнения на предыдущий период. Особенно несоответствие касается 1963-1964 и 1970 гг. На наш взгляд, это вполне естественно. Так как зависимость урожая и пополнения от природных факторов невелика, а влияние нерестового запаса для таких гидробионтов, как треска, вторично, определяющим является поиск важнейших абиотических предикторов ежегодного пополнения популяции.

Для оценки значимости потепления последних лет (десятилетий) можно пойти не только путем осреднения средних температур на реперном разрезе Кольского меридиана (см. выше), но и путем последовательного суммирования среднегодовых температур воды за последние 50-60 лет. В результате могут быть выявлены периоды накопления тепла и холода, усиление и ослабление интенсивности приноса относительно теплых вод Атлантического океана в полярную область.

Изменения температуры воды на Кольском меридиане в слое 0-200 м за 1946-2004 гг. указывает на общее снижение теплозапаса в юго-восточной части Баренцева моря с начала шестидесятых по конец восьмидесятых годов прошлого столетия (табл. 1). Снижение теплозапаса на востоке моря неизбежно сопровождается общим перемещением массовых промысловых рыб в западном направлении. Рельеф западной части моря характерен большими ровными глубинами и площадями и, соответственно, условия для концентрации рыб становятся хуже, нагрузки на судосутки промысла меньше и общий вылов также может снижаться.

Само явление перемещения трески с востока на запад в результате охлаждения акватории находит подтверждение в литературе. В 1956 г. три крупные особи трески, помеченные вблизи Мурманского побережья, были выловлены у берегов Гренландии (Константинов, 1961).

Отражение этого процесса мы видим на графиках отгрузки трески (норвежские данные) за указанные годы (1961-1984, приблизительно).

С начала девяностых до настоящего времени интегральная кривая годовых изменений температуры воды на Кольском растет, но все еще не вышла на уровень конца пятидесятых – начала шестидесятых. Вполне возможно, что восходящая ветвь интегральной кривой приведет нас к следующим максимумам прошлых лет, что будет связано с увеличением вылова (и нагрузок) в ближайшие годы.

Не менее интересные результаты мы получим, если рассчитаем условные биомассы трески по аномалиям температуры воды на Кольском меридиане (табл. 2).

Каждый год рассчитывается по методике Г.К. Ижевского (1961) со сдвигом на 4-8 лет, принимается, что промысел в этот год осуществляется, в основном, на поколениях от 4-х до 8-ми лет. Различаются вершины: 1956, 1961, 1966, 1971, 1973, 1981, 1988, 1989, 1991, 1995, 2005-2007 и впадины: 1962/63, 1970, 1972, 1983-1985, 1990, 1992, 2000-2004. Здесь также видна нисходящая с приблизительно 1955 по 1985 гг. и восходящая ветви – с 1985 по настоящее время. На кривой выгрузок трески (норвежские данные) также обнаруживаются нисходящая и восходящая ветви в те же сроки. Последние годы в выгрузках отсутствуют (нет данных), а кривая, полученная по температуре воды, продолженная до 2006-2007 гг., позволяет выяснить, закономерны ли наши построения.

О влиянии солнечной активности на природные процессы

Г.К. Ижевский объяснял многолетнюю изменчивость характеристик морской среды геофизическими, а не гелиофизическими процессами. О влиянии многолетней изменчивости солнечной активности, выраженной числами Вольфа, на природные условия написаны тома. Чаще всего, в подавляющем числе статей на эту тему

проводилась и проводится корреляция между числами Вольфа и некоторыми климатическими параметрами, в частности, температурой поверхности моря и средними температурами на

Таблица 1

Интегральные кривые аномалий температуры воды на Кольском меридиане с 1946 по 2004 год

Год	Σ т-ра	Год	Σ т-ра	Год	Σ т-ра
1946	6	1966	26	1986	-306
1947	32	1967	-6	1987	-350
1948	10	1968	-36	1988	-378
1949	38	1969	-67	1989	-318
1950	114	1970	-45	1990	-262
1951	161	1971	-85	1991	-211
1952	181	1972	-77	1992	-148
1953	163	1973	-36	1993	-138
1954	241	1974	-32	1994	-148
1955	267	1975	9	1995	-110
1956	223	1976	23	1996	-131
1957	236	1977	-30	1997	-175
1958	200	1978	-126	1981	-209
1959	241	1979	-228	1999	-183
1960	278	1980	-194	2000	-113
1961	292	1981	-288	2001	-65
1962	201	1982	-319	2002	-20
1963	145	1983	-262	2003	-2
1964	157	1984	-251	2004	84
1965	139	1985	-270	2005*	187

* - с учетом прогноза на 2005 г.

стандартных разрезах. При этом приводятся графики соответствия испытываемых величин, в которых имеется известное сходство (рис.3). Однако никто до сих пор в теоретических и практических разработках не показал и не доказал сколько-нибудь правдоподобно, как работает механизм объявленной связи. И это не удивительно, наличие прямой связи зачастую постулируется, не вникая в детали наблюдаемых явлений.

