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

ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

## Лобода Наталія Степанівна

УДК 556.16”45”: 504.4

**Річний СТІК**

**РІЧОК УкРАЇНИ В УМОВАХ АНТРОПОГЕННОго ВПЛИВУ**

11.00.07 - гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія

### Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня

доктора географічних наук

Одеса - 2003

Дисертацією є рукопис.

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Науковий консультант | |  |
|  | - доктор географічних наук, професор **Гопченко Євген Дмитрович**, Одеський державний екологічний університет, завідувач кафедри гідрології суші, проректор з наукової та методичної роботи | |
|  | |  |
| Офіційні опоненти | |  |
|  | - доктор географічних наук, професор **Іваненко** **Олександр Григорович**, Одеський державний екологічний університет, завідувач кафедри гідроекології та водних досліджень; | |
|  | - доктор географічних наук, професор **Мольчак Ярослав Олександрович**, Луцький державний технічний університет, декан технологічного факультету, професор кафедри екології і безпеки життєдіяльності; | |
|  | - доктор географічних наук, професор **Мельничук Орест Миколайович**, Державний аграрний університет Молдови, професор кафедри меліорації та гідротехніки. | |
| Провідна установа | |  |
|  | Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, кафедра гідрології та гідроекології | |
|  | |  |

Захист відбудеться “ 27” червня 2003р. о 10 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 41.090.01 при 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:м.Одеса, вул. Львівська 15, ОДЕКУ.

Автореферат розісланий “ 26 “ травня 2003р.

|  |  |
| --- | --- |
| Вчений секретар спеціалізованої вченої ради | А.Г.Тарнопольський |

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми** обумовлена необхідністю розрахунків, оцінки і прогнозу водних ресурсів в умовах антропогенного впливу, включаючи зміни клімату, з метою раціонального й ефективного використання поверхневих вод у народному господарстві України.

Складність сучасних водогосподарських систем, багатозначність у прогнозних оцінках змін гідрометеорологічного режиму в майбутньому, нестача даних спостережень за стоком і водоспоживанням визначають необхідність використання для розрахунків характеристик побутового стоку імітаційних математичних моделей, більшість з яких носить стохастичний чи детерміновано-стохастичний характер. Значний внесок у вирішення цієї проблеми внесли дослідження А.П.Резніковcкого (1967), С.Н. Крицького і М.Ф.Менкеля (1968), Є.Г. Блохінова (1968), Д.Я.Ратковича (1968), І.О.Сарманова (1969), , А.В. Рождественського (1970), Н.А. Картвеліашвіли (1981), О.В. Сарманова (1975), А.В. Христофорова (1990), М.В.Болгова (1991), В.А. Лобанова (1992) й ін.

Сучасні узагальнення норм річного стоку України у вигляді карт ізоліній здебільшого відображають просторовий розподіл побутового (перетвореного господарською діяльністю) стоку. Відновлення (приведення до природного стану) рядів стоку та наступне просторове узагальнення його характеристик для окремих регіонів України (північно-західне Причорномор'я, Степовий Крим) неможливе через відсутність даних спостережень не тільки в природних, але й в порушених господарською діяльністю умовах.

В останні десятиріччя позначилися певні тенденції змін у глобальному кліматі. Якщо до 80-х років минулого сторіччя під поняттям “антропогенний вплив“ у гідрології суші розумілися мезомасштабні водогосподарські заходи, здійснювані усередині водозборів, то на початку 3-го тисячоріччя зміст цього поняття розширився, включивши до себе зміни клімату в результаті збільшення концентрації парникових газів. Наслідком зміни кліматичних умов формування стоку стане перерозподіл водних ресурсів як у часі, так і в просторі. На території України, де можливості водопостачання за рахунок природних водних ресурсів обмежені, а водозбори річок перевантажені водогосподарськими комплексами, кількісна оцінка впливу на стік глобального потепління набуває особливої значущості при вирішенні проблем перспективного планування і проектування водогосподарських заходів з урахуванням можливого екологічного стану водних об'єктів.

Виходячи з цього, можна зробити висновок, що необхідний принципово новий підхід до ідеології досліджень характеристик стоку в умовах антропогенного впливу, в якому процес формування стоку розглядається, у першу чергу, в зв'язку з кліматичними умовами, обумовленими атмосферними процесами макромасштабу, переходячи надалі до процесів мезомасштабу, обумовлених впливом природних і штучних (антропогенних) внутрішньо-басейнових факторів підстильної поверхні.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Отримані автором результати увійшли складовою частиною до таких науково-дослідних робіт Одеського державного екологічного університету:

“Оценить влияние оросительных мелиораций на годовой сток малых водотоков междуречья Днестр-Южный Буг”, №ДР 01.86.0042295, Инв.№02880065807, 1988р.;

“Современное состояние малых рек и подземных вод Одесской области и их экологическая обстановка (бассейн р.Днестр)”, №ДР 01900033721, Инв.№02910047488, 1991р;

“Разработка математической модели трансформации характеристик годового, паводочного и минимального стока по территории юга Украины и Молдавии в условиях антропогенной деятельности и глобальных изменений климата”, №ДР 01.91.0003578, Инв.№0,2929001326, 1992р.;

“Комплексная эколого-географическая оценка использования, охраны, возрождения природных ресурсов Украины”, раздел “Комплексная оценка изменений агроклиматических ресурсов в связи с изменениями глобального климата с целью оптимального использования и сохранения природных ресурсов Украины”, №ДР0193U027778,Инв.№ 0294U002760, 1994р.;

“Розробити наукові засади кліматичного моніторингу України та пропозиції щодо розташування репрезентативних кліматичних станцій” за договором №КП-4/98 від 28.05.98р.-№ДР 0198U005692, Инв. №0201U008024, 2001р.;

“Максимальний та річний стік річок України”, № ДР 0103U000358, Инв. № 0203U000353, 2002р.

**Мета і задачі дослідження.** Метою дослідження є розробка теоретичних і методичних основ розрахунку, оцінки і прогнозу характеристик річного стоку в умовах антропогенного впливу.

Основні задачі наукового дослідження є такі:

* сформулювати й обґрунтувати принцип моделювання побутового стоку, що ураховує антропогенні перетворення макро- і мезомасштабів;
* установити просторово-часові закономірності розподілу природного річного стоку з погляду їхньої обумовленості великомасштабнимиатмосферними процесами і факторами підстильної поверхні;
* обгрунтувати метод визначення характеристик природного річного стоку;
* розробити новий метод розрахунку характеристик річного стоку під впливом водогосподарських перетворень на водозборах;
* обгрунтувати та розробити метод оцінки можливого стану поверхневих водних ресурсів України в умовах зміни клімату.

*Об'єкт дослідження* - ресурси поверхневих вод України.

*Предмет дослідження* – характеристики річного стоку річок України в

природних і порушених господарською діяльністю умовах його формування, а також при можливих змінах клімату.

*Методи дослідження* спрямовані на реалізацію комплексного підходу у вирішенні поставленої проблеми. Перша група методів передбачає аналіз та узагальнення вихідної інформації і містить у собі первинну статистичну обробку даних спостережень, багатовимірний статистичний аналіз полів гідрометеорологічних величин (факторний аналіз і розкладання за природними ортогональними функціями - ПОФ), сумісний аналіз вихідних даних по групі об'єднаних об'єктів. До другої групи увійшли балансові методи (водного, водно-теплового та водогосподарського), які передбачають розрахунки стоку при недостатності чи відсутності даних спостережень. Третю групу утворюють методи математичного моделювання, серед яких основне місце займає стохастичне моделювання.

**Наукова новизна отриманих результатів** полягає в теоретичному обґрунтуванні і вирішенні актуальної й дуже важливої проблеми оцінки поверхневих водних ресурсів України в умовах антропогенного впливу, включаючи зміни клімату, з використанням комплексного підходу, який враховує ланцюг взаємодій у системі “клімат – природний стік – водогоспо-дарські перетворення – побутовий стік”. Автором вперше:

* теоретично обгрунтований і реалізований підхід до визначення норм природного річного стоку України за рівнянням водно-теплового балансу;

- установлено та оцінено роль факторів підстильної поверхні у формуванні стоку малих і середніх річок України на основі даних про кліматичний стік;

- виявлені закономірності просторово-часового розподілу річного стоку в зв'язку з кліматичними умовами його формування й оцінений внесок атмосферних процесів різних масштабів у формування полів річного стоку на основі методу головних компонент;

- на базі узагальнення результатів розкладання полів річного стоку, опадів і максимально можливого випаровування за природними ортогональними функціями розроблена нова методика моделювання хронологічних рядів природного річного стоку з використанням даних про кліматичний стік;

* запропоновано новий підхід до виявлення основних стокоформувальних факторів на основі параметризації гідрологічних процесів (сумарний річний стік, стік наносів, підземний стік) за допомогою методу головних компонент;
* досліджені фрактальні властивості часового та просторового розподілу річного стоку й відкрито феномен скейлінгу (самоподібності);
* виконано районування території України за синхронністю коливань стоку на основі методів багатовимірного аналізу;
* для території України обґрунтоване і реалізоване просторове узагальнення (районування) статистичних параметрів річного стоку, що визначаються за даними спостережень з малим ступенем достовірності;
* виконано обґрунтування вхідних статистичних параметрів та здійснено реа-лізацію стохастичної моделі коливань природного річного стоку річок України;
* розроблені нові методи розрахунку характеристик річного стоку України в умовах водогосподарських перетворень стоку на водозборах, які базуються на детерміновано-стохастичних моделях, формалізмі еволюційних рівнянь та функцій відгуку, а також використанні теорії нейро-мережевих систем;
* на основі комплексного підходу, що включає методи визначення природного стоку і детерміновано-стохастичне моделювання, розроблена модель оцінки характеристик річного стоку в умовах змін клімату;
* надано оцінку можливих змін водних ресурсів України за даними альтернативних кліматичних сценаріїв.

**Теоретичне і практичне значення отриманих результатів.**

Теоретичне значення розробленого методу оцінки характеристик природ-ного річного стоку з використанням метеорологічних даних полягає в обґрунту-ванні можливості застосування рівнянь водно-теплового балансу до розрахун-ків норм природного (непорушеного господарською діяльністю) річного стоку, а практичне - в можливості оцінювання характеристик природного річного стоку будь-якої річки України незалежно від наявності чи відсутності даних спостережень за стоком. Уявлення про кліматичний стік як зональний, що відбиває вплив тільки кліматичних факторів, дозволяє більш об'єктивно підійти до оцінки ролі клімату і факторів підстильної поверхні у формуванні річного стоку.

Теоретичне значення результатів дослідження зв'язків полів річного стоку і кліматичних факторів на їхньому структурному рівні, установленому за допомогою методу головних компонентів, полягає в узагальненні і фізичній інтерпретації результатів розкладання за ПОФ. Установлено, що основні закономірності просторово-часового розподілу річного стоку визначаються атмосферними процесами, представленими першими трьома складовими розкладання. Створення методики моделювання хронологічних рядів природного річного стоку з використанням даних про кліматичниий стік і перших складових розкладання за ПОФ з метою відновлення рядів природного (непорушеного господарською діяльністю) стоку має велике практичне значення для регіонів, де відсутністі дані спостережень (північно-західне Причорномор’я). Застосовано мультифрактальний підхід до аналізу багаторічних коливань річного стоку. Відкриття феномену скейлінгу та розрахунок спектру фрактальних розмірностей у просторово-часовому розподілі річного стоку відкривають нові можливості пізнання фізичної природи гідрологічних процесів, стимулюючи розвиток нового технологічного, напрямку в гідрологічних розрахунках.

