

ЦИКЛИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ПОЛЯХ АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ НАД АЗИЕЙ И ТИХИМ ОКЕАНОМ И В УЛОВАХ АМУРСКИХ ЛОСОСЕЙ

И.П. Карпова¹, Т.А. Шатилина² А.А Горяинов²,

1 – Российский Государственный Гидрометеорологический Университет

2 – Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр

Введение

Российский лососевый промысел в бассейне Амура с начала прошлого столетия осуществляется на традиционных участках, при примерно постоянном рыболовном усилии. Пик численности осенней амурской кеты в 20-м столетии пришелся на 30-е годы, когда уловы колебались в пределах 25-45 тыс. тонн. Однако с начала второй половины столетия начался спад уловов, который продолжается и поныне (рис 1).

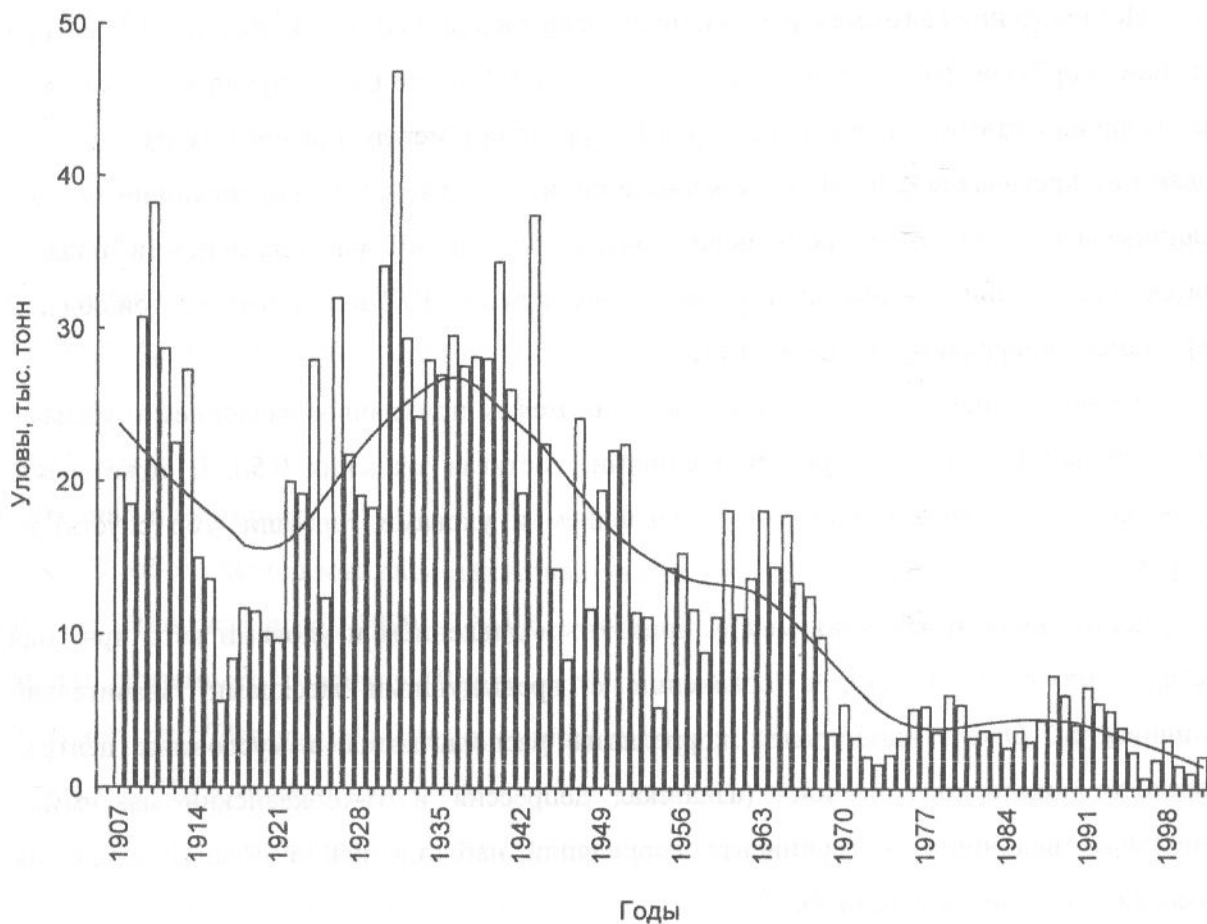


Рис. 1. Уловы амурской осенней кеты в 20-м столетии. Сплошная линия – линия тренда.

Аналогичная ситуация наблюдалась и на промысле близкородственного вида – горбуши. Суммарные уловы горбуши на Амуре в первой половине 20-го столетия более чем в 2 раза превзошли таковые во второй его половине.

Одним из наиболее критических периодов жизненного цикла тихоокеанских лососей является речной, на который приходится самые ранние этапы развития. При этом подавляющее число факторов, лимитирующих численность развивающейся икры, личинок и молоди, так или иначе связаны с проявлениями климата. Колебания климата, определяющие изменения гидрологических условий, влияют на естественное воспроизводство, как путем прямой элиминации на самых ранних этапах, так и косвенно - ускоряя или замедляя темпы ее развития и роста на последующих, более поздних этапах. Так, например, в теплые периоды условия нагула молоди амурских лососей более благоприятны не только за счет лучшей обеспеченности пищей, но и в результате усиления обменных процессов в организме мальков (Рослый, 1973, 1975). Результаты многолетних исследований показывают, что основная доля амурской осенней кеты возвращается на места воспроизводства в возрасте 3+ (Ловецкая, 1948; Бирман, 1967 и др.) и в возрасте 1+ - практически вся горбуша.

Исследование связи между приземным давлением и уловами кеты (три года спустя) и уловами горбуши (год спустя) (Горяинов и др., 2007) показало следующее. С января по март величина статистически достоверной корреляции между приземным давлением и уловами не превышала 0.30. В то же время весной: в апреле и мае, корреляционная связь увеличивалась. При этом наибольшие очаги корреляции располагались в области азиатской депрессии между координатами: 30-40⁰ с.ш., 80-100⁰ в.д., в центре этой области коэффициент корреляции достигал 0.45.

В июне области наибольшей корреляции между приземным давлением и уловами кеты располагались над северными районами, достигая значения 0.50. В то же время, достоверной связи между приземным давлением и уловами горбуши (год спустя) не обнаружено.

Достоверная корреляция между приземным давлением и уловами кеты три года спустя в июле и августе, в сравнении с предыдущими месяцами, значительно увеличивается. Очаги наибольшей корреляции располагаются в муссонных центрах азиатско-тихоокеанского региона (азиатская депрессия и тихоокеанский максимум). Наибольшие величины коэффициента корреляции наблюдались в области азиатской депрессии, которые достигали -0.50.

Для амурской горбуши области достоверной корреляции выявились лишь в июле, но со значительно меньшими значениями коэффициентов, которые составили -0.30, -0.33. При этом расположение указанных областей отличалось от расположения таковых для кеты. Конкретно они располагались над южным Приморьем, Корейским полуостровом и южной частью Японского моря. Второй очаг достоверной корреляции располагался в области гавайского антициклона (165⁰ в.д.-175⁰ з.д., 20-40⁰ с.ш.).

