

ГИДРОЛОГИЯ

В.И. Бабкин, В.Н. Воробьев, Э.И. Саруханян, Н.П. Смирнов

О ВЕРОЯТНОМ СЦЕНАРИИ ИЗМЕНЕНИЯ ВОДНОСТИ РЕК ЦЕНТРАЛЬНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА РОССИИ В БЛИЖАЙШИЕ 10 ЛЕТ

V.I. Babkin, V.N. Vorobyev, E.I. Sarukhanyan, N.P. Smirnov

ON THE PROBABLE SCENARIO OF WATER-CONTENT CHANGE IN RIVERS OF THE CENTRAL FEDERAL DISTRICT OF RUSSIA WITHIN THE NEXT TEN YEARS

В работе предпринята попытка дать сценарий изменения водности рек Центрального Федерального округа России на ближайшие годы, на основе учета изменений расстояния Земли от Солнца, в связи с вращением Солнечной системы вокруг общего центра тяжести, и солнечной активности.

Показано, что указанные факторы будут способствовать уменьшению интенсивности циркуляции атмосферы и уменьшению водности рек Центрального Федерального округа в ближайшие 10 лет. Некоторое увеличение водности можно ожидать только в самом начале следующего десятилетия.

An attempt is made to give a scenario of water-content change in rivers of the Central Federal District of Russia for the nearest years, with consideration of the distance changes from the Earth to the Sun, rotation of the Solar system about the general centre of gravity, and solar activity.

The above factors are shown to promote a decrease in atmospheric circulation intensity and reduction of water content in rivers of the Central Federal District in the next 10 years. It is possible to expect some increase in water content only at the very beginning of the next decade.

В последние годы наблюдаются заметные изменения водности рек на территории как Европы в целом, так и Европейской территории России. Заметное уменьшение водности рек на юге и увеличение водности рек, бассейны которых расположены на севере Европы, наблюдавшееся в 80–90-е годы прошлого века, стало меняться на обратное. Причины такого положения дел ряд авторов видят в "глобальном потеплении", которое якобы способствует возникновению аномальных погодных явлений на территории всей Земли. При этом каких-либо аргументов в пользу такого утверждения обычно не приводится.

В предыдущей работе [Бабкин, 2007] авторы проанализировали изменения водных ресурсов Центрального Федерального округа (ЦФО) России. Было по-

казано, что изменения общих водных ресурсов округа почти на 100 % формируются за счет местного стока. Бассейны рек округа в основном расположены к северу от 53° с.ш. Это очень важный факт, поскольку сток рек Европы формируется полностью за счет переноса влаги с Атлантики и ситуация, складывающаяся в Северной Атлантике, определяет и интенсивность переноса влаги на территорию России и пути ее переноса. Необходимо заметить, что сколь угодно заметного тренда в изменениях водности рек региона за период с 1930 по 2003 г. отмечено не было.

Ранее в работах [Бабкин, 2007, Смирнов, 1998, Currie, 1993] было показано, что при усилении Северо-Атлантического колебания (NAO) пути движения атлантических циклов смещаются к северу и больше влаги поступает на север Европы. Тогда же, когда индекс ослаблен, для путей циклов характерны южные траектории, и они больше приносят влаги в бассейны рек, расположенные на юге Европы.

На рис. 1 приведено сопоставление 5-летних скользящих средних значений общих водных ресурсов ЦФО и индекса Северо-Атлантического колебания. При этом оказалось, что максимальные значения водности наступают на 3–4 года после максимума индекса NAO. Это легко объясняется тем, что бассейны рек Центрального Федерального округа расположены к северу от 53° с.ш., но разделительная линия, где происходит смена знака зависимости осадков от интенсивности NAO, проходит в районе параллелей 50 – 52° с.ш., т.е. очень близко к расположению ЦФО.

