## Для заказа доставки данной работы воспользуйтесь поиском на сайте по ссылке: <http://www.mydisser.com/search.html>

ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**Нгуєн By Ань**

УДК 556.161

**РІЧНИЙ СТІК РІЧОК БАСЕЙНУ Р. УССУРІ**

11.00.07 - гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня

кандидата географічних наук

Одеса-2007

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Одеському державному екологічному університеті Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник доктор географічних наук, професор

**Лобода Наталія Степанівна,**

Одеський державний екологічний

університет,

професор кафедри гідрології суші

Офіційні опоненти доктор географічних наук, професор

**Іваненко Олександр Григорович,**

Одеський державний екологічний

університет,

завідуючий кафедрою гідроекології і

водних досліджень

кандидат географічних наук,

**Бойко Вікторія Михайлівна,**

начальник відділу гідрологічних

прогнозів Українського Державного

Гідрометцентру

Провідна установа Київський національний університет

ім. Тараса Шевченка, кафедра гідрології

та гідроекології

Захист відбудеться “3” липня 2007р. о 10 годині на засіданні

спеціалізованої вченої ради Д 41.090.01

в Одеському державному екологічному університеті за адресою:

65016, м. Одеса, вул. Львівська 15, ОДЕКУ.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Одеського державного екологічного університету за адресою:

65016 м. Одеса, вул. Львівська 15, ОГМІ.

Автореферат розісланий “2” червня 2007р.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради Чугай А.В.

**ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ**

Актуальність теми дисертації обумовлена необхідністю підвищення точності розрахунків стоку на територіях з недостатньо розвинутою мережею гідрологічних спостережень і обмеженою в часі їх тривалістю, до яких відноситься і В'єтнам.

Проблема раціонального і економного використання водних ресурсів набула для країн світу важливе значення в умовах змін глобального клімату, які спостерігаються в останні десятиріччя. Вирішення цієї проблеми пов'язано з плануванням різних водогосподарських заходів, наукове обґрунтовування яких визначає стратегію розвитку водного господарства. Для інформаційного забезпечення при недоліку або відсутністі даних гідрологічних спостережень необхідне проведення географічних узагальнень характеристик стоку з метою їх використання при розробці проектів водоспоживання для невивчених в гідрологічному відношенні водозборів.

Виконана дисертаційна робота присвячена установленню закономірностей формування річного стоку в межах водозбору р. Уссурі (Росія), близьким до умов гірської частини В'єтнаму, і географічним узагальненням характеристик річного стоку на основі сучасних методів багатовимірного статистичного аналізу.

**Зв'язок з науковими програмами, планами, темами.** Дослідження є ініціативним і спрямоване на вивчення шляхів розвитку і удосконалення методів гідрологічних розрахунків в гірських районах з мусонним кліматом. Складна взаємодія кліматичних умов, підстильної поверхні й особливостей орографії, неоднорідна концентрація промислових і сільськогосподарських об'єктів забезпечують схожість досліджуваної території з В'єтнамом.

**Мета і задачі дослідження.** Мета полягає в розробці нових методик розрахунків характеристик річного стоку річок басейну р. Уссурі із залученням сучасних математичних методів до географічного узагальнення гідрологічної інформації.

Задачі дослідження:

- встановити закономірності багаторічних коливань річного стоку на основі методів багатовимірного статистичного аналізу (методи факторного аналізу і головних компонент);

- встановити закономірності просторового розподілу характеристик річного стоку та обгунтувати способи їх географічних узагальнень (метод сумісного аналізу даних);

- виявити основні стокоформуючі чинники (метод головних компонент і регресійний аналіз);

- удосконалити і розвинути існуючі методики розрахунку характеристик стоку в басейні р. Уссурі.

*Об'єкт дослідження –* річки басейну р. Уссурі.

*Предмет дослідження –* характеристики річного стоку річок басейну р.Уссурі.

*Методи дослідження –* методи головних компонент (розкладання полів стоку за природними ортогональними функціями або ПОФ), факторного аналізу (Q-модифікація), парної й множинної регресії, сумісного аналізу даних (С.Н. Крицький, М.Ф. Менкель, 1982).

**Наукова новизна одержаних результатів** міститься у вирішенні задачі удосконалення і подальшого розвитку методик розрахунку характеристик річного стоку гірських регіонів з мусонним кліматом в умовах недостатності даних спостережень на основі сучасних методів географічних узагальнень.

Отримані наступні результати:

- вперше досліджена статистична структура полів річного стоку річок басейну р.Уссурі на основі методів головних компонент й факторного аналізу, виконано районування території за синхронностю коливань річного стоку;

- вперше виконано наукове обґрунтовування способів географічного узагальнення даних на основі методу сумісного аналізу, виділені статистично однорідні райони для параметрів річного стоку, які визначаються з малим ступенем достовірності (коефіцієнти автокореляції й асиметрії);

- вперше встановлений зв'язок між складовими розкладання полів річного стоку у басейні р.Уссурі за природними ортогональними функціями (ПОФ) та індексами Тихоокеанської декадної осциляції(ТДО);

- на основі методів множинної регресії й сумісного аналізу даних удосконалені існуючі розрахункові методики (СНІП 2.01.14-83) визначення статистичних параметрів річного стоку в басейні р.Уссурі.

**Практичне значення одержаних результатів.** Основні географічні узагальнення, які розроблені для розглядуваної території, базувалися на виділенні закономірностей просторово-часового розподілу характеристик річного стоку у зв'язку тільки з одним чинником – висотою місцевості. В роботі розглянутий і проаналізований комплекс стокоформуючих чинників і їх кількісних показників. Розроблені методики визначення статистичних параметрів стоку невивчених у гідрологічному відношенні річок, включаючи районування коефіцієнтів автокореляції, відношення коефіцієнтів асиметрії до коефіцієнтів варіації та розрахункові регресійні моделі для визначення середніх багаторічних величин річного стоку і коефіцієнтів варіації. Отримані результати можуть бути використані при вирішенні прикладних задач гідрологічних розрахунків і гідротехнічного проектування.

