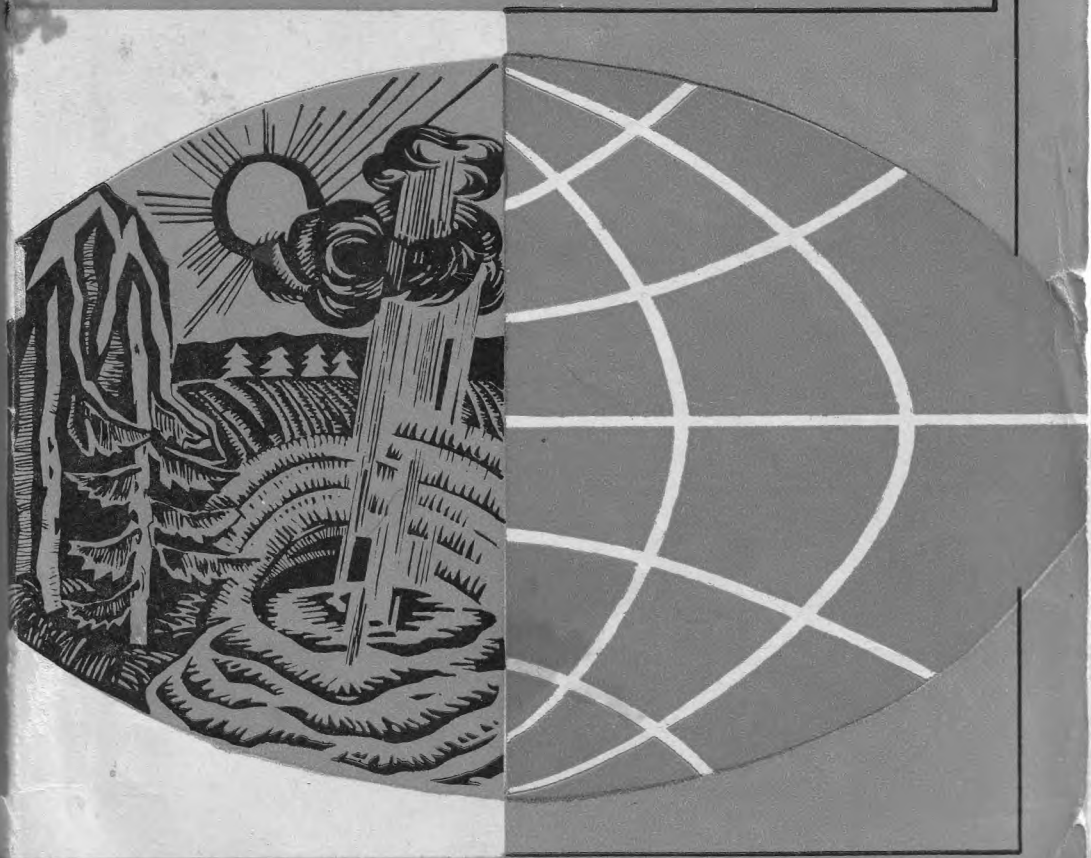
13

Метеорология, климатология и гидрология



УДК 556.54.556.47

Характер влияния попусков Каховской ГЭС на режим солености в зоне смешения Днепра. Илюшин В. Я. Метеорология, климатология и гидрология, вып. 13, 1977, с. 98—105.

Исследуются степень и характер воздействия попусков Каховской ГЭС на солевой режим в зоне смешения путем анализа корреляционных функций: между соленостью и стоком корреляция достаточно высокая, сдвиг фаз солевого режима по сравнению с водным равен 8—12-дневному периоду. Выявлена резонансная форма воздействия режима стока на солевой.

Табл. 1. Библиогр. 4.

УДК 630.551.5; 519.27; 519.283

О методах оценки отдельных независимых переменных уравнений регрессии. Шевченко Н. Я., Паршин В. И. Метеорология, климатология и гидрология, вып. 13, 1977, с. 105—109.