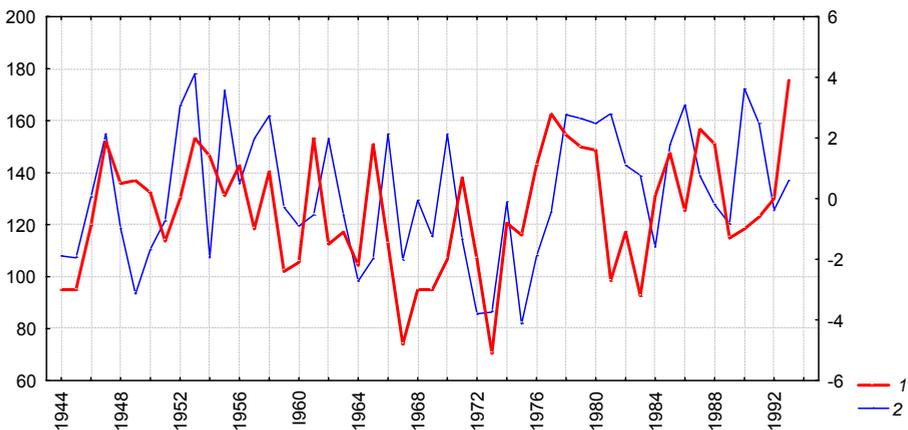


Рис. 1. Сопоставление 5-летних скользящих средних значений индекса Северо-Атлантического колебания (1) и водности рек Центрального Федерального округа России (2) (сдвиг 4 года)

Поэтому на максимуме NAO атлантические циклоны часто несут влагу заметно севернее ЦФО, и только при некотором ослаблении Северо-Атлантического колебания траектории циклонов смещаются в область расположения бассейнов рек ЦФО.

Причины многолетней изменчивости интенсивности и характера циркуляции атмосферы на Земле подробно обсуждались во многих работах. Можно сослаться на последние из них [Смирнов, 2004, Фролов, 2007, Currie, 1993]. Установлено, что на изменения циркуляции атмосферы в масштабах от 5–7 до 100 лет наиболее существенное влияние оказывают изменения положения Земли относительно Солнца в связи с вращением солнечной системы вокруг общего центра тяжести, солнечная активность и многолетний лунный прилив.

Одним из наиболее заметных факторов, определяющих изменения в циркуляции атмосферы в Северной Атлантике и в целом в средних и высоких широтах Северного полушария, могут быть именно изменения расстояния Земли от Солнца приблизительно на 1,5 % от его среднего значения с периодом около 60 лет. Фактором, усиливающим это влияние, могут быть и изменения солнечной активности с таким же периодом около 60 лет. Оба эти явления, по сути, имеют одну природу возникновения и связаны с кратностью периодов обращения Юпитера и Сатурна вокруг Солнца.

На рис. 2 приведен индекс циркуляции NAO с выделенными на нем максимальными положительными и отрицательными линейными трендами за 21-летние отрезки времени. За весь рассматриваемый период четко выделяются по два 21-летних периода с трендами различного знака. Максимальные положительные тренды наблюдались с 1915 по 1935 г., и с 1963 по 1983 г., а максимальные отрицательные – с 1882 по 1902 г. и с 1945 по 1965 г.

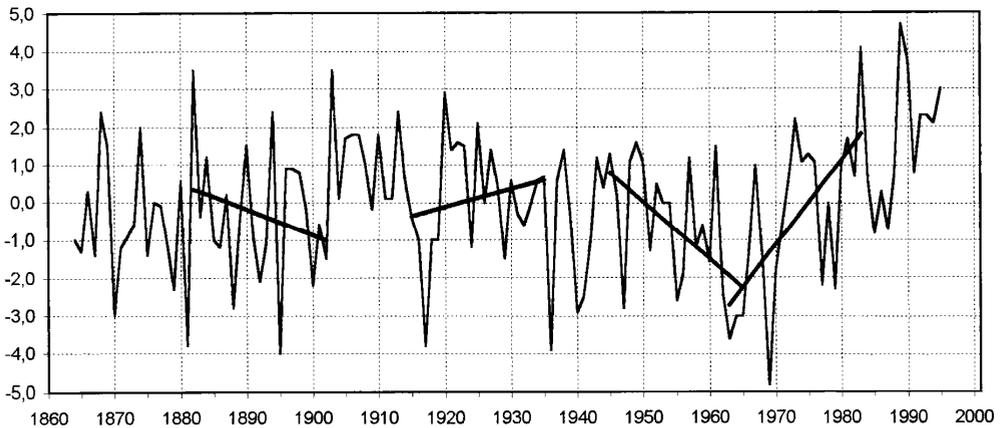
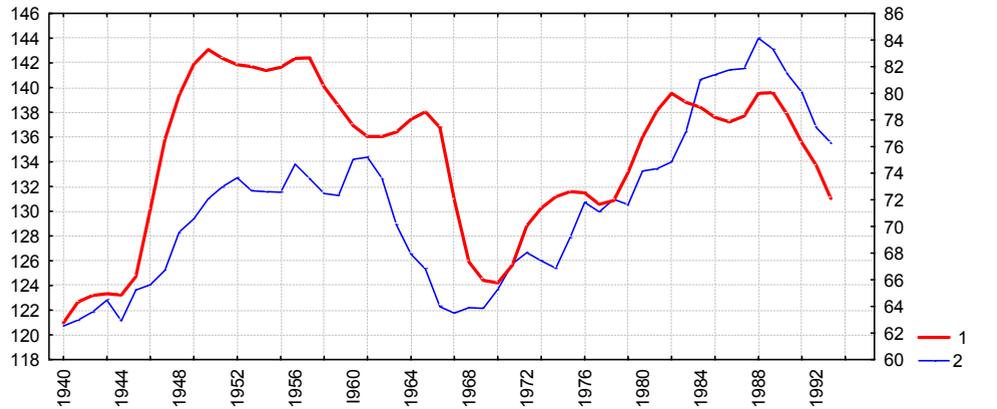