Таким образом, наиболее высокие коэффициенты корреляции для кеты в июле и в августе располагались в области азиатской депрессии и гавайского антициклона. Исходя из этого, правомерно полагать, что одной из климатических причин колебаний уловов, а отсюда и численности осенней кеты, является изменение циркуляции в муссонных центрах действия атмосферы (азиатская депрессия и тихоокеанский максимум).

Исследователи отмечают, что с середины 60-х годов прошлого столетия в бассейне Амура начался маловодный период (Тетерятникова, 1985 и др.), при этом тенденции снижения уровня Амура и уловов амурских лососей совпадают. В частности, Тетерятниковой (1985) отмечается, что в маловодные годы выделялась мощная обширная по площади отрицательная аномалия давления над северной частью Тихого океана и очаг положительной аномалии давления над европейской частью Евразийского континента. Наибольших значений эти аномалии достигли во второй половине 60-х и в 70-е годы 20-го столетия. С конца 60-х годов преобладающим типом циркуляции над Восточной Азией стало формирование атмосферных гребней, что совпадает с началом периода снижения водности Амура.

Настоящая работа является продолжением предыдущих работ (Горяинов и др., 2007; Рослый, 1973, 1975; Шатилина, Анжина 2006; Карпова, Сустанов и др. 1991; Аверкиев, Карпова, 2000 и другие), цель ее – выявить циклические колебания в полях атмосферного давления и уловах амурских лососей и оценить их статистическую связь. Для анализа дополнительно привлечены некоторые данные о температуре воды и воздуха и осадках.

Материал и методика

В работе использовалась статистика уловов амурских лососей за период с 1907 по 2001 гг. (Яновская и др., 1989; NPAFK с 1971 по 2001 гг.). Кроме того, использовались данные приземного давления (P_0) за период с 1900 по 2003 гг., размещенные в сети Интернет: <http://dss.ucar.edu/data>, и данные параметров азиатских ЦДА за 1954-1999 гг. Параметры ЦДА определялись по методике, описанной в статье Шатилиной, Анжиной (2006). Местоположение и интенсивность сезонных центров действия атмосферы определялись ими автоматизированным способом по полю давления, заданному в узлах регулярной сетки. Интенсивность оценивалась по минимальному значению давления в одном из узлов на заранее заданной области. Местоположение центра барического образования определялось географическими координатами выбранного узла.

Для исследования циклических колебаний в полях атмосферного давления выбраны июль, август и сентябрь. Это обуславливалось тем, что в эти месяцы была обнаружена наиболее тесная связь между приземным давлением и уловами осенней кеты

и горбуши. Дополнительно для оценки роли температуры воды, воздуха и осадков были использованы данные за июнь-июль, полученные также по сети Интернет, в зоне азиатской депрессии (г. Бангкок, г. Дели, г. Харбин) и гавайского антициклона (квадрат $2^{\circ}\times 2^{\circ}$ с центром 20° с.ш., 170° в.д.). К сожалению, продолжительность наблюдений в рассматриваемых пунктах различна (табл. 7). Исследование циклических колебаний временных рядов было выполнено с помощью пакета программ МСПГЭ (метод сверхдолгосрочного прогноза гидрометеорологических элементов), разработанных в РГГМУ (Методические рекомендации ..., 1997).

Результаты исследований

Поскольку наибольший интерес представлял анализ изменчивости барического поля в выделенных квадратах, характеризующих азиатскую депрессию и гавайский антициклон, были подсчитаны средние значения атмосферного давления за 104 года. Анализ величин атмосферного давления на 40° с.ш. показал увеличение их средних значений по сравнению с аналогичными величинами на 30° с.ш. и 35° с.ш. Следует отметить, что в ежемесячных рядах атмосферного давления имеются пропуски данных, особенно много их на 40° с.ш., поэтому результаты расчетов на этой параллели не проводились. По этим данным были выбраны для дальнейшего анализа следующие временные ряды, характеризующиеся максимальными и минимальными значениями норм: июльские значения в квадратах с центрами 20° с. ш., 170° в.д. (точка 1 – гавайский антициклон) и 30° с.ш., 85° в.д. (точка 2 – азиатская депрессия); августовские значения в квадратах с центрами 25° с.ш., 175° в.д. (точка 3 – гавайский антициклон) и 30° с.ш., 80° в.д. (точка 4 – азиатская депрессия).

На рис. 2 представлен временной ход среднемесячных величин атмосферного давления в вышеуказанных квадратах 1-4.

Как видно на рис. 2, приземное давление в области антициклона характеризовалось в целом некоторым падением. В зоне азиатской депрессии, начиная с 1994 г. и вплоть до 2003 г., отмечен очень резкий рост давления на 6-10 гПа. Тщательное рассмотрение среднемесячных значений P_0 в соседних квадратах показало, что минимум атмосферного давления в июле в эти годы имеет место не на 85° в.д., а на 105° в.д. По-видимому, центр азиатской депрессии сместился. Заменяя значения атмосферного давления в т. 2, начиная с 1994 г., на аналогичные значения в квадрате с центром на той же широте и 105° в.д. (ряд 5), получили картину, представленную на рис.3.

В 1994-2003 гг. по-прежнему отмечаются достаточно резкие изменения барического поля, но величины изменения P_0 оказываются существенно меньшими.

Можно предположить, что в июле ЦДА сместился не только вдоль долготы, но изменил и свое широтное положение.