Уперше просторово-часові узагальнення характеристик річного стоку річок України виконані на основі наукового обґрунтування доцільності, засобу і меж узагальнення з використанням сучасних методів статистичного аналізу. Здійснене районування території України за синхронностю коливань річного стоку, коефіцієнтів автокореляції і відношення . Отримані результати рекомендуються до практичного застосування впідрозділах Державної гідрометеорологічної служби України.

Теоретичне і практичне значення нових детерміновано-стохастичних, еволюційно-системних, нейромережевих моделей річного стоку в умовах водогосподарських перетворень на водозборах полягає у встановленні закономірностей зміни статистичних характеристик побутового стоку при різних видах господарських заходів і створенні методики вірогідної оцінки цих змін у залежності від заданих кліматичних умов і рівня водогосподарського використання.

Розроблений на основі комплексного підходу до вивчення водних ресурсів поверхневих вод у їхньому зв'язку з кліматичними умовами, а також з природними і штучними факторами підстильної поверхні, метод оцінки характеристик річного стоку в умовах змін клімату України може бути використаний в системі гідрологічного моніторингу із застосуванням даних будь-якого кліматичного сценарію.

Розроблені загальні підходи до оцінки водних ресурсів України в природних і порушених антропогенною діяльністю умовах можуть бути використані в дослідженнях характеристик стоку в службі Мінекоресурсів та підрозділах Державного комітету по водному господарству України.

Просторові узагальнення водних, теплоенергетичних ресурсів, а також ресурсів зволоження, ввійшли до “Атласу Одеської області” (Одеса,2002). Методи визначення характеристик річного стоку в природних і порушених антропогенною діяльністю умовах, включаючи зміни клімату, були використані для оцінки теоретичного гідроенергопотенціалу малих і середніх рік північно-західного Причорномор'я (Є.В.Обухов, Г.В. Шведенко,1998).

**Особистий внесок здобувача.** Усі принципово нові методи та отримані на їх основі нові наукові результати, які стосуються теоретичного обґрунту-вання і реалізації моделей річного стоку в природних і перетворених антропогенним впливом умовах його формування, розрахунків відповідних характеристик й аналізу результатів досліджень, запропоновані та реалізовані автором. Автором самостійно розроблені програми, методологія і методики розрахунків, результати яких покладені в основу дисертації.

Автор брав безпосередню участь у виконанні наукових досліджень і був відповідальним виконавцем або виконував окремі розділи НДР, зазначені у відповідних науково-технічних звітах. Автор вдячний за плідну багаторічну співпрацю та консультації збоку д.г.н.,проф. Є.Д. Гопченка. У роботах, виконаних у співавторстві всі питання, що стосуються моделей природного та побутового стоку, а також розрахунки характеристик стоку під впливом антропогенної діяльності виконані автором самостійно.

У спільних роботах з д.т.н. М.В. Болговим М.В.,к.т.н. М.М. Ніколаєвичем та д.т.н. І.О.Сармановим автору належать просторові узагальнення коефіцієнтів автокореляції річного стоку і реалізація стохастичної моделі річного стоку, виконані для території України. В роботах, опублікованих у співавторстві з аспірантами (Халед Аднан Адель, Нгуен Ле Мінь, Фан Ван Тінь, О.І.Шаменкова), автором виконана розробка теоретичних положень і методології досліджень, інтерпретація отриманих результатів. У спільних роботах з д.е.н., проф. Є.В.Обуховим і Г.В. Шведенко, які стосуються визначення теоретичного гідроенергопотенціалу малих та середніх річок північно-західного Причорномор'я, автору належать оцінки характеристик річного стоку у природних і порушених антропогенним впливом умовах.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення і результати досліджень доповідалися на V Всесоюзному гідрологічному з'їзді (1986р.);VI (1990р.) і VIII (2000р.) з'їздах Українського географічного товариства; Другому з'їзді гідроекологічного товариства України (1997р.); Всеукраїнських наукових конференціях - “ Гідрологія і гідрохімія на межі XX-XXI сторіч” (Київ, 1999р.) та “Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія” (Київ, 2001р.); Міжнародних конференціях за міжнародною гідрологічною програмою ЮНЕСКО і гідрологічною програмою ВМО - “Regionalization in hydrology” (Німеччина, 1997р.);“Climate and Water”, (Фінляндія, 1998р).; XX –тій конференції Дунайських країн “On hydrological forecasting and hydrological bases on water management” (Республіка Словаччина,2000р.); Другому Міжнародному симпозіумі “Нові і нетрадиційні рослини і перспективи їхнього використання”, (Росія,1997р.); Міжнародних науково-практичних конференціях “Еколого-економічні проблеми Дністра”,(Одеса, 1997,2000 рр.); “Перспективні напрямки розвитку екології, економіки, енергетики” (Одеса,1999р.); “Resursele funciare si acvatice. Valorificarea superriorava si protectia lor”(Кишинів, Молдова,1998р.); Міжнародному науковому семінарі “Моделювання екосистем озер” по трансграничному співробітництву у межах проекту Tacis “ Придунайські озера - стале відновлення і збереження природного стану та екосистем (Одеса, 2000р.)”; Міжнародній конференції “Applied non-linear dynamics from semiconductors to information technologies”(Греція, 2001р.); Міжнародній конференції “Applied Density Functional Theory”(Vienna,Austria,2001р.); Міжнародній науково-практичній конференції ”Динаміка наукових досліджень”, Дніпропетровськ – Дніпродзержинськ – Черкаси, 2002р.); Міжнародній конференції “Гідрометеорологія і охорона навколишнього середовища – 2002”,(Одеса, 2002р.).

**Публікації.** Основні результати дисертаційної роботи викладенів 52 наукових публікаціях, з них 29 – у провідних наукових виданнях, рекомендованих ВАК України, 2 статті депоновані, 6 доповідей; 15 тез.

**Структура й обсяг дисертації.** Дисертація складається з вступу, семи розділів, висновків, списку використаних літературних джерел з 301 найменування. Повний обсяг дисертації становить 410 сторінок, у тому числі з 47 рисунків, 19 таблиць, 17 додатків на 63 сторінках.

**Основний зміст роботи**

**У вступі** розкривається сутність і стан наукової проблеми ії значущість, підстави до розробки теми, обгрунтовується необхідність проведення дослідження. Викладені актуальність теми, мета та задачі роботи, методи досліджень. Сформульовані наукова новизна, теоретична та практична значущість роботи, особистий внесок здобувача, апробація результатів дисертації.

**В розділі 1** подається вирішення проблеми оцінки природних водних ресурсів України на основі розрахунків норм річного стоку за рівнянням водно-теплового балансу водозборів. Розглядаючи водні ресурси території як результат взаємодії ресурсів тепла та вологи, можна отримати характеристики стоку, обумовлені тільки кліматичними факторами його формування. Врахо-вуючи той факт, що до початку 80-х років минулого сторіччя антропогенний вплив на клімат Землі ще не був суттєвим, стік, розрахований за балансовими співвідношеннями з використанням метеорологічної інформації, може розглядатися як природний, тобто непорушений водогосподарською діяльністю. В першому розділі надано ретельний огляд існуючих підходів щодо оцінки стоку за балансовими рівняннями, в яких використовуються дані метеорологічної мережі, з визначенням як певних переваг так і суттєвих недоліків. Структура водного балансу ділянки суші тісно пов'язана з його тепловим балансом, тобто з надходженням і перетворенням поверхнею та діяльним шаром ґрунту тепла сонячної радіації. Ця обставина обумовила можливість розглядати задачу визначення елементів водного балансу разом із тепловим балансом земної поверхні. Найбільш докладно схема підходу до спільного вивчення рівнянь водного і теплового балансів представлена у роботах В.С. Мезенцева (1969). Сутність його версії методу водно-теплового балансу полягає у розділенні теплового балансу підстильної поверхні на прибуткову та видаткову складові. Прибуткова частина розглядається як граничні ресурси енергії (“теплоенергетичні ресурси клімату”), що забезпечують процес випаровування у визначених кліматичних умовах. Теплоенергетичний еквівалент - це величина, яка за своїм фізичним змістом близька до поняття випаровуванності або максимально можливого випаровування (), що різними авторами визначалося як верхня межа випаровування, але інтерпретувалося по-різному: "випаровування зі зволоженої поверхні" (М.І.Будико); "випаровування з водної поверхні при тому ж комплексі метеорологічних умов, що й над сушею" (М.А.Багров); "випаровування для полів, вкритих рослинністю, коли вологість ґрунту близька до найменшої польової вологоємності" (А.Р.Константинов).

Далі обгрунтовується вибір оптимальної версії базового методу розрахунку природного стоку. Слід відзначити, що норма стоку, визначена за рівнянням водно-теплового балансу, залежить тільки від кліматичних факторів (зволоження  та теплоенергетичних ресурсів ) і називається кліматичною ().

Для коректного розрахунку кліматичного стоку потрібна надійна інформація стосовно середньобагаторічних величин (норм) опадів , теплоенергетичного еквіваленту , а також кількісного параметру n, що враховує особливості формування стоку на водозборі (для рівнинних та напівгірських територій ). Ми вперше провели розрахунки норм кліматичного стоку для всієї території України. Відомо, що найбільші труднощі виникають при оцінці теплоенергетичних ресурсів клімату за даними актинометричних станцій. У масових розрахунках норма теплоенергетичного еквіваленту  встановлювалася за емпірічними залежностями, які відображають зв’язок між надходженням сонячної радіації до земної поверхні та температурним режимом. При розрахунках теплоенергетичних ресурсів  та ресурсів зволоження використані дані про місячні норми температур повітря та опадів по більш ніж 900 метеорологічних станціях і постах. Таким чином, вперше для всієї території рівнинної України реалізовано програму розрахунків та просторового узагальнення таких складових рівняння водно-теплового балансу як норми теплоенергетичного еквіваленту та норми кліматичного стоку. Норма річного кліматичного стоку відображає зональний характер розподілу стоку, зумовлений кліматичними факторами й, отже, вилучає з свого змісту вплив факторів підстильної поверхні та водогосподарської діяльності. Співставлення норм річного кліматичного та природного (непорушеного водогосподарською діяльністю) стоку різних водозборів виконане для всієї території України, дозволило отримати принципово новий результат. Встановлено, що для великих водозборів рівнинної частини України норма кліматичного стоку може бути ототожненою з нормою природного стоку. Порівнювальний аналіз норм річного природного та кліматичного стоку показав, що у зоні достатнього зволоження для великих водозборів відносне відхилення цих величин знаходиться у межах , а у зоні недостатнього зволоження – у межах . Побудова карти норм кліматичного стоку є особливо важливою для регіонів південної України, де практично відсутні річки з природним стоком, а початок стаціонарних спостережень збігається з інтенсифікацією водогосподарських перетворень. До цього часу, як відомо, у практиці гідрологічних розрахунків використовується карта ізоліній норм річного стоку, яку рекомендовано нормативним документом СНіП 2.01.14 - 83, де ізолінії на території Причорномор'я і степового Криму проведені пунктиром.

У **розділі 2** викладено теоретичні і методичні аспекти досліження впливу природних факторів підстильної поверхні на формування річного стоку й вперше виконані відповідні розрахунки для всієї території України на основі карти норм кліматичного стоку, визначенних за модифікованим рівнянням водно-теплового балансу.

Норма кліматичного річного стоку є інтегральною характеристикою водних ресурсів України, що відображає зональний стік. Для малих та середніх водозборів, де на формування стоку суттєво впливає підстильна поверхня, установлені за картою значення норм кліматичного стоку можуть відрізнятися від природного. Згідно з роботами А.М.Бефані (1967), до малих та середніх водозборів віднесено водозбори з площею , меншою від другої критичної , тобто з площею, при якій грунтове живлення річки залежить від ступеня дренування руслом річки водоносних горизонтів.