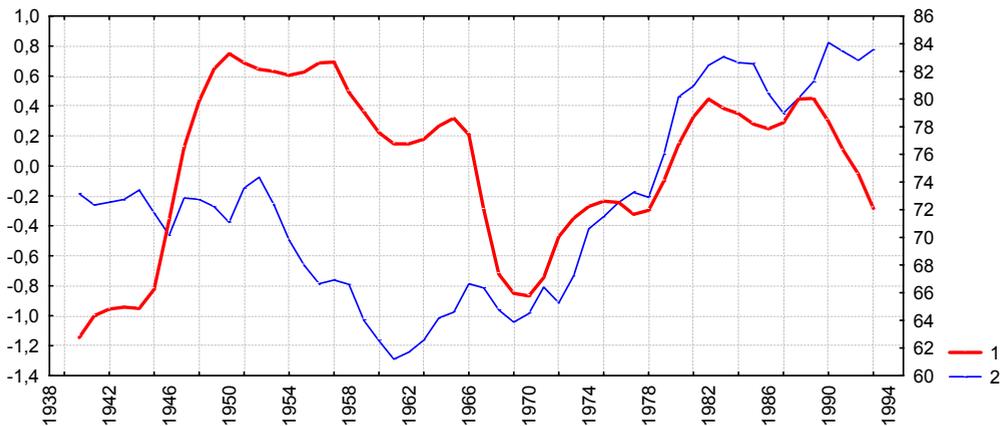
Рис. 2. Значения индекса Северо-Атлантического колебания (NAO) с выделенными экстремальными трендами за 21-летние промежутки времени

Средний период таких "вековых" колебаний на основании определения экстремальных линейных трендов оказался равным 60,5 года. В работе [Смирнов, 2004] показано наличие периода 60 лет с максимумами и минимумами в те же сроки в изменениях температуры воздуха и ледовитости в Северной Атлан-

тике и Баренцевом море. Недавно наличие такого цикла показано на большом массиве данных по ледовитости Арктического бассейна [Фролов, 2007]. С учетом того, что временные шкалы изменений расстояния от Земли до Солнца и "векового цикла" солнечной активности совпадают, было интересно сопоставить изменения 21-летних скользящих средних чисел Вольфа со значениями NAO и изменениями водности рек Центрального Федерального округа (рис. 3). Представленное сопоставление убедительно свидетельствует о том, что "вековой" солнечный цикл достаточно ярко выражен в изменениях циркуляции атмосферы и ее климатических следствиях.