Приводятся методы расчетов относительной доли влияния отдельных метеорологических факторов на урожай зерна кукурузы. Приводятся из литературных источников метод дисперсионного анализа и расчеты коэффициентов эластичности и разработанные авторами расчеты относительной доли влияния отдельных факторов по уравнениям множественной регрессии с применением нормированных β коэффициентов. Дается оценка отдельным метеорологическим факторам по максимальным отклонениям урожая от среднего, обусловленным влиянием этих факторов.

Табл. 2. Библиогр. 4.

УДК 630.551.5.635.64

О методике проведения фенологических наблюдений за виноградом и обработке материалов. Комарова Е. С., Синицина Н. И. Метеорология, климатология и гидрология, вып. 13, 1977, с. 109—115.

Отмечается различие в методике фенонаблюдений за виноградом, принятой в гидрометслужбе, на опытных станциях по виноградарству и в научных учреждениях. Предлагается единая методика этих наблюдений.

Ил. 2. Табл. 1. Библиогр. 8.

УДК 63 : 551.509

Фенологический прогноз фаз развития озимой пшеницы новых сортов интенсивного типа на Украине. Чугай В. Г. Метеорология, гидрология и климатология, вып. 13, 1977, с. 116—127.

Излагается фенологический прогноз фаз развития озимой пшеницы типа Аврора, Кавказ, Одесская-51 в период от возобновления вегетации до восковой спелости методом графического решения системы из четырех уравнений, из которых одно уравнение характеризует тепловые ресурсы географического района, остальные — биологические потребности культуры.

Ил. 3. Библиогр. 4.

A. A. SVETLICHNY

ESTIMATION OF CATCHMENT
MOISTENING ANTECEDENT FLOOD

Summary

A ground surface water and heat balance equation having been utilised, a mathematical expression of antecedent precipitation index is obtained. The weight coefficients are approximated by an exponential function. Parameters of the above function are cited for different geobotanical zone.

В. Я. ИЛЮШИН, ст. преп.
Одесский гидрометинститут

ХАРАКТЕР ВЛИЯНИЯ ПОПУСКОВ КАХОВСКОЙ ГЭС НА РЕЖИМ СОЛЕНОСТИ В ЗОНЕ СМЕШЕНИЯ ДНЕПРА

Мерой информационной связи двух процессов может служить нормированный коэффициент линейной корреляции [4]. Если связь полностью детерминированная, то коэффициент корреляции равен единице. Прямой связи соответствует положительный коэффициент корреляции, обратной — отрицательный. Воздействие посторонних факторов, несинхронных с основным, уменьшает абсолютную величину коэффициента корреляции, вплоть до нуля. Иногда малое значение коэффициента корреляции объясняется нелинейной зависимостью между процессами. Поэтому, использование информационного свойства коэффициента корреляции обосновано тогда, когда достоверно определен характер связи двух процессов.

Положительных результатов в решении задачи [2] о зависимости солености в зоне смешения от водности реки можно достичь, устанавливая зависимость солености s от срока Q в полулогарифмической форме $\ln s = f(Q)$.

Взаимодействие попусковых и сгонно-нагонных волн в устье Днепра не позволяет использовать сведения о стоке на устьевом и приустьевом его участках. В этом случае используются данные попусков через плотину Каховского водохранилища. При этом линейная корреляция дает неполную оценку зависимости солености вод в зоне смешения от величины стока Днепра, так как не учитывается влияние добегания вод на характер связи солевого режима от водности реки. Поэтому более целесообразно использовать функцию взаимной корреляции $r_{Qs}(\tau)$, позволяющую вскрыть механизм воздействия стока на солевой режим во вре-