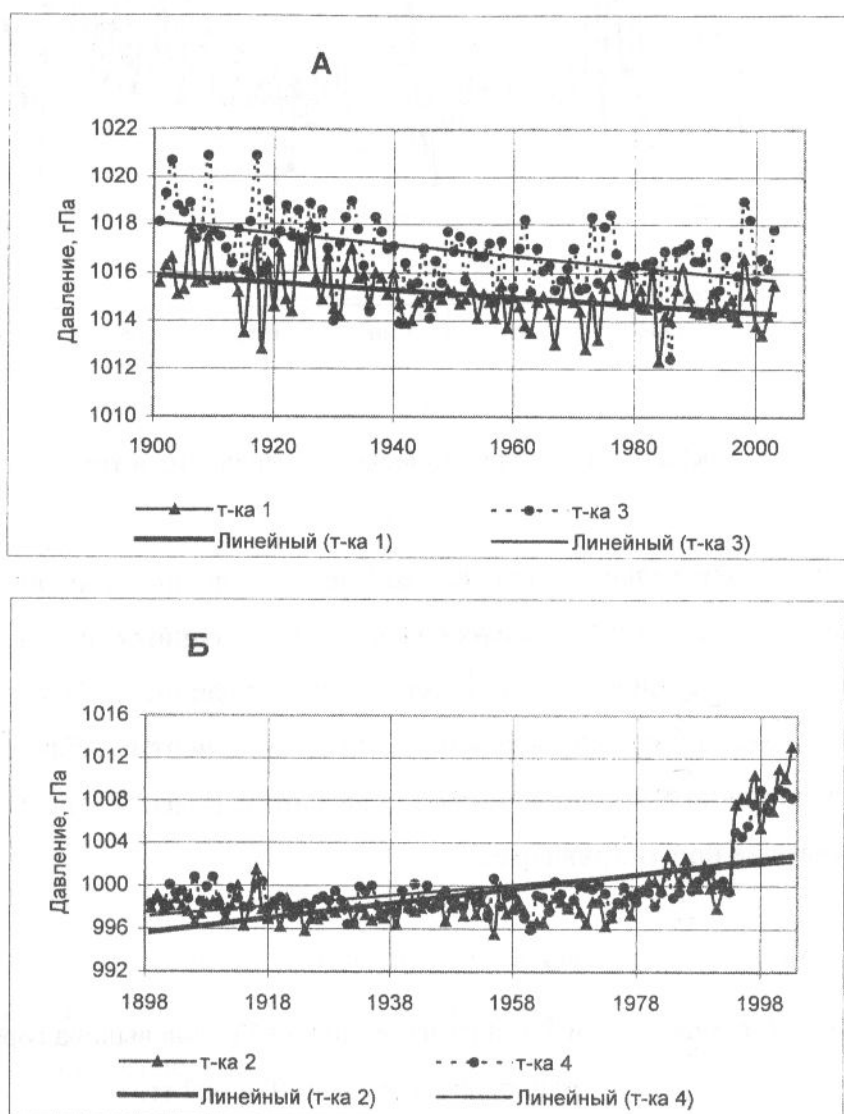


Рис. 2. Временной ход среднемесячных величин атмосферного давления в июле и в августе в выбранных квадратах; А – в области гавайского антициклона, Б – в области азиатской депрессии

В последние десятилетия определенный интерес проявляется к исследованию цикличности в различных явлениях и, в частности, к использованию этого природного свойства для разработки прогностических методов (Карпова, Сустанов и др., 1991; Методические рекомендации, 1997; Антонов, 2007 и другие.). Характер изменения различных гидрометеорологических и рыбопромысловых процессов подтверждает универсальность закона природной полицикличности. Для науки о циклах появился даже новый термин – «циклистика», в 90-х годах и позднее прошел ряд всероссийских и международных конференций по циклической проблематике (Антонов, 2007).

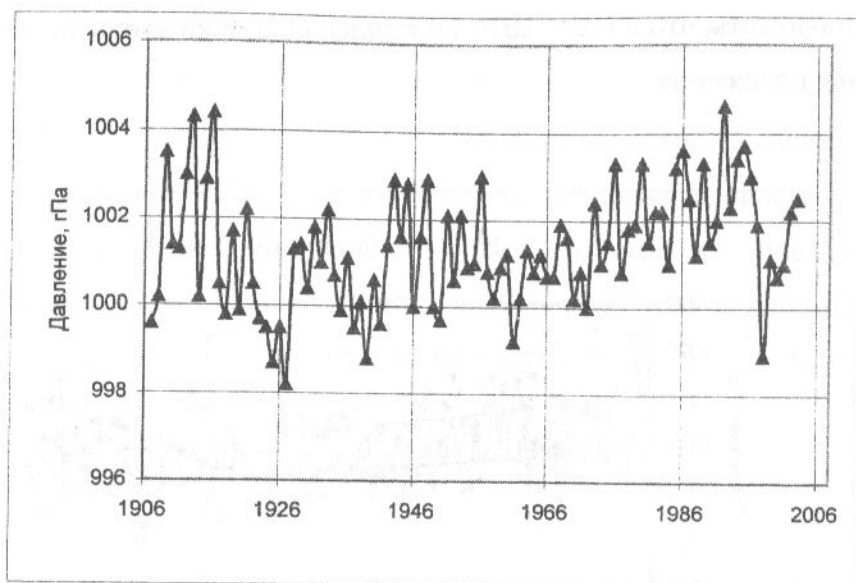


Рис 3. Временной ход среднемесячного давления в точке 5 в июле.

Результаты спектрального анализа выделения основных циклических компонент рядов вылова горбуши и кеты и оценки вклада их изменчивости в общую дисперсию исходных рядов по методике (Методические рекомендации..., 1997) представлены в таблице 1. Все значения оценки вклада отдельных компонент в таблице представлены с округлением величин до 5%, погрешности составляют не более 5%, но за счет округления они в ряде случаев не просматриваются.

Таблица 1

Оценка вклада основных составляющих изменчивости рядов вылова горбуши и кеты в общую дисперсию (в %), 1907-2003 гг.

| компоненты | Трендовая | ~ 10 лет | ~ 6 – 5 лет | ~ 4 – 3 года | ~ 2 года |
|------------|-----------|----------|-------------|--------------|----------|
| Горбуша | 30 | | 5 | 5 | 60 |
| Кета | 65 | 10 | 5 | 10 | 10 |

Ритмика у этих рядов разная: у горбуши естественно преобладает квазидвухлетняя составляющая (около 60% общей изменчивости по дисперсии), у кеты такого же порядка вклад в общую изменчивость вносит трендовая составляющая. В целом, эти две составляющие определяют около 75-90% изменчивости, остальные практически незначимы.

В табл. 2 представлена корреляционная матрица временных рядов вылова горбуши и кеты и их составляющих.

Таблица 2

Корреляционная матрица временных рядов вылова горбуши и кеты и их составляющих, 1907-2003 гг. Жирным шрифтом выделены коэффициенты корреляции, большие 0,5.

| | Гор | Гор. тренд | Гор. ~5 | Гор. ~3 | Гор. ~2 | Кета | Кета тренд | Кета ~10 | Кета ~5 | Кета ~3 | Кета ~2 |
|---------|-----|---------------|------------|------------|-------------|-------|---------------|-------------|------------|--------------|--------------|
| Гор. | 1 | 0,56 | 0,26 | 0,22 | 0,76 | 0,23 | 0,21 | 0,01 | 0,01 | -0,09 | -0,47 |
| Гор.тр. | | 1 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,41 | 0,38 | 0,02 | 0,00 | -0,00 | -0,00 |
| Гор. ~5 | | | 1 | 0,01 | 0,00 | 0,04 | -0,01 | -0,02 | 0,05 | 0,08 | -0,00 |
| Гор. ~3 | | | | 1 | 0,00 | -0,11 | 0,01 | -0,01 | -0,01 | -0,55 | -0,01 |
| Гор. ~2 | | | | | 1 | 0,03 | -0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -0,59 |
| Кета | | | | | | 1 | 0,86 | 0,16 | 0,16 | 0,20 | 0,04 |
| Кета тр | | | | | | | 1 | 0,02 | -0,03 | -0,01 | 0,00 |
| Кет~10 | | | | | | | | 1 | 0,10 | 0,01 | -0,01 |
| Кета ~6 | | | | | | | | | 1 | 0,03 | -0,00 |
| Кета ~3 | | | | | | | | | | 1 | 0,00 |
| Кета ~2 | | | | | | | | | | | 1 |

Как видно из таблицы 2, линейная корреляция исходных рядов и их трендовых составляющих велика, что связано с общей тенденцией уменьшения уловов. В то же время, если для ряда вылова горбуши большой коэффициент корреляции характерен для квазидвухлетней компоненты по сравнению с трендовой (0,76 и 0,56 соответственно), то для ряда вылова кеты картина обратная: корреляция с квазидвухлетней компонентой отсутствует (аналогичные коэффициенты корреляции составляют 0,04 и 0,86). Отметим также, что трендовые составляющие обоих рядов имеют положительную корреляцию (0,38), а их квазидвух- и трех-четырёхлетние составляющие – отрицательную (-0,59 и -0,55 соответственно).

