

УДК 556.16

Лобода Н.С., докт. геогр. наук, професор

Кафедра гідрології суші

Одеський державний екологічний університет

вул. Львівська 15, Одеса-16, 65016

Шахман І.О., асп., зав. гідрометеор. відділ.

Херсонський гідрометеорологічний технікум ОДЕКУ

вул. Держинського 11, Херсон, 73000

Україна

ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗРОШУВАННЯ НА ВОДНІ РЕСУРСИ НИЖНЬОГО ДНІПРА НА ОСНОВІ СТОХАСТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Вступ

У зв'язку з незбалансованою із законами природи водогосподарською діяльністю у другій половині минулого сторіччя з метою вирішення питань водозабезпечення економіки України була спричинена зміна гідрогеологічного середовища, перш за все, південних регіонів України. Недотримання при водокористуванні принципу непорушності окремих ланок складних гідрогеологічних систем привело до негативних наслідків. Для рядів побутового річного стоку вже стали не прийнятні стандартні статистичні методи [1, 4]. Для вивчення водного режиму річок в умовах антропогенної діяльності необхідна побудова математичних моделей стоку, які б дозволили імітувати стан водних ресурсів в залежності від виду водогосподарських перетворень.

Задачею досліджень є проведення імітаційного математичного моделювання, у результаті якого отримуються значення статистичних параметрів річного стоку Причорномор'я, включаючи річки Нижнього Дніпра, при різних сполученнях показників водогосподарської діяльності та подальшого їх узагальнення у вигляді так званих функцій відгуку.

Метою досліджень є отримання “функцій відгуку” характеристик річного стоку на водогосподарські перетворення.

Об’єкт дослідження – водні ресурси Нижнього Подніпров’я.

Предмет дослідження – характеристики річного стоку водозборів в умовах зрошування за рахунок місцевого стоку та стоку річок-донорів.

Матеріали та методи дослідження

Вирішення проблеми оцінки характеристик стоку в умовах водогосподарської діяльності досягається завдяки пошуку оператора перетворення вихідного стану гідрологічної системи (в даному випадку це природний стік) в змінене водогосподарськими перетвореннями [4]. Найбільш перспективними в оцінці впливу водогосподарських перетворень на стік являються методи імітаційного математичного моделювання, розвинуті в ОДЕКУ [1, 4]. Основним методом досліджень є стохастичне моделювання рядів річного побутового стоку, яке складається з 2-х етапів. На першому етапі відбувається моделювання природного стоку як простого ланцюга Маркова за законом трипараметричного гама-розподілу С.М. Крицького та М.Ф. Менкеля [1]. На другому етапі на сгенеровані серії природного стоку довжиною 2 тисячі років накладаються показники водогосподарських перетворень з урахуванням ймовірнісної природи кліматичних складових рівнянь водогосподарського балансу. На кожному етапі моделювання невинуваті складові водогосподарського балансу задаються постійними, що дозволяє зберегти стаціонарність змодельованого ряду на кожному його етапі. Отримані результати узагальнюються у вигляді графічних та аналітичних залежностей статистичних параметрів річного стоку від невинуватих показників масштабів та характеристик зрошування [2, 4, 6]

Результати досліджень та їх аналіз

Установлення середніх багаторічних значень природного річного стоку виконувалось із застосуванням розробленої карти ізоліній норм кліматичного річного стоку [3], а для визначення інших статистичних параметрів використовувалися результати їх статистичного районування, обґрунтованого

на основі методу сумісного аналізу складових просторової дисперсії вихідних даних [5]. Надалі авторами проводилося імітаційне стохастичне моделювання побутового річного стоку.

В результаті моделювання були оцінені коефіцієнти антропогенного впливу на річний стік в умовах зрошування водозборів річок зони недостатнього зволоження. Коефіцієнт антропогенного впливу представляє відношення значення статистичного параметру побутового стоку при заданих антропогенних чинниках до значення відповідного параметру у природних умовах. У загальному випадку такий коефіцієнт можна представити як K_A

$$K_A = \frac{A_{II}}{A}, \quad (1)$$

де K_A – коефіцієнт впливу господарської діяльності на статистичний параметр A ; A_{II} – значення параметра побутового стоку при заданому рівні антропогенного впливу, який, перш за все, характеризується показником f ; A – значення статистичного параметра річного стоку в природних умовах формування, коли антропогенні чинники відсутні.

