

Решение принимается на основе учета характера проверяемой гипотезы и природы первичного материала, полученного в результате проведения эксперимента.

Литература.

1. Годфруа Ж. Что такое психология: В 2-х т. Т.2: Пер. с франц. - М.: Мир, 1992. - 376 с.
2. Горбатов Д.С. Практикум по психологическому исследованию: Учеб. пособие. - Самара: "БАХРАХ - М", 2003. - 272 с.
3. Дружинин В.Н. Экспериментальная психология: Учебное пособие - М.: ИНФРА-М, 1997. - 256 с.
4. Ермолаев А.Ю. Математическая статистика для психологов. - М.: Московский психолого-социальный институт: Флинта, 2003.336с.
5. Немов Р.С. Психология. Кн.3: Психодиагностика. Введение в научное психологическое исследование с элементами математической статистики. - М.: ВЛАДОС, 1998. – 632 с.

ФУРЬЕ-АНАЛИЗ, КАК МАТЕМАТИЧЕСКИЙ МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА РЕК

О.А. Нуришанова, студент гр. 17Б10, М.Н. Бубин, к.г.н., доц.

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета*

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. 8(384-51) 6-44-32

E-mail: mkhailbubin@rambler.ru

Воздействие антропогенной нагрузки на природу привело к обострению многих проблем экологического характера. Перспективы их решения, непосредственно связаны с исследованием закономерностей изменения природных явлений во времени. Катастрофические наводнения (высокие весенние половодья и летние дождевые паводки) в многоводные годы наносят огромный ущерб окружающей среде, поэтому проблема, связанная с прогнозированием природных процессов представляет научный интерес и является важной задачей современной гидрологии.

Прогнозирование гидрологического режима рек – сложная многоуровневая проблема, актуальность которой обусловлена современным состоянием хозяйственных систем. Это в первую очередь касается промышленных регионов с интенсивным уровнем водопотребления. На территориях подверженных негативному влиянию наводнений, находятся промышленные объекты, населенные пункты, сельскохозяйственные угодья. Наличие заблаговременной и достаточно точной прогнозной информации позволяет рационально спланировать и провести профилактические мероприятия по недопущению или минимизации ущерба от разлива рек.

Методы гидрологических прогнозов разрабатывались и совершенствовались учеными: Георгиевским Ю.М., Евстигнеевым В.М., Калинин Г.П., Рождественским А.В., Поповым Е.Г., Соколовым А.А. и др. Продолжением исследований явилось создание комплексных систем прогнозирования и определения риска затопления территории. Среди систем, реализующих функции прогнозирования наводнений следует выделить:

- Систему предупреждения о наводнениях (Flood Warning System – FWS);
- Европейскую систему прогнозирования наводнений (European Flood Forecasting System, EFFS);
- Европейскую систему предупреждения о наводнениях (European Flood Alert System, EFAS) и др.

В России широкое распространение получили различные программные проекты, реализующие математические прогнозные модели гидрологического режима рек с применением автоматизированных систем сбора гидрологической информации. Но существует проблема создания единого программно-аппаратного комплекса, реализующего функции автоматического сбора, обработки, прогнозирования гидрологических величин, с развитой системой принятия решений и оповещения, которая в настоящее время остается открытой.

Информационной базой для составления прогноза является изучение данных гидрологических временных рядов. Их анализ объединяет различные методы их изучения, которые рассматривают природу точек данных. Прогнозирование гидрологических временных рядов заключается в построении моделей для предсказания будущих событий, основываясь на известных событиях прошлого. При построении прогноза очень важно и актуально выбрать соответствующий метод исследования. В гидрологии большое распространение получили различные способы прогнозирования: анализ нормированных разностных интегральных кривых, скользящих средних, графоаналитические, водно-балансовые, математического моделирования и др.

Наиболее приемлемым способом прогнозирования гидрологических временных рядов является Фурье-анализ, который может послужить основой при создании единого программно-аппаратного комплекса прогнозирования гидрологической информации. Данный способ ликвидирует неправильные представления о наличии тех или иных изменяющихся величин их взаимосвязи. В итоге, все вместе делает Фурье-анализ одним из важнейших инструментов научного исследования. Этот метод отличается постоянством и конкретностью результатов и дает представление об амплитудах и фазах гидрологических характеристик временных рядов. Детальное описание Фурье-анализа приводится в трудах Дж. Бендат, А. Пирсол [1].

Формула ряда Фурье имеет следующий вид:

$$f(x) = \bar{x} + \sum_{i=1}^{i=n} [A_i * \sin(2\pi i x/p) + B_i * \cos(2\pi i x/p)], \quad (1)$$

\bar{x} – среднееарифметическая величина ряда данных;

i – номер гармоники колебания;

p – базовый период данных;

n – число данных в общей совокупности (в общем случае $p = n$);

A_i и B_i – коэффициенты ряда Фурье, которые вычисляются по формулам:

$$A_i = 2/n \sum_{t=1}^{t=n} x_t \sin(2\pi i t/t), \quad (2)$$

$$B_i = 2/n \sum_{t=1}^{t=n} x_t \cos(2\pi i t/t), \quad (3)$$

n – число данных в общей совокупности (в общем случае $p = n$);

x_t – значения ряда данных;

t – порядковый номер наблюдения;

i – номер гармоники колебания.