**Особистий внесок здобувача** полягає в просторово-часовому узагальненні даних спостережень по річному стоку річок басейну р. Уссурі та розробці розрахункових методик визначення статистичних параметрів річного стоку. Автору належить вирішення теоретичних і практичних задач при виконанні дослідження.

**Апробація результатів дисертації.** Основні результати роботи представлялися і обговорювалися на наукових конференціях молодих вчених ОДЕКУ (2004, 2005,2006).

**Публікації.** Основні результати дисертаційної роботи наведені в 4 наукових публікаціях, з них 3 в провідних наукових журналах, рекомендованих ВАК України.

**Структура і об'єм дисертації.** Повний об'єм роботи складає 154 сторінки. В дисертаційну роботу входять 15 рисунків та 6 таблиць. Робота складається з вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних літературних джерел (85 найменувань), 11 додатків на 30 сторінках.

**ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

**У вступі** розкривається стан наукової проблеми, обґрунтовується актуальність теми дисертаційної роботи, формулюються мета та задачі дослідження, наводиться наукова новизна та практичне значення одержаних результатів.

**У першому розділі** “Коротка фізико-геграфічна характеристика” наводяться основні дані про орографію водозбору, кліматичні умови, підстильну поверхню та гідрологічну вивченність.

Звертається увага на те, що розглядувана територія знаходиться у помірному поясі мусонної далекосхідної області колишнього СРСР. На формування стоку впливають складний рельєф та мусонний характер атмосферної циркуляції. Гірський хребет Сіхоте-Алінь, з якого беруть початок праві притоки р. Уссурі, стоїть бар'єром на шляху повітряних мас. У зимовий період на формування клімату впливає взаємодія між сибірським антициклоном й південно-західною улоговиною алеутської депресії, улітку – азіатська депресія та тихоокеанський антициклон.

Кількість річних опадів пов'язується з висотою місцевості та орієнтацією гірських схилів. У “Ресурсах поверхневих вод СРСР” наводиться до 15 районів, виділених за характером зв'язків норм річних опадів із висотою.

Головним джерелом живлення р. Уссурі є опади (66%). Снігове живлення становить тільки 19% від середньої багаторічної річної величини стоку. Підземному живленню належить близько 15%. Найбільше характерним для внутрішньорічного розподілу стоку є паводковий режим у теплу частину року. При визначенні внутрішнорічного розподілу стоку виділяються сезони весна-літо (IV-X), осінь (Х-ХІ) та зима (ХІІ-III). Найбільші витрати води спостерігаються у квітні-травні за рахунок як талого, так і дощового стоку.

У межах водозбору р. Уссурі за комплексом гідрологічних та ландшафтно-морфологічних характеристик у “Ресурсах поверхневих вод СРСР” наведено 3 райони: Центральна частина хребта Сіхоте-Алінь; Західний схил хребта Сіхоте-Алінь; Західно-Приморська низовина. Виділені райони розрізняються у гідрологічному відношенні за внеском паводків та повеней у формування річного стоку та ділять територію меридіонально, за розподілом висоти. Виділення зон підвищеного, помірного та талого стоку за характером розподілу ізоліній норм річного стоку також є відображенням прояву закону вертикальної поясності у формуванні річного стоку гірських регіонів.

У подальших географічних узагальненнях, наведених у літературних джерелах, прояв закону вертикальної поясності розглядається як головний чинник, що має бути урахованним при розробці розрахункових методик. Так у СНІП 2.01-14-83 запропоновано 3 райони для визначення норм стоку згідно з

характером залежності норм річного стоку від висоти місцевості. Але наведені залежності не охоплюють усіх особливостей формування стоку у басейні р. Уссурі, що у кінцевому результаті забезпечує низьку точність розрахунків. Виходячи з цього, автор формулює основну задачу дослідження як необхідність розроблення науково обґрунтованих географічних узагальнень характеристик річного стоку з метою підвищеннія якості та точності розрахунків.

До аналізу залучені ряди річного стоку по 50 рівномірно розташованих по території водозборів, з довжиною спостережень не менше 10 років.

**У другому розділі** “Оцінка характеристик річного стоку за даними спостережень” наводяться результати розрахунків статистичних параметрів річного стоку річок басейну Уссурі, виконані за методом моментів. Вибір цього розрахункового методу спирається на рекомендації СНІП 2.01.14-83 для рядів стоку з коефіцієнтами варіації Cv <0,5. Результати розрахунків показали, що у більшості випадків визначення середньоарифметичних значень річного стоку та коефіцієнтів варіації відбулося з достатньою точністю. Але для коротких рядів (n<20 років) відносна середньоквадратична похибка визначення цих параметрів перевищує допустиму.

Коефіцієнти асиметрії Cs та автокореляції *r*(1) визначені за вибірковими даними з недостатньою точністю. У багатьох випадках похибка визначення цих параметрів перевищує значення самих параметрів.

Перевірка статистичних гіпотез про однорідність членів статистичної сукупності показала, що більшість рядів годового стоку в басейні р.Уссури можуть розглядатися як однорідні. Установлена за критеріями Фішера і Стьюдента статистична значущість різниць між середніми арифметичними значеннями та дисперсіями порівнювальних частин вихідних рядів обумовлена наявністю пропусків даних (особливо у екстремальні за водністю роки). Навіть довгі ряди мають певну кількість пропусків. Автором зроблено висновок про необхідність відновлення пропущених даних, та установлення розрахункового періоду з метою приведення коротких рядів стоку до довгого періоду.

У **третьому розділі** “Закономірності коливань річного стоку” розглянуто проблему визначення основних закономірностей коливань річного стоку на основі використання Q-модифікації факторного аналізу та методу головних компонентів (розкладання полів стоку за ПОФ).