a



б

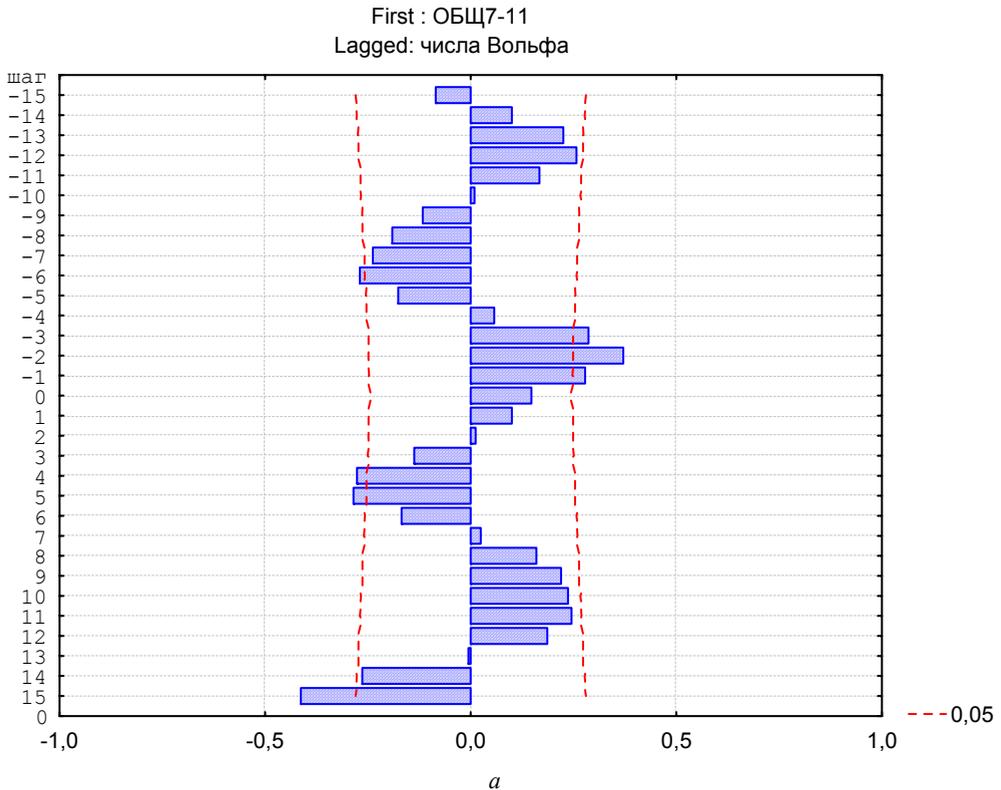
Рис. 3. Сопоставление 21-летних средних скользящих значений чисел Вольфа (1) со значениями общих водных ресурсов рек ЦФО России (2) (а) и значениями индекса Северо-Атлантического колебания (2) (б)

Учтя полученный результат, далее мы проанализировали и влияние 11-летних колебаний солнечной активности на водность рек ЦФО.

Еще в одной из первых наших работ, посвященных стоку рек Волжского бассейна [Саруханян, 1971] было показано, что сток Верхней Волги, во многом формирующийся в рассматриваемом нами регионе, достаточно хорошо связан с 11-летними колебаниями солнечной активности. Максимальный сток наблюдался на фоне подъема солнечной активности за два-три года до его максимума, а минимальный сток – на фазе спада солнечной активности, на четвертый-пятый год после максимума солнечной активности.

Полученный нами результат на рядах водности рек ЦФО, включавших последние 40 лет наблюдений, подтвердил сделанные ранее выводы о характере связи солнечной активности с колебаниями водности рек рассматриваемого региона (рис. 4, а).

Связь солнечной активности с изменениями интенсивности циркуляции атмосферы в Северо-Атлантическом регионе нашей планеты столь же очевиден. При усилении солнечной активности индекс Северо-Атлантического колебания растет. Но максимумы в стоке и изменениях NAO не совпадают по причинам, которые объяснены ранее (рис. 4, б).