Приведем конкретный пример. В одном из сборников серии, рассматривающей гидрометеорологию и гидрохимию морей России (Берингово море, 1999) говорится буквально следующее: «В период спада солнечной активности в восточной части Берингова моря отмечается резкое похолодание. Известны три холодных периода 1959-1966, 1971-1976 и 1984-1986». И тут же, на следующей странице, приводится таблица межгодовых изменений температуры воды и ледовитости в рассматриваемом районе, из которой следует, что на нисходящих ветвях солнечной активности 1968-1976, 1979-1986 гг. заметное потепление было в 1968-1970, 1973-1974 гг. и с 1978 по 1983 гг. с вершинами

в 1969, 1974, 1979, 1981 и 1983 годах. Похолодания занимали меньшую часть нисходящих ветвей солнечной активности. Данные по тепловым условиям на нисходящей ветви 1968-1976 гг. в таблице не приводятся. Как видим, при таких данных фактических наблюдений найти механизм вышесказанной связи очень нелегко.

Таблица 2

Условные биомассы трески, рассчитанные по аномалиям средней температуры воды на Кольском меридиане

Годы	Биомасса	Годы	Биомасса	Годы	Биомасса
1	2	3	4	5	6
1953	9.5	1973	-18.0	1993	7.5
1954	28.5	1974	-20.0	1994	34.0
1955	39.0	1975	-11.0	1995	53.0
1956	43.0	1976	-1.0	1996	45.0
1957	37.0	1977	3.0	1997	29.0
1	2	3	4	5	6
1958	34.0	1978	24.0	1998	26.0
1959	26.5	1979	25.0	1999	5.0
1960	10.5	1980	45.0	2000	-9.0
1961	18.0	1981	-20.5	2001	-15.0
1962	-10.0	1982	-36.5	2002	-19.0
1963	-6.3	1983	-66.0	2003	4.5
1964	14.0	1984	-81.5	2004	28.0
1965	14.5	1985	-65.0	2005	48.5
1966	25.5	1986	-25.5	2006	45.5
1967	1.0	1987	-23.0	2007	49.5
1	2	3	4	5	6
1968	-5.5	1988	2.0	2008	
1969	-9.0	1989	1.0	2009	
1970	-44.0	1990	-27.0	2010	
1971	-38.0	1991	35.5		
1972	-48.0	1992	-16.0		

Изучая солнечную активность, большинство исследователей считают правильным говорить об одиннадцатилетнем цикле. Это, прежде всего, неверно и рано или поздно может привести к серьезным ошибкам в прогнозировании. В 18-ом столетии 11-ти, 12-ти летние циклы сменялись на 8-ми 9-ти летние в начале второй половины века, а затем на 17-ти летние (1787-1804). В 19-ом столетии случались и 7-летние циклы и 12-летние.

11-летняя продолжительность цикла является лишь средней арифметической величиной за произвольно выбранный отрезок времени. Измените временный диапазон, и вы получите другие результаты, чаще всего, с дробным окончанием.

Как видно, прогнозировать ход солнечной активности непросто и поэтому использовать числа Вольфа в ситуационном анализе следует с большой осторожностью,

тем более что само количество солнечных пятен изменяется в широких пределах – от 0 до 200.