На основі методу множинної лінійної регресії з використанням результатів моделювання були отримані регресійні рівняння, які дозволяють оцінювати коефіцієнти антропогенного впливу в залежності від показників антропогенних перетворень:

- для випадку зрошування за рахунок місцевого стоку

$$K_{Y_{20}} = 1,00 - 5,85 f_{3p} - 0,825 v_0 - 0,408 \xi + 0,840 \eta, \quad R = 0,874; \quad (2)$$

$$K_{Y_{30}} = 1,00 - 4,90 f_{3p} - 0,660 v_0 - 0,397 \xi + 0,770 \eta, \quad R = 0,847; \quad (3)$$

$$K_{Y_{40}} = 1,00 - 4,35 f_{3p} - 0,588 v_0 - 0,315 \xi + 0,683 \eta, \quad R = 0,798. \quad (4)$$

$$K_{C_v, 20} = 1,00 + 4,05 f_{3p} + 0,157 v_0 + 0,327 \xi - 0,338 \eta, \quad R = 0,790; \quad (5)$$

$$K_{C_v, 30} = 1,00 + 3,37 f_{3p} + 0,097 v_0 + 0,271 \xi - 0,265 \eta, \quad R = 0,797; \quad (6)$$

$$K_{C_v, 40} = 1,00 + 2,23 f_{3p} + 0,017 v_0 + 0,198 \xi - 0,172 \eta, \quad R = 0,877. \quad (7)$$

$$K_{C_s, 20} = 1,00 - 4,12 f_{3p} - 0,159 v_0 - 0,331 \xi + 0,343 \eta, \quad R = 0,877; \quad (8)$$

$$K_{C_s,30} = 1,00 - 3,42f_{3p} - 0,098v_0 - 0,274\xi + 0,268\eta, \quad R = 0,955; \quad (9)$$

$$K_{C_s,40} = 1,00 - 2,25f_{3p} - 0,016v_0 - 0,201\xi + 0,172\eta, \quad R = 0,928; \quad (10)$$

- для випадку зрошування за рахунок води річки-донора (р.Дніпро)

$$K''_{Y20} = 1,00 + 1,95f_{3p} + 0,680v_0 + 0,180\xi - 0,835\eta, \quad R = 0,780; \quad (11)$$

$$K''_{Y30} = 1,00 + 1,26f_{3p} + 0,377v_0 + 0,116\xi - 0,477\eta, \quad R = 0,760; \quad (12)$$

$$K''_{Y40} = 1,00 + 0,738f_{3p} + 0,275v_0 + 0,068\xi - 0,338\eta, \quad R = 0,761. \quad (13)$$

$$K''_{C_v,20} = 1,00 - 1,85f_{3p} - 0,587v_0 - 0,160\xi + 0,770\eta, \quad R = 0,866; \quad (14)$$

$$K''_{C_v,30} = 1,00 - 1,41f_{3p} - 0,362v_0 - 0,125\xi + 0,527\eta, \quad R = 0,833; \quad (15)$$

$$K''_{C_v,40} = 1,00 - 0,898f_{3p} - 0,292v_0 - 0,080\xi + 0,402\eta, \quad R = 0,823; \quad (16)$$

$$K''_{C_s,10} = 1,00 + 3,71f_{3p} + 0,915v_0 + 0,361\xi - 1,24\eta, \quad R = 0,775; \quad (17)$$

$$K''_{C_s,20} = 1,00 + 1,65f_{3p} + 0,404v_0 + 0,156\xi - 0,520\eta, \quad R = 0,783; \quad (18)$$

$$K''_{C_s,30} = 1,00 + 1,18f_{3p} + 0,265v_0 + 0,111\xi - 0,336\eta, \quad R = 0,789; \quad (19)$$

$$K''_{C_s,40} = 1,00 + 0,598f_{3p} + 0,164v_0 + 0,056\xi - 0,175\eta, \quad R = 0,808, \quad (20)$$

де K_{Y20} , K_{Y30} , K_{Y40} – коефіцієнти впливу зрошування за рахунок місцевого стоку на середньобогаторічну величину стоку при вихідній нормі природного річного стоку 20, 30, 40 мм, відповідно;

K''_{Y20} , K''_{Y30} , K''_{Y40} – коефіцієнти впливу зрошування за рахунок води річки-донора на середньобогаторічну величину стоку при вихідній нормі природного річного стоку 20, 30, 40 мм, відповідно;

$K_{C_v,20}$, $K_{C_v,30}$, $K_{C_v,40}$ – коефіцієнти впливу зрошування за рахунок місцевого стоку на мінливість річного стоку при вихідній нормі природного річного стоку 20, 30, 40 мм, відповідно;

$K''_{C_v,20}$, $K''_{C_v,30}$, $K''_{C_v,40}$ – коефіцієнти впливу зрошування за рахунок річки-донора на мінливість річного стоку при вихідній нормі природного річного стоку 20, 30, 40 мм, відповідно;

K_{Cs20} , K_{Cs30} , K_{Cs40} – коефіцієнти впливу зрошування за рахунок місцевого стоку на асиметрію річного стоку при вихідній нормі природного річного стоку 20, 30, 40 мм, відповідно;

