

установлено, что за второй период наблюдений произошло увеличение доли подземного стока (до 49% от общего стока), увеличение среднего многолетнего стока реки (с $7,2 \text{ м}^3/\text{с}$ до $11,4 \text{ м}^3/\text{с}$), а также отмечается нестабильность протекания паводков и половодий.

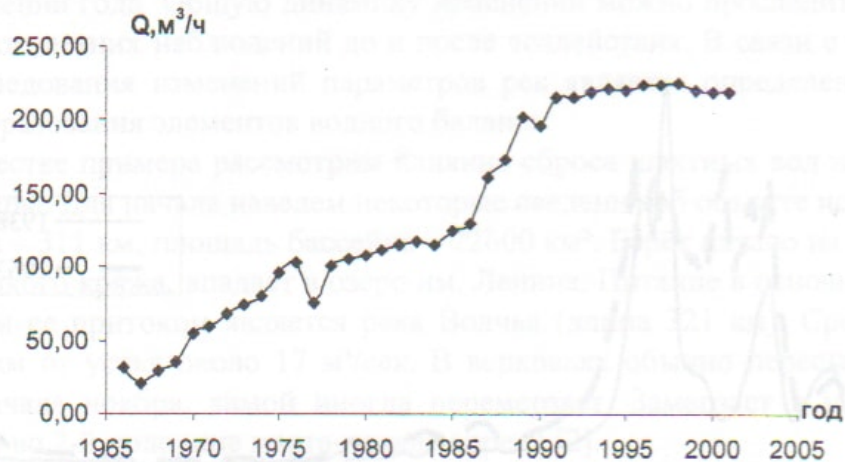


Рис. 2. Динаміка водопритоку шахтних вод

2. Ретроспективний аналіз водопритоку шахтних вод за період з 1965 до 2001 року дав можливість визначити зв'язок між зміною водного режиму річки та скидом шахтних вод, а також приблизно встановити контрольну точку проявлення впливу на водний режим р. Самари (в межах 1965–1967 років).

Бібліографічні посилання

1. Горб А. С. Клімат Дніпропетровської області / А. С. Горб, Н. М. Дук. – Д., 2006. – С. 98–99.
2. Советский Энциклопедический словарь. – М., 1987. – С. 1163.
3. Яцик А. В. Водогосподарська екологія. – К., 2003. – Т. 1, кн. 1: Основи гідрології суходолу. – С. 165.

Надійшла до редколегії 5.12.07

УДК 556.6

Е. Э. Синцов

Днепропетровский национальный университет

НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА ЛОКАЛЬНЫХ ЭКСТРЕМУМОВ МНОГОЛЕТНИХ КОЛЕБАНИЙ СТОКА РЕК БАСЕЙНА САМАРЫ

При дослідженні динаміки багаторічного стоку річок басейну Самари виділені серії років підвищення і пониження їхньої водності, які охарактеризовано вибірками локальних екстремумів. Проведено аналіз мінливості верхніх та нижніх меж коливань середньорічного стоку.

Изучение динамики многолетних колебаний речного стока предполагает детальный анализ и интерпретацию временных рядов наблюдений за изменением

© Е. Э. Синцов, 2008

водности рек. Целью такого анализа является выявление внутренних закономерностей многолетнего стока, установление причин, которые обуславливают повышение или понижение водности рек, нахождение возможной зависимости стока последующих лет от его величины в предыдущие годы, оценка диапазона колебаний стока.

Величина диапазона существенно изменяется во времени и, очевидно, зависит от продолжительности рассматриваемого периода. Многолетний ход изменения водности характеризуется безусловным или экстремально наблюдаемым диапазоном колебаний стока, который равняется разности максимального (верхний «предел» водности) и минимального (нижний «предел») расходов реки, зафиксированных за весь период наблюдений. Периоды меньшей продолжительности характеризуются динамическими диапазонами колебаний стока, величина которых определяется разностью максимальных и минимальных расходов (локальных экстремумов), наблюдаемых в течение исследуемых интервалов времени, и отличается от безусловного диапазона.

Для выяснения особенностей динамики многолетнего стока семи рек бассейна Самары проанализирована изменчивость верхних и нижних «пределов» колебаний их водности. В качестве методической основы проведенного исследования использовалась предложенная в [1; 2] концепция элементарных составляющих рядов стока – серий лет повышения или понижения водности рек.