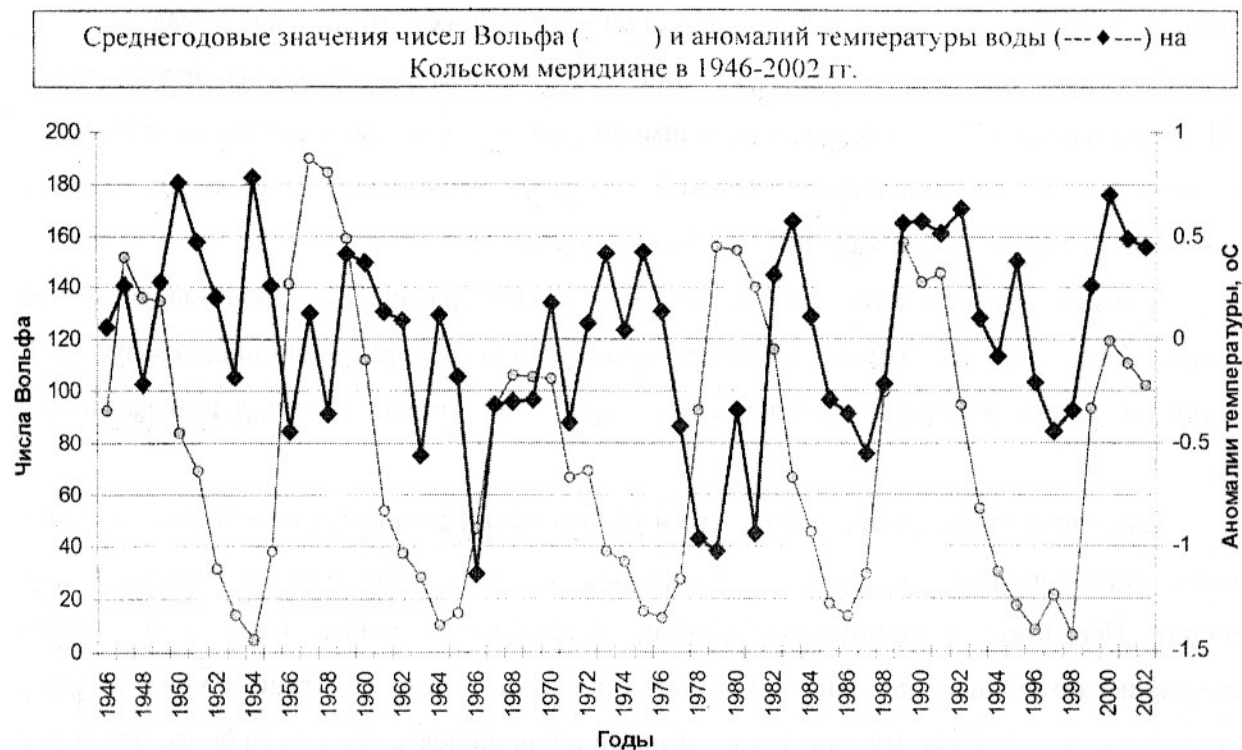


Рис.3. Среднегодовые значения чисел Вольфа и аномалий температуры воды на Кольском меридиане в 1946-2002 гг.

На наш взгляд, большего внимания заслуживает предположение, что одиннадцатилетний цикл солнечной активности близко совпадает с долговременными приливными циклами, механизм влияния которых на термические условия в морях и океанах не вызывает сомнений. Другое дело непосредственное воздействие межгодовой изменчивости солнечной активности на гидробионтов. Если это влияние проявляется на человеке и других обитателях суши (Чижевский, 1976), то нет никаких оснований исключить водных животных. В этом случае искать некие переходные объекты незачем. Гелиофизические причины изменчивости урожайности массовых промысловых рыб могут действовать независимо от геофизических характеристик и их нельзя обходить вниманием в процессе исследования.

Мы уже говорили, что электромагнитное солнечное излучение, выраженное в величинах солнечной активности, механизм влияния которой на долгосрочные изменения в гидросфере и атмосфере изучен недостаточно, может оказывать непосредственное воздействие на промысловых гидробионтов, определяя в какой-то степени их урожайность. Чтобы проверить последнее, мы сопоставили величины чисел Вольфа за 1933-1995 гг. (Resursser, 1998) с урожайными годами аркто-норвежской трески, северной

пикши и норвежской нерестующей сельди (см. ниже). Оказалось, что практически все урожайные поколения выше названных объектов промысла лежат на нисходящих ветвях одиннадцатилетних циклов солнечной активности (от вершины до подошвы). Ни одного случая формирования урожайных поколений на восходящих ветвях не наблюдается.

В этом, на наш взгляд, нет ничего неожиданного. В классическом труде А.Л. Чижевского (1976) обращалось внимание на то, что «максимумы и минимумы космических и геофизических явлений согласно совпадают с максимумами и минимумами тех или иных явлений в органическом мире».

Классик обратил внимание на то, что «пятнообразование» представляет собой явление очень сложное. Только в среднем один период равняется одиннадцати годам. В действительности же продолжительность его достигает иногда 17 лет, а иногда лишь 7 лет.

Назревание максимума, период его и упадок не представляют всякий раз чего-либо строго определенного, а постепенно варьируются вследствие еще неизвестных нам причин. Переломы в солнцедятельности, знаменующие собой точки наибольшего подъема и наименьшего падения могут быть определены лишь спустя несколько месяцев, а иногда год и более путем сличения с данными о солнцедятельности за более или менее продолжительный срок.

И еще. Периоды меньше одиннадцати лет определялись в разное время разными исследователями, по Чижевскому «второстепенные периоды» в 4.38, 4.80, 8.36 и 13.5 года. Кроме основного периода есть еще период в 9.26 года, а также «длительные периоды векового характера в 55, а, возможно, и в 60 и 72 года». Нельзя не видеть в этом большого сходства с периодами приливного характера на Земле. Но если на земные процессы приливного характера оказывает влияние, прежде всего, Луна, то в отношении Солнца нельзя исключать влияния других планет.

Вернемся к А.Л. Чижевскому. Можно считать, что Солнце является чутким прибором, отзывающимся на все изменения поля тяжести вследствие перемещения планет в пространстве.

Любопытно отметить, что число двенадцать, используемое в китайском астрологическом календаре, возможно, явилось результатом тысячелетних наблюдений за Солнцем.

С 1921 по 2000 гг. было два периода потепления в Баренцевом море: в 30-х годах, когда отмечалось так называемое «потепление Арктики», и в 90-х, которые сейчас связывают с глобальным потеплением.