За звичаєм, кількісний вплив факторів підстильної поверхні на характеристики стоку визначають за методом різниць або послідовного наближення, шляхом поетапного виділення спочатку кількісних показників кліматичних факторів, а вже потім – показників факторів підстильної поверхні. Нами запропонована методика дослідження кількісного впливу факторів підстильної поверхні шляхом співставлення норм кліматичного  та природного  річного стоку малих та середніх водозборів з визначенням перехідного коефіцієнта . Перевага цього методичного підходу полягає в тому, що норма стоку , обчислена за методом водно-теплового балансу, вже враховує вплив кліматичних факторів, виключаючи при цьому дію підстильної поверхні. На території України виділено області додатних, від’ємних і нульових виправлень до норм кліматичного стоку, а також виконано теоретичне обгрунтування і реалізація методик урахування впливу підстильної поверхні на річний стік з визначенням головних ії показників.

На основі аналізу даних по малих та середніх водозборах установлено, що до області від’ємних виправлень () відноситься зона мішаних лісів України, де основною причиною різниці між кліматичним та природним стоком є недостатнє дренування руслом річки водоносних горизонтів підземних вод. Західно-Українська провінція лісостепової природної зони України належить до області нульових виправлень , внаслідок близького до поверхні залягання підземних вод і достатньо глибокого ерозійного врізу русел у земну поверхню при відносно малих площах водозборів.

До області додатних виправлень () віднесені водозбори лісостепу та Північного степу, де внесок грунтових вод у живлення річки незначний, а сумарний річний стік визначається, головним чином, весняним водопіллям. Через нерівномірність розподілу снігового покриву під впливом вітру, діюча площа, на якій відбувається формування основного об’єму стоку, концентрується у межах малих та середніх водозборів. Як наслідок, річні норми природного стоку малих та середніх водозборів перевищують зональний (кліматичний) стік. У підзоні південного степу, де стійкий сніговий покрив утворюється рідко і значну роль відіграють дощові опади, серед факторів підстильної поверхні головне місце займають втрати на затримку поверхневих вод у зниженнях рельєфу. Отже, для цього регіону України характерні від’ємні виправлення до норм кліматичного стоку. Характеристикою втрат на поверхневе затримання можуть служити ухили малих та середніх водозборів, або їх середні висоти. Межа розділу між областями додатних і від’ємних виправлень у степовій зоні відповідає межі зим із стійким сніговим покривом, який спостерігається менш ніж у 50% випадків.

Суттєві розбіжності між нормами природного та кліматичного стоку малих і середніх водозборів можливі через особливості гідрогеологічних умов, насамперед, при наявності карсту. Здебільшого така картина виникає при незбігу підземних та поверхневих водозборів, коли у межах невеликого басейну річки знаходиться область розвантаження чи живлення карсту. Урахувати дію карсту можливо лише шляхом визначення поправочних коефіцієнтів  для певних закарстованих річок. Показником впливу гідрогеологічних умов на формування стоку також може бути норма інфільтрації опадів у водоносні горизонти (А.М.Бефані,1967), просторовий розподіл якої визначається не тільки кліматичними умовами, а й водно-фізичними властивостями грунтів. Зокрема, величина  використовувалась як предиктор при побудові регресійних рівнянь для визначення перехідного коефіцієнта  річок Приазов’я, що беруть початок у межах Донецького Кряжу.

На основі рівняння водно-теплового балансу досліджено вплив близького до поверхні залягання грунтових вод на точність розрахунків норм річного кліматичного стоку шляхом введення у складові модифікованого рівняння водно-теплового балансу коефіцієнта впливу грунтових вод , який визначається в залежності від співвідношення глибини залягання грунтових вод  та висоти підняття капілярної кайми , а також водно-фізичними властивостями грунтів (О.В.Гушля, В.С.Мезенцев,1982). При оцінці норм кліматичного стоку з урахуванням впливу грунтових вод особлива увага була приділена проблемі додаткового випаровування з поверхні боліт. Нами вперше показано, що при глибині залягання грунтових вод нижче 4м від поверхні, для грунтів, притаманних західній частині Українського Полісся, норма кліматичного стоку практично не змінюється. На заболочених територіях за умови підпору грунтовими водами капілярної кайми, додаткове випаровування з поверхні боліт становить 130-140 мм, але через досить високі значення норм кліматичного стоку в зонах надлишкового та достатнього зволоження при площі боліт меньшій 10% вплив додаткового випаровування з поверхні боліт зменшує річний стік західної частини Українського Полісся не більше ніж на 10%.

Нами вперше обгрунтовано та реалізовано на рівні практичних розрахунків можливість застосування методу водно-теплового балансу для визначення норм природного річного стоку гірських регіонів (на прикладі гірської частини р.Дністер), що має велике значення для інших, недостатньо освітлених даними спостережень, гірських областей, насамперед, Гірського Криму, де природна різноманітність умов формування стоку поєднується з водогосподарськими перетвореннями. Залежність норм кліматичного стоку від середньої висоти водозборів , встановлена за рівнянням водно-теплового балансу з урахуванням вертикальної поясності у просторовому розподілі кліматичних факторів (), тобто за залежностями  та , практично співпадає з залежністю , наведеною в СНіП 2.01.14.- 83. Середнє відносне відхилення величин норм стоку, визначених різними методами, дорівнює . Серед показників факторів підстильної поверхні, які впливають на формування стоку на малих та середніх водозборах, виділено залісеність , яка сприяє підвищенню грунтового стоку річок і у даному випадку виступає як показник високої водопроникності грунтів. На малих водозборах , через те, що водотік не отримує живлення від всіх водоносних горизонтів через недостатню глибину їхнього дренування руслом, норма природного річного стоку водозборів при нижча у порівнянні з кліматичним стоком. У зв’язку з цим виправлення до норми кліматичного стоку від’ємні і .

**У третьому розділі** з метою більш повної уяви про процеси формування річного стоку представлене дослідження закономірностей просторово-часового розподілу річного стоку у зв’язку з кліматичними факторами на основі параметризації гідрометеорологічних процесів. Як метод параметризації,обране розкладання полів гідрометеорологічних характеристик за природними ортого-нальними функціями (ПОФ) або метод головних компонент, теоретичне і прик-ладне розвинення якого у метеорології представлене у роботах М.А.Багрова (1959); I.Нolmstrom (1963); А.В. Мещерської, Л.В., Руховця, М.І.Юдіна, Н.І. Яковлевої (1970), Сh. Obied & J.Creuten (1986). Наукова новизна даного розділу полягає у співставленні полів річного стоку та основних кліматичних факторів його формування на рівні їх статистичної структури шляхом використання декількох статистичних функцій, які у стисненомувигляді містять у собі основ-ну інформацію про властивості вихідних полів. При використанні методу ПОФ вихідна інформація замінюється малою кількістю ортонормованих функцій, які зберігають ії фізичне навантаження. Отримані у результаті розкладання функції є відображенням реальних фізичних процесів, які обумовлюють просторово-часовий розподіл досліджуваних гідрометеорологічних величин. У гідрометео-рологічний практиці таких спроб фізичної інтерпретації результатів розкладання за ПОФ існує достатньо – I.Krasovskaia, L. Gottshalk (1998), Н.П., Смірнов, В.Л. Скляренко (1986), І.Ф.Карасьов, Л.Н. Савєльєва (1992).

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 вихідної інформації

; ; , (1)

де - кількість перших компонент, що мають описувати не менш ніж 70% вихідної інформації;  --тий випадковий вектор або поле центрованих та нормованих вихідних даних, яке підлягає розкладанню;  - вагові коефіці-єнти, що 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  постійна для всіх об’єктів і змінюється у часі. Перехід від результатів роз-кладання до визначення відфільтрованих величин відбувається за формулами

; ; (2)

або

, ; (3)

де -розрахункові (відновлені) величини стоку;-середнє арифметичне значення вихідного ряду; - середнє квадратичне відхилення вихідного ряду; -вагові коефіцієнти або складові власних векторів розкладання матриць кореляції та коваріації, відповідно;  - амплітудні функції;  - похибка, яка зумовлена зменшенням числа компонент при стисненні вихідної інформації.

Дослідження виконані на базі даних про річний стік, річні опади і макси- мально можливе випаровування. Використані матеріали більш ніж 20 метеоро-логічних станцій і гідрологічних постів Молдови та південно-західної України. Період спостережень становив 27 років. Результати розкладання досліджуваних гідрометеорологічних полів за ПОФ показали, що головна частина дисперсії вихідних даних (не менш ніж 70%) описується першими трьома компонентами. Для усіх полів розподіл ізоліній значень коефіцієнтів навантаження на перші складові розкладання має схожий характер, що свідчить про наявність єдиних фізичних процесів, які обумовлюють їх формування. Знак навантажень (вагових коефіцієнтів) на першу компоненту розкладання не змінюється,що вказує на однорідність впливу першого за значущістю фізичного процесу на формування розглядуваних гідрометеорологічних характеристик у межах усієї території. Оскільки перша складова розкладання полів за ПОФ відповідає найбільш великомасштабному реальному фізичному процесу, який однаково впливає як на розподіли гідрологічних, так і метеорологічних характеристик, перша компонента розкладання інтерпретована як статистичне відображення дії атмосферних процесів глобального масштабу. Однак внесок цього виду атмосферних процесів у формування гідрологічних та метеорологічних полів різний. Перша компонента розкладання полів максимально можливого випаровування вичерпує 93% сумарної дисперсії вихідних даних, полів річних опадів – 56% і полів річного стоку, що обумовлені розподілом кліматичних факторів, внесок першої компоненти займає проміжне положення і становить 64%. Оскільки температурний фон є більш консервативною величиною, ніж опади, зональна циркуляція атмосфери має найбільше значення для просторово-часового розподілу максимально можливого випаровування.

Просторовий розподіл навантажень на другу компоненту (друга базисна функція) має добре виражений меридіональний характер. На відміну від першої, ця базисна функція змінює свій знак, що у літературних джерелах (Д.Л.Смірнов, В.Л. Скляренко,1986) інтерпретується як існування різниці у закономірностях коливань гідрометеорологічних характеристик на різних ділянках території. Інакше кажучи, другий за значущістю фізичний процес обумовлює існування несинхронності у коливаннях гідрометеорологічних характеристик. Положення нульової ізолінії () розглядається як межа між районами з несинхронними коливаннями цих характеристик.

Друга складова розкладання інтерпретована нами як результат дії атмосферних процесів синоптичного походження, які обумовлюють у внутришньорічному ході гідрометеорологічних характеристик сезонні особливості циклонічної та антіциклонічної діяльності над Україною. У холодне півріччя головна роль належить південним циклонам, які визначають основну кількість опадів, що формують весняне водопілля, у тепле – антіциклонам, які забезпечують високий температурний фон і значні втрати на випаровування. Отже, зроблено висновок, що процеси синоптичного масштабу обумовлюють існування майже рівноправних за своїм впливом кліматичних факторів формування річного стоку– опадів та максимально можливого випаровування. Третій за значущістю фізичний процес ототожнюється з мезомасштабними атмосферними процесами, обумовленими нециклонічною діяльністю.