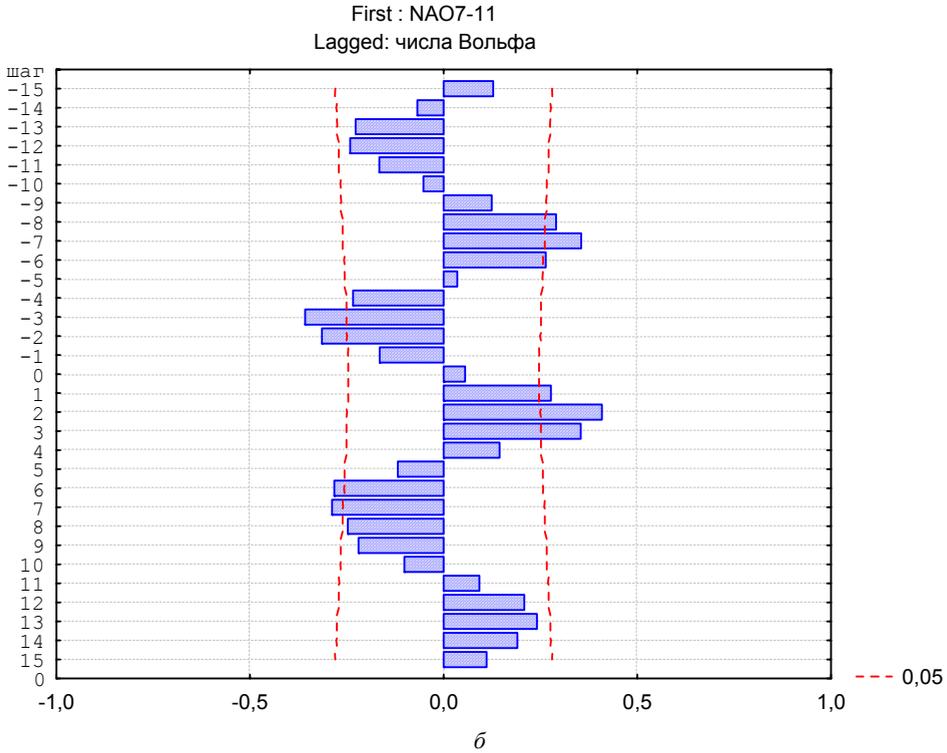


Рис. 4. Взаимокорреляционные функции между значениями чисел Вольфа и значениями общих водных ресурсов рек ЦФО России (а) и индекса NAO (б) после фильтрации их полосовым методом скользящего осреднения "7 минус 11"

На рис. 5 приведено непосредственное сопоставление чисел Вольфа с аномалиями изменений водности рек Центрального Федерального округа.

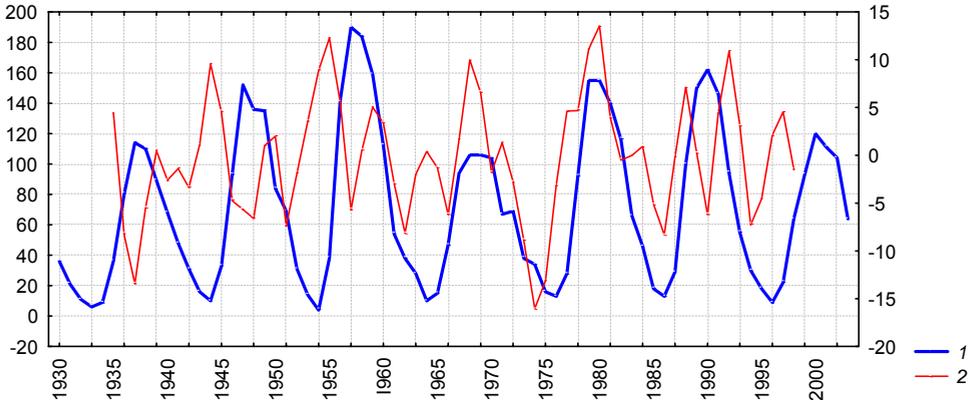


Рис. 5. Сопоставление чисел Вольфа (1) со значениями общих водных ресурсов ЦФО России (2) после их полосовой фильтрации скользящим осреднением "7 минус 11".

Полученные результаты позволяют попытаться в первом приближении представить сценарий изменения интенсивности Северо-Атлантического колебания и водности рек ЦФО на ближайшие 10 лет с учетом изменения расстояния Земли от Солнца и солнечной активности на этот период.

Общая схема таких изменений индекса Северо-Атлантического колебания представлена на рис.6. На ее основании можно уверенно предполагать уменьшение индекса NAO к 2018 г. При этом минимальных значений индекс NAO достигнет к концу следующего десятилетия. На фоне общего спада в середине следующего десятилетия будет наблюдаться некоторое повышение индекса.

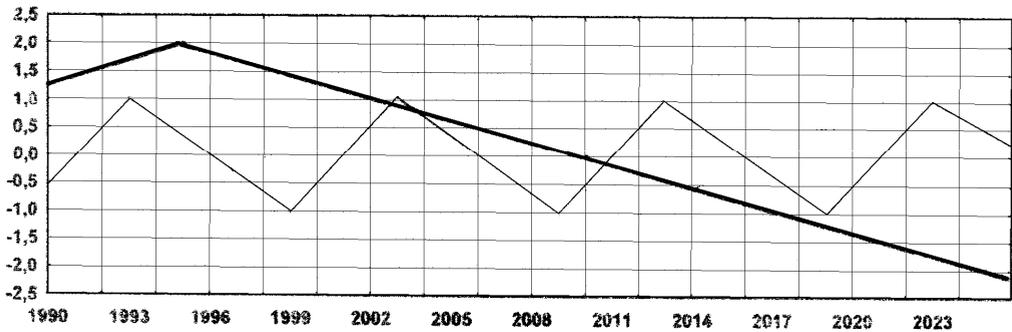


Рис. 6. Аномалии индекса Северо-Атлантического колебания вследствие изменения расстояния Земли от Солнца (жирная линия) и влияния 11-летнего цикла солнечной активности (тонкая линия).