Модель Q-модифікації факторного анализу може бути представленою у вигляді:

, (1)

де  - матриця кореляцій;  - матриця факторних навантажень; -транспонована матриця ;  - діагональна матриця з елементами дісперсії незалежних залишків.

Задача факторного анализу – представити дані спостережень у виді лінійних комбінацій факторів

, (2)

где - нормована та центрована вихідна змінна;  - число факторів;  - номер фактора;  - факторне навантаження  - некорельовані між собою фактори; - незалежні залишки.

Проаналізована кореляційна матриця 20 рядів за період сумісних спостережень, починаючи з 1960 року і закінчуючи 1986 роком, тобто 27 років. Внесок першого фактора у загальну дисперсію вихідної інформації становить 66%, а другого – 20%. Отже, на перші 2 фактори приходиться 88%. Районування за синхронністю коливань стоку відбулося на підставі угрупувань точок з координатами  та , які є факторними навантаженнями на перший та другий фактори для кожного - *того* водозбору (рис. 1). Як міра схожості використана міра відстані: чим ближче точки розташовані на площині і менший косинус кута між ними, тим ближчий коефіцієнт кореляції між рядами стоку до одиниці. Виділено 2 угрупування, які поділяють поверхню р.Уссурі на дві області – Північну та Південну. Між двома угрупуваннями знаходиться група точок, що займають проміжне положення.

Рис.1 – Угрупування точок з координатами, які відповідають факторним навантаженням

(біля точок – номера постів)

Метод головних компонент є одним з методів перетворення вихідної інформації полів даних у базисі власних векторів матриці коваріацій або кореляцій. Матричне рівняння повної проблеми власних векторів має вигляд

, (3)

где  - матриця коефіцієнтів кореляції розміром *m×m* (*m* відповідає кількості розглянутих об’єктів);  - власні вектори матриці кореляцій;  - відповідне кожному власному вектору власне значення.

Згідно з методом головних компонент будь-який елемент матриці  (на  -тому розглядуваному об’єкті у - тий момент часу) може бути обчислений, якщо проблему власних векторів вирішено. При необхідності виключити вплив малоінформативних процесів на характер просторово-часового розподілу гідрометеорологічних характеристик розглядаються лише перші компоненти (складові розкладання), що описують основну частину дисперсії вихідних даних

; , (4)

де --тий випадковий вектор або поле центрованих та нормованих вихідних даних, яке відновлюється на основі перших компонент; - кількість перших компонент, що мають описувати не менш ніж 70% вихідної інформації;  - вагові коефіцієнти (складові власного вектора), які відображають внесок - того об’єкта в кожну  -ту компоненту (або, навпаки, внесок  -тої компоненти в  -й об'єкт);  - складові - тої компоненти розкладання;  - кількість об’єктів; - довжина вихідних рядів. Значення  змінюються у просторі, але не залежать від часу. Система функцій  називається базисними функціями. Амплітудна функція (компонента)  постійна для всіх об’єктів й змінюється у часі.

Розкладання полів річного стоку за методом головних компонентів дозволили уточнити районування за методом факторного аналізу. Внесок перших компонент у загальну дисперсію становить: 63% для першої компоненти, 20% - для другої та 5% - для третьої.

Знак вагових коефіцієнтів першої компоненти розкладання не змінюється, що інтерпретується як однорідний вплив найбільш масштабного фізичного процесу на формування полів річного стоку. Зазвичай, перша компонента розкладання розглядається як статистичне відображення дії атмосферних процесів глобального масштабу. Вагові коефіцієнти другої компоненти змінюють знак, що у літературних джерелах (Д.Л.Смірнов, В.Л. Скляренко,1986) інтерпретується як існування різниці у закономірностях

коливань гідрологічних характеристик на різних ділянках території. Інакше кажучи, другий за значущістю фізичний процес обумовлює існування несинхронності у коливаннях характеристик стоку. Положення нульової ізолінії (=0) розглядається як межа між районами з несинхронними коливаннями цих характеристик. Нульова ізолінія поділяє територію водозбору р. Уссурі навпіл.

На основі аналізу просторового розподілу вагових коефіцієнтів третьої компоненти був виділений третій район (рис. 2), до якого входять водозбори, що займають проміжне положення на рис. 1.

Таким чином, водосбор р. Уссурі був поділений на 3 райони з синхронними коливаннями стоку: Північний, Центральний та Південний. Отримані результати підтверджуються даними М.Г. Васьковського (1968), який виконав районування за синхронністю коливань річного стоку на підставі аналізу різницевих інтегральних кривих. Різниця у зроблених висновках полягає у тому, що водозбори рр.Бікін та Хор віднесені автором до одного району.



Рис. 2 – Розподіл ізоліній вагових коефіцієнтів третьої компоненти

розкладання (+ - положення центрів тяжіння водозборів)

Підтвердженням об'єктивності районування є той факт, що загальний коефіцієнт кореляції між річним стоком розглядуваних 20 річок дорівнює 0,52; при виділенні двох районів осереднені у межах районів коефіцієнти кореляції перевищують 0,7, а при виділенні трьох – 0,8. У якості границь районів можуть розглядатися нульові ізолінії вагових коефіцієнтів.

Досліджено вплив атмосферних процесів, які відбуваються на межі океан-континент шляхом установлення зв’язків між часовими складовими (амплітудними функціями) розкладання полів річного стоку за ПОФ та індексами ТДО (Тихоокеанська декадна осциляція). Індекси ТДО (N.J. Mantua, 1997; Воскресенська О.Н., А.Б. Полонський, 2003) – це перша амплітудна функція розкладання полів аномалій температури Північної частини Тихого океану. Отримана значуща кореляція між другою амплітудною функцією та індексами ТДО за січень і лютий. Коефіцієнти кореляції цих зв’язків перевищують 0,4. Просліджується також зв’язок між третьою амплітудною функцією та індексами ТДО за вересень (r = 0,35).