Рассматриваемый способ является строгим математическим методом и дает более точные результаты, что позволяет выявлять закономерности, где они непосредственно не прослеживаются. При проведении исследования гидрологических рядов с помощью Фурье-анализа, важным обстоятельством является то, что определяются начальные фазы гармонических компонент и амплитуды, вследствие чего становится возможным установить сходство или различие в разных сериях наблюдаемых величин, измеренных в различных природных условиях. Знание амплитуд колебания изменения гидрологического режима очень важно с точки зрения оценки реальности существования выявленных ритмических вариаций, так как, если эти составляющие имеют большие амплитуды, то их наличие совершенно очевидно [1].

Важное преимущество рассматриваемого метода заключается в том, что при его применении к гидрологическим рядам наблюдений, информация, содержащаяся в них, не теряется. К недостаткам Фурье-анализа следует отнести связь получаемых периодичностей от длины исходного ряда. Гидрологический временной ряд должен содержать четное количество значений, так как при его разложении ряд представляется в виде суммы среднего арифметического ряда данных (\bar{x}) за период (p), $(n/2-1)$ — количества синусов и $(n/2)$ — количества косинусов.

Фурье-анализ имеет практический смысл и может использоваться для выявления ритмических многолетних колебаний сезонного стока рек, а также служить основой для составления прогноза колебаний стока рек. Ритмические многолетние колебания стока рек являются сложным и детерминированным процессом, обусловленным совместным влиянием ритмических воздействий геофизических сил глобального и космического происхождения на атмосферу, ионосферу, гидросферу и литосферу Земли [2, 3 и др.].

При проведении исследования применялись данные гидрологических наблюдений за весенним стоком (расход воды, м³/сек) реки Урал, гидрологического поста Верхнеуральск, расположенным на территории Челябинской области, за период с 1936-2003 годы.

В результате проведенных расчетов выявлен 22-23 летний ритм с наибольшей повторяемостью за рассматриваемый период наблюдения. Его существование также пролеживается на нормированных разностных интегральных кривых (Рис.1). Природу данного ритма многие ученые связывают со сменой полярности солнечных пятен [2, 3 и др].

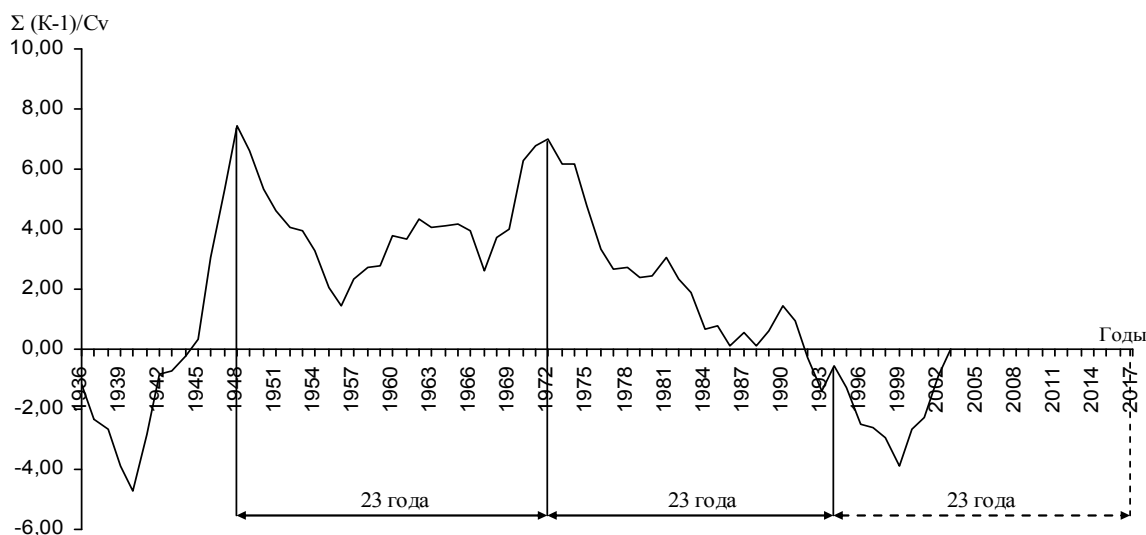


Рис. 1. Нормированные разностные интегральные кривые весеннего стока
р. Урал - гидрологический пост Верхнеуральск

Из рис. 1 следует, что в районе города Верхнеуральска резкий подъем уровней и увеличение расходов воды в реке Урал происходит каждые 22 года, подобная ситуация уже наблюдалась в 1971 и 1994 годах. Следовательно, возможное высокое половодье произойдет в 2016-2017 годах, в результате территориям, прилегающим к реке, может быть причинен экономический ущерб от разлива реки.

Выявление ритмов колебания стока имеет большую практическую значимость. Результаты исследований могут быть использованы для различных целей и учитываться:

- при составлении кадастровых карт с целью оценки территории на водосборной площади бассейнов рек;
- при выборе оптимальных промышленных характеристик гидроузлов при проектировании гидросооружений;
- при проектировании водохранилищ, где учет ритмичности позволяет снизить их объем, что позволяет уменьшить затраты при строительстве;
- при размещении хозяйственных объектов.

Таким образом, решение проблем рационального природопользования невозможно без привлечения математических методов прогнозирования, одним из которых является Фурье-анализ.

Литература.

1. Бендат Дж., Пирсол А. Прикладной анализ случайных данных / Дж. Бендат, А.. – М. : Мир, 1989. – 540 с.
2. Бубин М.Н., Рассказова Н.С. Ритмичность многолетних колебаний стока рек как интегральный показатель изменчивости климата (на примере Урала). – Томск: ТПУ, 2013. – 279 с.
3. Рассказова Н.С. Многолетние колебания стока рек и их связь с космо- и геофизическими факторами. / Н.С. Рассказова. – Челябинск : ЮурГУ, 2003. – 233 с.