Из таблицы 3 очевидно, что число солнечных пятен в первом случае было близко к минимуму, а во втором к максимуму.

В последние 60 лет наше светило ведет себя активнее, чем когда-либо за последние 8000 лет. К такому выводу пришли немецкие геофизики («Наука и жизнь», 2005).

Таблица 3

Средние за десятилетие числа Вольфа

Годы	1921-1930	1931-1940	1941-1950	1951-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000
Числа Вольфа	41.8	54.3	73.6	94.5	50.1	66.6	84.0	85.0

Хотя астрономы непосредственно наблюдают и регистрируют солнечные пятна всего лет четыреста, с тех пор как появился телескоп, существует и другой метод измерить активность Солнца, позволяющий заглянуть в прошлое гораздо глубже. Космические лучи, ударяя в молекулы двуокиси углерода, порождают в верхних слоях атмосферы изотоп углерода С-14. Чем сильнее это излучение, тем больше С-14. Интенсивность космических лучей зависит от активности Солнца, когда она высока, магнитное поле светила частично экранирует Землю от космических частиц. А поскольку растения питаются двуокисью углерода, усваивая ее из атмосферы вместе с изотопом, то можно измерить содержание С-14 в древесных кольцах ископаемой древесины и оценить, какова была солнечная активность в то время, когда росло это дерево.

Пока ученым удалось заглянуть в прошлое на 11400 лет. Оказалось, что сейчас мы живем в период такой высокой солнечной активности, какая наблюдалась лишь более 8000 лет назад. Соответственно и Солнце светит сейчас немного ярче, чем в последние тысячи лет. На вопрос, не связано ли с этим глобальное потепление, исследователи отвечают, что в последние 20-25 лет солнечная активность почти неизменна, а температуры на Земле заметно нарастают. Так что виновато, скорее всего, не Солнце.

Сопоставление величин солнечной активности, биомассы нерестового запаса и урожайности поколений норвежской весенне-нерестующей сельди в 1936-2000 гг. показывает, что численность годового класса сельди в возрасте 3+ превышала 15000×10^6 экз. в 1937, 1938, 1943, 1950, 1959, 1983, 1991 и 1992 гг. Посмотрим на показатели солнечной активности в эти годы.

114.4 (1937) → 9.6 (1944)

151.6 (1947) → 4.4 (1954)

190.2 (1957) → 10.2 (1964)

105.9 (1968) → 12.6 (1976)

155.4 (1979) → 13.4 (1986)

157.6 (1989) → 8.6 (1996).

Почти все урожайные и сверхурожайные поколения (1950) поколения приходится на нисходящие ветви солнечной активности.

Восходящие ветви солнечной активности пришлись на 1933-1937 гг., 1944-1947 гг., 1954-1957 гг., 1964-1968 г., 1976-1979 гг., 1986-1989 гг. и 1996-2000 гг.

Все эти годы подъема, кроме отдельных точек перегиба (1937), отличались относительно низкими величинами нерестового запаса и численности поколений.

Урожайные поколения арктоноргежской трески, численность которой в возрасте 3+ превышает 1000 млн. экз., сформировались в 1948-1950, 1963, 1964, 1969, 1970, 1983, 1989, 1990 гг. (Naveis Keseurser, 1998). Все эти годы без исключения приходятся на нисходящие ветви солнечной активности. Поколения трески средние и слабые (бедные) формировались на восходящих ветвях солнечной активности (табл.4).

Для пикши нисходящие ветви характерны всплесками высокоурожайных поколений – 1950, 1969, 1983 и 1990. В годах восходящих ветвей солнечной активности практически не было даже средних по численности поколений.

Очень близки к этим результатам данные по северо-восточной арктической сайде, а в 1975, 1980 и 1991 гг. (нисходящие ветви) выделились и поколения мойвы – от 300 до 900 тыс. тонн.

О причинах возникновения Эль-Ниньо и возможности его прогнозирования.

Проблема Эль-Ниньо («Мальша») на долгое время стала одной из ключевых в исследованиях межгодовых и многолетних изменений климатических условий, оказывающих очень сильное воздействие на биоту. Хорошо известны экономические последствия мощного Эль-Ниньо. Детально описано само явление, ведутся беспрестанные поиски связи этого явления с изменениями в других районах Мирового океана. Однако до сих пор не было более или менее успешных попыток прогноза наступления Эль-Ниньо и его мощности. Хорошо известны синоптические условия накопления вод тропического происхождения у берегов Перу и Чили, в результате чего затрудняется подъем богатых питательными веществами вод из глубины, практически прерывается снабжение ими верхних продуктивных слоев моря.

Как следствие, возникали масштабные заморные явления, рушилась экономика прибрежных государств, основанная на промысле массовых рыб и производстве рыбной муки.