Каждая серия представляет одно или несколько последовательных значений годового расхода, сгруппированных в соответствии с направлением изменения водности в течение некоторого промежутка времени (год, два, три и более). Критерием выделения серий является знак приращения расхода при переходе от одного года к следующему ($q_{i-1} < q_i$ – серия повышения, $q_{i-1} > q_i$ – понижения).

Серии отражают противоположные тенденции в формировании стока. В последний год каждой серии величина стока достигает максимального (минимального) для условий данного конкретного временного интервала значения и характеризует относительно «экстремальное» состояние однонаправленного процесса изменения водности. При анализе рядов годовых расходов рек критерием выделения локальных экстремумов является смена знака приращения расходов смежных лет. Экстремумы-максимумы удовлетворяют условию $q_{i-1} < q_i > q_{i+1}$, экстремумы-минимумы – условию $q_{i-1} > q_i < q_{i+1}$.

Схема выделения серий повышения и понижения водности для ряда многолетних наблюдений за стоком р. Самары (в/п с. Кохановка) показана на рис. 1. В соответствии с указанными критериями, величина стока последнего года каждой серии повышения принимается в качестве экстремума-максимума (1932, 1934, 1937 ... 1997, 2000 гг.). Экстремумы-минимумы определяются минимальными расходами каждой серии понижения (1933, 1936, 1938 ... 1999, 2001 гг.).

Выделенные из единого ряда многолетних наблюдений за среднегодовым стоком реки две совокупности локальных экстремумов отдельно характеризуют верхнюю и нижнюю границы колебаний ее водности. Количественную оценку диапазонов изменчивости «пределов» стока можно получить путем сравнения их с величиной безусловного диапазона колебаний стока, определенного для всего ряда наблюдений.

Для р. Самары (с. Кохановка) за период 1930–1940 и 1942–2003 гг. максимальный сток зафиксирован в 2003 году ($81,31 \text{ м}^3/\text{с}$), минимальный – в 1936-м ($0,96 \text{ м}^3/\text{с}$). Экстремально наблюдаемый (безусловный) диапазон колебаний стока равня-

ется разности этих значений и составляет $80,34 \text{ м}^3/\text{с}$. Если эту величину принять за 100%, то диапазон изменения экстремумов-максимумов составит 96,6%, а экстремумов-минимумов – 30,7% безусловного диапазона. Как следует из рис. 2, определяемые выборками локальных экстремумов диапазоны колебаний верхних и нижних границ стока для остальных исследуемых рек бассейна Самары также существенно различаются.