Ураховуючи, що коливання у межах водозбору р. Уссурі синфазні, для аналізу циклічності коливань річного стоку був вибраний найбільш довгий ряд р.Іман-с.Вагутон (1928-1986 pp.). У межах ряду спостережень за характерними точками ординат різніцевої інтегральної кривої виділений лише один цикл водності, який складається з однієї багатоводної (1955-1974 pp.) та однієї маловодної (1975-1986 pp.) фаз водності. По точкам перетину різницевою інтегральною кривою нульової осі можна виділити 2 цикли водності (1944-1959рр. та 1960-1986 pp.). Як розрахунковий період, до якого приводяться короткі ряди стоку або їх статистичні параметри, рекомендований період з 1960 по 1986 pp., який містить у собі приблизно однакове число маловодних та багатоводних років. Установлено, що між фазами індекса ТДО та фазами водності річного стоку існує певний зв’язок: від’ємній або холодній фазі ТДО відповідає багатоводна фаза стоку і, відповідно, позитивній або теплій фазі ТДО відповідає маловодна фаза стоку

**У четвертому розділі** “Оцінка характеристик річного стоку при недостатньості даних спостережень” обговорюються результати відновлення пропущених елементів рядів річного стоку та приведення статистичних параметрів коротких рядів до довгого періоду з урахування циклічності коливань стоку. Ряди-аналоги підбиралися у межах кожного із виділених районів з синхронними коливаннями річного стоку. Для Південного району як водозбори-аналоги рекомендовано використовувати ряди річного стоку з водозборів р. Уссурі – с Комсомольське та р. Даубіха – с Яковлівка. У Центральному районі найбільш оптимальними аналогами є р. Іман – с Вагутон та р. Вака – с Ракітне, у Північному - р. Хор – с. Хор.

Теоретичною основою відновлення пропущених даних та приведення рядів стоку до багаторічного періоду є метод парної лінійної регресії. Результати пошука розрахункових рівнянь, які описують зв’язок між рядами стоку, підтвердили результати районування за синхронністю коливань стоку та дозволили провести уточнення границь між районами.

Установлено, що верхня границя Південного району проходить по р.Улахе, праві притоки якої мають бути віднесеними до Центрального району. Границя між Центральним та Північним районами проходить по вододілу між pp. Бікін та Хор.

**В п’ятому розділі** “Просторові узагальнення характеристик річного стоку” вирішується задача географічних узагальнень статистичних характеристик річного стоку басейну р. Уссурі.

Обґрунтування вибору методу просторових узагальнень виконано на основі методу сумісного аналізу даних, розробленого С.М. Крицьким та М.Ф.Менкелем (1982 p.). Згідно з цим методом аналізуються складові просторової дисперсії статистичного параметра, який розглядається. Сутність методу зводиться до визначення географічної  і випадкової  складових загальної просторової дисперсії  будь - якого статистичного параметру 

. (5)

Коли виконується умова

, (6)

то можна вважати, що просторовий розподіл розглядуваного параметру визначається у більшій мірі випадковими властивостями поєднуваних виборок і у меншій – зміною фізико-географічних умов у просторі. Внаслідок цього, вибіркові оцінки параметрів можуть бути осередненими у межах досліджуваної території. Якість об'єднання тим вища, чим менший внесок географічної складової у загальну просторову дисперсію параметра. У випадку, протилежному умові (6), необхідно запобігати до пошуку залежностей, які описують закономірності просторового розподілу досліджуваного параметра.

Аналіз складових просторової дисперсії середньобагаторічних величин річного стоку показав, що ні у межах кожного із районів з синхронними коливаннями стоку, ні на водозборі у цілому осереднення цієї величини неможливе, оскільки внесок географічної складової у повну дисперсію параметра перевищує 50% (табл.1).

Коефіцієнт варіації може бути осередненим тільки у межах Центрального району, де існують карстові та тріщінно - пластові води, що забезпечують багаторічне регулювання стоку. Саме Центральний район має найменші значення коефіцієнта варіації.

Відношення *Cs/Cv* може бути осередненим у межах кожного із районів з синхронними коливаннями стоку і змінюється від 1 до 3 (табл.2). Об’єднання цієї статистики для усього водозбору р.Уссурі неможливе, оскільки внесок випадкової складової у загальну дисперсію зменьшується до 14,8%.

Таблиця 1 - Результати просторового об’єднання

середньоарифметичних значень  и коефіцієнта варіації *Cv* річного стока за

методом сумісного анализу

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Район | Середнє  значення  параметру,  *л/с·км2* | Дисперсія | | | | ,  % |
| Повна | Випадкова | | Географіч-на |
| Середнє арифметичне значення | | | | | | |
| Північний | 12,3 | 9,80 | | 0,52  5% | 9,28  95% | 24,8 |
| Центральний | 11,2 | 4,99 | | 0,36  7,2% | 4,63  92,8 | 19,2 |
| Південний | 8,94 | 2,55 | | 0,587 23% | 1,97  77% | 15,8 |
| Водозбір р.Уссурі | 10,3 | 6,39 | | 0,48 7,5% | 5,91  92,5 | 34,0 |
| Коэфіцієнт варіації | | | | | | |
| Північний | 0,39 | 0,0352 | | 0,00426 12,02% | 0,0309 87,8% | 18,9 |
| Центральний | 0,33 | 0,00161 | | 0,00164 100% | -0,00003 0,00% | 2,97 |
| Південний | 0,44 | 0,00795 | | 0,00380  47,7% | 0,00415 52,2% | 6,58 |
| Водозбір  р. Уссурі | 0,39 | 0,0124 | | 0,00346 27,9% | 0,000894  72,1% | 24,3 |

Внутрішньорядний зв’язок між попередніми та наступними елементами рядів річного стоку практично відсутній. Значення коефіцієнту автокореляції може бути прийняте рівним 0 (табл. 2).