Явления типа Эль-Ниньо, весьма похожие на то, что происходит у берегов Перу, наблюдаются и в других районах Мирового океана, куда время от времени поступают массы вод тропического происхождения. Это очень важный факт, прямо указывающий на то, что мы имеем дело с процессами, общими для Мирового океана, а события у берегов

Южной Америки являются лишь хорошим показателем этих процессов. Ясно, что научиться прогнозировать Эль-Ниньо можно, лишь уяснив, в чем причина его возникновения, что является его детонатором и почему.

Таблица 4

Численность трески в возрасте 3-х лет и числа Вольфа

(«-« - восходящая ветвь, «+» - нисходящая ветвь)

Годы	ΔW	Численность трески, млн. экз.	Годы	ΔW	Численность трески в возрасте 3-х лет
1945/1946	-60	450	1974/1975	19	600
1946/1947	-60	708	1975/1976	3	200
1947/1948	15	1100	1976/1977	-15	150
1948/1949	1.5	1200	1977/1978	-75	200
1949/1950	50	1550	1978/1979	-63	200
1950/1951	15	650	1979/1980	1.0	250
1951/1952	38	250	1980/1981	25	500
1952/1953	17.5	400	1981/1982	49	550
1953/1954	9.5	800	1982/1983	49	900
1954/1955	-33.5	500	1983/1984	21	250
1955/1956	-103.5	575	1984/1985	28	200
1956/1957	-48.5	750	1985/1986	4.5	150
1957/1958	5.5	900	1986/1987	-16	200
1958/1959	25.5	800	1987/1988	-71	400
1959/1960	48	450	1988/1989	-57	700
1960/1961	59	250	1989/1990	15	1000
1961/1962	16	700	1990/1991	-3	800
1962/1963	10	1550	1991/1992	51	700
1963/1964	17.5	1300	1992/1993	40	550
1964/1965	-5	250	1993/1994	25	650
1965/1966	-32	150	1994/1995	12.5	500
1966/1967	-47	200	1995/1996	9	450
1967/1968	-12	400	1996/1997	-13	250
1968/1969	0.5	1000	1997/1998	-43	450
1969/1970	1.0	1800	1998/1999	-24	250
1970/1971	-36	500	1999/2000	-26	
1971/1972	-7	600	2000/2001	9	
1972/1973	31	600	2001/2002	9	
1973/1974	35	400	2002/2003		

Для детального анализа возможных причин возникновения Эль-Ниньо мы привлекли обстоятельную статью М.А. Петросянц и Д.Ю. Гуцина «Об определении явлений Эль-Ниньо и Ла-Нинья» (2002 г.).

По их разработкам с 1951 по 1998 гг. явление Эль-Ниньо фиксировалось 14 раз с продолжительностью от 1 до 17 месяцев. Убрав случаи, когда АТП $O \geq 0.5^\circ$ наблюдалось меньше четырех месяцев, т.е. не получило заметного развития и, возможно, представляло собой случайную синоптическую ситуацию, мы добавили в таблицу 11 безусловно

достоверных явлений Эль-Ниньо данные за 1997/1998 гг., которые авторы статьи еще не имели (табл.5,6).

Ситуация, связанная с отступлением тропических вод, получила название Ла-Нинья («Малышка») (см. таб.6).

Вспомним, что в многолетних изменениях температуры воды в морях и океанах постоянно выделяются 4-6, 8-10 и 18-20-летние циклы, обусловленные низкочастотными колебаниями приливного характера (Ижевский, 1961). Посмотрим на сроки наступления Эль-Ниньо в этой связи. Зрительно легко выделяется 18-20-летняя составляющая: 1963, 1982/1983 и, по последним данным, 2003; 8-10-летняя: 1963, 1972/1973, 1982/1983, 1991/1992 и 4-6-летняя: 1957/1958, 1963, 1968/1969, 1972/1973, 1976/1977, 1982/1983, 1986/1988, 1991/1992 и 1997 г.

Обращает на себя внимание и тот факт, что месяцы начала и окончания Эль-Ниньо падают на разное время года, т.е. они не связаны с сезонными явлениями любого рода, как можно было бы ожидать от изменения температурных условий. Это лишний раз

Таблица 5

Месяцы и годы начала, окончания и продолжительности Эль-Ниньо

Начало Эль-Ниньо	Окончание Эль-Ниньо	Продолжительность Эль-Ниньо (в месяцах)
Июнь 1957 г.	Март 1958 г.	10
Июль 1963 г.	Декабрь 1963 г.	6
Июнь 1965 г.	Январь 1966 г.	8
Ноябрь 1968 г.	Июнь 1969 г.	8
Сентябрь 1969 г.	Январь 1970 г.	7
Май 1972 г.	Февраль 1973 г.	10
Июль 1976 г.	Январь 1977 г.	7
Май 1982 г.	Август 1983 г.	16
Октябрь 1986 г.	Январь 1988 г.	16
Октябрь 1991 г.	Май 1992 г.	8
Май 1997 г.	Декабрь 1998 г.	18

подтверждает то положение, что, во-первых, многолетние колебания в поле температуры морской воды имеют, скорее всего, приливный характер и, во-вторых, Эль-Ниньо является просто одним из показателей глобальных процессов геофизического характера.