Між ваговими коефіцієнтами перших трьох складових розкладання полів річного стоку та кліматичними факторами встановлені тісні кореляційні зв’язки. Вплив факторів підстильної поверхні (середньої висоти водозбору, заболоченості, залісеності) виявлено тільки на рівні четвертої компоненти, а дія антропогенних факторів (водогосподарська діяльність у межах водозборів) відгукується на рівні п’ятої складової розкладання полів річного стоку. Таким чином, при використанні за рівнянням (11) перших трьох складових розкладання можна отримати хронологічні ряди стоку, які за своєю структорою будуть містити вплив тільки кліматичних факторів. При залученні до розрахунків четвертої складової, яка відображує вплив підстильної поверхні, розраховані ряди можуть бути ототожнені з рядами природного стоку, оскільки антропогенний вплив при цьому відокремлюється. Перевірні розрахунки, виконані для водозборів з наявністю даних спостережень за природним стоком, показали задовільні результати. Середнє відносне відхилення розрахованих та фактичних даних знаходиться у межах .

Теоретичне значення отриманих результатів полягає у запропонованій моделі відновлення хронологічних рядів природного річного стоку невивчених, з точки зору вимірювань природного стоку, річок за рівнянням (3). При цьому використовуються амплітудні функції  перших трьох чи чотирьох компнент, які є загальними для усіх водозборів розглядуваного регіону. Вагові коефіцієнти розкладання  визначаються за отриманими регресійними рівняннями в залежності від кліматичних факторів та чинників, що характеризують підстильну поверхню. Для визначення середньої багаторічної величини природного річного стоку  використано норми кліматичного стоку. Оцінка достовірності отриманих результатів виконувалася шляхом співставлення природного стоку, обчисленого за методом водогосподарського балансу, та відновленного на основі рівняння (3). Середнє відносне відхилення обчислених різними методами величин природного річного стоку становить . Недоліком запропонованого способу відновлення рядів природного стоку є те, що період відновлення обмежений довжиною вихідних рядів спостережень за стоком. Моделювання хронологічних рядів стоку невивчених річок, згідно із запропонованим підходом, було застосовано для оцінки природ-ного поверхневого і підземного стоку річок Дунай-Дністровського межиріччя.

Практичне значення виконаних нами досліджень полягає також у новому підході до визначення головних предикторів методик розрахунку гідрологічних характеристик. На основі параметризації полів гідрологічних величин у вигляді просторових функцій вагових навантажень на перші компоненти розкладання виділяються чинники, які визначають характер такого розподілу. Перевага запропонованого підходу полягає в урахуванні масштабів реальних фізичних процесів, які обумовлюють формування того чи іншого гідрологічного явища, та їхнього внеску у структуру досліджуваних полів. Так, наприклад, для території південно-західної України головними чинниками, які характеризують внесок перших трьох компонент,обумовлених атмосферними процесами, у формування річного стоку на кожному досліджуваному об’єкті (водозборі) можуть бути середньобагаторічні величини  та , або координати центрів ваги водозборів. Для малих та середніх водо-зборів із значним впливом підстильної поверхні на формування річного стоку, необхідно враховувати середню висоту водозборів, яка визначає характер просторового розподілу вагових навантажень 4-ї компоненти розкладання . Такий же підхід був вико-ристаний при дослідженні полів підземного стоку, де головним чинником на рівні дії велико-масштабних процесів визнано норму інфільтрації опадів у водоносні горизонти, та при до-слідженні полів наносів і мутності, для яких на рівні процесів мезомасштабу головним чин-ником можна визнати розораність,яка обумовлює інтенсивність процесів змивання грунту.

**У четвертому розділі** розглянуто закономірності коливань річного стоку на території України за допомогою традиційних методів згладжування хронологічних рядів і побудови різницевих інтегральних кривих у поєдненні з сучасними методами багатовимірного статистичного аналізу (головних компонент та факторного), які дозволяють “стискувати” вихідну інформацію, що міститься у структурі кореляційних матриць.

Автором вперше в межах методу ПОФ залучені до аналізу циклічності коливань річного стоку амплітудні функції перших компонент розкладання. Показано, що амплітудна функція першої компоненти розкладання відображає головну тенденцію характеру коливань стоку досліджуваного регіону у часі, обумовлену глобальними атмосферними процесами. На основі аналізу першої амплітудної функції виділено низькочастотне коливання стоку (цикл водності) з маловодною (1928-1964 рр.) та багатоводною (1965-1983 рр.) фазами. Друга амплітудна функція відображає вплив процесів синоптичного масштабу, дозволяючи виділити коливання меншого періоду – наприклад, багатовіддя кінця 30-х та початку 40-х років минулого сторіччя та маловіддя 70-х (1972-1975рр.), що відбувалися на фоні низькочастотних коливань стоку. Ураховуючи, що початок спостережень на більшості річок України припадає на другу половину минулого сторіччя, як розрахункові запропоновані періоди з 1943 по 1983 рр. та з 1951 по 1980 рр.

Вперше виконано обгрунтування та розвинуто новий підхід до районування території України за характером коливань річного стоку на основі узагальнення результатів багатовимірного статистичного аналізу полів річного стоку. Слід зазначити, що аналіз коливань річного стоку традиційно виконувався за даними по великих річках, стік яких формується у декількох географічних зонах, що знайшло своє відображення у роботах Н.П. Смірнова та В.Л. Скляренка (1986), П.С. Кузіна і В.І.Бабкіна (1979),С.М. Синайської та Ю.В. Швейкіна (1971). Такий прийом дослідження приводив до досить схематичного районування за синфазністю коливань стоку. Враховуючи неоднакову гідрологічну вивченість різних рі-чок України,дослідження характеру коливань річного стоку нами виконувались як на матері- алах опорних водозборів, рівномірно розподілених по території України, так і на матеріалах окремих ії регіонів. С метою перевірки сталості рішення проводилися чисельні експеримен-ти, в яких змінювався склад вибірок та їх тривалість. При визначенні меж районів використо- вувалися результати районування, отримані як по регіонах, так і для всієї України в цілому.

Районування за - модифікацією факторного аналізу, яка є варіантом кластерного аналізу, здійснено на підставі графічних побудувань, в яких використовуються результати представлення матриці кореляційних коефіцієнтів у вагових навантаженнях кожного ряду на виявлений гіпотетичний фактор. Райони з синфазними та синхронними коливаннями стоку виділяються як угруповання точок на відповідних графіках. Для обгрунтування меж виділених районів та підрайонів було застосовано метод головних компонент. При цьому знак другої базисної функції  служив правилом класифікації. Як границя між угрупуваннями було використане положення нульової ізолінії . Вірогідність отриманого районування підтверджують осереднені у межах виділених угрупувань коефіцієнти кореляції.

Згідно отриманим районуванням Україна розділена на три райони з синфазними коливаннями стоку. Район I (Західний) складається з водозборів річок Карпат і басейнів річок Дністер, Західний Буг, Прип’ять та верхів’їв Південного Бугу. До району II (Східного) увійшли річки басейнів Дніпра, Сіверського Дінця, Приазов’я та степової зони південно- західної України і Молдови (межиріччя Дунай – Дністер, Дністер - Південний Буг, південь Молдови, середня та нижня течії р.Південний Буг). Гірський Крим виділено в окремий район III через особливості умов формування клімату та стоку. У рамках районів з синфазними коливаннями стоку виділено підрайони з синхронними коливаннями річного стоку, де осереднений коефіцієнт кореляції набуває значень більших за 0.7. Як відомо, за нормативним документом СНіП – 2.01.14 – 83 лінійний зв’язок між стоком двох річок, який оцінюється коефіцієнтом кореляції  , є обов’язковою умовою при виборі річок-аналогів. Установлено, що водогосподарська діяльність, викликана велико-масштабними перетвореннями стоку, які охоплюють значні простори, здатна суттєво впливати на характер коливань стоку. Так, річки Донецького басейну, які увійшли до системи перекидання стоку по каналах Сіверський Донець – Донбас, утворюють один район з синхронними коливан-нями стоку. Але ця синхронність обумовлена штучними, а не природними факторами.

Далі в роботі розвинуто та реалізовано принципово новий мульти-фрактальний підхід до аналізу багаторічних коливань річного стоку. Вперше виявлено існування феномену інваріантності (скейлінгу або самоподібності) у просторовому та часовому розподілі характеристик річного стоку. Раніше схожі закономірності багаторічних і короткочасових флуктуаційних коливань характеристик стохастичних, хаотичних процесів або схожі структурні закономірності об’єкту у різних просторових масштабах були вперше виявлені Б.Б. Мандельбротом (1983) на основі теорії фрактальних множин, який вперше відкрив фрактальні властивості у розподілі багаторічних коливань цін на світових фінансових ринках. Ступінь складності структури може бути охарактеризований характеристичним числом - фрактальною розмірністю. Визначення фрактальної розмірності та мультифрактального спектра пов’язане з громіздкими ітераційними процедурами, тому для реалізації методики визначення фрактальних розмірностей у просторовому розподілі статистичних параметрів річного стоку застосовувався метод варіацій Д.Марка і П. Аронсона (1984), а для визначення фрактальних розмірностей у часовому розподілі величин річного стоку – Фур’є-перетворення та представлення спектральної щільності у логарифмічному масштабі (А.Г.Бершадський, 1990). Нами вперше отримані значення фрактальних розмірностей, що характеризують закономірності просторового та часового розподілу річного стоку й знаходяться у межах 1,40 -1,80.

**У п’ятому розділі** розглянуто проблему обгрунтування географо-гідрологічних узагальнень характеристик стоку.Задачі просторового географо-гідрологічного узагальнення формулюються таким чином: вияв доцільності, ступеня, способу та встановлення меж узагальнення. Для вирішення поставлених задач нами застосований метод сумісного аналізу ансамблів гідрологічних об’єктів (С.М.Крицький, М.Ф.Менкель, 1981). Суть методу зводиться до визначення складових загальної просторової дисперсії  будь - якого статистичного параметру  - географічної  і випадкової . Коли виконується умова

 , (4)

то можна вважати, що просторовий розподіл розглядуваного параметру визначається у більшій мірі випадковими властивостями поєднуваних вибірок 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. Географічна складова є, власне кажучи, оцінкою статистичної неоднорідності вихідних матеріалів.

Відомо, що між рядами річного стоку близько розташованих річок існує досить тісний кореляційний зв’язок, який зменшує об’єм незалежної інформації. З метою визначення середнього коефіцієнту кореляції між шуканими параметрами у межах будь-якого району були розраховані та апроксимовані у вигляді експонент просторові кореляційні функціі виду

 , (5)

де - значення просторової кореляційної функції для параметру ;- відстань між об’єктами, км. Отримані результати показали, що інтенсивність зниження  кореляційного зв’язку для середніх арифметичних значень річного стоку і коефіцієнтів варіації  у межах виділеного за синхронністю коли-вань стоку району I більша ніж у II. Це пояснюється більш вираженою конти-нентальністю клімату й однорідністю рельєфу, а отже, більш однорідним харак-тером коливань стоку східної України, у порівнянні із західною ії частиною.

На першому етапі узагальнення статистичних параметрів річного стоку річок України була прийнята гіпотеза, щодо спільності не тільки кривої розподілу, але й окремих параметрів розподілу. За основу було прийняте фізико-географічне районування території України. Встановлено, що районування середньобагаторічних значень річного стоку та коефіцієнтів варіації здебільшого можливе тільки у випадках, коли розглядаються водозбори з площами, більше 1000, де вплив азональних та інтразональних факторів мало виражений. Але й за таких умов якість узагальнення для районів зони недостатнього зволоження і високого антропогенного навантаження (північно-західного Причорномор’я, Приазов’я) є незадовільною, через значний внесок географічної складової у загальну дисперсію цих параметрів.