Таблиця 2 - Результати просторового об’єднання

відношення*Cs/Cv* и коефіцієнта автокореляції *r*(l) річного стока за методом

сумісного анализу

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Район | Середнє значення параметру | Дисперсія | | |  |
| Повна | Випадкова | Географіч-на |
| Відношення *Cs/Cv* | | | | | |
| Північний | 3,3 | 2,60 100% | 1,68  64,6% | 0,92  35,4% | 1,02 |
| Центральний | 1,0 | 0,53 100% | 1,59  100% | -1,06 0,00% | 0,30 |
| Південний | 2,3 | 0,28 100% | 1,24  100% | -0,96 0,00% | 0,24 |
| Водозбір  р.Уссурі | 2,0 | 1,62 100% | 0,239  14,8% | 1,38  85,2% | 1,18 |
| Коэффіцієнт автокореляції *r*(1) | | | | | |
| Північний | -0,0047 | 0,0041 100% | 0,032  100% | -0,0279 0,00% | 0,0596 |
| Центральний | 0,0385 | 0,000222 100% | 0,0276  100% | -0,0274 0,00% | 0,0403 |
| Південний | -0,0130 | 0,00810 100% | 0,0405  100% | -0,0324 0,00% | 0,0439 |
| Водозбір р.Уссурі | 0,0100 | 0,00929 100% | 0,034  100% | -0,0247 0,00% | 0,0261 |

Для визначення головних чинників формування річного стоку на водозборі були застосовані результати розкладання матриці коваріацій річного стоку в базисі власних векторів. Просторовий розподіл вагових коефіцієнтів кожної з компонент (базисних функцій) є детермінованим й відображає головні особливості статистичної структури поля досліджуваної величини. Вагові

коефіцієнти кожної  - тої компоненти розкладання матриці коваріацій за ПОФ містять у собі інформацію про внесок цієї компоненти у формування річного стоку на - тому водозборі. Кожна з компонент являє собою математичне представлення впливу зовнішнього фізичного процесу заданого масштабу на формування полів річного стоку. Таким чином, вагові коефіцієнти перших компонент розкладання можуть бути зв’язані з кількісними показниками умов формування стоку на водозборі (Карасьов И.Ф., Савельєва Л.Н.,1992; Лобода Н.С.,2005). Це дозволяє виділити найбільш значущі чинники на рівні головних фізичних процесів різних масштабів, які обумовлюють просторовий розподіл величин стоку.

Для пошуку зв’язків був застосований метод регресійного аналізу з покроковим добором оптимального складу предикторів. Створення самої регресійної моделі є статистичною задачею, але включення до моделі великої кількості предикторів не означає, що отримані результати будуть найкращими. Серед потенційних предикторів можуть бути такі, що пов’язані між собою високими кореляційними зв’язками. З цієї причини вихідна матриця кореляцій може бути погано обумовленою. “Просіювання” предикторів відбувалося на основі частинних коефіцієнтів кореляції. Як потенційні предиктори регресійної моделі були прийняті: умовні координати центрів тяжіння водозборів ( - широта,м; -довгота,м); логарифм площі водозбору ; - норма річних опадів, мм; середня висота водозбору , м; заболоченість ,%; залісеність , %.

Установлено, що найбільш великомасштабні фізичні процеси, яким відповідає перша та друга компоненти, описують 85% дисперсії вихідних даних. Вагові коефіцієнти першої компоненти розподіляються в залежності від довготи водозборів (*r* = –0,62), другої – від широти (*r* = –0,97), третьої – від річних опадів (*r* = 0,48), четвертої – від середньої висоти водозборів (*r* = 0,53). Під великомасштабними процесами слід розуміти ,насамперед, атмосферні процеси. Басейн р.Уссурі знаходиться у зоні дії повітряних течій східно-азиатської мусоної системи (Л.Д. Гончарова, Е.М. Серга, Є.П. Школьний, 2005), що пояснює залежність вагових коефіцієнтів першої компоненти розкладання полів за ПОФ від довготи. Особливості просторового розподілу другої базисної функції розглядаються як результат дії помірних та субтропічних мусонів. Як вже зазначалося, нульова ізолінія вагових коефіцієнтів другої компоненти ділить територію на дві частини. У північній частині переважає дія мусона помірних широт, у південній – субтропічних. Зона мусону помірних широт розташовується між 45°*пн.ш.* та 65°*пн.ш.* Зв’язок вагових коефіцієнтів третьої компоненти із нормою річних опадів установлюється за умови виключення водозборів, на формування яких впливають підземні води карстових та тріщинних вод, більша частина яких розташована у Центральному районі (Гарцман І.Н.,1969). Водозбори, в межах яких знаходяться зони розвантаження підземних вод, характеризуються підвищенними у порівнянні з іншими водозборами коефіцієнтами стоку.

Мусони сприяють утворенню мусонних опадів, але не є їх чинником. Для утворення опадів необхідний не тільки великий вологовміст повітря, але й умови для конденсації водяної пари, які складаються за рахунок орографічних висхідних потоків на схилах хребта Сіхоте-Алінь.

Надалі для пошуку розрахункових залежностей у межах кожного із виділених районів з синхронними коливаннями стоку був застосований метод регресійного аналізу з покроковим добором оптимального складу предикторів. В результаті досліджень установлено, що для розрахунків середньобагаторічних величин стоку у Північному та Південному районах достатньо використовувати лише один предиктор – норму річних опадів:

- Північний район

; (7)

- Південний район

 (8)

де *r* - коефіцієнт кореляції; - середнє відносне відхилення вихідних і розрахункових величин, %.