Схожую ритмику можно увидеть и в явлении Ла-Нинья. 1954/1955, 1973/1974 – первый ряд, 1954/1955, 1964/1965, 1973/1974, 1984/1986, 1995/1996 – второй ряд.

Некоторая несходимость с обозначенными циклами вполне понятна и объяснима – в природе циклы не обособлены, а накладываются друг на друга, для такого ряда лет нельзя исключать и цикл продолжительностью 50-60 лет, показанный в ряде работ (Кляшторин, Сидоренков, 1996; Елизаров, 1999) и более продолжительные циклы.

Таблица 6

Месяцы и годы начала, окончания и продолжительности Ла-Нинья

Начало Ла-Нинья	Окончание Ла-Нинья	Продолжительность Ла-Нинья
Сентябрь 1949 г.	Июнь 1950 г.	11
Апрель 1954 г.	Январь 1955 г.	10
Март 1955 г.	Январь 1956 г.	11
Апрель 1964 г.	Январь 1965 г.	10
Август 1967 г.	Апрель 1968 г.	10
Июнь 1970 г.	Январь 1972 г.	20
Май 1973 г.	Апрель 1974 г.	12
Февраль 1975 г.	Апрель 1976 г.	15
Май 1978 г.	Октябрь 1978 г.	6
Октябрь 1984 г.	Январь 1986 г.	16
Май 1988 г.	Апрель 1989 г.	12
Сентябрь 1995 г.	Февраль 1996 г.	6

Чтобы получить многолетние изменения в поле температуры морской воды, приближающиеся к реальным природным флуктуациям, попробуем интегрировать вышеупомянутые циклы, выбрав для расчета какой-нибудь проверенный ряд, например, Кольский меридиан. Формула расчета представляет собой сумму синусоидальных гармоник с единичными амплитудами и нулевыми начальными фазами. На оси У отложена амплитуда в условных единицах, а по оси X – время с дискретностью в 1 год (рис. 1,2). Следует отметить, что полный цикл функции превышает сто семьдесят лет.

$$F(x,u)=u_0+u_1*\sin(2\pi*(x-u_5)/4.5) + u_2*\sin(2\pi*(x-u_6)/9) + u_3*\sin(2\pi*(x-u_7)/19) + u_4*\sin(2\pi*(x-u_8)/50),$$

где u_0, \dots, u_4 – амплитуды гармоник, u_5, \dots, u_8 – начальные фазы.

Использование такого типа функции для аппроксимации данных многолетних наблюдений температуры воды на Кольском меридиане приводит к следующей оценке значений компонент вектора u :

$$u = (3.96, 0.04, -0.16, 0.24, -0.05, 13.0, 13.0, 13.1, 13.2)$$

если использовать в качестве начального приближения значения

$$u_0 = (4, 0.5, 0.5, 0.5, 0.5, 13, 13, 13, 13)$$

Если сопоставить значения полученных амплитудных коэффициентов, то видно, что наибольшее влияние на изучаемую характеристику оказывают геофизические процессы с периодами 9 и 19 лет.

Для того чтобы в прогностических целях перейти от абстрактной кривой к реальным датам формирования Эль-Ниньо, важно выбрать точку отсчета и затем проверить весь ход функции. Выбрав за начало отсчета 1948-1950 годы, известные проявлением экстремумов в гидросфере и биосфере, мы обнаруживаем, что вершины кривой приходятся на 1957, 1970, 1976/1977, 1982/1983, 1988, 1992 и 1997/1998 гг., т.е. в большинстве случаев совпадают со временем наступления известных Эль-Ниньо (табл. 4). Практически совпадает число вершин и случаев Эль-Ниньо. Это дает возможность предположить наступление последующих Эль-Ниньо в 2006/2007, и 2017 гг.

Время Ла-Нинья, характерное затуханием процессов связанных с Эль-Ниньо, в большинстве случаев приходится на нижние части функциональной кривой.

Все эти факты указывают, по нашему мнению, на то, что, во-первых, к основным причинам многолетних циклических колебаний температуры воды в Мировом океане, в том числе связанных с явлением Эль-Ниньо, относятся изменения геофизического характера, относящиеся к низкочастотным приливным колебаниям, связанным с лунными неравенствами и, во-вторых, если рассматривать циклы не отдельно друг от друга, а, получая сумму синусоидальных гармоник, можно выйти на прогнозирование и явлений Эль-Ниньо и Ла-Нинья и других термических изменений в гидросфере Земли.

Разумеется, низкочастотные колебания приливного характера зависят не только от Луны. Определенное воздействие оказывает и Солнце, и планеты. Однако, в практических, прикладных целях, достижение которых напрямую связано с экономикой многих стран, важно выделить главные причины многолетних изменений.