K''_{Cs20} , K''_{Cs30} , K''_{Cs40} – коефіцієнти впливу зрошування за рахунок річки-донора на асиметрію річного стоку при вихідній нормі природного річного стоку 20, 30, 40 мм, відповідно;

f_{3p} – сумарна площа масивів, що зрошуються, виражена в частках від загальної площі водозбору F ; η – коефіцієнт корисної дії зрошувальної системи;

$v_0 = \frac{w_0}{w_{HB}}$ – відносна зволоженість ґрунту w_0 , виражена в частках від

найменшої польової вологоємності w_{HB} , при якій відбувається оптимальний розвиток рослини; ξ – коефіцієнт, який задає частку ґрунтових вод, що надходять при зрошуванні сільськогосподарських масивів в поверхневі водотоки, його значення визначається місцезнаходженням зрошувальних масивів відносно водоприймача, а також наявністю або відсутністю гідрографічного зв'язку зони зрошування з річкою, що розглядається ($\xi = 0.0 - 1.0$); R – коефіцієнт множинної регресії.

Висновки

Отримані аналітичні залежності являють собою математичне узагальнення імітаційних експериментів по моделюванню побутового стоку, проведених в ОДЕКУ. Достовірність результатів моделювання була підтвердженою співставленням характеристик побутового річного стоку, розрахованих по даним спостережень та одержаних в результаті моделювання [2,4,6].

Для річок Нижнього Дніпра забір води на зрошування за рахунок місцевих водних ресурсів спричинює зменшення норм річного стоку та його асиметрії й обумовлює підвищення мінливості річного стоку при зростанні відносних площ, відведених під зрошування.

Наявність зворотних вод при зрошуванні за рахунок річок-донорів спричинює збільшення норм річного стоку та його асиметрії й зменшення мінливості стоку за умови зростання f_{3p} . Найбільш інтенсивне змінювання статистичних параметрів річного стоку спостерігається при оптимальній зволоженості ґрунту для вологолюбивих рослин ($v_0=1,0$). При переході до більш посушливих територій вплив водогосподарської діяльності збільшується.

Запропонована методика оцінки впливу зрошування на річний стік може бути застосованою для розрахунків характеристик побутового річного стоку водозборів Причорномор'я у цілому.

Література

1. Болгов М.В., Мишон В.М., Сенцова Н.И. Современные проблемы оценки водных ресурсов и водообеспечения. – М.: Наука, 2005. – 318 с.
2. Гопченко Е.Д., Лобода Н.С. Водные ресурсы северо-западного Причерноморья (в естественных и нарушенных антропогенной деятельностью условиях): Монография. – К.: КНТ, 2005. – 192 с.
3. Гопченко Е.Д., Лобода Н.С., Шахман І.О. Оцінювання природних водних ресурсів Нижнього Подніпров'я за метеорологічними даними // Міжвід. наук. зб. України. - Метеорологія, кліматологія та гідрологія. - Одеса. - 2005. – Вип. 49. - С. 485 – 496.
4. Лобода Н.С. Расчёты и обобщения характеристик годового стока рек Украины в условиях антропогенного влияния. – Одесса.: Экология, 2005. – 208 с.
5. Лобода Н.С., Шахман І.О. Методика розрахунку річного стоку річок Нижнього Подніпров'я в умовах недостатності даних спостережень // Вісник Одеського державного екологічного університету. – Вип.2. - К:КНТ. –2006. - С. 200-207.
6. Лобода Н.С., Шахман І.О. Функції відгуку водогосподарських систем Нижнього Подніпров'я на зрошення сільськогосподарських масивів водами

Дніпра // Вісник Одеського державного екологічного університету. – Вип.3. -
Одеса:ТЕС. –2006. - С. 175-181.

Лобода Н.С., Шахман І.О.

**Оцінка впливу зрошування на водні ресурси Нижнього Дніпра на
основі стохастичного моделювання**

Резюме

Виконано математичне моделювання побутового стоку. Оцінені статистичні параметри річного стоку в умовах господарської діяльності й отримані функції відгуку характеристик річного стоку на сільськогосподарські меліорації.

Ключові слова: стохастична модель річного стоку, функції відгуку

Лобода Н. С., Шахман И. А.

**Оценка влияния орошения на водные ресурсы Нижнего Днeпра на
основе стохастического моделирования**

Резюме

Выполнено математическое моделирование бытового стока. Произведена оценка статистических параметров годового стока в условиях хозяйственной деятельности в и получены функции отклика характеристик годового стока на сельскохозяйственные мелиорации.

Ключевые слова: стохастическая модель бытового стока, функции отклика

Loboda N. S., Shakhman I. O.

**The evaluation of the irrigation influence on water resources of Low Dniper
by stochastic modelling**

Summary

Mathematical model of life-conditioned annual runoff was selected. Estimation of statistical parameters of annual runoff under economic activity on the base of stochastic model was calculated. The response functions were received.

Key words: stochastic model of annual runoff, response functions