Для статистичних параметрів, що визначаються за даними спостережень з великою похибкою, осереднена по регіонах оцінка параметрів найчастіше є більш достовірною, ніж вибіркова. До таких параметрів відносяться коефіцієнти автокореляції річного стоку , асиметрії  та відношення . Ця обставина ураховувалась у СНіП 2.01.14 – 83, де наведені райони з осередненими значеннями  за даними А.В. Рождєственського (1974) та  для усієї території колишнього СРСР, але досить схематично.

Установлено, що коефіцієнт автокореляції річного стоку визначається, головним чином, природним регулюванням стоку і зменшується в міру переходу від регіонів з високим внеском підземного живлення у формування річного стоку до незначного. У зв’язку з цим, в основу районування параметра  було покладене гідрогеологічне районування території України. Виділено 6 районів. Найбільші значення коефіцієнтів автокореляції характерні для закарстованих територій Волино-Подільського артезіанського басейну та Молдови , найменші  – для Причорноморського артезіанського басейну. При обгрунтуванні меж районів відношення  за основу статистичного районування приймалися статистично однорідні райони, виділені на основі гіпотези про спільністьпараметрів розподілу. Надалі виконувалося розширення меж узагальнення вже безпосередньо для . В результаті отримано 10 районів. Найменшими значеннями  характеризується східна частина басейну р.Тиси - , найбільшими – східна частина Українського Полісся та лівобережні притоки р. Дністер - . Отримані результати по районуванню характеристик стоку, що розраховуються за даними спостережень з недостатньою достовірністю, були використані у практиці гідрологічних розрахунків для визначення статистичних параметрів річного стоку невивчених територій північно-західного Причономор’я та степового Криму при стохас-тичному моделюванні.

**Шостий розділ** присвячений розв’язанню комплекса проблем моделювання впливу водогосподарських заходів на характеристики річного стоку. В роботі запропоновано принципово новий, високоефективний теоре-тично послідовний метод розрахунку змін характеристик річного стоку під впливом низки антропогених факторів (вплив зрошування, штучних водойм тощо), який базується на детерміновано-стохастичних моделях, формалізмі еволюційних рівнянь та гідрологічних функцій відгуку, а також використанні теорії нейромережевих систем.

З точки зору системного підходу зміни у природно-технічній системі, що знаходиться під “пресом” антропогенного навантаження, можна представити у вигляді такого еволюційного рівняння

, (6)

де- стан системи (водозбору) в умовах антропогенного впливу; - вихідний стан системи (водозбору) в природних, тобто непорушених антропогенним впливом, умовах; - оператор водогосподарських перетворень стоку;  - параметри системи, одна частина яких пов’язана з природними характеристиками, а друга – з водогосподарськими перетвореннями;  - зовнішний вплив на систему, під яким у даному випадку розуміється зміна кліматичних факторів формування стоку. Якщо , то природний кліматичний фон приймається незмінним. Отже, задача зводиться до визначення оператора перетворень , який у практичній гідрології дістав назву оператора просторово-часової еволюції, функції впливу, функції пам’яті і таке інше. Показано, що через нестачу даних про стік у природних умовах та водоспоживання найбільш ефективним підходом до визначення впливу водогосподарських перетворень на характеристики стоку є імітаційне моделювання. В роботі вперше розвинуто та чисельно реалізовано нейромережеву модель для рішення задачі визначення змін річного стоку внаслідок водогосподарських перетворень. Показано, що нейромережевий підхід є досить ефективним методом, але потребує довгострокових даних про водоспоживання. Повний комплекс математичних моделей річного стоку в умовах антропогенного впливу містить поєднує стохастичний та детерміністичний підходи до розрахунків річного стоку. У їх основі лежить рівняння водогосподарського балансу водозборів, яке можна записати таким чином

 (7)

де - об’єми побутового та природного стоку; - безповоротні вилучення стоку з поверхневих водотоків; - скидання води в поверхневі водотоки. Надалі було здійснено перехід до ймовірнісної форми запису рівняння (7), в якому встановлюється зв’язок між величинами стоку і характеристиками водогосподарських перетворень у роки заданої забезпеченості. Задача моделювання побутового річного стоку вирішува-лась у чотири етапи. На першому етапі виконувалась генерація рядів непору-шеного водогосподарською діяльністю стоку методами стохастичного моделю-вання із застосуванням розроблених методик визначення статистичних пара-метрів природного стоку при відсутності чи недостатності даних спостережень. На другому- досліджувалися фізико-географічні особливості впливу факторів водогосподарської діяльності на стік річок і формувалися рівняння водогосподарських балансів, які становлять детерміністичну основу моделі. Третій етап досліджень передбачає вивчення структури антропогенних складових . Особливістю запропонованої моделі побутового стоку є виділення природних чинників і показників рівня розвитку водогосподарських перетворень. Природні чинники мають стохастичну природу, обумовлену коливаннями клімату, і ,внаслідок цього, пов’язані з водністю річок, наприклад, додаткове випаровування з водної поверхні штучних водойм, дефіцити водоспоживання води рослинами і таке інше. Для введення цих чинників у модель досліджувалися закони іхнього розподілу та узгодження з річним стоком за забезпеченістю. Показники масштабів розвинення водогосподарських заходів на водозборах (площі зрошування, осушення, водної поверхні штучних водойм) відносяться до числа невипадкових параметрів водогосподарського комплексу, які призначаються директивно і можуть розглядатися як елементи управління водогосподарською системою, тому що вони визначають не тільки зміни величин стоку, але й відкривають можливості для оптимізації режиму функціонування всієї природно-технічної системи в цілому. На четвертому етапі виконується безпосереднє моделювання побутового стоку за рівняннями водогосподарських балансів, представлених у ймовірнісному вигляді. Такого роду моделі відносяться до числа детерміновано-стохастичних; запропонований підхід відкриває можливості до стохастичного моделювання багатьох гідроло-гічних процесів, пов’язаних з водогосподарською діяльністю. В процесі дослід-ження були розглянуті найбільш значущі фактори водогосподарської діяльнос-ті: для зони недостатнього зволоження – зрошування сільськогосподарських земель і пов’язані з ним регулювання стоку шляхом створення ставків та водо-сховищ й перекидання стоку; для зони надлишкового зволоження – осушення боліт та заболочених земель. Виконано теоретичне обгрунтування і здійснено реалізацію детерміновано-стохастичних моделей для кожного з перелічених факторів із урахуванням реальної фізичної картини взаємодії річного стоку та антропогенного навантаження на нього у роки різної забезпеченності:

а) при заборах води з поверхневого стоку на зрошення; б) при наявності на водозборі штучних водойм з сезонним регулюванням стоку, коли втрати обумовлені додатковим випаровуванням з водної поверхні; в) при перекиданні стоку та формуванні зворотних (скидних) вод з масивів, що зрошуються за рахунок річки-донора; г) при осушенні боліт та заболочених земель.

Для стохастичного моделювання багаторічних коливань природного річного стоку залучено одну з модифікацій моделі простого ланцюга Маркова, що спирається на кореляцію між забезпеченостями суміжних членів ряду (М.В. Болгов,І.О. Сарманов, 1991). При цьому рівномірно розташовані у інтервалі (0,1) випадкові числа приймаються за забезпеченності умовного розподілу. Моделювання стоку здійснювалося у вигляді послідовностей випадкових величин, зв’язаних кореляцією нелінійного типу з маргінальним трипараметричним гама-розподілом С.Н. Крицького та М.Ф. Менкеля для значень коефіцієнтів автокореляції, які змінюються від 0,00 до 0,55. При цьому на попередьому етапі була згенерована послідовність з 4000 випадкових, рівномірно розташованих в інтервалі (0,1), чисел, зв’язаних лежандрівською кореляцією, які приймалися за забезпеченності річного стоку. Генерування ря-дів побутового стоку відбувалося за рівняннями водогосподарських балансів на основі імітаційних експериментів. У кожному випробуванні невипадкові показники рівня розвитку водогосподарської діяльності на водозборах (відносні площі водної поверхні штучних водойм, зрошування, осушування) та деякі технічні характеристики (наприклад, коефіцієнт корисної дії зрошувальної системи) приймалися постійними, що дозволяло зберегти відповідність отриманих рядів гіпотезі стаціонарності процесу стоку.

В результаті встановлені та узагальнені у вигляді розрахункових залежностей основні закономірності зміни статистичних параметрів річного стоку від показників рівня водогосподарської діяльності на водозборі. Зокрема, для зони недостатнього зволоження при втратах поверхневого стоку на додаткове випаровування з водної поверхні штучних водойм і заборах води на зрошення спостерігається зменшення норм річного стоку та зростання нерівномірності й асиметричності його багаторічного розподілу по мірі розширення відносних площ, підлеглих водогосподарчим перетворенням . Інтенсивність зміни параметрів стоку визначається співвідношенням ресурсів вологи і тепла , тобто . Коли , що відповідає умовам зон надлишкового та достатнього зволоження, вплив розглянутих факторів стає незначущим. При зрошенні водозборів за рахунок річок – донорів, що має місце у північно-західному Причорномор’ї, де функціонує Дунай-Дністровська зрошувальна система, надходження зворотних вод до русел річок сприяє зростанню норм стоку та зменшенню коефіцієнтів варіації і асиметрії. Найбільш вагомими факторами у зоні недостатнього зволоження є забори води з місцевих водних ресурсів на зрошування сільськогосподарських земель та втрати на додаткове випаровування з водної поверхні. У північно-західному Причорномор’ї суттєві зниження стоку (більше 50%) маловодних років виникають при досить малих масштабах водогосподарського засвоєння території – для площі водної поверхні, що дорівнює 1%, та для площі зрошуваних земель – 2% від загальної площі водозбору. Скидні води з сільськогосподарських масивів, що зрошуються за рахунок річок-донорів підвищують норми стоку, але їх вплив значно менший і стає суттєвим при відносній площі зрошуваних земель близько 4-5%. Установлено, що водогосподарські перетворення порушують внутрішню структуру рядів, зменшуючи зв’язок між стоком попередніх та наступних років, який характеризується коефіцієнт ом автокореляції .

Оскільки на багатьох водозборах зони недостатнього зволоження розглянуті фактори діють в комплексі, розроблено методику їх сумісного урахування за допомогою так званих коефіцієнтів антропогенного впливу, які визначають зміну статистичних параметрів річного стоку в залежності від чинників управління. Отримана система залежностей коефіцієнтів антропогенного впливу від чинників управління може розглядатися як функція відгуку  водозбора на вплив водогосподарських заходів,що представлена у стохастичному виді. Для зон достатнього та надлишкового зволоження виконано обгрунтування необхідного режиму гідромеліорацій шляхом обчислення гідромеліоративних норм. Показано, що Українське Полісся відно-ситься до регіону із змінними кліматичними факторами і необхідність осу-шу-вання земель значною мірою залежить від виду сільськогосподарських культур, які вирощуються на осушених болотах. Установлено, що головним фактором впливу осушування земель на стік є спрацьовуваннязапасів грунтових вод,

яке приводить до підвищення норм сумарного річного стоку в цілому і зменшує нерівномірність та асиметричність його розподілу у часі. Суттєві зміни наста-ють при площах осушування більших 10%.

Адекватність розрахункової моделі побутового стоку даним спостере-жень була підтвердженою відповідністю розрахункових та емпіричних кривих забезпеченностей й задовільною узгодженністю статистичних параметрів побутового стоку, розрахованих різними методами.

**У сьомому розділі** подається вирішення проблеми оцінки водних ресурсів України в умовах зміни клімату, що має особливу значущість для перспективного планування і проектування водогосподарських заходів на півдні країни, де можливості водопостачання за рахунок природних водних ресурсів обмежені.