Важно и другое. Чисто методически правильнее в попытках прогнозирования отталкиваться не от Эль-Ниньо, которое является лишь ярким показателем изменений геофизического характера во всем Мировом океане. То, что многие исследователи причинами климатических изменений в различных районах считают Эль-Ниньо, не вызывает сомнений. В качестве примера приведем характерную выдержку из обычной, не научной, статьи на эту тему. «Феномен Эль-Ниньо, как глобальное климатическое событие, в развитие которого вовлекаются различные океаны и континенты, дает разный уровень повышения температуры воды на поверхности моря».

Рассмотрение Эль-Ниньо, как основы всех изменений в Мировом океане, опровергается и на биотическом уровне. Анализ воздействия девяти наиболее мощных

явлений Эль-Ниньо в этом (двадцатом) столетии не обнаруживает существенного сходства с продуктивностью основных коммерческих (массовых) видов Пацифики (Klyashtorin, 2000).

Выводы

1. Повышение или понижение интенсивности переноса вод в умеренных и высоких широтах под воздействием низкочастотных колебаний приливного характера сказывается, прежде всего, на многолетних изменениях температурных (тепловых) условий, что, в свою очередь, является показателем благоприятных или неблагоприятных условий для воспроизводства массовых промысловых рыб, таких как треска, пикша, сельди и др.

2. В различных районах Мирового океана по-разному проявляются результаты сложения нескольких основных циклов низкочастотных приливных колебаний. По существу, мы имеем дело с калейдоскопом, который проявляется в виде «черного ящика», где более или менее определены лишь величины на входе и выходе.

3. Ряды наблюдений физических величин, таких, например, как температура морской воды, позволяют более или менее определенно говорить о циклических колебаниях в атмосфере и гидросфере, не превышающих 18-20 и 35-65 лет. Следовательно, мнение о всеобщем потеплении, о котором настойчиво говорится в научной и популяризаторской литературе на основе двух-трех последних десятилетий, вряд ли можно считать доказанным. Во всяком случае, в девяностые годы прошлого столетия на реперном разрезе Кольского меридиана (слой 0-200 м) еще не достигнуты максимальные величины конца тридцатых и начала пятидесятых годов.

4. Нет серьезных доказательств и того, что изменения солнечной активности, выраженные числами Вольфа, существенно сказываются на температурных (тепловых) условиях в различных районах Мирового океана. Однако, вполне возможно, что электромагнитное излучение Солнца непосредственно сказывается на воспроизводстве (урожайности) массовых промысловых гидробионтов, создавая благоприятный (нисходящая ветвь), либо неблагоприятный фон для биоты.

Литература

- Алексеев Г.В., Священников П.К. Влияние аномалии температуры воды на поверхности Северной Атлантики на многогодовые флуктуации климата. Труды АА НИИ, 1983, т. 392, с. 100-113.
- Богданов М.А., Елизаров А.А., Солянкин Н.В. О прогнозировании климатического фона и абиотических факторов в Северной Атлантике, морях Европейского Севера и юга ЕТС на 1973 г. «Рыбное хозяйство», № 7, 1973, с. 12-15.

- Бондаренко М.В., Борисов В.М., Кровнин А.С., Кловач Н.В., Мурый В.П. Крупномасштабные флуктуации запасов морских промысловых организмов. Сб. «Мировой океан: использование биологических ресурсов». ВНИРО, 2001, вып. 2, с. 87-94.
- Бочков Ю.А., Двинина Е.А., Терещенко В.В. Особенности современных многолетних изменений температурного режима Баренцева моря (1951-1955 гг.). Гидробиологические процессы в промысловых районах Северной и Южной Атлантики. Сб. научных трудов ЛГМИ, 1987, с. 91-106.
- Бочков Ю.А., Трояновский Ф.М. Сезонные изменения климата Баренцева и Лабрадорского морей и их биологические последствия. 10-я Всероссийская конференция по промысловой океанологии, тезисы докладов, ВНИРО, 1997, с. 27-28.
- Вялов Ю.А., Чернышков П.П. Крупномасштабные изменения экосистемы апвеллингов районов Атлантического и восточной части Тихого океана. Труды АтлантНИРО, «Промысловые биологические исследования АтлантНИРО в 1994-1995 гг.». Калининград, 1996.
- Дубровин В.Ф., Зубин А.Б. Зоны биологической продуктивности океана в связи с долголетней изменчивостью гидрометеорологических характеристик. 10-я конференция по промысловой океанологии. Тезисы докладов, ВНИРО, 1997, с. 47.
- Елизаров А.А. О многолетних изменениях температуры воды и промысловой продуктивности в районах Северной Атлантики, Норвежского и Баренцева морей. Тр. ВНИРО, 1974, т. 98, с. 7-22.
- Елизаров А.А., Котенев Б.Н. Климатические и океанологические причины долгопериодной изменчивости популяций рыб. Сб. «Долгопериодная изменчивость условий природной среды и некоторые вопросы рыбопромыслового прогнозирования», ВНИРО, 1989, с. 22-39.
- Елизаров А.А., Борисов В.М. Долгопериодные изменения абиотических и биотических условий в экосистеме Баренцева и Норвежского морей. Сб. «Биологические основы динамики численности и прогнозирования вылова рыбы». ВНИРО, М., 1989, с. 69-84.
- Елизаров А.А., Родионов С.Н., Котенев Б.Н. Системный подход Г.К. Ижевского и сопряженность колебаний численности поколений трески в Северной Атлантике. Пленарные доклады 8-ой Всесоюзной конференции по промысловой океанологии, 1990, с. 48-66.
- Елизаров А.А. Долгопериодные температурные колебания глобального характера. XI Всероссийская конференция по промысловой океанологии, тезисы докладов. М., 1994, с. 20-21.
- Елизаров А.А. О Г.К. Ижевском и его работах. «Рыбное хозяйство», вып. 1, 1998, с. 30-31.
- Елизаров А.А., Моисеенко Г.С. О цикличности многолетних изменений абиотических и биотических характеристик в морях Европейского Севера. XI Всероссийская конференция по промысловой океанологии, тезисы докладов. М., ВНИРО, 1998, с. 21-22.
- 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. Единство Мирового океана. Межгодовые и многолетние изменения абиотических и биотических условий и возможности прогнозирования. Вопросы промысловой океанологии, вып. 1, М., 2004, ВНИРО, с. 110-125.
- Зубов Н.Н. Динамическая океанология. М., Гидрометеиздат, 1947, 430 с.
- Зубов И.Н. Основы учения о проливах Мирового океана. М., Географгиз, 1956.
- Ижевский Г.К. Океанологические основы формирования промысловой продуктивности морей. М., Пищепромиздат, 1961, 216 с.