Оценки корреляционных функций солености и стока

Номер оценки (дискретность, 24 ч)	r_{Qs} (τ)			Нормированная $R_x^*(l\Delta t)$				$S_x^*(\omega)$			
				Оценка до и после фильтрации при T_0=30 суток (водпост Касперовка)							
	Очаков	Прогнойск	Касперовка	до	после	до	после	до	после	до	после
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	—0,66	—0,64	—0,32	1,00	1,00	1,00	1,00	3224	—5,05	4,18	0,022
1	—0,67	—0,67	—0,40	0,67	0,26	0,73	0,47	2312	61,8	4,39	0,170
2	—0,69	—0,69	—0,39	0,61	0,15	0,66	0,30	1324	233	3,79	0,552
3	—0,69	—0,72	—0,39	0,57	0,07	0,61	0,21	845	332	2,10	0,863
4	—0,70	—0,75	—0,37	0,54	0,03	0,57	0,14	282	222	0,94	0,811
5	—0,70	—0,77	—0,38	0,54	0,03	0,55	0,11	124	127	0,53	0,593
6	—0,70	—0,79	—0,39	0,58	0,14	0,51	0,06	143	165	0,42	0,511
7	—0,70	—0,81	—0,38	0,56	0,13	0,51	0,07	131	153	0,38	0,457
8	—0,71	—0,82	—0,45	0,53	0,10	0,45	0,00	91,1	100	0,27	0,308
9	—0,72	—0,84	—0,42	0,43	—0,09	0,42	—0,03	76,4	86,6	0,19	0,200
10	—0,70	—0,85	—0,40	0,41	—0,11	0,40	—0,04	73,5	87,4	0,18	0,216
11	—0,70	—0,85	—0,39	0,41	—0,06	0,35	—0,13	65,7	77,4	0,20	0,246
12	—0,70	—0,84	—0,41	0,39	—0,08	0,31	—0,15	43,6	49,2	0,20	0,208
13	—0,69	—0,83	—0,41	0,37	—0,08	0,28	—0,14	27,7	31,2	0,17	0,145

14	—0,68	—0,82	—0,42	0,37	—0,03	0,28	—0,11	34,3	40,7	0,15	0,125
15	—0,68	—0,81	—0,42	0,36	—0,02	0,24	—0,11	36,4	43,2	0,20	0,207
16	—0,67	—0,80	—0,37	0,33	—0,04	0,21	—0,13	57,0	67,2	0,18	0,228
17	—0,66	—0,78	—0,35	0,31	0,04	0,19	—0,10	104,0	123,0	0,09	0,135
18	—0,65	—0,77	—0,35	0,28	—0,06	0,14	—0,14	120,0	141,0	0,14	0,165
19	—0,64	—0,76	—0,34	0,24	—0,12	0,11	—0,19	123,0	144,0	0,26	0,262
20	—0,63	—	—0,32	0,20	—0,17	0,11	—0,13	1292,0	155,0	0,25	0 248
21	—0,62	—	—0,28	0,24	—0,03	0,11	—0,09	126,0	143,0	0,14	0,153
22	—0,62	—	—0,29	0,20	—0,07	0,10	—0,04	111,0	109,0	0,06	0,078
23	—0,62	—	—0,26	0,18	—0,09	0,04	—0,12	81,6	72,4	0,08	0,076
24	—0,61	—	—0,23	0,19	—0,03	0,03	—0,09	76,0	75,2	0,11	0,087
25	—0,60	—	—0,23	0,14	—0,12	—0,01	—0,07	105,0	119,0	0,12	0,108
26	—0,58	—	—0,22	0,13	—0,11	—0,03	—0,13	96,2	112,0	0,13	0,153
27	—0,57	—	—0,20	0,11	—0,12	—0,04	—0,07	45,9	48,1	0,12	0,141
28	—0,56	—	—0,18	0,15	—0,01	—0,01	—0,02	18,9	15,8	0,11	0,114
29	—0,56	—	—0,23	0,10	—0,08	—0,04	—0,06	25,5	27,1	0,10	0,103
30	—0,55	—	—0,18	0,07	—0,15	—0,06	—0,10	32,8	36,5	0,08	0,092

менной области: временной сдвиг, соответствующий максимуму функции, определяет среднюю разность фаз анализируемых процессов [1].