Надійних прогнозів глобальних, а тим більш регіональних змін клімату на цей час не існує, тому для кількісної оцінки їх наслідків, як правило, використовуються кліматичні сценарії, в яких наведені можливі зміни атмосферних опадів () та температур повітря ().

Моделювання характеристик стоку у нових кліматичних умовах відбувається на підставі рівняння водно-теплового балансу, кліматичні складові якого коректуються згідно з даними сценаріїв

, (8)

де  - норма кліматичного стоку в нових кліматичних умовах; - зміна сумарних опадів; - зміна температур повітря.

Після визначення характеристик природного стоку відбувалося моделювання побутового стоку за детерміновано-стохастичною моделлю. При цьому ураховуються й зміни природних чинніків антропогенних складових рівнянь водогосподарських балансів, які залежать від кліматичних умов.

Оцінка змін водних ресурсів України виконувалася відповідно до результатів прогнозу змін кліматичних характеристик (опадів і температур повітря) за трьома альтернативними сценаріями, рекомендованими робочою групою на Другій Всесвітній Кліматичній конференції (Женева, 1990) .

Автором було досліджено чутливість кліматичного стоку до змін метеорологічних характеристик. На основі чисельних експериментів показано, що зміна норм кліматичного стоку стає значущою при зміні річних опадів на  або при зміні сум середньомісячних температур повітря за період червень-серпень на . Передбачувані зміни метеорологічних характеристик, наведені в альтернативних сценаріях, перевищують зазначені межі і, отже, водні ресурси України можуть досить суттєво реагувати на зміни регіонального клімату.

Результати розрахунків за альтернативними сценаріями показали, що незважаючи на зростання теплоенергетичних ресурсів за всіма трьома сценаріми на 11,0%, зміни кліматичного стоку залежать від характеру зволоження території.

Так, наприклад, за сценарієм 1 можливі зниження сумарної кількості норм річних опадів до 9%. Таке сполучення кліматичних факторів (зниження ресурсів зволоження і збільшення теплоенергетичних ресурсів) створює найбільш несприятливі для водних ресурсів умови: процес їхнього формування обмежений, по-перше, зволоженістю території і ,по-друге, значно зростає випарна здатність повітря, що в підсумку приводить до підвищення сумарного випаровування з поверхні суші. Навіть без урахування впливу водогосподарських перетворень на водозборах можливе зниження норм кліматичного стоку в середньому на 25% .У сценарії 2 збільшення випаровування внаслідок підвищення температури повітря практично перекривається відповідним збільшенням суми річних опадів на 8%. В результаті зміна норм кліматичного стоку  знаходиться в межах точності її розрахунку, тобто в межах 10%. Це дозволяє зробити висновок, що при розвитку кліматичних змін за сценарієм 2, суттєвих змін водних ресурсів України не відбудеться. Істотною відмінністю сценарію 3 від попередніх є зміна знаку виправлень до сумарної норми річних опадів при переході від посушливих зон до зволожених. У той час, коли в посушливих областях України опади теплого періоду зменшуються, у північному напрямку їхня величина зростає з більшою інтенсивністю,ніж у західному, де зволоженість клімату в природних умовах теж досить висока. Так, для південної, західної і східної України за сценарієм 3 передбачається зменшення норм кліматичного стоку на 18%, а для північної України при широті більшій, ніж 50 град*.*п.ш.*,* кліматичний стік практично не зміниться.

Розвиток глобального потепління за сценарієм 1 приведе до найбільш серйозних наслідків, тому що зниження норми стоку супроводжується посиленням його багаторічної мінливості й асиметричности розподілу і ,отже, викличе зниження водності маловодних років. Показано, що при збереженні сучасного рівня антропогенного навантаження, стік річок північно-західного Причорномор’я буде практично повністю знищений.

Перевага і практичне значення запропонованого комплексного підходу до визначення водних ресурсів в умовах змін клімату полягає у тому, що він не орієнтований на будь-який конкретний кліматичний сценарій, і в залежності від поставленої задачі за розробленою моделлю можуть бути розіграні й інші кліматичні сценарії.

# Висновки

У дисертації наведене теоретичне узагальнення і нове вирішення наукової проблеми оцінки поверхневих водних ресурсів України в умовах антропогенного впливу на основі комплексного підходу, який розглядає динаміку гідрологічної системи у послідовному ланцюгу “клімат – природний стік - водогосподарські перетворення – побутовий стік”.

Головні наукові і практичні результати роботи.

1.Гідрологічна вивченість поверхневих водних ресурсів України недостатня для визначення достовірних оцінок їхнього стану в залежності від масштабів антропогенних перетворень. Це обумовлене обмеженістю даних спостережень за стоком у природних умовах його формування та відсутністю систематичних даних про водоспоживання. Сучасні узагальнення річного стоку здебільшого відображають закономірності просторово-часового розподілу побутового стоку, залишаючи у вигляді “білих плям” південні і південно-західні регіони України, де майже відсутня інформація по стоку не тільки в природних, але й в порушених водогосподарською діяльністю умовах. Для вирішення поставленої проблеми розроблена загальна математична модель річного стоку, за якою визначаються характеристики річного стоку у природних і порушених антропогенним впливом умовах, включаючи зміни клімату.

2. Виконано обгрунтування можливості застосування методу водно-теплового балансу для визначення природних водних ресурсів України. При цьому використані дані по більш ніж 900 метеорологічних станціях і постах. Розраховані та узагальнені по території основні кліматичні складові рівняння водно-теплового балансу – норма річних опадів як загальна характеристика зволоження території та норма максимально можливого випаровування як загальна характеристика теплових ресурсів.

3. Вперше для всієї рівнинної території України визначені і узагальнені у вигляді карт ізоліній норми кліматичного стоку, розраховані за методом водно-теплового балансу. Установлено, що просторовий розподіл норм кліматичного річного стоку підкоряється географічній зональності, і встановлені за розробленою картою величини стоку можуть бути ототожнені з природним зональним річним стоком великих річок. Середнє відносне відхилення норм кліматичного та природного стоку в зоні надлишкового та достатнього зволоження становить , а в зоні недостатнього - .

4. На основі даних про кліматичний стік встановлено характер та кількісні показники впливу факторів підстильної поверхні на формування стоку малих та середніх річок. Виділено області від’ємних, нульових та додатних виправлень до норм кліматичного стоку.

5.Вперше закономірності просторово-часового розподілу річного стоку досліджені у зв’язку з кліматичними факторами його формування на структурному рівні на основі розкладання полів гідрометеорологічних характеристик за природними ортогональними функціями. Надана оцінка внесків атмосферних процесів різних масштабів у загальний процес формування природних коливань річного стоку. Показано, що структура полів річного стоку обумовлена структурою полів максимально можливого випаровування та опадів на рівні перших трьох компонент розкладання, які описують понад 70% дисперсії вихідних даних. Отримані кореляційні залежності між ваговими навантаженнями на перші компоненти розкладання полів річного стоку та кліматичними факторами. Надано фізичну інтерпретацію результатів розкладання за природними ортогональними функціями. Зроблений висновок про обумовленість перших трьох компонент розкладання характером великомасштабних атмосферних процесів.

6. Четверта та п’ята компоненти розкладання полів річного стоку обумовлені процесами мезомасштабу. Установлено, що вплив природних факторів підстильної поверхні проявляється на рівні четвертої компоненти. Це знайшло своє відображення в залежностях вагових навантажень на четверту компоненту від морфометричних характеристик водозборів

7. Порушення характеру коливань річного стоку за рахунок водогосподарських перетворень впливає на структуру полів стоку лише на рівні п’ятої складової розкладання. Таким чином, при вирішенні задачі фільтрації вихідної інформації по стоку можна вилучити вплив водогосподарських заходів на стік, використовуючи тільки перші чотири компоненти розкладання.

8. Вперше на базі виявлених закономірностей у структурі полів річного стоку та даних про норми кліматичного стоку розроблена методика моделювання хронологічних рядів природного річного стоку невивчених річок з використанням перших 4-ох складових розкладання. Точність моделювання природного стоку знаходиться у межах .

9. Запропонований новий підхід до встановлення основних показників стокоформувальних факторів на основі параметризації гідрологічних процесів (сумарний річний стік, стік наносів, грунтовий стік) за методом головних компонент.

10. Вперше до аналізу циклічності коливань річного стоку залучено амплітудні функції перших складових розкладання полів річного стоку за методом головних компонент.

11. Вперше в теорії річного стоку досліджені фрактальні властивості часового та просторового розподілу річного стоку й відкрито феномен скейлінгу (самоподібності). Чисельно розраховані фрактальні розмірності, що знаходяться у межах 1,40-1,80.

12.Вперше для території України на основі методів багатовимірного статистичного аналізу виконано районування за синхронністю коливань річного стоку. При цьому виділено два основних райони з синфазними коливаннями річного стоку (Західний і Східний) та підрайони з синхронними коливаннями річного стоку. Донбас та Крим віднесені до регіонів з суттєво порушеним характером коливань річного стоку за рахунок міжбасейнового перекидання води.

13.Вперше для території України виконано теоретичне обґрунтування доцільності, ступеня та меж географічних узагальнень статистичних параметрів річного стоку на основі методу сумісного аналізу вихідних даних, розробленого С.Н. Крицьким та М.Ф. Менкелем. Показано, що районування статистичних параметрів ефективне лише стосовно до коефіцієнтів автокореляції  та відношення , які визначаються за даними спостережень з малим ступенем достовірності.

14.Виконано обгрунтування нових принципів побудови детерміновано-стохастичних

моделей побутового стоку,що базуються на формалізмі еволюційних рівнянь,функції відгуку

15. Вперше розвинуто й чисельно реалізовано нейромережеву модель побутового сто- ку.

16. Розроблені та апробовані методики розрахунку характеристик побутового річного стоку для основних видів водогосподарських перетворень. У зоні недостатнього зволоження як головні антропогенні фактори виділені забори води на зрошування з місцевих водних ресурсів, втрати на додаткове випаровування з поверхні штучних водойм, використання стоку річок-донорів для цілей зрошування; для зони надлишкового зволоження – осушення боліт та заболочених земель.

17.Установлені закономірності зміни статистичних параметрів побутового річного стоку в залежності від масштабів водогосподарських заходів у межах водозборів. Розроблена методика сумісного урахування різних факторів впливу водогосподарських перетворень на статистичні параметри стоку, яка представлена у вигляді коефіцієнтів антропогенного впливу. Ця методика була застосована для оцінки та прогнозу параметрів побутового стоку недостатньо вивчених річок північно-західного Причорномор’я. Адекватність детерміновано-стохастичної моделі даним спостережень підтверджена задовільною узгодженістю статистичних параметрів та ймовірнісних характеристик побутового річного стоку, отриманих за результатами моделювання, та розрахованих за даними спостережень з використанням незалежних вибірок.

18. На базі рівняння водно-теплового балансу та розробленої детерміновано-стохастичної моделі запропоновано метод оцінювання поверхневих водних ресурсів України при зміні кліматичних умов.

19. Виконане моделювання можливих змін водних ресурсів України за альтернативними сценаріями глобального потепління. Показано, що напрям змін водних ресурсів обумовлений режимом зволоження, у той час як теплоенергетичні ресурси мають тенденцію до зростання. В залежності від співвідношення ресурсів вологи і тепла будуть змінюватися і водні ресурси. За найбільш несприятливим сценарієм передбачається зменшення норм річного стоку південних областей України на 25%, що при збереженні сучасного рівня водогосподарських перетворень, приведе до практичного знищення місцевих водних ресурсів усього регіону.