У Центральному районі виявлений вплив карстових та тріщинно-пластових вод на формування річного стоку. Такі підземні води розміщені “плямисто” і забезпечують на окремих водозборах відхилення величин стоку від загально установлених залежностей. Саме через гідрогеологічні фактори тіснота кореляційного зв’язку середньобагаторічних величин стоку з нормами опадів дорівнює лише 0,42

. (9)

Поліпшити ситуацію стало можливим при розгляді залежностей величин  від площ водозборів. Площа водозбору *F* у даному випадку може розглядатися як інтегральний показник дії факторів підстильної поверхні, які приймають участь у формуванні річного стоку Центрального району. При цьому окрема залежність запропонована для водозборів з наявністю карстових та тріщинно-пластових вод. Такі водозбори характерізуються підвищеними коефіцієнтами стоку  (*F* = 83,3÷2740*км2*)

 (10)

Для інших водозборів (*F* = 345÷23000*км2*) запропоновано залежність виду

, (11)

де *F* - площа водозбору, *км2*.

Отримані регресійні рівняння мають перевагу над рекомендаціями СНІП 2.01.14-83, де наводяться регіональні залежності виду , для яких середнє відносне відхилення вихідних і розрахункових величин складає: для Північного района – =±16,4%, для Центрального – =±37,8%, для Південного – =±12,4%.

У межах водозбора р.Уссурі в цілому пропонується рівняння лінійної множинної регресії, яке містить у собі довготу центру тяжіння водозбору

 (12)

де  - умовна довгота, м; *R* - коефіцієнт множинної кореляції.

При відсутності даних про норму річних опадів можуть бути використані рівняння виду

- Північний район

, (13)

- Південний район

 (14)

або

; (15)

где - умовна координата положення центру тяжіння водозбору за широтою ,м. Для розрахунків коефіцієнта вариації невивчених у гідрологічному відношенні річок, які входять у межі водозбора р.Уссурі, розроблені регресійні рівняння виду

 (16)

та

 (17)

При використанні отриманних залежностей точність розрахунків  зростає (у порівнянні із наведеними у “Ресурсах поверхневих вод”) від  = ±20% до  = ±6%.

**ВИСНОВКИ**

В дисертації надається нове вирішення задачі географічних узагальнень характеристик річного стоку р, Уссурі на основі методів багатовимірного статистичного аналізу з метою підвищення якості розрахунків при недостатності або відсутності даних спостережень. Дослідження, виконані в дисертаційній роботі, є ініціативними, спрямованими на вияв закономірностей формування стоку в умовах, близьких до В’єтнаму.

1. Якість інформації про річний стік річок на водозборі р. Уссурі незадовільна, оскільки ряди спостережень короткі і є численні пропуски в спостереженнях. Географічні узагальнення статистичних параметрів річного стоку недостатньо обґрунтовані теоретично. Представлене в СНІП 2.01.14-83 районування норм річного стоку спирається, головним чином, на залежності норм стоку від висоти місцевості, що не завжди забезпечує необхідну точність розрахунків.

2. На основі методів багатовимірного статистичного аналізу (факторного й головних компонент) виділено, з обґрунтовуванням меж, три райони з синхронними коливаннями стоку: Північний, Центральний, Південний. Для кожного з районів рекомендовані опорні гідрологічні станції, тривалі дані спостережень на яких можуть бути використані при застосуванні методу аналогії для відновлення пропущених даних в рядах річного стоку або для приведення коротких рядів до багаторічного періоду.

3.Установлений зв'язок коливань річного стоку з мінливістю індексів ТДО (Тихоокеанської декадної осциляції). Багатоводна фаза стоку відповідає холодній (негативній) фазі ТДО, а маловодна – теплій (позитивній) фазі ТДО. Амплітудні функції (часові складові розкладання по ПОФ) другої компоненти пов'язані із значеннями індекса ТДО в зимовий період (січень, лютий).

4.Виконано обґрунтування способів географічного узагальнення статистичних параметрів річного стоку на основі аналізу складових просторової дисперсії цих параметрів (метод сумісного аналізу даних). Установлено, що середні арифметичні значення річного стоку і коефіцієнти варіації мають бути узагальнені у вигляді регресійних залежностей від основних стокоформуючих чинників.

5. Виконано районування статистичних параметрів, визначених за даними спостережень з малим ступенем достовірності (коефіцієнт автокореляції r(1) і відношення *Cs/Cv*). Значення коефіцієнта автокореляції може бути усередненим в межах території, що вивчається, і прийнято рівним нулю. Для відношення *Cs/Cv* виділено три райони: Північний, Центральний, Південний із значеннями *Cs/Cv* рівними 3.0; 1.0 та 2.0, відповідно.

6. На підставі аналізу статистичної структури полів річного стоку і зв'язків базисних функцій перших компонент розкладання за ПОФ з показниками формування річного стоку виділені: довгота центрів тяжіння водозборів на рівні першої компоненти розкладання (65% від загальної дисперсії вихідних даних); широта центрів тяжіння водозборів - на рівні другої компоненти (21% дисперсії вихідних даних); норми річних опадів - на рівні третьої компоненти (6%); середня висота водозборів - на рівні четвертої компоненти (2%).

7. На базі методу парної і множинної регресії з покроковим вибором оптимальних предикторів, розроблена розрахункова залежність, що описує просторовий розподіл середньобагаторічних величин річного стоку і коефіцієнтів варіації залежно від комплексу кількісних показників основних

чинників формування стоку. Показана перевага розрахункових моделей перед існуючими географічними узагальненнями статистичних параметрів річного стоку в межах водозбору р. Уссурі: точність розрахунку параметрів стоку по регресійних моделях збільшується в порівнянні з рекомендаціями СНІП 2.01.14-83, які спираються на урахування зв'язку середньобагаторічних величин стоку з висотою.