Приведем точечные значения статистических функций, характеризующих режим стока и солености в устьевой области Днепра (см. таблицу). Оценки рассчитаны по трем пунктам вдоль устьевой области: в Кинбурнском проливе (водпост Очаков, наблюдения 1. I — 31. XII 1971 г.), в средней части Днепровского лимана (Прогнойск, наблюдения 21. V — 31. X 1971 г.) и в устье рукава Рвач (Касперовка, наблюдения 1. IV 1968 — 6. VII 1969 гг.).

Анализ точечных значений функции взаимной корреляции указывает на тесную зависимость солености от стока при 8—12-дневном периоде сдвига: в средней части Днепровского лимана коэффициент корреляции достаточно высок —0,85; в узостях (Кинбурнский пролив и устье рукава Рвач) связь солевого режима и стока менее плотная — здесь большое влияние оказывает ветер.

В характере взаимной корреляционной функции отразилась недельная периодичность попусков Каховской ГЭС. При этом выяснилось, что наибольшее значение на солевой режим оказывают повторяющиеся раз в неделю двухдневные минимумы стока, когда они четко выражены, как это было в 1968—1969 гг. В 1971 г. регулирование было менее жестким, поэтому взаимные корреляционные функции этого периода точечными оценками очерчиваются более плавно.

Речной сток по отношению к солевому режиму представляет собой внешнюю силу. По механизму воздействия внешние силы могут влиять непосредственно, когда реакция системы равна внешней силе, и в резонансной форме [3]. Изменчивость солености в зоне смешения речных и морских вод избирательно относится к спектру сил, возникающих при колебаниях речного стока, реагируя наиболее сильно на те составляющие, которые подобны собственным тенденциям в солевом режиме. Собственная тенденция солевого режима выражается процессом проникновения солей в глубь устьевой области давлением более плотных морских вод, поэтому уменьшение речного стока в конце каждой рабочей недели, даже менее значительное по сравнению с последующим увеличением в начале рабочей недели, сказывается на солевом режиме более эффективно.

Согласно теории случайных процессов современный режим стока Днепра представляет квазипериодическую функцию времени с недельным и сезонным ходом среднего значения. При этом колебания недельной и сезонной периодичностей отражают реально существующие закономерности — искусственное недельное регулирование и сезонный ход гидрометеорологических процессов. Резонансное воздействие отрицательных попусковых волн двухдневной длительности и недельной повторяемости хо-

рошо подтверждается спектральным разложением колебаний стока и солености.

В процессе формирования солевого режима рассматривается влияние попусковых волн стока недельной цикличности. Автокорреляционные функции показали, что внутренняя структура короткопериодных колебаний солености и стока идентична: она состоит из колебаний, не превышающих 30 суток. Исходные временные ряды стока и солености содержат частоты (сезонные колебания), не представляющие интереса для исследования, потому амплитуда этих колебаний должна быть уменьшена с помощью статистической фильтрации.

Статистические фильтры состоят из рядов весовых коэффициентов (обычно меньших единицы), которые для получения отфильтрованной переменной умножаются на последовательные величины временного ряда. Фильтрованная величина получается как сумма произведений весовых коэффициентов на последовательные замечания временного ряда в пределах периода осреднения. Оптимальный период осреднения выбирается из условия среднего числа пересечений автокорреляционной функцией оси абсцисс, или же принимается равным времени внутригрупповой корреляции. После расчета фильтрованной величины и перед расчетом следующей фильтрующая функция сдвигается по времени на один интервал между данными. Анализ различных фильтров показал, что оптимальным является косинус-фильтр (фильтр Тьюки).

При спектральном анализе колебаний солености и стока выяснилось, что из всей массы частот энергонесущими оказались четыре основных компоненты с частотами 0,087; 0,873; 1,879 и 2,62, что соответствует 72-дневной периодичности, 7, 3,6, и 2,5-дневной.