- Ижевский Г.К. Системные основы прогнозирования океанологических условий и воспроизводства промысловых рыб. М., изд. МГУ, 1964, 165 с.
- Книпович Н.М. Гидрология морей и солоноватых вод. Пищепромиздат, 1938.
- Кляшторин Л.Б. Циклические изменения климата и флуктуации численности основных промысловых рыб Пацифики. 6-я Всероссийская конференция по проблемам промыслового прогнозирования. Тезисы докладов, 1995, Мурманск, с. 61-63.
- Кляшторин Л.Б. Тихоокеанские лососи: климат и динамика запасов. «Рыбное хозяйство», № 4, 2000, с. 32-34.
- Кляшторин Л.Б., Сидоренков Н.С. Долгопериодные климатические изменения и флуктуации численности пелагических рыб Пацифики. Известия ТИНРО, т. 119, 1996. Владивосток, с. 33-54.
- Константинов К.Г. О зависимости между температурой воды и распределением донных рыб. НТБ ПИНРО, 1961, № 4 (18), с. 25-28.
- Кровнин А.С., Кловач Н.В., Бондаренко М.В., Борисов В.М., Мурый Г.П. Крупномасштабные флуктуации запасов морских промысловых организмов. «Рыбное хозяйство», 2003, № 4, с. 20-23.
- Петросянц М.А., Гуцин Д.Ю. Об определении явлений Эль-Ниньо и Ла-Нинья. Ж. «Метеорология и гидрология», 2002, № 8, с. 24-54.
- Сидоренков Н.С. Межгодовые колебания системы атмосфера-океан-земля. «Природа», 1999, вып. 7, с. 26-34.
- Серяков Е.И., Титов Ю.Г. Формирование аномалий температуры воды в Северной Атлантике. Труды ПИНРО, 1972, вып. 40, с. 84-88.
- Смирнова Н.Ф., Смирнов Н.П. Атлантическая треска и климат. РГГУ, Санкт-Петербург, 2000.
- Цыганов В.Ф. Формирование положительных аномалий температуры экваториальной зоны восточной Пацифики под воздействием приливных сил. Сб. «Долгопериодная изменчивость условий природной среды и некоторые вопросы рыбопромыслового прогнозирования». ВНИРО, 1989, М., с. 89-99.
- Чижевский А.А. Земное эхо солнечных бурь. М., изд. «Мысль», 1976, 368 с.
- D. Lench Belda. The signal of global interdecadal regime variation on temperate sardine and anchovy populations, 2-nd World Fisheries congress, Brisbain, 1996, 23 p.
- Jakobsen T. Biological reference points for North-East Arctic cod and haddock, ICES, J. Mor Sci, 1992, 49, 155-166.
- Izhevsky G.K. and Elizarov A.A. Modern methods of scientific investigations in fishery oceanography, FAO fisheries, EPTA reports, N 1937-11, Rome.
- Stiansen J.E., Offersen G., Dalpadada K., Loeng and Ingvaldsen K. Ecological conditions in the Barents Sea, 2002-2003, 2003, ICES working Document to AFWG, San Sebastian, April-May 2003, 1-21/
- Havets ressurser, J. of Marine Research, Bergen, 1998 - 2003.