Аналогичные расчеты по оценке вклада отдельных составляющих изменчивости атмосферного давления в общую дисперсию исходных рядов были выполнены для тт.1-7, результаты расчетов представлены в таблице 3.

Значимость трендовых и квазидвух-трехлетних составляющих в общей изменчивости для точек 1 и 3 примерно одинакова и, по-видимому, отражает действительную картину ритмики среднемесячных значений атмосферного давления в районе гавайского антициклона. Совпадение основных составляющих у рядов вылова и атмосферного давления наводит на мысль о влиянии последнего на условия жизни азиатских лососей. Что касается азиатской депрессии, то резкое увеличение атмосферного давления в последнее десятилетие привело к неоправданно высокой роли трендовой составляющей в общей изменчивости до 85% (т.2) или 90% (т.4) и соответственно к уменьшению роли высокочастотных составляющих. Подтверждением этому служит существенное уменьшение вклада трендовой составляющей на 25-55% для точек 5-7, расчет для которых выполнен без учета последних 10 лет). В то же время спектральная структура временных рядов 5 и 6 подобна, что может свидетельствовать о близости полученных данных к реальным. Поскольку результаты расчетов для точек 2 и 4 (табл.3),

по-видимому, содержат погрешности, обусловленные некорректностью исходных данных, для расчета корреляционных связей они не использовались. Ввиду того, что продолжительность временных рядов вылова горбуши и кеты 95 лет, был проведен пересчет спектральной структуры рядов приземного атмосферного давления за период 1907-2001 гг. для точек 1, 3, 5. Принципиальных расхождений по сравнению с приведенными данными табл. 3 не обнаружено.

Таблица 3

Оценка вклада основных составляющих изменчивости рядов атмосферного давления в общую дисперсию исходных рядов (в %), 1900-2003 гг.

| Компоненты | Тренд | ~ 11 | ~ 7 | ~ 4 | 2-3 |
|------------|-------|------|-----|-----|-----|
| Июль | | | | | |
| Точка 1 | 20 | 20 | | 15 | 40 |
| Точка 2 | 85 | | 5 | | 5 |
| Точка 5 | 60 | | 10 | | 30 |
| Точка 6* | 60 | | 5 | | 35 |
| Август | | | | | |
| Точка 3 | 40 | | 20 | | 40 |
| Точка 4 | 90 | | 5 | | 5 |
| Точка 7* | 35 | | 20 | | 45 |

* Точки 6 и 7 характеризуют временные ряды атмосферного давления в азиатской депрессии в тех же координатах, что и тт. 2 и 4, соответственно, но длина исходных рядов на 10 членов меньше, с 1900 г. по 1993 г.

Таблица 4

Корреляционная матрица временных рядов атмосферного давления в тт. 1, 3, 5 и их составляющих, 1900-2003 гг. Жирным шрифтом выделены коэффициенты корреляции, большие 0,5.

| | Р _о , т.1 | Т.1, тр. | Т.1, ~6 | Т.1, 2-3 | Р _о , т.5 | Т.5, тр. | Т.5, ~6 | Т.5, 2-3 | Р _о , т.3 | Т.3, тр. | Т.3, ~6 | Т.3, 2-3 |
|---------------------|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------------------|-------------|------------|-------------|-------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Р _о .т.1 | 1 | 0,50 | 0,51 | 0,55 | -0,14 | -0,19 | -0,05 | 0,03 | 0,62 | 0,43 | 0,26 | 0,40 |
| Т.1тр. | | 1 | 0,05 | -0,01 | -0,25 | -0,32 | 0,01 | -0,01 | 0,42 | 0,83 | 0,02 | -0,01 |
| Т.1~6 | | | 1 | -0,01 | -0,10 | -0,07 | -0,14 | 0,00 | 0,30 | 0,05 | 0,51 | 0,00 |
| Т.1~2 | | | | 1 | -0,05 | 0,00 | 0,01 | -0,10 | 0,33 | -0,00 | 0,00 | 0,49 |
| Р _о .т.5 | | | | | 1 | 0,77 | 0,35 | 0,54 | -0,31 | -0,37 | -0,14 | -0,07 |
| Т.5тр | | | | | | 1 | 0,01 | 0,00 | -0,30 | -0,48 | -0,11 | 0,00 |
| Т.5,~6 | | | | | | | 1 | 0,01 | -0,09 | 0,01 | -0,10 | 0,01 |
| Т.5~2 | | | | | | | | 1 | -0,09 | -0,01 | 0,00 | -0,14 |
| Р _о .т.3 | | | | | | | | | 1 | 0,51 | 0,56 | 0,67 |
| Т.3тр. | | | | | | | | | | 1 | 0,03 | -0,01 |
| Т.3,~6 | | | | | | | | | | | 1 | 0,01 |
| Т.3,~2 | | | | | | | | | | | | 1 |

Рассматривая результаты этих расчетов в целом, можно отметить, что исходные временные ряды №№ 1 и 3 характеризуются достаточно тесными связями как со своими составляющими, так и между аналогичными компонентами соседних рядов, коэффициенты корреляции не менее 0,5, наиболее тесная связь отмечена между

трендовыми составляющими P_0 в июле и августе (гавайский антициклон, тт. 1 и 3, $r=0.8$). Отрицательные коэффициенты корреляции характеризуют связи P_0 между гавайским антициклоном и азиатской депрессией, причем наибольшая абсолютная величина также присуща трендовым составляющим (тт. 3 и 5, $r=-0.5$).

Аналогичные связи рассчитаны для рядов вылова амурской кеты и горбуши и атмосферного давления в районе антициклона и депрессии. Для характеристики изменчивости P_0 гавайского антициклона выбрана т. 3 (25^0 с.ш., 175^0 в.д.), т.к. в августе отмечено более высокое атмосферное давление по сравнению с июлем. В связи со сравнительно небольшой ролью квази пяти-шестилетней составляющей в общей изменчивости исходных рядов вылова, а также единственностью выделенной квази одиннадцатилетней составляющей в изменчивости вылова кеты, они в расчетах не учитывались. Результаты представлены в таблицах 5 и 6.

