

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ АТМОСФЕРНЫХ ПРОЦЕССОВ СЕВЕРНОЙ АТЛАНТИКИ НА ФОРМИРОВАНИЕ ПОЛЕЙ ГОДОВОГО СТОКА РЕК УКРАИНЫ

*Исследована связь между индексами атмосферной циркуляции Северной Атлантики и структурой полей годового стока рек Центральной и Восточной Европы. Рассмотрены первые компоненты разложения полей годового стока по естественным ортогональным функциям и их связь с индексами атмосферной циркуляции. Показано, что формирование статистической структуры полей годового стока происходит под влиянием Арктического, Северо-Атлантического и Скандинавского колебаний.*

**Ключевые слова:** индекс атмосферной циркуляции, годовой сток, главные компоненты

**Введение.** На протяжении последних десятилетий во многих регионах Земли наблюдается изменение климата. В частности, на территории Украины с конца XIX века произошли изменения среднегодовых и месячных температур воздуха, количества выпадающих атмосферных осадков, скорости ветра, испарения с водной поверхности [2], увеличилось число таких стихийных явлений, как ветер, туман, обильные осадки [4]. Первый этап потепления наблюдался в Украине с 1911 года и достиг наибольшей интенсивности в 30-е годы прошедшего столетия [1]. После состояния относительного покоя, наблюдавшегося до середины 70-х годов XX-го века, начался второй этап потепления. За период с 2001г. до 2005г. отклонение среднегодовой температуры воздуха от нормы для территории Украины составило  $1,1^{\circ}\text{C}$  в зоне смешанных лесов,  $0,4^{\circ}\text{C}$  в зоне широколиственных лесов и  $0,7^{\circ}\text{C}$  в лесостепной и степной зонах [1].

Основным фактором, определяющим климат, является количество солнечной радиации, поглощаемое поверхностью Земли [3]. Изменения в радиационном балансе Земли, вызванные теми или иными причинами, влияют на атмосферную и океаническую циркуляцию, что, в свою очередь, вызывает изменения метеорологических характеристик. Температуры воздуха и суммы выпадающих осадков относятся к числу метеорологических характеристик, на основе которых рассчитываются главные элементы составляющих водного баланса водосборов - общее увлажнение территории и потери на испарение с поверхности суши. Изменения в климатических факторах формирования стока могут повлечь за собой значимые изменения гидрологических характеристик [5]. Так, в работе [2] отмечается, что наблюдающееся в последнее десятилетие увеличение температур воздуха в холодный период приводит к уменьшению глубины промерзания почв, увеличению подтопления, уменьшению стока за период весеннего половодья и повышению меженного стока. Повышение температуры воздуха в зимний период обозначает неустойчивость снежного покрова, прежде всего для лесостепной зоны, так как в более холодных зонах, например, на северо-востоке Украины, потепление будет всего лишь обозначать, что осадки выпадают в твердом виде и продолжают накапливаться на поверхности водосборов до весеннего снеготаяния. Региональные изменения температуры определенным образом соотносятся с различными фазами атмосферно-океанических колебаний. В связи с этим, большое значение для расчета и прогноза состояния водных ресурсов в будущем имеет количественная оценка роли различных атмосферных процессов в формировании полей стока. Преобладающие атмосферные процессы, которые определяют климат над Европой и значительной частью Азиатского материка,