Водность рек Центрального Федерального округа в ближайшие 10 лет также будет иметь тенденцию к уменьшению. Некоторое увеличение водности можно ожидать в самом начале следующего десятилетия.

Естественно, представленный здесь сценарий изменения водности рек ЦФО достаточно схематичный и не учитывает все возможные факторы, определяющие изменения циркуляции атмосферы.

Однако два основных фактора, определяющих до 50 % общей изменчивости, в данном сценарии учтены. В будущем мы предполагаем учесть факторы, связанные с влиянием на атмосферу многолетнего лунного прилива и движений полюсов Земли, которые, несомненно, вносят свой вклад в изменения циркуляции атмосферы и климата на Земле, о чем свидетельствуют следующие публикации [Смирнов, 2004, Currie, 1993; Royer, 1993; Starr, 1983; Toresen, 2000; Trupin, 1990; Wroblewski, 1999].

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 05-05-65041.

Литература

1. Бабкин В.И., Воробьев В.Н., Кочанов С.Ю., Смирнов Н.П. Северо-Атлантическое колебание и многолетняя динамика стока рек Европы / Сб.: Современные проблемы гидрометеорологии. – СПб.: изд. РГГМУ, 1999, с. 114–121.

2. Бабкин В.И., Воробьев В.Н., Смирнов Н.П. Водные ресурсы рек Центрального Федерального округа России и их изменчивость // Ученые записки РГГМУ, 2007, № 4.
3. Воробьев В.Н., Саруханян Э.И., Смирнов Н.П. Лунный нодальный (деклинационный) прилив и его возможное влияние на циркуляцию атмосферы // Ученые записки РГГМУ, 2006, № 2, с. 7–19.
4. Саруханян Э.И., Смирнов Н.П. Многолетние колебания стока Волги. – Л.: Гидрометиздат, 1971. – 166 с.
5. Смирнов Н.П., Воробьев В.Н., Кочанов С.Ю. Северо-Атлантическое колебание и климат. – СПб.: изд. РГГМУ, 1998. – 121 с.
6. Смирнов Н.П., Саруханян Э.И., Розанова И.В. Циклонические центры действия атмосферы Южного полушария и изменения климата. – СПб.: изд. РГГМУ, 2004. – 217 с.
7. Фролов И.Е. и др. Научные исследования в Арктике, т. 2. Климатические изменения ледяного покрова морей Евразийского шельфа. – СПб.: Наука, 2007. – 135 с.
8. Currie R.G. Examples and implications of 18.6 and 11-year terms in world weather records in climate. History // Periodicity and Predictability, 1987, № 4, p. 378–403.
9. Currie R.G. Luni-Solar 18.6 and 10-11 year solar cycle signals in USA air temperature records // Int. J. of Climatology, 1993, vol. 13, p. 31–51.
10. Hurrell J.W. Decadal trends in North Atlantic Oscillation // Science, 1995, v. 269, p.676–679/
11. Royer T.C. High-latitude ocean variability associated with 18.6-year nodal tide // J. Geophys. Res., 1993, vol. 98, No. 3, p. 46–39; 46–44.
12. Starr T.B. On the dynamic atmospheric response to Chandler wobble forcing // J. Atmosph. Shi., 1983, 40, p. 929–940.
13. Toresen R., Jouhan O. Variation in abundance of Norwegian spring herring (*Claea harangas*, Clupeidae) through the 20th century and the influence on Climatic fluctuation // Fish and Fisheries, 2000, № 1, p. 231–256.
14. Trupin A., Wahr J. Spectroscopic analyses of global tide gauge sea level data // Geophys. J. Int., 1990, 100 (3), p. 441–453.
15. Wroblewski A. The occurrence of the Chandler effect in the Baltic Sea and in the atmosphere of the adjacent region // Oceanologia, 1999, 41 (4), p. 515–536.

Ключевые слова: водные ресурсы, водность рек, Северо-Атлантическое колебание, цикличность, солнечная активность