Эффективность влияния колебаний разной периодичности (солености или стока) в общем режиме можно определить по площади, заключенной между осью абсцисс и функцией спектральной плотности за рассматриваемый период, по сравнению с общей площадью под функцией за весь период:

$$\alpha = \frac{\sum\limits_{\omega(t_1)}^{\omega(T_0)} S^*_{(x,i)}(\omega)\Delta\omega}{\sum\limits_{\omega(0)}^{\omega(T_0)} S^*_{\lambda,i}(\omega)\Delta\omega},$$

где α — оценка эффективности вклада составляющих процесса в общей сумме колебаний всего периода: при нулевой доле участия периодичности $\alpha=0$, если процесс представлен только изучаемыми колебаниями $\alpha=1$; $\sum\limits_{\omega(t_1)}^{\omega(T_0)} S^*_{x,\,i}(\omega)\Delta\omega$ — сумма ординат оценок спектральной плотности за рассматриваемый период $t=T_0$—

$-t_1$; $\sum_{\omega(0)}^{T\omega(0)} S^*_{x,\,i}(\omega)\Delta\omega$ — сумма ординат оценок за весь период T_0. Период и частота связаны соотношением $t=\frac{2\pi}{\omega}$.

Оценка влияния дисперсий отдельных спектральных компонент в общей дисперсии солености и стока показывает, что преобладающими являются флуктуации с периодами менее 7 суток. Дисперсия стоковых короткопериодных колебаний составляет 81,8% от общей массы, солевых —73,7%, причем основная доля флуктуаций определяется изменчивостью стока и солености во временных масштабах 2—3 суток, точнее, 46,5 и 39,5%. Некоторое различие дисперсий процессов в низкочастотной области объясняется, вероятно, погрешностью дискретизации.

Минимальный период колебаний, который может быть выявлен по дискретным наблюдениям, равняется удвоенному интервалу дискретности. Соответствующую ему частоту называют частотой Найквиста. В данном случае $\omega_N=\frac{2\pi}{2m\Delta t}=\frac{2\cdot 3{,}14}{2\cdot 1\cdot 1}=$ $=3{,}14$ рад/сут. Если в исследуемом процессе присутствуют колебания с частотой больше, чем ω_N, то при дискретных измерениях они дают фиктивную частоту в низкочастотной области (в области низких частот возникает ложный пик — эффект перепутывания частот или иллюзия дискретизации). Ложный пик тем больше, чем больше интенсивность колебаний солености с частотами, превосходящими ω_N, т. е. с периодичностями меньше 2-х суток.

Для зоны смешения характерна кратновременная изменчивость солености, поэтому в области низких частот дисперсия солености несколько выше стоковой и при анализе вклада отдельных спектральных компонентов в качестве общей следует рассматривать только высокочастотную область спектра.

В общей массе короткопериодных колебаний (менее 7-ми суток) вклад дисперсии солености 2—3-суточных спектральных компонент составляет 53,6%, стоковых —56,8%. Возрастание на 14,1% мощности колебаний солености по сравнению с 10,2% стоковых колебаний, после вычитания низкочастотной части спектра объясняется эффектом перепутывания частот и резонансным характером связи колебаний солености от стоковых в зоне смешения. Эффект резонансного возрастания солености в зоне смешения при уменьшении стока, который стимулируется плотностным градиентом давления, составляет 20%.

Идентичность и различие внутренней статистической структуры режимов стока и солености прослеживается и по характеру автокорреляционных функций, который складывается под влиянием короткопериодных колебаний. Поэтому первые 30 нормированных оценок (всего рассчитывалось 72 ординаты) $R^*_Q(\tau)$ убывают от $+1{,}0$ до $+0{,}1$, а затем в пределах рассчитываемых ординат автокорреляционной функции возрастают до $+0{,}30$.

Интервалы внутригрупповой корреляции в колебаниях солености и стока сравнимы между собой — пересечение автокорреляционной функцией оси абсцисс во всех случаях происходит после 25-й оценки.

После фильтрации высокочастотных составляющих автокорреляционной функции обнаруживается внутригрупповая недельная корреляция — знак функций меняется после 8-й оценки (см. таблицу). Влияние предыдущей ситуации в колебаниях стока слабое и исчезает после первого дня (нормированная оценка автокорреляции через двое суток равняется 0,15), что отвечает искусственному регулированию стока Каховской ГЭС; в солевом режиме это влияние ощущается в течение 3—4-х дней. Характер внутригрупповой связи показывает, что солевой режим обладает большей инерцией по сравнению со стоковым.