формируются над Северной Атлантикой и прилегающими территориями. В Северном и Южном полушариях в полях давления выделяются области высокого и низкого давления, которые принято называть центрами действия атмосферы [3]. Центры действия атмосферы характеризуют районы, где преобладает циклоническая или антициклоническая деятельность. В районе Исландии повторяемость циклонов наибольшая и при осреднении полей давления здесь возникает глубокая депрессия, которая получила название Исландской. Повышенная повторяемость антициклонов в Северном полушарии соответствует Азорскому максимуму. Термобарические взаимодействия в системе “океан- атмосфера” между центрами действия атмосферы получило название колебаний. Северо-Атлантическое колебание (САК) представляет собой периодически изменяющиеся аномалии давления в Северной Атлантике. Разница давлений, возникающая между центрами действия атмосферы (Исландским минимумом и Азорским максимумом), определяет меридиональный градиент давления [8]. Северо-Атлантическое колебание рассматривается как часть более масштабного Арктического колебания. Арктическое колебание (Арктическая осцилляция) представляет собой периодическое усиление и ослабление арктического максимума атмосферного давления. Ослабление Арктического максимума связано с усилением циклонической деятельности над Арктическим бассейном, повышением температуры воздуха, увеличением осадков [3]. Северное Атлантическое колебание перераспределяет атмосферные массы между Северным Атлантическим субтропическим максимумом (Азорский максимум) и полярным минимумом (Исландский минимум), определяя тем самым климатическую изменчивость от восточного побережья США до Сибири, а также от Арктики до субтропической Атлантики. Характеристиками Североатлантического колебания являются так называемые индексы САК [8]. Индексы Северо-Атлантического колебания (САК) могут быть представлены в следующем виде: как индекс, базирующийся на разности давлений над уровнем моря между Лиссабоном (Португалия) и Рейкьявиком (Исландия) для зимнего сезона (декабрь – март); годовой, месячный и сезонный индексы, базирующиеся на разности давлений над уровнем моря между Понта Дельгада (Азорские острова) и Рейкьявиком (Исландия); суточный индекс, построенный на суточных данных об аномалиях поверхности 500 мб для Северного Полушария; индекс, базирующийся на разности давлений над уровнем моря между Азорами, Гибралтаром и Рейкьявиком (Исландия); индекс, представляющий собой первую амплитудную функцию разложения полей аномалий давлений над уровнем моря в Атлантическом секторе для зимнего сезона (декабрь-март, декабрь-февраль), весеннего сезона (март – май), летнего сезона (июнь-август), осеннего сезона (сентябрь-ноябрь) и среднего за год; индекс Арктического колебания, определяемый как первая компонента разложения по естественным ортогональным функциям полей давления Северного Полушария ( $20^{\circ}$ - $90^{\circ}$  с.ш.) в зимний сезон (декабрь-март). В 80-е годы прошедшего столетия были подвергнуты разложению по естественным ортогональным функциям месячные значения нормализованных полей аномалий давления на уровне 500 мб для всего Северного Полушария ( $20^{\circ}$ - $90^{\circ}$  с.ш.). В результате были выделены 10 составляющих, которые отражают существование телеконнекционных схем в атмосфере [7]. Полученные составляющие были соотнесены с Северным Атлантическим колебанием, Тихоокеанской/Северо-Американской схемой; Восточно-Атлантической схемой; Западной Тихоокеанской схемой; Восточно-Атлантической – Северной Тихоокеанской схемой; Скандинавской схемой и т.д. Данные по индексам, полученным таким способом имеются, начиная с 1950 года.

С колебаниями САК связывают колебания климата на Европейском континенте. Рассматриваются две фазы САК – положительная и отрицательная. При

положительной фазе САК Исландская депрессия углубляется, а Азорский антициклон усиливается. При отрицательной фазе САК взаимодействие рассматриваемых центров ослабляется и центр Азорского антициклона смещается к берегам Северной Африки. Большие горизонтальные градиенты давления при положительной фазе САК образуются зимой. В связи с этим зимний индекс САК рассматривается как основной показатель формирования климата Европы. САК определяет характер бароклинности, положения и интенсивности западного переноса в атмосфере, траектории циклонических вихрей и их интенсивность. Положительные индексы Северо-Атлантического колебания наблюдаются при усилении Исландского минимума и Азорского максимума и связываются с усилением западных ветров, повышением температур и осадков в Северной Европе и соответствующим снижением штормовой деятельности и понижением осадков в Южной Европе. Отрицательные индексы САК сопровождаются увеличением сухости климата в Северной Европе и притоком влажных воздушных масс в Южную Европу (Северо-Западное Причерноморье в пределах Украины). Установлено, что САК определяет около 10 % вариации осадков, проходящих через Северную Атлантику в период декабрь – февраль и 31% внутригодовой изменчивости температур [9].

Северо-Атлантическое колебание содержит следующие долговременные фазы: положительную, продолжавшуюся от начала 20-го столетия до 1930 года, и отрицательную, которая появилась в начале 40-х годов прошедшего столетия и продлилась до начала 80-х. В 80-е годы 20-го столетия индекс САК вошел в положительную фазу, что сопровождалось мягкими и влажными зимами над Скандинавией и Северной Европой. Эффект влияния САК на климат Европы в значительной степени зависит от локальной циркуляции и топографии внутри отдельных регионов, что в значительной степени проявляется в специально разработанном индексе Скандинавской модели [7]. Скандинавский индекс, в отличие от индекса САК, с 80-х лет прошедшего столетия находится в отрицательной фазе. Влияние САК на формирование гидрометеорологических полей известно давно, однако, для территории Украины этот вопрос изучен недостаточно, особенно с точки зрения формирования водных ресурсов.

**Целью работы** является установление связей между структурой полей годового стока рек Украины и различными индексами атмосферной циркуляции.

**Объекты и исходные материалы исследования.** Рассмотрено 14 рядов годового стока продолжительностью 82 года (с 1920 по 2001гг.) и 13 рядов продолжительностью 91 год (с 1900 по 1990гг.). Исследуемые водосборы расположены на территории Украины, а также в близлежащих странах Центральной и Восточной Европы. Первая группа объектов включает в себя данные по следующим водосборам: р. Днепр-г. Речица (Белоруссия); р.Сож – г.Гомель (Белоруссия); р. Десна –г. Чернигов; р.Припять – г. Мозырь (Белоруссия); р.Дунай – г. Рени; р. Днестр –с. Залещики; р.Южный Буг – с. Александровка; р. Северский Донец – г. Лисичанск; р. Дунай – г.Братислава (Словакия); р. Тиса – г. Польшар (Венгрия); р. Мюреш – г.Арад (Румыния); р. Сан – г. Радомышль (Польша); р. Западный Буг - г.Вышков (Польша);р.Дон – ст.Раздонская (Россия), вторая группа: - Днепр-г. Речица (Белоруссия); р.Сож – г.Гомель (Белоруссия); р. Десна – г. Чернигов; р.Припять – г. Мозырь (Белоруссия); р. Днестр –с. Залещики; р. Северский Донец –г.Лисичанск; р. Дунай – г. Братислава (Словакия); р. Мюреш – г. Арад (Румыния); р.Дон – ст. Раздонская; р. Неман – г.Смалининкай (Литва); р.Рейн – г.Кельн (Германия); р.Висла- г.Тзеу (Польша); р.Одер – г. Гоздовице (Польша).