## Cписок опублікованих праць здобувача за темою дисертації

1. Гопченко Е.Д., **Лобода Н.С.** Применение методов статистического моделирования при оценке изменений годового стока рек под влиянием орошения // Метеорология и гидрология. – 1986. - №9. – С. 79-84.
2. Болгов М.В. , **Лобода Н. С.,** Николаевич Н. Н. Пространственное обобщение параметров внутрирядной связности рядов годового стока // Метеорология и гидрология. - 1993. - №7. - С. 83 - 91.
3. Болгов М.В. , **Лобода Н.С.,** Николаевич Н.Н., Сарманов И.О. О свойствах выборочных оценок параметров моделей марковских процессов с линейной гамма-корреляцией смежных членов // Метеор. климат. и гидр. - 1993. - Вып. 29. - С. 110 - 122.
4. Болгов М.В., **Лобода Н.С.,** Николаевич Н.Н. Пространственное обобщение коэффициентов автокорреляции годового стока Украины // Труды УкрНИГМИ. – 1993. - Вып. 245. - С. 22 - 29.
5. Гопченко Е.Д., **Лобода Н.С.** Об учете влияния карста на водные ресурсы Северского Донца // Тр. УкрНИГМИ. - 1988. - Вып. 228. - С. 82 -89.
6. Шведенко Г.В., **Лобода Н.С.,** Обухов Е.В. К вопросу оценки теоретического гидроэнергетического потенциала малых водотоков северо-западного Причерноморья (Одесская область) на основе современного климатического стока // Межвед. научн. сб. Украины. - Метеорология, климатология и гидрология. - Одесса. - 1998. – Вып. 35. - С. 338 - 350.
7. **Лобода Н.С.** Применение методов многомерного статистического анализа при оценке водных ресурсов Дунай - Днестровского междуречья по материалам наблюдений // Межвед. научн. сб. Украины. - Метеорология, климатология и гидрология. - Одесса. - 1998. – Вып. 35. - С. 293 - 307.
8. **Лобода Н.С.** , Фан Ван Тинь. Исследования синхронности колебаний годового стока Украинского Полесья при помощи методов многомерного статистического анализа // Межвед. научн. сб. Украины. - Метеорология, климатология и гидрология. - Одесса. - 1999. - Вып. 36. - С.190 - 204.
9. Шведенко Г.В., **Лобода Н.С.,** Гопченко Е.Д., Обухов Е.В. Оценки возможных изменений теоретического гидроэнергопотенциала малых водотоков северо-западного Причерноморья в условиях глобального потепления // Межвед. научн. сб. Украины. - Метеорология, климатология и гидрология. - Одесса. - 1998. – Вып.36. - С. 225- 239.
10. **Лобода Н.С.** Применение метода главных компонент к исследованию закономерностей многолетних колебаний годового стока и его климатических факторов // Межвед. научн. сб. Украины. - Метеорология, климатология и гидрология. - Одесса. - 1999. – Вып. 38. - С. 104- 112.
11. Фан Ван Тинь, Гопченко Е.Д., **Лобода Н.С.** Климатические и водные ресурсы Украинского Полесья // Межвед. научн. сб. Украины. - Метеорология, климатология и гидрология. - Одесса. - 1999. – Вып. 39. - С.254 –267.
12. **Лобода Н.С.** Разложение полей базисного стока на естественные ортогональные составляющие и расчет грунтового стока рек западной части Украинского Полесья // Міжвід. наук. зб. України. - Метеорологія, кліматологія та гідрологія. - Одеса. - 2000. – Вип. 40. - С. 173 - 180.
13. Фан Ван Тинь, Гопченко Е.Д., **Лобода Н.С.** Водные ресурсы западной части Украинского Полесья в условиях изменений глобального климата // Міжвід. наук. зб. України. - Метеорологія, кліматологія та гідрология. - Одесса. - 2000. – Вип. 41. - С. 92 - 101.
14. Гопченко Е.Д., **Лобода Н.С.** Оценка возможных изменений водных ресурсов Украины в условиях глобального потепления // Гидробиологический журнал. - Киев: Институт гидробиологии НАН Украины. - т.36, №3. - 2000. - С. 67 - 78.
15. Гопченко Є., **Лобода Н.** Динаміко - стохастична модель стоку зрошуваних річок Північно-Західного Причорномор’я в умовах глобального потепління // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія: Науковий збірник. - т.1. – Киів: Ніка - центр, 2000. - С. 154 - 158.
16. **Лобода Н.С.,** Гопченко Е.Д. Модели оценки и прогноза состояния водных ресурсов рек бассейна Придунайских озер в естественных и нарушенных хозяйственной деятельностью условиях // Міжвід. наук. зб. України. - Метеорологія, кліматологія и гидрологія - Одеса. - 2001. – Вип. 42. - С. 50 - 62.
17. **Лобода Н.С.** Синхронность колебаний годового стока рек Украины // Міжвід. наук.зб. України. - Метеорологія, кліматологія та гідрологія. - Одеса. - 2001. – Вип. 43. - С. 250 - 256.
18. **Лобода Н.С.** Восстановление рядов естественного годового стока на основе разложения его полей по естественным ортогональным функциям (на примере юго-западной части Украины и Молдовы) // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія: Науковий збірник. – т.2. - Київ: Ніка-Центр, 2001. – С. 246 - 253.
19. Гопченко Є.Д., **Лобода Н.С.** Оцінювання природних водних ресурсів України за методом водно-теплового балансу // Наук. Праці УкрНДГМІ. –2001. – Вип.249. – С.106-120.
20. **Лобода Н.С.** Оценка гидромелиоративных норм северо-западной части Украины // Міжвід. наук.зб. України. - Метеорологія, кліматологія та гідрологія. - Одеса. - 2001. – Вип. 44. - С. 175 - 181.
21. **Лобода Н.С.,** Нгуен Ле Минь. Оценка норм максимального возможного испарения для территории Крымского полуострова // Міжвід. наук.зб. України. - Метеорологія, кліматологія та гідрологія. - Одеса. - 2001. – Вип. 44. - С. 181 - 186.
22. **Лобода Н.С.,** Шаменкова О.И. Обоснование методики расчета подземного стока рек Молдовы и юго-западной Украины на базе метода главных компонент // Міжвід. наук.зб. України. - Метеорологія, кліматологія та гідрологія. - Одеса. - 2001. – Вип. 44. - С. 187 - 191.
23. **Loboda N.S.** Neural networks and multi-fractal modelling of non-liniar complex systems // Науковий вісник Ужгородського університету. – Ужгород. – 2002. – Вип. 10. – С.119-121.
24. **Лобода Н.С.** Методические подходы к оценке естественных водных ресурсов горных районов на основе метеорологической информации (на примере горной части бассейна р.Днестр) // Міжвід. наук.зб. України. - Метеорологія, кліматологія та гідрологія. - Одеса. - 2002. – Вип. 45. - С. 118 –124.
25. **Лобода Н.С.** Формализм функций памяти и мультифрактальный подход в задачах моделирования годового стока рек и его изменения под влиянием факторов антропогенной деятельности // Міжвід. наук.зб. України. - Метеорологія, кліматологія та гідрологія. - Одеса. - 2002. – Вип. 45. - С. 140 -146.
26. **Лобода Н.С.,** Гопченко Е.Д. Оценка возможных изменений режима орошения в условиях изменений климата на территории северо-западного Причерноморья // Міжвід. наук.зб. України. - Метеорологія, кліматологія та гідрологія. - Одеса. - 2002. – Вип. 45. - С. 100 –106.
27. **Лобода Н.С.,** Шаменкова О.И. Обоснование стохастических моделей годового суммарного и подземного стока в условиях осушительных мелиораций (по материалам западного Полесья) // Міжвід. наук. зб. України. - Метеорологія, кліматологія та гідрологія. - Одеса. - 2002. – Вип. 46. - С. 279 – 293.
28. **Лобода Н.С.**, Шведенко Г.В., Гопченко Є.Д., Обухов Є.В. Оцінка теоретичного гідроенергетичного потенціалу в умовах антропогенного впливу // Науковий вісник Волинського державного університету ім. Лесі Українки. – Луцьк:Вежа. – 2002.- №4. – С.205 – 212.
29. **Лобода Н.С.**, Гопченко Е.Д. Обоснование районирования статистических параметров стока, определяемых по наблюденным данным с малой степенью достоверности // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія: Науковий збірник. - т.5. – Киів: Ніка - центр, 2003. - С. 35 - 41.
30. **Loboda N.S.**, Гопченко Е.Д. Stochastic model of long-term annual flow fluctuations under anthropogenic influences (in Ukraine)// Special Issue “Stochastic models of hydro-logical processes and their applications to problems of environmental preservation”. ARW Series.-1998.-Vol.1.-P.110-118.
31. **Loboda N.S.** The assessment of present and future Ukrainian water resources on meteorological evidence// Climat and Water.-1998.-Vol.1.-P.1486-1494.
32. **Loboda N.S.** Ecological Effect of changes in Hydrosphere state: Analysis of interaction of the climatic factors and annual runoff with empirical orthogonal functions and memories matrices methods // Ecology of Siberia, the Far East and the Arctic.- 2001.-Vol.1.-P.79-83.
33. **Loboda N.S.** New Stochastic and Fractal Multisystems models of Non-linear Hydrological Systems and Applications to description of Hydrological processes and Enviromental preservation // Ecology of Siberia, the Far East and the Arctic.-2001.-Vol.1- P.84-86.
34. **Лобода Н.С.**, Николаевич Н.Н., К вопросу исследования внутрирядных связей годового стока в условиях орошения. - Деп. В УкрНИИТИ 31.03.88, №780-УК88. // Аннот. в ж. География, №9,1988.
35. **Лобода Н.С.**, Халед Аднан Адель. Исследование синхронности колебаний годового стока рек Приазовья и Донецкого Кряжа в условиях антропогенного влияния. - Деп ВИНИТИ,2220- Ук93. // Аннот. в ж. География, №8, 1993.
36. Шведенко Г.В., **Лобода Н.С.**, Гопченко Е.Д., Обухов Е.В.Теоретический гидропотенциал малых водотоков Одесской области // Сборник научных статей Междунар. Научно- практ. конф. “Перспективные направления развития экологии, экономики, энергетики.” - Одесса, ОЦНТЭИ. - 1999. - С.395 -340.
37. Гопченко Є., **Лобода Н.**, Фан Ван Тінь. Просторово- часові узагальнення річного стоку України у зв’язку з кліматичними умовами // Зб. наук. праць. VIII з’їзду Українського географічного товариства “Україна та глобальні процеси: географічний вимір”. -т.2. –Луцьк: Вежа, 2000. - С. 196 –198.
38. Гопченко Е.Д., Гушля А.В., **Лобода Н.С.** Об оценке изменения водных ресурсов под влиянием орошения // Тезисы докладов V Всесоюзного гидрологического съезда. - Ленинград, Гидрометеоиздат, 1986. - С. 118-119.
39. Гопченко Є.Д., **Лобода Н.С.,** Нагаєва С.П. Принципи побудови математичних моделей оцінки та прогнозу зміни водних ресурсів в умовах антропогенної діяльності // Тези доповідей VI з’їзду Географічного товариства УРСР “Сучасні географічні проблеми Української РСР”. - Київ. - 1990. - С. 81-82.
40. Bolgov M.V., **Loboda N.S.** Group estimate of the parameters of stochastic flow models // Еxtended abstracts International Conf. on Regionalization in Hydrology. Braunschwein (Germany). - 1997. - P. 13-16.
41. Варламова К., Гопченко Е., **Лобода Н.** Альтернативные кормовые культуры - ресурсы выживаемости при климатических изменениях // Материалы Второго Международного Симпозиума “Новые и нетрадиционные растения и перспективы их практического использования”. - Том 5. - Пущино: Российская академия сельскохозяйственных наук. - 1997. - С. 602 - 604.
42. Гопченко Є.Д., **Лобода Н.С.** Стік приток нижньої течії Дністра в умовах антропогенної діяльності // Тезисы докладов международного научно-практического семинара “Эколого - экономические проблемы Днестра” - Одесса: Южный научный центр, Одесский центр научно-технической и экономической информации. - 1997. - С. 19.
43. Гопченко Е.Д., **Лобода Н.С.** Методичні підходи до оцінки можливих змін водних ресурсів в умовах глобального потепління (на прикладі України) // Тези доповідей Другого з’їзду Гідроекологічного Товариства України. - Том 2. - Київ. - 1997. - С. 195-196.
44. **Лобода Н.С.** Пространственно-временные обобщения параметров естественного годового стока рек Украины // Тезисы докладов Междунар. научно- практ. конф. “Resursele funciare si acvatice. Valorificarea superriorava si protectia lor”. – Vol.II. – Chisinau (Moldova). – 1998. – P. 230-231.