Преимущественное формирование поля солености недельными минимумами стока хорошо прослеживается и по характеру взаимнокорреляционных функций: в период жесткого водного регулирования (1968—1969 гг., водпост Касперовка) на взаимной корреляционной функции четко фиксируются «резонансные всплески» недельной цикличности (в таблице точечные оценки $r_{Qs}(\tau)$ выделены). Когда сток в нижний бъеф подается равномерно, взаимнокорреляционные функции очерчиваются плавно, с одним максимумом, соответствующим оптимальному сдвигу фаз солевого режима по сравнению с водным во временной области. В результате анализа корреляционных функций можно сделать следующие выводы.

Между соленостью в зоне смешения Днепра и попусками Каховской ГЭС наблюдается наибольшая корреляция при 8—12-дневном периоде сдвига фаз.

В результате исследований был замечен резонансный характер влияния минимальных попусков Каховской ГЭС на соленость в зоне смешения.

Установлено, что плавный график попусков Каховской ГЭС в отношении солевого режима в зоне смешения является оптимальным, а солевой режим по сравнению с водным обладает большей инерцией. Совпадение энергонесущих частот в колебаниях солености и стока, общность их автокорреляционных функций, четкая взаимосвязанность процессов во временной области — достаточно объективные аргументы в пользу определения солевого режима в устьевой области от водного реки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Григоркина Р. Г., Губер П. К., Фукс В. Р. Прикладные методы корреляционного и спектрального анализа крупномасштабных океанологических процессов. Л., Изд-во Ленингр. ун-та, 1973.

2. Илюшин В. Я. Водно-солевой режим закрытого устьевого взморья Днепра.— В сб.: Метеорология, климатология и гидрология, вып. 12. Киев, «Вища школа», Изд-во при Киев. ун-те, 1976.

3. Карякин Н. И., Быстров К. Н., Киреев П. С. Краткий справочник по физике. М., «Высшая школа», 1969.
4. Реза Ф. М. Теория информации.— В сб.: Справочник по системотехнике. Киев, «Советское радио», 1974.

V. I. ILYUSHIN

INFLUENCE PATTERN OF THE KAKHOVSKAYA POWER STATION ON THE SALT REGIME IN THE DNIEPER MINGLING ZONE

Summary

Correlation function analysis being used, a close connection of flow and salt regimes is produced. The resonance form of negative flushing waves influencing the salt fluctuation in the mingling zone is established.

Н. Я. ШЕВЧЕНКО, доц.,
В. И. ПАРШИН, инж.
Одесский гидрометинститут

О МЕТОДАХ ОЦЕНКИ ОТДЕЛЬНЫХ НЕЗАВИСИМЫХ ПЕРЕМЕННЫХ УРАВНЕНИЙ РЕГРЕССИИ

В регрессионном анализе для оценки значений отдельных независимых переменных применяются разные методы. В статье приводятся четыре метода оценки влияния отдельных независимых переменных (метеорологических факторов) на формирование зависимой переменной (урожаев).

Метод первый. Дисперсионный анализ с последовательным включением независимых переменных в уравнение регрессии. Методика изложена в работах [1, 4].

Метод второй. Использование для оценки независимых переменных нормированных β — коэффициентов регрессии [3].

Значение коэффициента множественной корреляции с использованием нормированных β — коэффициентов определяется по формуле:

$$R_{1,2,3,4,5} = \sqrt{\beta_2 r_{12} + \beta_3 r_{13} + \beta_4 r_{14} + \beta_5 r_{15}}. \qquad (1)$$

Из формулы (1) следует, что коэффициент детерминации (R^2), оценивающий сумму влияния отдельных переменных на зависимую переменную, равен сумме произведений нормированных β_i — коэффициентов на соответствующий парный коэффициент корреляции (r_{1i}) между зависимой переменной (y) и i-й независимой переменной (x_i).