**Методы исследования.** В качестве основного метода исследования использован метод главных компонент или метод разложения полей по естественным

ортогональным функциям (ЕОФ) [6]. Метод главных компонент позволяет “сжимать” исходную информацию и анализировать ее. Разложение полей по естественным ортогональным функциям приводит к системе ортонормированных функций, значения которых зависят от статистических свойств исследуемого поля, откуда и происходит их название – “естественные ортогональные функции”.

Поиск собственных векторов и собственных значений достигается путем решения матричного уравнения вида

$$R_X U_i - \lambda_i U_i = 0, \quad (1)$$

где  $R_X$  - матрица коэффициентов корреляции размером  $m \times m$  ( $m$  соответствует числу рассматриваемых объектов);  $U_i$  - собственный вектор матрицы корреляций;

$\lambda_i$  - соответствующее собственному вектору собственное значение.

Матрица  $R_X$  имеет  $m$  корней или  $m$  собственных чисел  $\lambda$ , которые являются действительными, положительными и простыми. Для нахождения  $m$  собственных векторов, соответствующих  $m$  собственным числам, необходимо решение  $m$  систем линейных уравнений. Процедура расчета осуществляется, как правило, при помощи итерационных методов, среди которых наиболее распространённым является метод Якоби.

Совокупность собственных векторов образует базис, в котором производится разложение полей исходных данных

$$U' \cdot \varphi_i = Z_i, \quad (2)$$

где  $U'$  - транспонированная матрица  $U$  размером  $m \times m$ ;  $\varphi_i$  -  $i$ -тый случайный вектор (поле) центрированных и нормированных исходных данных;  $Z_i$  - вектор главных компонент, являющийся результатом линейного преобразования.

Поскольку собственные векторы ортонормированны, главные компоненты поля являются статистически независимыми. Равенство (2) означает, что исходное поле разложено на  $m$  независимых компонент.

Составляющие вектора  $Z_i$  для  $p$ -той компоненты разложения определяются следующим образом

$$z_{ip} = \sum_{k=1}^m U_{pk} \varphi_{ik}; \quad p = \overline{1, m}, \quad (3)$$

где  $z_{ip}$  - составляющие  $p$ -той компоненты разложения;  $U_{pk}$  - весовые коэффициенты, отражающие вклад  $k$ -того объекта в каждую  $p$ -тую компоненту (или вклад  $p$ -той компоненты в  $k$ -ый объект); являются составляющими собственных векторов матрицы корреляций;  $\varphi_{ik}$  -  $i$ -тый случайный вектор центрированных и нормированных исходных данных  $k$ -того объекта.

Значения  $U_{pk}$  изменяются в пространстве при переходе от объекта к объекту, но не зависят от времени. Система функций  $U_{pk}$  часто представляется как функция координат  $(x_k, y_k)$  для  $k$ -того объекта и носит название базисной функции.

Составляющие вектора-строки матрицы  $Z [z_{k1} \ z_{k2} \ \dots \ z_{kp} \ \dots \ z_{kn}]$ , где  $n$  - длина исходных рядов, могут быть представлены как функция времени (амплитудная функция)

$$z_{kj} = f(t) = z_k(t) . \quad (4)$$

Амплитудные функции являются общими для всех объектов, т.е. не зависят от координат и изменяются только во времени.

В связи с вышеизложенным, формула (1) может быть представлена в виде

$$\varphi(x, y, t) = \sum_{k=1}^m U_k(x, y) z_k(t) . \quad (5)$$

Если разложению в базисе собственных векторов подвергнуть не корреляционную, а ковариационную матрицу, то можно показать [6], что сумма дисперсий главных компонент будет равна сумме дисперсий исходных рядов, т.е.

$$\sum_{p=1}^m \sigma_{Zp}^2 = \sum_{j=1}^m \sigma_{Xj}^2 . \quad (6)$$

Такое представление позволяет более наглядно понять суть метода главных компонент, так как эти некоррелированные линейные комбинации исходных переменных отражают в себе всю дисперсию, заключённую в  $m$  переменных исходного массива данных. Несколько первых собственных чисел ( $\lambda_1 > \lambda_2 > \lambda_3 > \dots > \lambda_m$ ) исчерпывают основную часть суммарной дисперсии поля, поэтому при анализе результатов разложения особое внимание уделяется первым собственным значениям и соответствующих им компонентам. А так как крупномасштабные процессы характеризуются большей дисперсией, то справедливо допущение, что именно они отражены в первых компонентах.