8.Установлено, що оптимальним предиктором для розрахунку середньої багаторічної величини річного стоку в Північному і Південному районах є норма річних опадів. В Центральному районі на точність розрахунку по нормі річних опадів або по середній висоті водозборів впливає різна участь підземних вод у формуванні сумарного стоку. У зв'язку з цим у якості оптимального предиктора для Центрального району рекомендується використовувати площу водозбору як інтегральний показник умов формування стоку, що ураховує вплив підстильної поверхні. До водозборів з наявністю впливу карстових і тріщинно-пластових вод на формування стоку віднесені водозбори з коефіцієнтом стоку, який перевищує 0,45.

9. Точність розрахункових методик, що спираються на дані про середні висоти водозборів, підвищується за рахунок використання додаткових предикторів, до числа яких, перш за все, відноситься площа водозбору, а також показники географічного положення водозборів – широта і довгота.

10. Для розрахунку коефіцієнтів варіації річного стоку невивчених річок, що входять в межі водозбору р. Уссурі, розроблено рівняння множинної регресії, що відображає залежність багаторічної мінливості стоку від норми річного стоку і площі водозбору.

11. Виконані просторові узагальнення характеристик річного стоку в межах водозбору р. Уссурі можуть бути використані в практиці гідрологічних розрахунків установами Гідрометслужби і підприємствами водного господарства Російської Федерації.

**Список опублікованих наукових праць за темою дисертації**

1. *Лобода Н.С., Нгуен By Анъ* Установление факторов формирования годового стока в бассейне р.Уссури – с. Княжеское на основе метода множественной регрессии // Вісник Одеського державного екологічного університету. – Вип.1. - К:КНТ. –2005. - С. 168-174.
2. *Лобода КС, Нгуен By Анъ* Районирование бассейна р.Уссури с использованием методов многомерного статистического анализа // Вісник Одеського державного екологічного університету. – Вип.2. - К:КНТ. –2006. - С. 168-174.
3. *Лобода Н.С., Нгуен By Анъ* Статистическая структура полей годового стока в бассейне р. Уссури и стокоформирующие факторы // Український гідрометеорологічний журнал. – Одеса. – 2006. – № 1. – С. 6-10.
4. *Нгуен By Анъ* Основные характеристики рек Приморья // Матеріали V наукової конференції молодих вчених. – Одеса. – 2005. – С.32-33.

**АНОТАЦІЇ**

**Нгуєн By Ань. Річний стік річок басейну р.Уссурі. – Рукопис.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата географічних наук. – Спеціальність 11.00.07 – гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія. – Одеський державний екологічний університет, Одеса, 2007.

Дисертація присвячена проблемі подальшого розвитку методів розрахунку характеристик річного стоку річок басейну р.Уссурі, у якому умови формування річного стоку близькі до умов В’єтнаму.

Автором вирішена задача удосконалення розрахункових методик характеристик річного стоку шляхом застосування методів баготовимірного статистичного аналізу.

У роботі виконано теоретичне обґрунтування вибору способу узагальнення статистичних параметрів річного стоку на основі методу сумісного аналізу даних, запропонованого С.М. Крицьким та М.Ф. Менкелєм (1986). Установлено, що для визначення норм річного стоку та коефіцієнтів варіації невивчених у гідрологічному відношенні річок необхідно виконувати просторові узагальнення. Відношення коефіцієнтів асиметрії до коефіцієнтів варіації можуть бути осереднені у межах виділених районів з синхронними коливаннями стоку. Коефіцієнт автокореляції рекомендовано приймати рівним нулю у межах усього водозбору. Райони з синхронними коливаннями стоку (Північний, Центральний, Південний) були виділені на основі застосування методів факторного аналізу і головних компонент.

Установлений зв’язок між часовою складовою другої компоненти розкладання полів річного стоку із індексами Тихоокеанської декадної осциляції.

Для розрахунків норм та коефіцієнтів варіації річного стоку невивчених річок розроблені регіональні залежності, побудовані на основі використання моделі множинної покрокової регресії з добором оптимального складу предикторів на основі частинних коефіцієнтів кореляції. До числа оптимальних предикторів віднесені норми річних опадів, довгота та широта центрів тяжіння водозборів, середні висоти водозборів. При наявності тріщінно-пластових та карстових підземних вод рекомендується застосовувати додатковий предиктор – площу водозбору.

**Ключові слова:** річний стік, методи багатовимірного статистичного аналізу, розрахункові методики

**Нгуен By Ань. Годовой сток рек бассейна р.Уссури. – Рукопись.**

Дисертация на соискание ученой степени кандидата географических наук. – Специальность 11.00.07 – гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия. – Одесский государственный экологический университет, Одесса, 2007.

Диссертация посвящена проблеме методов расчета характеристик годового стока рек в бассейне р.Уссури, где условия формирования стока близки к условиям Вьетнама.

Автором решена задача развития и совершенствования существующих расчетных методик посредством применения методов многомерного статистического анализа.

Имеющиеся рекомендации по определению стока неизученных рек не являются достаточными, так как опираются, главным образом, на закон вертикальной поясности в пространственном распределении климатических характеристик горных регионов.

Впервые для бассейна р.Уссури выполнено районирование по синхронности колебаний годового стока на основе Q-модификации факторного анализа и метода главных компонент. Выделено три района – Северный, Центральный, Южный. Выделение третьего района при анализе синхронности колебаний годового стока обусловлено участием в его формировании карстовых и трещинно-пластовых вод.

В работе выполнено теоретическое обоснование выбора способа пространственного обобщения статистических параметров годового стока на основе метода совместного анализа данных, предложенного С.Н.Крицким и М.Ф.Менкелем (1986). Установлено, что для определения норм годового стока и коэффициентов вариации неизученных в гидрологическом отношении рек необходимо выполнить пространственные географические обобщения как в границах выделенных районов, так и в пределах всего водосбора р.Уссури.