Таблица 5

Корреляционная матрица временных рядов вылова кеты и атмосферного давления в тт. 3, 5 и их составляющих, 1907-2001 гг. Жирным шрифтом выделены коэффициенты корреляции, большие 0,5.

| | P_0 , т. 3 | Т.3, тр. | Т.3, ~3- 2 | P_0 , т. 5 | Т. 5, тр. | Т.5, ~3- 2 |
|-----------|--------------|--------------|------------|--------------|-----------|------------|
| Кета | -0,42 | -0,55 | -0,01 | 0,21 | 0,37 | 0,02 |
| Кета, тр. | -0,40 | -0,55 | -0,01 | 0,12 | 0,24 | -0,01 |
| Кета, ~3 | 0,09 | 0,00 | 0,16 | -0,02 | -0,01 | -0,06 |
| Кета, ~ 2 | 0,05 | -0,00 | 0,09 | -0,06 | 0,00 | -0,09 |

Таблица 6

Корреляционная матрица временных рядов вылова горбуши и атмосферного давления в тт. 3, 5 и их составляющих, 1907-2001 гг. Жирным шрифтом выделены коэффициенты корреляции, большие 0,5.

| | P_0 , т. 3 | Т.3, тр. | Т.3, ~3- 2 | P_0 , т. 5 | Т. 5, тр. | Т.5, ~3- 2 |
|------------|--------------|----------|------------|--------------|-------------|------------|
| Горбуша | -0,13 | -0,11 | -0,06 | 0,12 | 0,33 | -0,03 |
| Горб., тр. | -0,12 | -0,19 | 0,00 | 0,25 | 0,60 | 0,00 |
| Горб., ~3 | -0,14 | -0,00 | -0,25 | 0,06 | 0,01 | 0,09 |
| Горб., ~ 2 | -0,01 | -0,00 | -0,02 | -0,04 | -0,00 | -0,06 |

Как видно из таблиц 5 и 6, для ряда вылова кеты и его трендовой составляющей наибольшие отрицательные коэффициенты корреляции отмечены с трендовой составляющей августовского ряда атмосферного давления в районе антициклона; для аналогичного ряда вылова горбуши максимально тесная связь имеет место между трендовыми составляющими вылова горбуши и июльского ряда атмосферного давления в районе азиатской депрессии. Исключая биологический двухлетний цикл вылова горбуши, основную роль в изменчивости вылова лососевых рыб играет его трендовая

составляющая, связи которой с климатическими изменениями, в частности, с колебаниями барического поля достаточно велики.

Анализ изменчивости приземного давления над Азией показал значительные изменения, которые могли быть вызваны смещением центра и интенсивности азиатской депрессии (АД). Кроме того, поскольку анализируются причины резкого снижения численности амурских лососей, была рассмотрена изменчивость параметров сезонного центра - дальневосточная или Амурская депрессия (ЛДД). Параметры азиатских ЦДА за период 1954-1999 гг. были определены Шатилиной, Анжиной (2006). Ими был установлен рост давления в центрах и смещение ЛДД на восток. На рисунке 4 представлен временной ход средних по площади нормированных значений приземного давления для АД (13-35° с.ш.; 60-100° в.д.) и ЛДД (40-55° с.ш.; 115-135° в.д.) за период 1948-2005 гг.

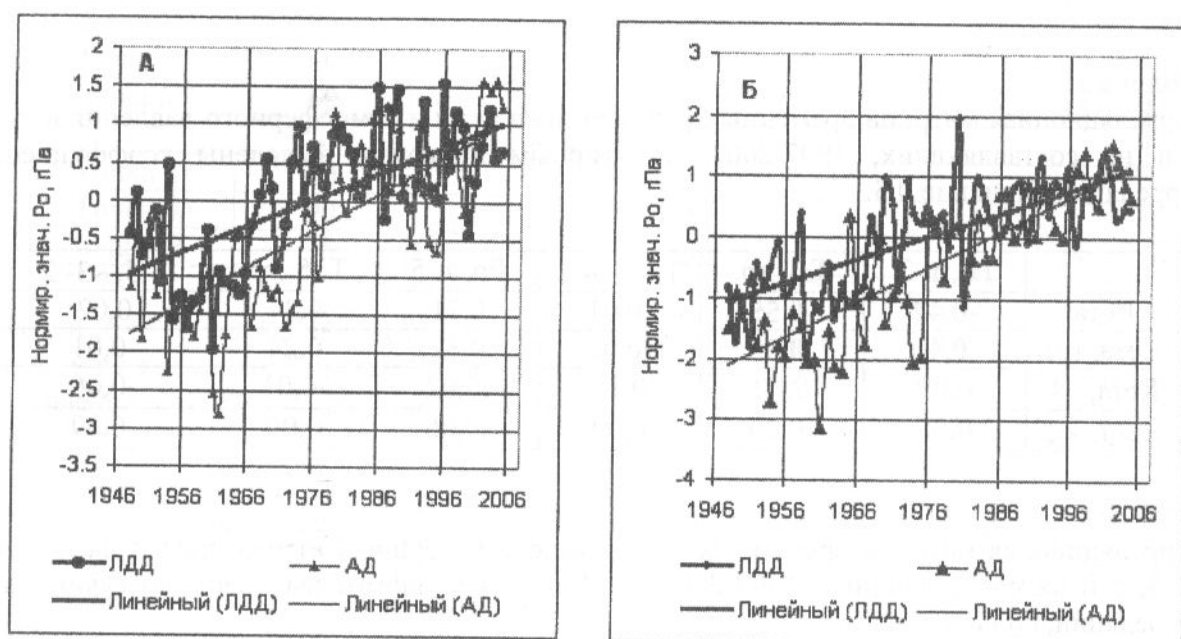


Рис. 4. Временной ход средних по площади аномалий приземного давления ЛДД и АД ;
А – в июле, Б - августе

На рис. 4 виден рост приземного давления в выделенных границах, он согласуется с вековыми изменениями давления в выбранных для исследования квадратах. Рост приземного давления над Амурской областью сопровождался падением такого важного климатического параметра как влажность. На рис. 5 представлен временной ход аномалий влажности в области ЛДД.

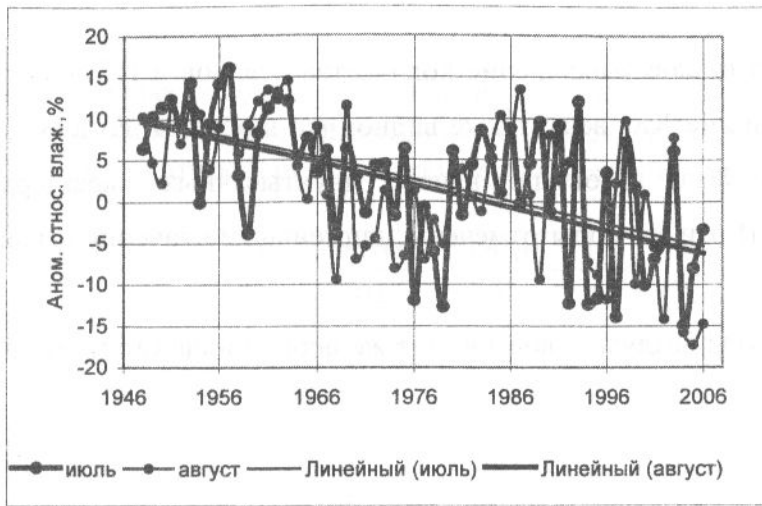


Рис. 5. Временной ход аномалий относительной влажности на 50° с.ш., 125° в.д. в 1948-2006 гг.

Видно, что у восточного побережья Азии наблюдаются периоды повышения и понижения влажности, причем особенно крупные отрицательные аномалии отмечались в 90-е и двухтысячные годы.

Как указано выше, наиболее тесные связи между уменьшением численности промысловых рыб и гидрометеорологическими параметрами отмечены в летний период, поэтому при рассмотрении особенностей изменчивости температуры и осадков были подготовлены ряды, осредненные за июнь-июль.

Картину, подобную рис. 5, представляет рис. 6, иллюстрирующий изменение осадков в гг. Харбин и Дели, находящихся в пределах области дальневосточной депрессии (рис. 6).