При использовании корреляционной матрицы сумма собственных чисел равна числу рассматриваемых переменных  $m$ , поэтому разделив каждое собственное число на

$m$  или  $\sum_{s=1}^m \lambda_s$ , можно получить долю от суммарной дисперсии, отвечающую каждой  $k$ -той компоненте

$$S_k = \frac{\lambda_k}{\sum_{s=1}^m \lambda_s} = \frac{\lambda_k}{m} . \quad (7)$$

Доля информации, заключенной в первых  $p$  компонентах по отношению ко всей суммарной информации о поле, оценивается с помощью следующего соотношения

$$S = \frac{\sum_{k=1}^p \lambda_k}{\sum_{s=1}^m \lambda_s} , \quad (8)$$

где числитель равен сумме дисперсий, приходящихся на  $p$  первых главных компонент, а знаменатель равен суммарной дисперсии поля.

Задавая необходимый уровень существенной информации, представленный значением  $S$  (например,  $S = 0,70-0,80$ ), можно установить число первых компонент, которые следует учитывать, чтобы сократить объем анализируемой информации и сохранить при этом ее основное содержание.

**Результаты исследования и их анализ.** Разложению по естественным ортогональным функциям были подвергнуты корреляционные матрицы годового стока. Для первой группы объектов вклад первых трех главных компонент в описание общей дисперсии исходных данных составил 48% , 16% и 11%, соответственно для первой, второй и третьей компонент. Их суммарный вклад равен 77%, что является достаточным для описания рассматриваемых полей годового стока. Можно предположить, что первая компонента отражает наиболее крупномасштабный физический процесс, определяющий структуру полей годового стока. Весовые коэффициенты, показывающие вклад первой компоненты в формирование полей годового стока положительны и изменяются от 0,1832 (р.Дон – ст. Раздонская) до 0,3156 (р. Мюреш – г. Арад). Весовые коэффициенты второй компоненты разложения по ЕОФ меняют знак, что свидетельствует о различном влиянии второго по значимости физического процесса на формирование полей годового стока. Нулевая изолиния ( $U_2 = 0$ ) делит рассматриваемую территорию на западную и восточную. К западной части относятся водосборы р. Дунай – г. Братислава; р. Дунай – г. Рени; р. Днестр – с. Залещики; р. Тиса – г. Польшар; р. Мюреш – г. Арад; р. Сан – г. Радомышль; р. Западный Буг – г. Вышков, к восточной – Днепр – г. Речица; р. Сож – г. Гомель; р. Десна – г. Чернигов; р. Припять – г. Мозырь; р. Южный Буг – с. Александровка; р. Северский Донец – г. Лисичанск; р. Дон – ст. Раздонская. Наименьшее значение  $U_2$  принадлежит водосбору р. Сож – г. Гомель ( $U_2 = -0.4172$ ), наибольшее – водосбору р. Сан – г. Радомышль ( $U_2 = 0.2314$ ). Формирование двух групп из общего числа рассматриваемых объектов с разными знаками величины  $U_2$  свидетельствует о существующих различиях в характере колебаний годового рек, расположенных на западе и востоке.

Анализ пространственного распределения третьей базисной функции  $U_3$  позволил сделать вывод о различном характере колебаний рек северной и южной частей рассматриваемой территории. К северной части принадлежат водосборы Днепр – г. Речица; р. Сож – г. Гомель; р. Десна – г. Чернигов; р. Припять – г. Мозырь; р. Днестр – с. Залещики; р. Сан – г. Радомышль (Польша) ; р. Западный Буг – г. Вышков, к южной – р. Дунай – г. Братислава; р. Дунай – г. Рени; р. Тиса – г. Польшар; р. Мюреш – г. Арад; р. Южный Буг – с. Александровка; р. Северский Донец – г. Лисичанск, р. Дон – ст. Раздонская. Отрицательная мода  $U_3$  соответствует водосбору Днепр – г. Речица ( $U_3 = -0.3102$ ), положительная – водосбору р. Северский Донец – г. Лисичанск ( $U_3 = 0.5664$ ).