Анализ пространственной дисперсии статистических параметров позволил установить, что осредненное по районам с синхронными колебаниями годового стока отношение *Cs/*Cv меняется от 1,0 до 3,0. Попытка объединения статистики *Cs/Cv* в пределах всего бассейна р.Уссури показала, что такого рода географическое обобщение не имеет под собой научного обоснования, так как в этом случае географическая составляющая превышает 80%. Для практического применения рекомендуется использовать три района при определении соотношения *Cs/Cv* (Северный, Южный и Центральный).

Коэффициент автокорреляции *r*(1), характеризующий связь между годовым стоком последующих и предыдущих лет, во всех трех районах близок к нулевому значению с долей географической составляющей полной дисперсии параметра *r*(1)равной 100% . Этот параметр может быть осреднен в пределах всего водосбора р.Уссури и принят равным нулю. Значительный вклад дождевой составляющей в формирование стока и незначительная, по сравнению с поверхностным стоком, роль подземной составляющей не обеспечивают перехода влагозапасов из года в год. Наибольшие значения коэффициента автокорреляции характерны для Центрального района, где существуют карстовые и трещинно-пластовые воды.

Впервые на основе разложения полей годового стока по естественным ортогональным функциям исследована связь их статистической структуры со стокоформирующими факторами и их количественными показателями. Дана

интерпретация первых двух крупномасштабных физических процессов, описывающих дисперсию исходных данных на 85%. Эти процессы связаны с проявлениями мусонного климата. Зональные потоки и наличие на пути их движения хр.Сихоте-Алинь определяют связь весовых коэффициентов первой компоненты разложения с долготой. Второй по значимости физический процесс обусловливает различия в колебаниях годового стока между северной и южной частями территорий, что связано с особенностями проявления муссонов. В северной части (выше 45°*с.ш*.) действуют муссоны умеренных широт, в южной – субтропические муссоны. Установлены значимые связи между амплитудной функцией второй составляющей разложения и индексами ТДО (Тихоокеанской декадной осцилляции) за февраль и амплитудной функцией третьей составляющей разложения и индексами ТДО за сентябрь. Выявлена связь между колебаниями водности рек и изменчивостью индексов ТДО: теплая (положительная фаза) ТДО сопровождается пониженной водностью р.Уссури. Многоводная фаза стока соответствует холодной (отрицательной) фазе индекса ТДО. Пространственное распределение весовых коэффициентов третьей компоненты разложения связано с нормами годовых осадков при условии исключения из рассмотрения водосборов с наличием карстовых и трещинно-пластовых вод. Влияние микрорельефа проявляется на уровне четвертой компоненты разложения, что выражается в связи между весовыми коэффициентами четвертой компоненты разложения и средними высотами водосборов.

Для расчета норм и коэффициентов вариации годового стока неизученных рек разработаны региональные зависимости для каждого из районов с синхронными колебаниями годового стока, построенные на основе использования модели множественной регрессии с пошаговым выбором предикторов. К числу оптимальных предикторов отнесены нормы годовых осадков, долгота и широта центров тяжести водосборов, средние высоты водосборов. При наличии на водосборе трещинно-пластовых и карстовых вод в качестве дополнительного предиктора при расчетах среднемноголетних величин годового стока рекомендуется использовать площадь водосбора. При оценке коэффициента вариации в качестве основных предикторов рекомендуется использовать норму годового стока, как общий показатель водности, так и площадь водосбора, как интегральный показатель участия в формировании стока подстилающей поверхности.

Использование регресионных моделей позволяет повысить точность расчетов статистических параметров годового стока по сравнению со СНИП 2.01.14-83.

**Ключевые слова:** годовой сток, методы многомерного статистического анализа, расчетные методики

**Nguyen Vu Ann. An annual runoff of the rivers of Ussuri basin. – Manuscript.**

The dissertation for candidate's degree of the of geographical sciences by speciality 11.00,07 – hydrology of land, water resources, hydrochemistry. – The Odessa State Environmental University, Odessa, 2007.

The dissertation is devoted to a problem of methods of calculation of annual runoff characteristics in Ussuri – river basin, where conditions of flow formation are like Vietnamese conditions.

The task of developing and improving existing calculation methods is solved by the author with applying the methods of multi-dimensional statistical analysis.

In the dissertation the theoretical argumentation for choosing method of spatial summarizing statistical parameters of annual flow was done by the method of joint analyzing data offered by S.N.Kritsky and M.F.Menkel (1986). It is established, that for calculation of annual flow norms and variation coefficient of the rivers, which have not been studied in the hydrological attitude, it is necessary to execute spatial geographical generalizations. The asymmetry coefficients could be averaged within each area with synchronous fluctuations of annual flow. It's recommended to accept the autocorrelation coefficient is zero for whole reservoir. Areas with synchronous fluctuations of flow (Northern, Central, Southern) have been divided, using the method of factoral analysis and the method of main components.

The connection between amplitude function of the second decomposition component and indexes of Pacific decade oscillations in winter time is established.

The regional dependencies constructed for calculation of norms and of variation coefficients of annual runoff for rivers, which have not been studied. The dependencies were builded, using plural linear regress with discrete choice of predicted parameters. The annual precipitation norms, longitude and latitude of the basin centers and average altitude of basins can be counted for optimum predictor. If crack and cavern type of water exists in the basin, it’s recommended to use area of the basin as additional predictor.

**Key words:** annual runoff, multivariant statistical analysis methods, calculation techniques

Підписано до друку 29.05.07.

Умов. друк. арк. 0,9. Формат 60x80 1/16.

Папір офсетний. Друк різографічний.

Тираж 100 прим. Зам. № 366.

Друкарня ТОВ «Фірма «ІНТЕРПРІНТ»,

65012, м. Одеса, вул. Пантелеймонівська, 15-а,

тел./факс: (048) 777-08-84, 777-04-64

## Для заказа доставки данной работы воспользуйтесь поиском на сайте по ссылке: <http://www.mydisser.com/search.html>