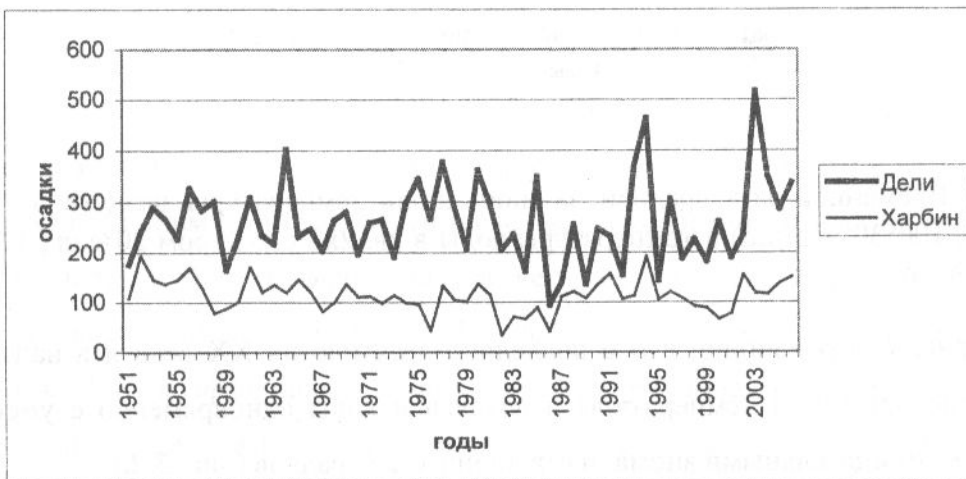


Рис. 6. Временной ход осадков, средних за июнь-июль, в г. Харбин ($46^{\circ}45'$ с.ш., $126^{\circ}32'$ в.д.) и г. Дели ($28^{\circ}40'$ с.ш., $77^{\circ}00'$ в.д.) за 1951-2006 гг.

Рис. 6 показывает достаточно резкое уменьшение количества осадков в г. Харбин в конце 70-х годов, в 80-е и на границе XXI века. также видно, что в области г. Дели для длительного периода с конца 80-х годов по начало двухтысячных характерны пониженные величины осадков. В эти же годы отмечены наименьшие значения вылова кеты (рис. 1) и горбуши.

Характер изменения температуры воздуха и воды в этот же период иллюстрирует рис. 7 а,б.

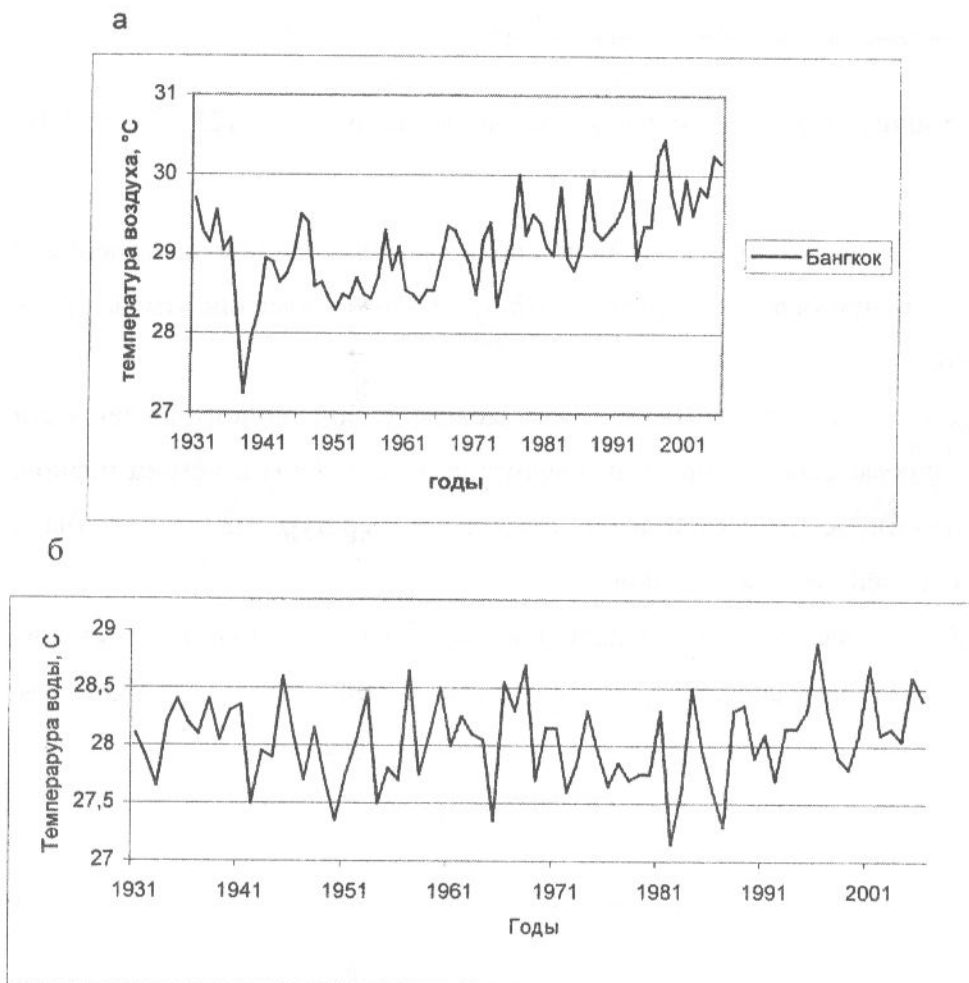


Рис. 7. Временной ход средней за июнь-июль температуры воздуха в г. Бангкок ($13^{\circ}45' \text{с.ш.}, 100^{\circ}30' \text{в.д.}$) (а) и температуры воды в кв. 2×2 с центром $20^{\circ} \text{с.ш.}, 170^{\circ} \text{в.д.}$ (б) за 1931-2006 гг.

На рис. 7 четко видно, что в последние десятилетия XX века и в начале XXI, в целом, происходил рост температуры и воздуха и воды одновременно с уменьшением влажности и отрицательными аномалиями количества осадков (рис. 5, 6).

Для того же периода, для которого была рассмотрена изменчивость параметров АД и ЛДД, выполнена оценка роли основных цикличностей в рядах вылова кеты и атмосферного давления (табл. 7).

Таблица 7

Оценка вклада основных составляющих изменчивости рядов атмосферного давления и вылова кеты в общую дисперсию исходных рядов за 1954-1999 гг., в %, с округлением до 5%. Значения атмосферного давления и вылова кеты нормированы.

| Компоненты | Тренд | 5-6 | 2-3 |
|------------|-------|-----|-----|
| Вылов кеты | 85 | 10 | 5 |
| Май | | | |
| АД | 35 | 30 | 35 |
| ЛДД | 30 | 30 | 35 |
| Июль | | | |
| АД | 60 | 30 | 5 |
| ЛДД | 85 | | 15 |
| Сентябрь | | | |
| АД | 70 | | 30 |
| ЛДД | 60 | 20 | 15 |

Приведенные в таблице данные показывают, что практически во всех рядах преобладающее значение имеет трендовая составляющая. Оценить временную величину квазипериода тренда затруднительно, т.к. длина рядов очень мала (всего 46 лет). Расхождение в цифрах расчетов по выделению цикличностей в ряду вылова кеты, представленных в табл. 2 и 7, обусловлено тем, что в последнем случае рассмотрена та часть ряда, в которой наблюдалось наиболее резкое уменьшение вылова. Это привело к росту роли трендовой составляющей, отсутствию квазидесятилетней. Помимо трендовой составляющей во всех временных рядах выделяется квазидвух-трехлетняя и в большинстве - квазипяти-шестилетняя цикличность.