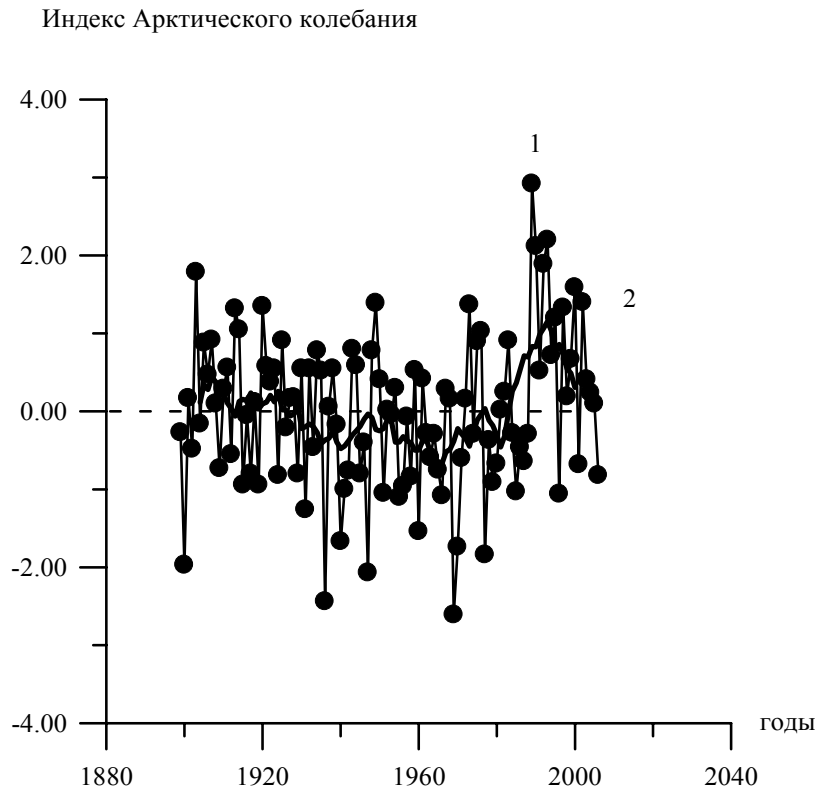
Во второй группе объектов первая компонента разложения описывает 40% исходной информации, вторая - 20%, третья - 11%. Снижение вклада первой компоненты в описание дисперсии исходных данных обусловлено расширением рассматриваемого пространства. Наибольшие значения весовых коэффициентов первой компоненты разложения приходятся на реки, расположенные в северной части рассматриваемой территории (р. Припять – г. Мозырь, р. Висла – г. Тзеу). По знаку второй компоненты также, как и в предыдущем случае выделяются западная и восточная части. К западной относятся рр. Рейн, Одер, Висла, Днестр, Дунай, Мюреш, к восточной – рр. Неман, Днепр, включая притоки Сож, Десна, Припять, а также р. Дон с притоком Северский Донец. Знак весовых коэффициентов третьей компоненты определяет принадлежность водосбора к северной или южной части. В северную часть входят – рр. Рейн, Одер, Висла, Неман, Днепр с притоками Сож и Припять, в южную – рр. Днестр, Дунай с притоком Мюреш, Дон с притоком Северский Донец. По вкладу третьей компоненты в формирование годового стока на различных водосборах, можно

сделать вывод, что третий по значимости процесс оказывает наибольшее влияние на формирование годового стока реки Днепр ( $U_3 = -0.2620$ ) и ее притоков, р.Сож ( $U_3 = -0.1255$ ) и р.Припять ( $U_3 = -0.1056$ ) также, как и на реки Неман ( $U_3 = -0.4858$ ) и р.Рейн ( $U_3 = -0.2036$ ). В тоже время на формирование годового стока рек Десна ( $U_3 = 0.0074$ ) и Днестр ( $U_3 = 0.1156$ ) значимого воздействия этот процесс не оказывает.

Для дальнейшего анализа закономерностей колебаний годового стока были рассмотрены первые амплитудные функции (временные составляющие разложения по естественным ортогональным функциям). Амплитудные функции были сглажены методом скользящего осреднения по 11-леткам (период, соответствующий циклу солнечной активности). Первая амплитудная функция (первая компонента) отражает общие закономерности колебаний годового стока, обусловленные воздействием наиболее крупномасштабного процесса, под которым следует понимать, прежде всего, крупномасштабный атмосферный процесс. Поиск связей между первой амплитудной функцией разложения полей годового стока и индексами атмосферной циркуляции показал, что тесная, наиболее значимая статистическая связь существует между первой амплитудной функцией и индексом Арктического колебания или так называемой Северной Атлантической Модой (рис.1). Коэффициент корреляции этой линейной связи равен  $r = -0.35$ . Северо-Атлантическое колебание является частью Арктического колебания. При использовании в качестве показателя атмосферных процессов, происходящих над Северной Атлантикой, главной компоненты временных рядов годовых аномалий давления над Атлантическим сектором ( $20 - 80^\circ$  с.ш.,  $90^\circ$  з.д. -  $40^\circ$  в.д.), связь с первой амплитудной функцией  $z_1(t)$  оказалась еще более тесной -  $r = -0.37$ . Коэффициент корреляции этого индекса САК с годовым стоком рек Украины уменьшается от 0,4 на западе до 0,1 на востоке. Другими словами, воздействие атмосферных процессов, происходящих в Северной Атлантике, на формирование полей годового стока более явно прослеживается в западной части Украины.