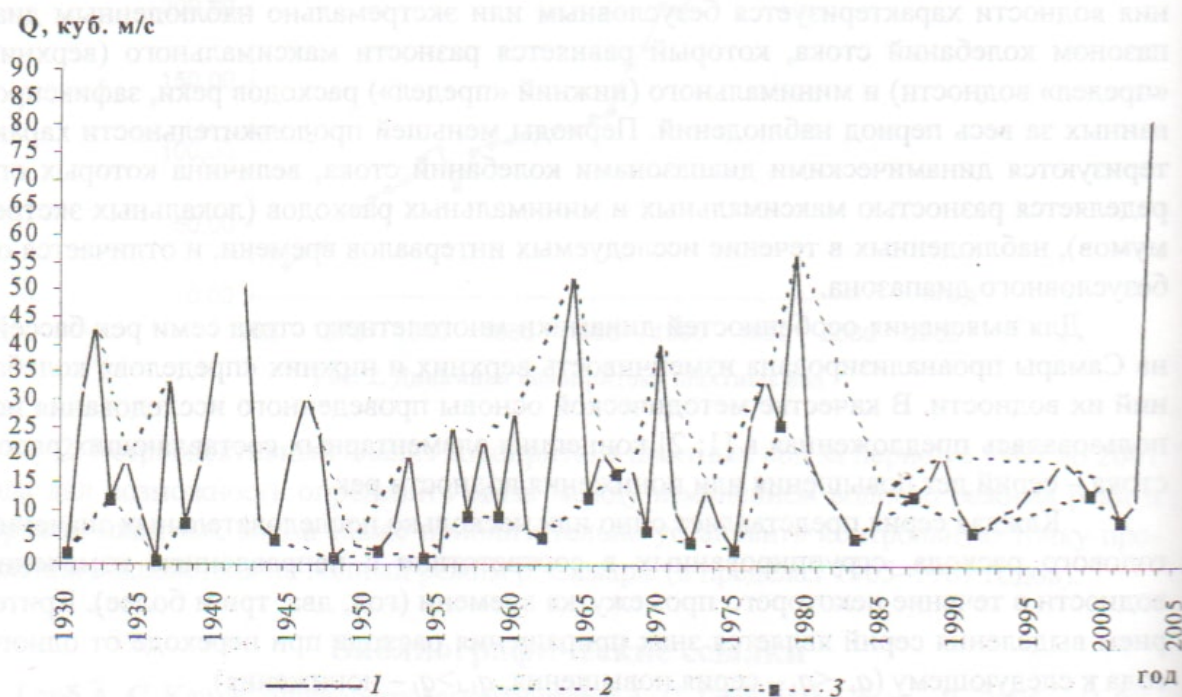


Рис. 1. Многолетние колебания среднегодовых расходов р. Самара (с. Кохановка):

1 – серии лет повышения и понижения водности; 2 – серии экстремумов-максимумов; 3 – серии экстремумов-минимумов.

Причина этого заключается в статистической (разные критерии выделения) и генетической неоднородности выборок экстремумов-максимумов и минимумов. По существу, локальные экстремумы характеризуют пиковые проявления чередующихся противоположных тенденций изменения водности. Проявление таких тенденций в различные промежутки времени связано с преобладающим действием разных групп факторов, определяющих формирование стока. Усиление влияния одних приводит к повышению водности, других – к понижению.

Поскольку величины, которые определяются существенно различными факторами являются генетически разнородными [3; 4], то совокупности таких величин также будут различаться. Это обстоятельство также подтверждает целесообразность раздельного анализа границ колебаний речного стока для изучения их свойств и выявления закономерностей изменчивости.

Как следует из рис. 1, внутри каждой выборки локальных экстремумов также можно выделить две группы, исходя из принадлежности экстремумов к сериям повышения или понижения. Можно предположить, что сформированные таким образом совокупности также будут неоднородны. Для проверки этой гипотезы был использован критерий Манна-Уитни (Вилкоксона-Манна-Уитни), основанный на сравнении фактических и теоретических сумм инверсий [5; 6].