Проведен расчет согласованности изменений рассмотренных временных рядов для трех месяцев (табл.8).

Поскольку основной вклад в изменчивость вносит долгопериодная составляющая (следует помнить, что это долгопериодная относительно короткого 46-тилетнего ряда!), то наибольшие коэффициенты корреляции присущи исходным временным рядам и трендовым составляющим (до 0.93). Более тесно скоррелированы трендовые компоненты рядов вылова кеты и P_0 . В целом, вылов кеты более тесно коррелирует с ЛДД (коэффициенты корреляции достигают -0.84 и -0.71 в июле и сентябре соответственно), менее тесно с АД (коэффициенты корреляции не превышают -0.56). Наименьшая скоррелированность рассматриваемых величин отмечается в мае. Отрицательные коэффициенты корреляции свидетельствует о противофазных изменениях атмосферного давления и вылова кеты, т.е. рост давления соответствует уменьшению вылова, но, естественно, нельзя утверждать, что здесь однозначно присутствует причинно-следственная связь.

Таблица 8

Корреляционная матрица временных рядов вылова кеты и значений приземного атмосферного давления за 46-летний период (1954-1999гг.) в районах азиатской (АД) и дальневосточной (ЛДД) депрессий и их составляющих. Жирным шрифтом выделены коэффициенты корреляции, большие 0,5.

Май

| | кета | кета тренд | Кета ~5 | Кета ~2 | АД | АД тренд | АД ~5 | АД ~2 | ЛДД | ЛДД тренд | ЛДД ~5 | ЛДД ~2 |
|---------|------|---------------|------------|------------|-------|--------------|----------|----------|-------|--------------|-----------|-----------|
| Кета | 1 | 0,93 | 0,27 | 0,21 | -0,23 | -0,47 | -0,01 | 0,09 | -0,37 | -0,61 | -0,03 | -0,04 |
| Кета тр | | 1 | -0,01 | -0,01 | -0,29 | -0,51 | 0,01 | 0,01 | -0,37 | -0,66 | -0,01 | 0,00 |
| Кета~5 | | | 1 | 0,17 | -0,01 | 0,05 | -0,10 | 0,04 | -0,12 | 0,03 | -0,16 | -0,08 |
| Кета~2 | | | | 1 | 0,15 | 0,05 | -0,01 | 0,23 | -0,12 | 0,04 | -0,03 | -0,21 |

Июль

| | кета | Кета_т ренд | Кета ~5 | Кета ~2 | АД | АД тренд | АД ~5 | АД ~2 | ЛДД | ЛДД тренд | ЛДД ~2 |
|---------|------|----------------|------------|------------|-------|--------------|----------|----------|--------------|--------------|-----------|
| Кета | 1 | 0,93 | 0,27 | 0,21 | -0,33 | -0,51 | 0,13 | -0,02 | -0,76 | -0,78 | -0,09 |
| Кета.тр | | 1 | -0,01 | -0,01 | 0,41 | -0,56 | 0,02 | 0,01 | -0,79 | -0,84 | -0,03 |
| Кета~5 | | | 1 | 0,17 | 0,23 | 0,04 | 0,37 | 0,08 | -0,04 | 0,05 | -0,23 |
| Кета~2 | | | | 1 | 0,00 | 0,04 | 0,06 | -0,13 | 0,04 | 0,03 | 0,02 |

Сентябрь

| | кета | кета тренд | Кета ~5 | Кета ~2 | АД | АД тренд | АД ~2 | ЛДД | ЛДД тренд | ЛДД ~5 | ЛДД ~2 |
|---------|------|---------------|------------|------------|-------|--------------|----------|--------------|--------------|-----------|-----------|
| Кета | 1 | 0,93 | 0,27 | 0,21 | -0,34 | -0,51 | 0,15 | -0,53 | -0,65 | -0,04 | -0,02 |
| Кета тр | | 1 | -0,01 | -0,01 | -0,46 | -0,56 | 0,00 | -0,55 | -0,71 | 0,00 | 0,01 |
| Кета~5 | | | 1 | 0,17 | 0,26 | 0,07 | 0,37 | -0,08 | 0,04 | -0,16 | -0,09 |
| Кета~2 | | | | 1 | 0,22 | 0,06 | 0,32 | 0,00 | 0,04 | -0,04 | -0,04 |

Результаты выделения циклических колебаний в рядах температуры воздуха, воды и осадков представлены в табл. 9. Заметим, что различная продолжительность временных рядов обусловлена наличием данных, полученных по сети Интернет.

Различная продолжительность наблюдений (от 56 лет до 153 лет) естественно оказывает влияние на результаты расчетов, т.к. в разные периоды вклад основных циклических может быть различным. Поэтому в таблице 9 приведены величины, характерные как для всего имеющегося периода наблюдений (температура воды в кв. 2°x2°, осадки в г. Дели), так и для меньшего отрезка времени, характерного для остальных пунктов. Основные циклические в разные отрезки времени и их роль, как правило, сохраняются, но величина вклада в общую дисперсию или проявление новой циклической вполне вероятно. Как указывал А.Е.Антонов: «...необходимо иметь в виду, что в разные периоды и в различные сезоны года в различных регионах планеты могут часто наблюдаться и интерференция, и деформация, и относительное усиление или ослабление тех или иных флуктуаций» (Антонов, 2007, с.14). Также следует иметь в виду, что трендовые составляющие для рядов продолжительностью 50 лет и 150 лет имеют

различные квазипериоды. В целом, в изменчивости температуры воздуха, воды и осадков выделяются те же основные квазипериоды, которые присущи рядам вылова горбуши и кеты (табл. 1).

Таблица 9

Оценка вклада основных составляющих изменчивости рядов температуры воздуха, воды и осадков в общую дисперсию исходных рядов (в %).

| Район | Период | Тренд | ~ 11 | ~7 | 6 – 4 | 2-3 |
|---------------------|---------------|-------|------|----|-------|-----|
| Температура воздуха | | | | | | |
| Г. Дели, | 1931-2006 гг. | 20 | | 20 | | 55 |
| Г.Бангкок | 1931-2006 гг. | 50 | 20 | | 15 | 10 |
| Температура воды | | | | | | |
| Кв. 2°х2° | 1854-2006 гг. | 40 | | | 40 | 20 |
| Кв. 2°х2° | 1931-2006 гг. | 20 | | | 50 | 30 |
| Осадки | | | | | | |
| Г.Бангкок | 1951-2006 гг. | 25 | | | 25 | 45 |
| Г.Харбин, | 1951-2006 гг. | 55 | | | 45 | |
| Г. Дели | 1875-2006 гг. | 15 | 20 | | | 65 |
| Г. Дели | 1951-2006 гг. | 35 | | | | 65 |

Результаты исследования согласованности изменений вылова кеты и температуры воздуха, воды и осадков в июне-июле за тот же 46-тилетний период представлены в табл.10.