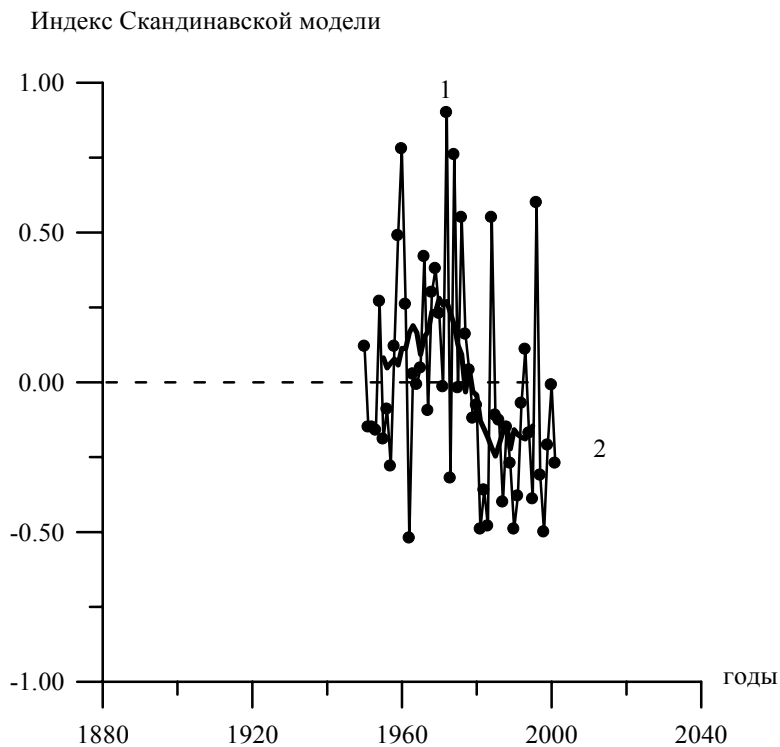
Вторая амплитудная функция соответствует второму по значимости физическому процессу, формирующему годовой сток. Как показали исследования связей между второй амплитудной функцией полей годового стока и индексами атмосферной циркуляции, таким процессом является Скандинавская телеконнекция (рис.2). Коэффициент корреляции этой связи равен  $r = 0.35$ . Отрицательной фазе Скандинавского индекса соответствует отрицательная фаза второй амплитудной функции. Коэффициент корреляции Скандинавского индекса с годовым стоком рек Днепр, Сож, Неман достигает 0.5.

Влияние зимнего индекса САК (Северо-Атлантического колебания) на формирование полей годового стока проявляется только на уровне третьей компоненты разложения полей годового стока. Теснота связи оценивается коэффициентом корреляции равным  $r = -0.40$ . Анализируя хронологический ход третьей амплитудной функции, можно отметить ее переход в негативную фазу с конца 70-х лет минувшего столетия, что соответствует переходу зимнего Северо-Атлантического индекса в положительную фазу (рис.3, рис. 4).



1- годовичные значения индекса; 2 - сглаженные по 11-леткам значения индекса

Рис.1 – Индекс Арктического колебания (декабрь-март), определяемый как первая амплитудная функция полей давления в Северном полушарии ( $20^{\circ}$ - $90^{\circ}$  с.ш.).