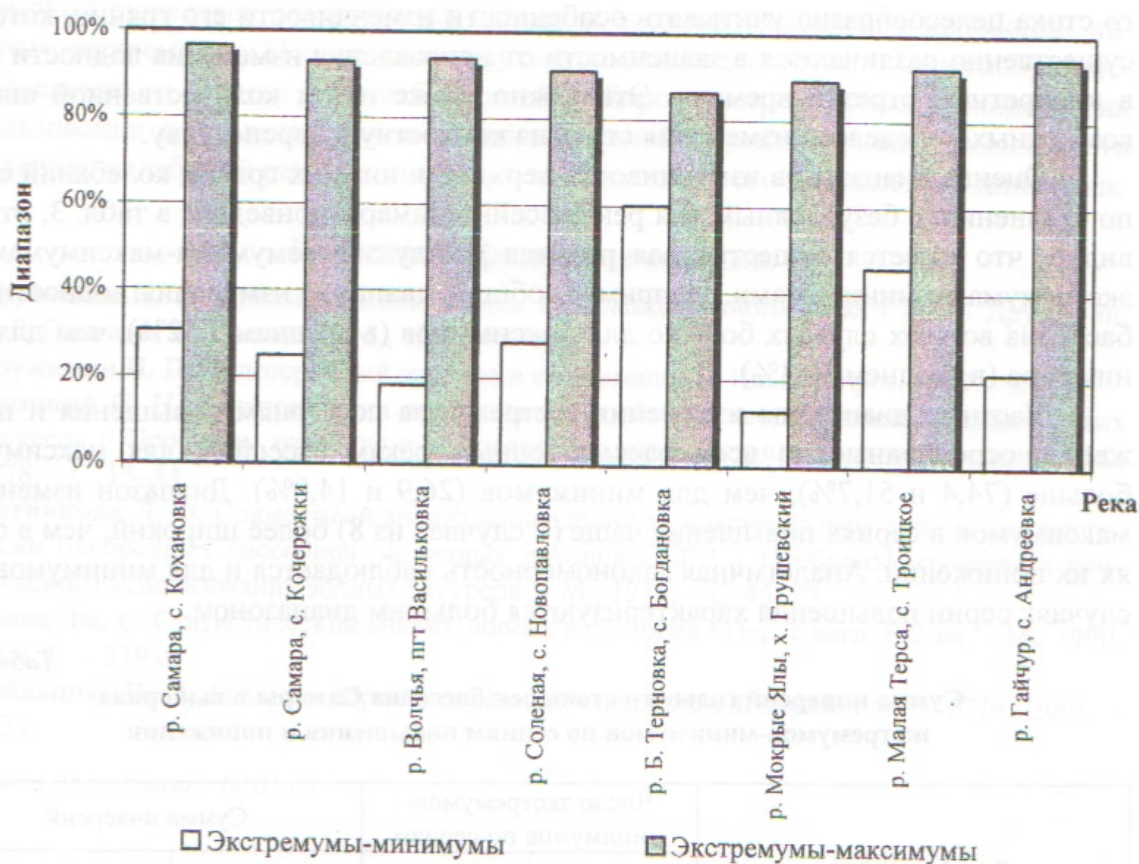


Рис. 2. Диапазон изменения верхней и нижней границ многолетних колебаний стока рек бассейна Самары

Анализ показал, что для рядов стока рек бассейна Самары различия между выделенными группами внутри выборок локальных экстремумов неслучайны с вероятностью не менее 95% (табл. 1, 2), причем для рек Самара (с. Кохановка, с. Кочережки), Большая Терновка, Малая Терса вероятность неслучайности более 99%. Исключение составляет р. Волчья (вероятность ~ 94%).

Таблица 1
Сумма инверсий годового стока рек бассейна Самары в выборках экстремумов-максимумов по сериям повышения и понижения

Река/водопункт	Число экстремумов-максимумов по сериям		Сумма инверсий	
	повышения	понижения	фактическая	верхняя граница 5% уровня значимости
р. Самара, с. Кохановка	12	10	113	90
р. Самара, с. Кочережки	10	13	114	97
р. Волчья, пгт Васильковка	11	10	81	83
р. Соленая, с. Новопавловка	11	11	101	90
р. Б. Терновка, с. Богдановка	7	15	98	80
р. Мокрые Ялы, х. Грушевский	12	10	91	90
р. Малая Терса, с. Троицкое	9	12	99	82
р. Гайчур, с. Андреевка	12	11	98	98

Следовательно, для корректной оценки диапазонов колебаний среднегодового стока целесообразно учитывать особенности изменчивости его границ, которые существенно различаются в зависимости от направления изменения водности реки в конкретные отрезки времени. Это важно также и для количественной оценки возможных «пределов» изменения стока на конкретную перспективу.

Оценка диапазонов изменчивости верхних и нижних границ колебаний стока по сравнению с безусловным для рек бассейна Самары приведена в табл. 3, откуда видно, что имеется существенная разница между экстремумами-максимумами и экстремумами-минимумами. Например, общий диапазон изменения водности рек бассейна во всех случаях больше для максимумов (в среднем 92,2%), чем для минимумов (в среднем 30,3%).

Частные диапазоны изменения экстремумов по сериям повышения и понижения, осредненные по всем рассмотренным рекам бассейна, для максимумов больше (74,4 и 51,7%), чем для минимумов (26,9 и 14,0%). Диапазон изменения максимумов в сериях повышения чаще (7 случаев из 8) более широкий, чем в сериях их понижений. Аналогичная закономерность наблюдается и для минимумов: в 7 случаях серии повышения характеризуются большим диапазоном.