Таблица 10

Корреляционная матрица временных рядов вылова кеты и значений температуры воздуха в гг. Бангкок и Дели за 46-летний период (1954-1999 гг.). Жирным шрифтом выделены коэффициенты корреляции, большие 0,5.

| Температура воздуха | Бангкок | Бангкок тренд | Бангкок ~5 | Бангкок ~2 | Дели | Дели тренд | Дели ~5 | Дели ~2 |
|---------------------|--------------|---------------|------------|------------|-------|-------------|---------|---------|
| Кета | -0.49 | -0.73 | -0,01 | 0,05 | 0,25 | 0,46 | -0,05 | 0,06 |
| Кета, тр | -0.54 | -0.78 | -0,01 | 0,01 | 0,26 | 0,50 | -0,00 | 0,00 |
| Кета, ~5 | 0.02 | 0.05 | -0.02 | 0,00 | -0,10 | -0,05 | -0,16 | -0,03 |
| Кета, ~2 | 0.04 | 0.02 | -0.02 | 0.13 | 0,11 | -0,04 | -0,00 | -0,04 |

Статистически значимой корреляции между выловом кеты и температурой воды в кв. 1 не выявлено; корреляционная связь между выловом кеты и осадками отрицательная, более тесно связаны квазидвухлетние составляющие: коэффициенты корреляции составили -0.38 (г. Дели) и -0.18 (г. Бангкок), поэтому эти данные не приведены в таблице. Наибольшая корреляция получена между трендовыми компонентами вылова кеты и температурой воздуха в гг. Бангкок и Дели (-0.78 и 0.50 соответственно, табл.10),

отрицательная связь обусловлена ростом температуры воздуха в рассматриваемый отрезок времени в г. Бангкок (рис. 7), в то время как в г. Дели с конца 40-х до середины 70-х годов имело место падение температуры воздуха.

Таким образом, есть все основания полагать, что изменения атмосферного давления и связанных с ним метеопараметров свидетельствуют о влиянии неблагоприятных абиотических факторов через какие-то биологические механизмы на величину промыслового стада, в частности, лососевых рыб наряду с, мягко говоря, нерациональным ведением промысла.

Заключение

Оценка вклада основных спектральных составляющих изменчивости рядов вылова горбуши и кеты в общую дисперсию ряда 1907-2001 гг. показала, что ритмика у этих рядов разная: у горбуши естественно преобладает квазидвухлетняя составляющая (около 60% общей изменчивости по дисперсии), у кеты такого же порядка вклад в общую изменчивость вносит трендовая составляющая. В целом, эти две составляющие определяют около 75-90% изменчивости, остальные практически незначимы.

Оценка вклада основных составляющих изменчивости рядов атмосферного давления в общую дисперсию исходного ряда 1900-2003 гг. показала, что значимость трендовых и квазидвух-трехлетних составляющих в общей изменчивости для гавайского антициклона примерно одинакова и, по-видимому, отражает действительную картину ритмики среднемесячных значений атмосферного давления в районе гавайского антициклона. Совпадение основных составляющих у рядов вылова и атмосферного давления наводит на мысль о влиянии последнего на условия жизни азиатских лососей.

Для ряда вылова кеты и его трендовой составляющей наибольшие отрицательные коэффициенты корреляции отмечены с трендовой составляющей августовского ряда атмосферного давления в районе азиатской депрессии; для аналогичного ряда вылова горбуши максимально тесная связь имеет место между трендовыми составляющими вылова горбуши и июльского ряда атмосферного давления в районе антициклона. Исключая биологический двухлетний цикл вылова горбуши, основную роль в изменчивости вылова лососевых рыб играет трендовая составляющая, связи которой с климатическими изменениями, в частности, с колебаниями барического поля и температурой воздуха достаточно велики. Расчет вклада основных выделенных цикличностей для АД и ЛДД показал, что практически во всех рядах преобладающее значение также имеет трендовая составляющая. Вылов кеты более тесно коррелирует с ЛДД (коэффициенты корреляции достигают -0.71 и -0.84 в сентябре и июле соответственно), менее тесно с АД (коэффициенты корреляции не превышают -0.56).

Наименьшая скоррелированность рассматриваемых величин отмечается в мае. Отрицательные коэффициенты корреляции свидетельствуют о противофазных изменениях атмосферного давления и температуры воздуха с одной стороны и вылова кеты с другой, но нельзя утверждать, что здесь однозначно присутствует причинно-следственная связь. Можно предполагать, что изменение атмосферного давления свидетельствует о влиянии неблагоприятных абиотических факторов через какие-то биологические механизмы на величину промыслового стада кеты наряду, например, с нерациональным ведением промысла. Для разработки прогностических зависимостей вылова промысловых рыб необходимо учитывать влияние и других климатических и космогеофизических факторов, а также антропогенную нагрузку (последнее в настоящее время представляет наибольшую трудность).

Литература

- Аверкиев А.С., Карпова И.П. Ритмика долгопериодных изменений отдельных природных процессов. // Сб. науч. тр. «Океанологическому факультету 30 лет» (Исследования и подготовка специалистов в области морских наук), 2000, СПб., изд. РГГМУ. С. 63-72.
- Антонов А.Е. Природная циклоэнергетика. Гидрометеорологическое и рыбопромысловое прогнозирование. // , 2007, СПб., Гидрометеоиздат. С. - 216.
- Бирман И.Б. О межвидовых отношениях тихоокеанских лососей в море // Изв. ТИНРО. 1967. Т. 57. С. 3-24.
- Горяинов А.А., Шатилина Т.А., Цициашвили Г.Ш., Радченкова Т.В., Лысенко А.В. Климатические причины снижения запасов амурских лососей в 20-м столетии // Дальневосточный регион – Рыбное хозяйство. 2007. № 1, 2 (6, 7). С. 94-113.
- Карпова И.П., Суставов Ю.В., Николаев Д.Л. Использование приемов экстраполяции временных рядов в методах сверхдолгосрочного прогнозирования. // 1991. Межведомственный сб. Вып. 112, изд. ЛПИ. С. 38-50.
- Ловецкая Е.А. Материалы по биологии амурской кеты // Изв. ТИНРО. 1948. Т. 27. С. 115-137.
- Рослый Ю.С. Влияние среды на изменения картины периферической крови и элементарного химического состава тела молоди амурской кеты *Oncorhynchus keta* (Walb.). Сб. "Экологическая физиология рыб". // Тез. докл. Всесоюзн. конф. по экологии и физиологии рыб. М. 1973. С.48-49.
- Рослый Ю.С. Влияние условий пресноводного периода жизни амурских лососей на состояние их запасов. // Тр. ВНИРО. 1975. Т. 106. С. 52-57.

Методические рекомендации по использованию метода сверхдолгосрочного прогнозирования гидрометеорологических элементов (МСПГЭ) и программного комплекса «Призма». - Мурманск, изд. ПИПРО, 1997.С - 40

Тетерятникова Е.П. Проблемы долгосрочных гидрологических прогнозов в бассейне реки Амура на основе учета аэрологических материалов // Тр. ДВНИГМИ. Вып. 117. Л. 1985. С. 3-94.

Шатилина Т.А., Анжина Г.И. Изменчивость параметров азиатской и дальневосточной депрессий во второй половине 20-го столетия / Изв. Тинро-центра. Вып. 144. 2006. С. 247-258