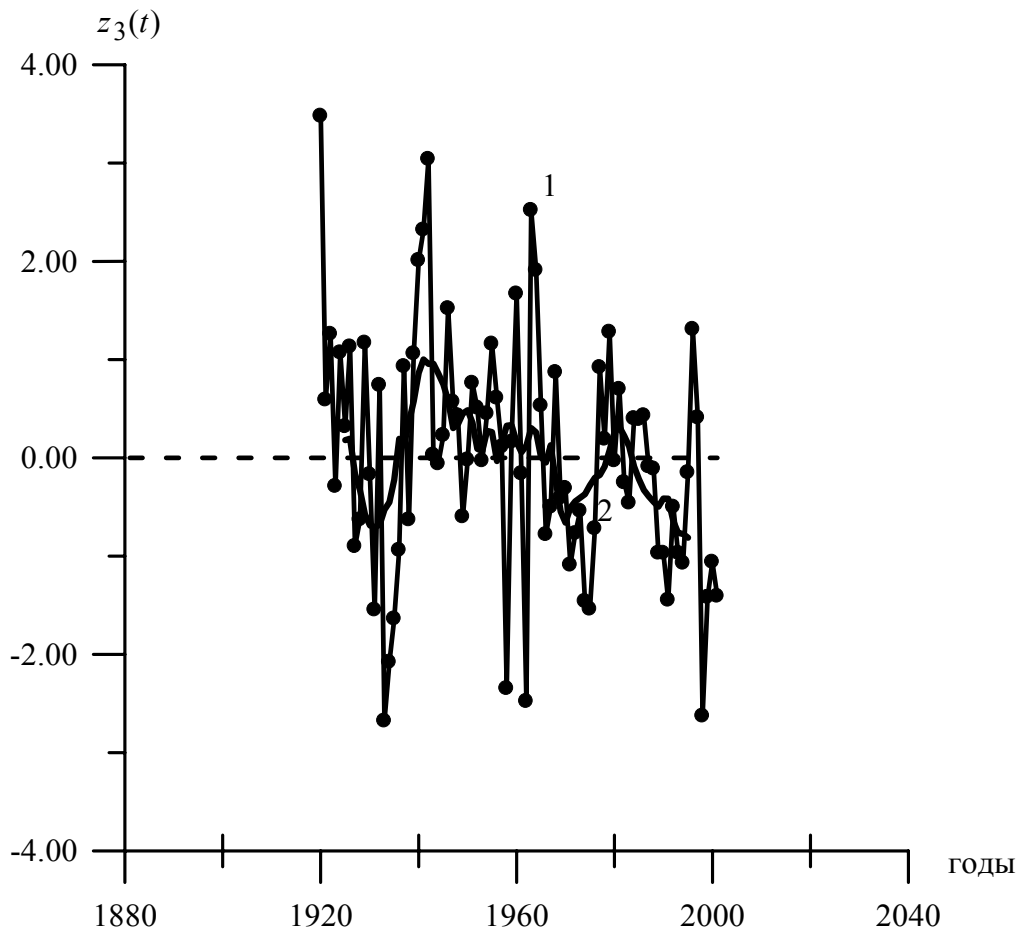


1-годовичные значения индекса; 2- сглаженные по 11-леткам значения индекса

Рис.2 – Хронологический ход Скандинавского индекса (среднегодовые значения).



**Выводы.** Статистическая структура полей годового стока рек Центральной и Восточной Европы, включая Украину, может быть описана тремя компонентами разложения по ЕОФ. Эти компоненты являются статистическим отображением реальных физических процессов, происходящих в природе. Поиск значимых статистических связей амплитудных функций с имеющимися индексами атмосферной циркуляции показал, что в качестве крупномасштабных процессов, определяющих формирование полей годового стока в Украине, являются такие атмосферные процессы, как Арктическое колебание, Северное Атлантическое колебание и Скандинавское колебание. Коэффициенты корреляции временных составляющих разложения  $z(t)$  с индексами атмосферной циркуляции находятся в пределах 0.3–0.5.



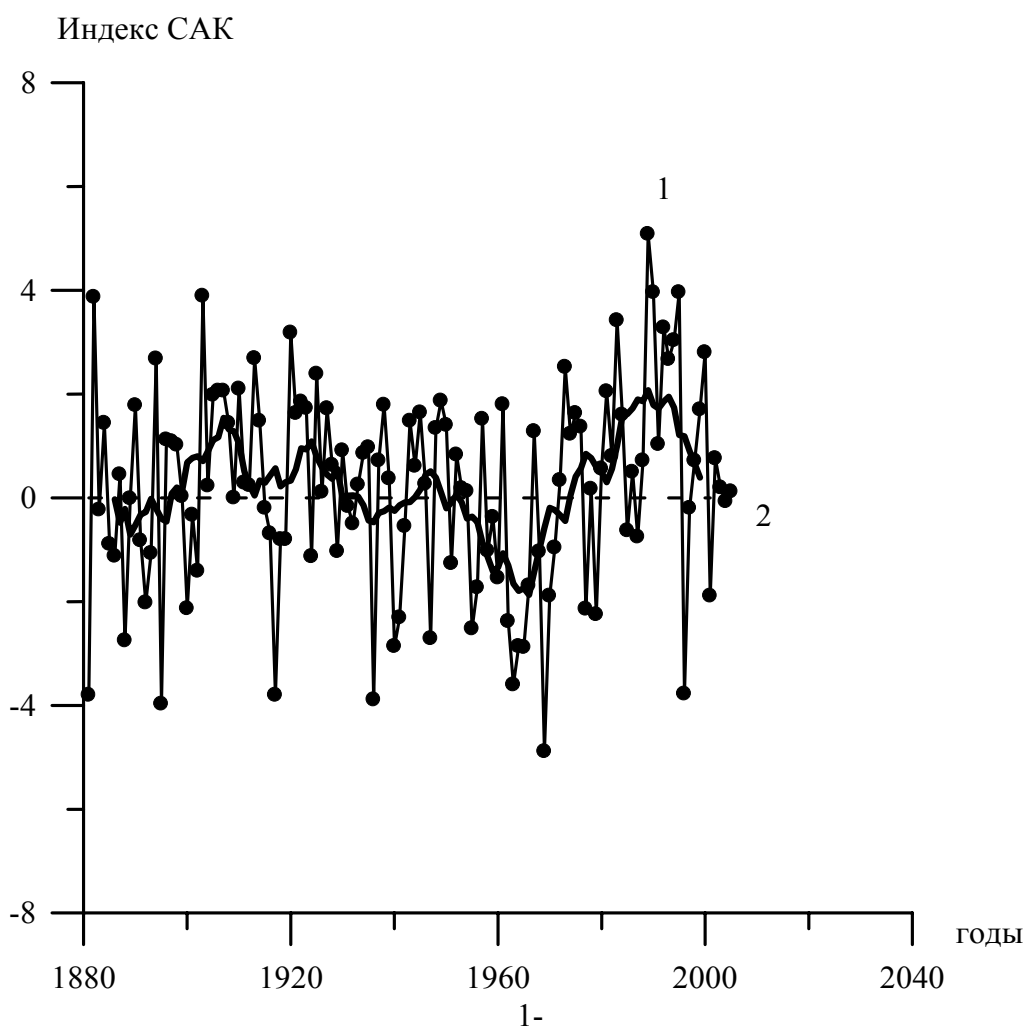
1 – хронологический ход; 2- сглаженные по 11-леткам значения функции

Рис.3 - Третья амплитудная функции разложения полей годового стока.