Таблица 2

Сумма инверсий годового стока рек бассейна Самары в выборках экстремумов-минимумов по сериям повышения и понижения

Река/водопункт	Число экстремумов-минимумов по сериям		Сумма инверсий	
	повышения	понижения	фактическая	верхняя граница 5% уровня значимости
р. Самара, с. Кохановка	10	12	111	90
р. Самара, с. Кочережки	12	11	111	98
р. Волчья, пгт Васильковка	11	9	78	75
р. Соленая, с. Новопавловка	13	8	81	79
р. Б. Терновка, с. Богдановка	11	10	97	83
р. Мокрые Ялы, х. Грушевский	11	10	83	83
р. Малая Терса, с. Троицкое	13	7	82	70
р. Гайчур, с. Андреевка	10	12	102	90

Таблица 4

Диапазон колебаний стока рек бассейна Самары в сериях повышения и понижения локальных экстремумов (в % от безусловного)

Река/водопункт	Экстремумы-максимумы			Экстремумы-минимумы		
	общий	в сериях понижения	в сериях повышения	общий	в сериях понижения	в сериях повышения
р. Самара, с. Кохановка	96,6%	34,0%	75,7%	30,7%	9,7%	28,5%
р. Самара, с. Кочережки	93,1%	40,8%	74,3%	24,9%	17,0%	22,0%
р. Волчья, пгт Васильковка	93,8%	61,6%	76,7%	18,2%	12,0%	17,2%
р. Соленая, с. Новопавловка	91,2%	73,8%	67,9%	28,1%	17,4%	25,1%
р. Б. Терновка, с. Богдановка	86,4%	38,6%	61,4%	60,1%	18,2%	59,0%
р. Мокрые Ялы, х. Грушевский	89,4%	51,2%	83,8%	12,8%	11,1%	8,5%
р. Малая Терса, с. Троицкое	92,3%	56,6%	62,5%	45,9%	17,6%	37,2%
р. Гайчур, с. Андреевка	94,5%	57,1%	93,0%	21,6%	8,9%	17,8%

Проведенный анализ изменчивости среднегодового стока рек бассейна Самары выявил существенные различия общих и частных диапазонов колебаний локальных экстремумов. Полученные результаты свидетельствуют о целесообразности выделения из общего ряда наблюдений выборок экстремальных расходов и их использования для отдельной и более детальной характеристики изменчивости «пределов» колебаний речного стока при исследовании его многолетней динамики.

Библиографические ссылки

1. Дружинин И. П. Динамика многолетних колебаний речного стока / И. П. Дружинин, В. Р. Смага, А. Н. Шевнин. – М., 1991. – 176 с.
2. Дружинин И. П. Долгосрочный прогноз и информация. – Новосибирск, 1987. – 255 с.
3. Крицкий С. Н. О направлении исследований в области теории использования водных ресурсов // Проблемы изучения и комплексного использования водных ресурсов. – М., 1978. – С. 15–44.
4. Сотникова Л. Ф. Совместный анализ наблюдений за максимальным стоком гидрологически однородных бассейнов различных районов СССР // Проблемы изучения и комплексного использования водных ресурсов. – М., 1978. – С. 45–79.
5. Дэвис Дж. С. Статистический анализ данных в геологии / Пер. с англ. В 2 кн. – М., 1990. – Кн. 1. – 319 с.
6. Гайдышев И. П. Анализ и обработка данных: специальный справочник. – СПб., 2001. – 752 с.

Надійшла до редколегії 10.01.08

УДК 551.4 (477.75)

В. О. Смирнов

Таврический национальный университет им. В. И. Вернадского

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ ПРИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛОКАЛЬНЫХ УЧАСТКОВ ТЕРРИТОРИИ

Надано аналіз можливості вибору використання території за допомогою методу аналізу ієрархій. Проведено аналіз ефективності використання території долини р. Салгир, наведені альтернативні варіанти використання ділянок із різними типами природокористування.

Введение. Для оценки эффективности использования локальных участков территории может быть использован метод анализа иерархий (АНР – analytical hierarchy process), предложенный Т. Саати [2]. Метод ориентирован на поддержку решений, принимаемых экспертами, в условиях сложного выбора между существующими альтернативами. Сложность выбора стратегии использования локального участка территории обусловлена тем, что необходимо найти наилучшее решение, удовлетворяющее сразу нескольким различным критериям.

Постановка проблемы. Одной из актуальных проблем природопользования в Крыму является нерациональное использование земель в пределах южной части долины реки Салгир. Здесь особо остро проявляются противоречия в исполь-