

# ОЦЕНКА ТРАНСФОРМАЦИИ ВОДНОГО РЕЖИМА ОСНОВНЫХ РЕК БЕЛАРУСИ С ПОМОЩЬЮ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА

*Волчек А.А., Лукша В.В.*

*Брестский государственный технический университет,  
г. Брест, Республика Беларусь, volchak@tut.by, vvl@bstu.by*

*На примере четырех основных рек Беларуси рассмотрены амплитудные и фазово-частотные характеристики спектральных разложений рядов годовых расходов воды на последовательных временных интервалах длиной 32 года. Проведен совместный анализ периодограмм годового стока и годовых атмосферных осадков.*

Одной из главных проблем экологии является изменение климата, природа этих изменений и их последствия. Речной сток является интегральной характеристикой процессов формирования водных ресурсов и может служить индикатором изменения экосистем.

Средний годовой расход является устойчивой характеристикой оценки изменения речного стока и только значительные нарушения формирования водных ресурсов могут сказаться на изменениях колебаний его величин. Выявление этих трансформаций возможно с помощью детального анализа внутренней структуры рядов стока рек.

Исходными данными для анализа внутренней структуры временных рядов годовых расходов воды рек послужили данные инструментальных наблюдений с 1877 до 2000 год (124 года) за водным режимом основных рек Беларуси, а также измеренные данные годовых атмосферных осадков на метеостанциях, расположенных в водосборах рассматриваемых рек за 1947 – 2000 гг..

Для исследования внутренней структуры временных рядов нами использовался спектральный анализ, основанный на разложении функций, графически представляемых как колебательный процесс, в ряд Фурье. Практическая реализация спектрального анализа заключается в аппроксимации с любой точностью заданной функции на интервале времени с помощью конечного набора гармонических составляющих. Конечная цель спектрального анализа – нахождение спектральной функции, описывающей распределение дисперсии исходного ряда по различным частотам (периодограммы).

Совместный спектральный анализ годовых расходов воды и суммарных атмосферных осадков выполнялся с использованием кросс-периодограмм, показывающих зависимость кросс-амплитуды от периодов колебаний вышеназванных величин. Расчет и построение графиков квадратичной связи между циклическими компонентами двух рядов наблюдений (в нашем случае годовых расходов и суммарных годовых атмосферных осадков) позволил оценить корреляцию между периодами колебаний стока и осадков, т.е. выделить наиболее существенные совместные периоды (частоты) колебаний.

**Анализ результатов исследований.** Значения годовых расходов воды и годовых атмосферных осадков разделены на две группы, соответствующие 32 годам наблюдений – 1947-1978 и 1969-2000 гг. и для этих периодов построены периодограммы. Их анализ показывает, что в рядах годового стока присутствуют циклические изменения с интервалами 4-5 и 10-12 лет, причем сами циклы различны как по длительности, так и по амплитудам. Для Припяти эти различия незначительны, возможно четкое выделение 4 и 11-летнего цикла. При этом 2,5-летний цикл, имеющий значительную амплитуду в интервале 1947-1978 гг., теряет ее (снижение в 2 раза) в интервале 1969-2000 гг., а 32-летний цикл приобретает значимость в интервале 1969-2000 гг. Для Немана произошло «выравнивание» амплитуды за период 1969-2000 гг. по сравнению с 1947-1978 гг., с выделением лишь одного существенного цикла в 4 года. Циклическость колебаний годового стока Западной Двины изменилась с одного периода в 4 года за интервал 1947-1978 гг. до двух в 4 и 11 лет за интервал 1969-2000 гг. при одновременном четком выделении этих двух циклов. Днепр имеет похожие на Западную Двину изменения количества выделяющихся циклов, кроме 2-летнего, сильно выдающегося за период 1947-1978 гг.

Отмеченные изменения циклическости годового стока в первую очередь связаны с колебаниями такого стокообразующего фактора, как атмосферные осадки. Для периодограмм годовых атмосферных осадков можно отметить общее выделение 2-4 и 8-12 летних циклов. В отличие от годового стока более синхронный ход графиков периодограмм наблюдается в интервале 1947-1978 гг.

Для более конкретного выделения совместных циклов колебаний осадков и стока построены кросс-периодограммы и графики квадратичной связи между циклическими компонентами исследуемых величин. В общем, большая часть протяженности графиков квадратичной связи лежит выше значимого коэффициента корреляции (0,7), что подтверждает определяющую роль атмосферных осадков в формировании водного режима рек Беларуси.

**Заключение.** На основании спектрального анализа годовых расходов воды выявлена циклическость колебаний речного стока основных рек Беларуси. Отмечаются как короткопериодические (2-5 лет) и длиннопериодические (10-15 лет) циклы, при этом в интервале 1969-2000 гг. амплитуды короткопериодических циклов имеют тенденцию к уменьшению, а длиннопериодические – к увеличению.

Совместный анализ годового стока и годовых атмосферных осадков с использованием кросс-спектрального анализа и графиков квадратичной связи показал, что выделенные циклы колебаний стока тесно связаны с колебаниями осадков, причем для разных районов Беларуси выделяются разные совместные циклические изменения, в целом преобладают 4 и 11-летние циклы.

## **ESTIMATION OF TRANSFORMATION OF THE WATER REGIME OF THE BASIC RIVERS OF BELARUS BY THE SPECTRAL ANALYSIS**

*Volchek A.A., Luksha V.V.*

*On an example of four basic rivers of Belarus peak and frequency characteristics of spectral decomposition of annual runoff rows on consecutive time intervals in length 32 years are considered. The joint analysis of periodograms of annual runoff and annual atmospheric precipitation is executed.*