Весовые коэффициенты первой компоненты разложения не меняют знак, что свидетельствует об однонаправленном воздействии Арктического колебания, составной частью которого является Северо-Атлантическая осцилляция, на годовой сток всех рассмотренных водосборов. На основе анализа пространственного распределения весовых коэффициентов второй главной компоненты, являющейся результатом разложения полей годового стока по ЕОФ, установлено, что по характеру колебаний годового стока реки Центральной и Восточной Европы образуют два района: Западный и Восточный. В пределах Украины к Западной группе относятся р.Дунай и ее притоки, р.Днестр, р. Западный Буг, к Восточной – рр. Южный Буг, Днепр

(с притоками), Дон (с притоками). Пространственное распределение весовых коэффициентов третьей компоненты разложения указывает на существование различий в колебаниях годового стока рек по географической широте. Выделены северный и южный районы. К северному району отнесены такие реки Украины как Западный Буг, Днепр с притоками Сож, Припять и Десна, Днестр до г.Могилев - Подольский; к южному – Дунай, Южный Буг, Северский Донец, нижнее и среднее течение р.Дон. Наиболее значимо третий атмосферный процесс влияет на формирование стока реки Днепр и ее притоков (Сож и Припять). Можно утверждать, что закономерности колебаний стока на р. Днепр имеют сходство с колебаниями стока рек Рейн, Одер и Неман.

Полученные выводы могут быть использованы в расчетах и прогнозах годового стока рек Украины.



1- годовичные значения индекса; 2-сглаженные по 11- леткам значения индекса

Рис.4 – Зимний индекс САК (декабрь-март), подсчитанный на основе разницы давлений между Лиссабоном (Португалия) и Рейкьявиком (Исландия).

### Список литературы

1. Барабаш Б.М., Ткач Л.О., Гребенюк Н.П., Корж Т.В., Татарчук О.Г. Сучасний і майбутній клімат України // Географія в інформаційному суспільстві: Зб.наук. праць. – К.:ВГЛ Обрії, 2008. - Т.ІІІ . - С.34-36.
2. Вишневецький В.І., Косовець О.О. Зміни стану довкілля в Україні // Географія в інформаційному суспільстві: Зб.наук. праць. – К.:ВГЛ Обрії, 2008. - Т.ІІІ . - С.5-13.
3. Гончарова Л.Д., Серга Е.М., Шкільний Є.П. Клімат і загальна циркуляція атмосфери. Київ: КНТ, 2005. – 252 с.
4. Ліпінський В.М., Осадчий В.І., Бабіченко В.М. Активізація стихійних метеорологічних явищ в Україні в останнє двадцятиріччя // Географія в інформаційному суспільстві: Зб.наук. праць. – К.:ВГЛ Обрії, 2008. - Т.ІІІ . - С.13-17.
5. Лобода Н.С. Расчеты и обобщения характеристик годового стока рек Украины в условиях антропогенного влияния: Монография. – Одесса: Экология, 2005. – 208с.
6. Шкільний Є.П., Лоева І.Д., Гончарова Л.Д. Обробка та аналіз гідрометеорологічної інформації: Підручник. - К.: Міносвіти України, 1999. - 600 с.
7. Barnston and Livezey Mon. Wea. Rev., 115, - 1987. – P.1083-1126.
8. Hurrell J.W., Dickson R.R. Marine ecosystems and climate variation. - 2003 - P.15-31.
9. Uvo C.B. Analysis and regionalization of northern European winter precipitation based on its relationship with the north atlantic oscillation // International journal of climatology, 23. -2003 – P. 1185-1194.

#### **Оцінка впливу атмосферних процесів Північної Атлантики на формування полів річного стоку України. Лобода Н.С.**

*Досліджений зв'язок між індексами атмосферної циркуляції Північної Атлантики та структурою полів річного стоку річок Центральної та Східної Європи. Розглянуті перші компоненти розкладання полів річного стоку за природними ортогональними функціями та їх зв'язки з індексами атмосферної циркуляції. Показано, що формування статистичної структури полів річного стоку відбувається під впливом Арктичного, Північно-Атлантичного та Скандинавського коливань.*

**Ключові слова:** *індекс атмосферної циркуляції, річний стік, головні компоненти*

#### **The assessment of the influence of North Atlantic atmospheric process on annual runoff in Ukraine. Loboda N.S.**

*The relationship between atmospheric circulation indexes in North Atlantic and structure of annual runoff fields in Central and East Europe was investigated. The principle components time series of the leading EOF of annual runoff and their connections with atmospheric circulation indexes were considered. Results show that forming of statistical structure of annual runoff fields is stipulated Arctic Oscillation, North Atlantic Oscillation and Scandinavia pattern.*

**Key words:** *atmospheric circulation indexes, annual runoff, principle component*