46.Gopchenko E., **Loboda N.** Methodical approaches to estimate the Danube region’s water resources // Сonferece abstracts of XX - th conference of the Danubian countries on hydrological forecasting and hydrological bases on water management. - Bratislva (The Slovak Republic).- 2000. - P. 129.

1. Гопченко Е.Д., **Лобода Н.С.** Обоснование оценки водных ресурсов Днестра в естественных и преобразованных хозяйственной деятельностью условиях с учетом глобального изменения климата // Тезисы докладов международной научно-практическая конференции “ Эколого - экономические проблемы Днестра” - Одесса: Южный научный центр, Одесский центр научно-технической и экономической информации. - 2000. - С. 11.
2. **Loboda N.S.** Neural networks approach in modelling the non-linear complex systems. Multifractal models // Тези доповідей конференції молодих вчених “ЇЕФ’2001” – Ужгород: Національна академія наук України. – 2001. – С.41.
3. **Loboda N.S.** Neural networks approch in hydrology. Leaky aquirer function and fractal models for nonlinear complex hydrosystems // Еxtended abstracts International Conf. Applied non-linear dynamics from semiconductors to information technologies. – Thessaloniki (Greece). - 2001. - P. 25.
4. **Loboda N.S.** Quasiparticle density functional theory at finite temperatures, leaky aquifer function and density functional in fractal models for nonlinear hydrological systems // Abstracts International Conf. Applied density functional theory. – Vienna (Austria) - 2001. - P. 98.
5. **Лобода Н.С.** Формализм функции памяти и мультифрактальный подход к моделированию изменений годового стока рек под влиянием факторов антропогенной деятельности // Тези доповідей до міжнародної конференції Одеського державного екологічного університету “Гідрометеорологія і охорона навколишнього середовища -2002”. - Одеса. - 2002. – С. 156 -157.
6. Ехнич М.П., **Лобода Н.С.** Исследование полей мутности на основе метода главных компонент // Тези доповідей до міжнародної конференції Одеського державного екологічного університету. - Одеса. - 2002. – С. 181 -182.
7. **Лобода Н.С.,** Гопченко Е.Д. Стохастическое моделирование годового стока с учетом антропогенных факторов // Тези доповідей до міжнародної конференції державного екологічного університету “Гідрометеорологія і охорона навколишнього середовища -2002”. - Одеса. - 2002. – С. 164 -165.
8. **Лобода Н.С**., Ехнич М.П. Анализ стокоформирующих факторов на основе применения метода разложения полей гидрологических характеристик по естественным ортогональным функциям // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції “Динаміка наукових досліджень”. – т.9. – Дніпропетровськ – Днепродзержинск- Черкаси. – 2002. – С.19-21.

АНОТАЦІЇ

Лобода Н.С. Річний стік річок України в умовах антропогенного впливу. -Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора географічних наук. - Спеціальність 11.00.07 - гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія. - Одеський державний екологічний університет, Одеса, 2003.

Розвинуті і обгрунтовані нові принципи побудови моделей “клімат-річний стік” в умовах антропогенного впливу. Розроблений та реалізований для території України новий метод визначення характеристик природного річного стоку, базисною частиною якого є норма кліматичного стоку, розрахована на підставі рівняння водно-теплового балансу. Установлені особливості просторово-часового розподілу характеристик річного стоку з використанням сучасних методів математичного аналізу: отримані фрактальні характеристики річного стоку; встановлений зв’язок структури полів річного стоку з розподілом кліматичних факторів, що обумовлені великомасштабними атмосферними процесами, та факторів підстильної поверхні, які визначаються процесами мезомасштабу. Отримані райони з синфазними й синхронними коли-ваннями стоку; виділені статистично однорідні райони для параметрів, що виз-начаються за даними спостережень з малим ступенем достовірності (коефіці-єнти автокореляції і відношення ). Запропоновано й реалізовано новий метод розрахунку характеристик річного стоку України в умовах водогосподар- ських перетворень стоку на водозборах, яка базується на детерміновано-стохас- тичних моделях, формалізмі еволюційних рівнянь, функцій відгуку, а також теорії нейромережевих систем. Розроблені й апробовані нові моделі побутового річного стоку дозволили врахувати вплив різних антропогенних факторів в залежності від кліматичних умов та заданих масштабів водогосподарських перетворень. На базі комплексного підходу до визначення природного і побу-тового стоку виконано моделювання можливих змін поверхневих водних ресур-сів при глобальному потеплінні за альтернативними кліматичними сценаріями.

**Ключові слова**: клімат, природний річний стік, водогосподарські перетворення, побутовий стік, математичне моделювання.

Лобода Н.С. Годовой сток рек Украины в условиях антропогенного влияния. - Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени доктора географических наук. - Специальность 11.00.07 - гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия. - Одесский государственный экологический университет, Одесса, 2003.

Диссертация посвящена разработке теоретических основ новых методов оценки и прогноза поверхностных водных ресурсов Украины в условиях антро-погенного влияния, которое включает в себя водохозяйственные преобразо-вания на водосборах и изменения глобального климата Земли. Дано новое ре-шение поставленной проблемы, заключающееся в создании комплексного под-хода к оценке характеристик годового стока рек Украины, при котором про-цесс формирования стока рассматривается в динамике “климат – естественный сток-бытовой сток”, т.е. по мере перехода от крупномасштабных атмосферных процессов, обуславливающих климатические факторы формирования стока, к факторам подстилающей поверхности на уровне мезомасштаба. Изученность поверхностных водных ресурсов Украины недостаточна для оценки их состоя-ния в зависимости от изменяющихся климатических условий и водохозяйст-венных преобразований. Это обусловлено ограниченностью временных рядов стока и недостатком систематических данных о водопотреблении. В южных об-ластях Украины наблюдения за стоком как в естественных, так и нарушенных хозяйственной деятельностью условиях практически отсутствуют, поэтому обобщения характеристик стока носят весьма приближенный характер. Напр., в СНиП 2.01.14 -83 изолинии норм годового стока проведены на этой территории пунктиром. Годовой сток рассмотрен как результат взаимодействия ресурсов тепла и влаги. Для территории Украины теоретически обоснован, разработан и апробирован новый метод оценки характеристик естественного годового стока, базисной частью которого является климатический сток, рассчитанный в рамках метода водно-теплового баланса. Впервые для территории Украины выполнено его пространственное обобщение в виде карты изолиний. Показано, что нормы климатического стока больших водосборов тождественны естественному зональному стоку (среднее относительное отклонение расчетных и фактических значений ~±5% для зон избыточного и достаточного увлажнения и ~±10% для зоны недостаточного). Для малых и средних водосбо-ров установлены и представлены в виде количественных показателей факторы подстилающей поверхности. Выделены области отрицательных, нулевых и положительных поправок к нормам климатического стока малых и средних водосборов. На основе современных методов математического анализа открыты и проанализированы фрактальные свойства годового стока (скейлинг, фрактальный спектр), исследованы закономерности его многолетних колебаний с использованием временных (амплитудных) функций первых составляющих разложения полей годового стока по естественным ортогональным функциям. Выполнено районирование территории по характеру колебаний годового стока на базе - модификации факторного анализа и метода главных компонент. Выделены районы с синфазными и синхронными колебаниями годового стока. Установлена связь между структурой полей годового стока и климатическими факторами его формирования, которая хорошо выражена в первых трех компо-нентах разложения гидрометеорологических величин, обусловленных воздей-ствием крупномасштабных атмосферных процессов. Влияние естественных факторов подстилающей поверхности (залесенность, заболоченность, др.) про-является на уровне 4 компоненты разложения и выражается в зависимостях весовых коэффициентов этой составляющей разложения от морфометрических характеристик водосборов. Воздействие водохозяйственных преобразований, существенно нарушающих естественный ход стока, описывается на уровне 5 компоненты. На основе первых четырех составляющих разложения полей годо-вого стока по методу главных компонент и данных о нормах климатического годового стока выполнено моделирование рядов хронологических рядов стока неизученных рек северо-западного Причерноморья. Точность расчета составила ±15%.Для оценки характеристик годового стока в условиях водохозяйственных преобразований разработан новый подход, базирующийся на детерминирован-но-стохастических моделях, формализме эволюционных уравнений и функций отклика, нейросетевом моделировании. В частности, моделирование рядов осу-ществлено в виде последовательностей случайных величин, связанных корре-ляцией нелинейного типа с маргинальным трехпараметрическим гамма-распре-делением Крицкого-Менкеля. Данные моделирования представлены в виде зависимостей коэффициентов антропогенного влияния от масштабов водохо-зяйственных преобразований на водосборах. Их достоверность подтверждена результатами сопоставления рассчитанных и исходных параметров бытового стока, выполненными на независимом материале. Далее новые модели естест-венного и бытового стока использованы для моделирования состояния водных ресурсов Украины в условиях изменений климата. Т.к. надежных данных о воз- можных изменения климата в настоящее время нет, в работе использованы альтернативные сценарии глобального потепления. Выполнены оценки возможных состояний поверхностных водных ресурсов Украины в соответствии с этими сценариями.

**Ключевые слова:** климат, естественный годовой сток, водохозяйственные преобразования, бытовой сток, математическое моделирование.

Loboda N.S. Annual runoff of rivers of the Ukraine in conditions of anthropogenic effect. - Manuscript.

Thesis for a Doctor’s degree by speciality 11.00.07 – hydrology of land, water resources, hydrochemistry. – Odesa State Environmental University, Оdesa, 2003.

There are developed new principles for construction of the model “climate-annual runoff” in conditions of anthropogenic effect. New method for definition of characteristics of natural annual runoff is proposed and realized for the Ukraine territory. Its basic part is a climatic runoff norm, calculated within the modified water-heat balance approach. Key features of space-temporal annual runoff characte-ristics distribution are analyzed on basis of modern mathematical analysis methods. The fractal features of multi-year vibrations of annual runoff are discovered. It has been found a link of annual runoff field structure with a distribution of climatic factors (provided by large-scaled atmospheric processes) and earthly surface factor (provided by meso-scale ones). The regions with sinphase and synchronic runoff vibrations are found; the statistically homogeneous regions for parameters, which are defined on the basis of the observation data with a little degree of validity, are found. It is developed and tested new method for calculating characteristics of annual runoff in conditions of water management transformations on watersheds. It is based on determinacy stochastic models, evolutionary equations and response functions formalism, neural networks approach. New models of life conditioned annual runoff account for anthropogenic effect in dependence of climatic conditions, scales of water management transformations. Within complex approach to definition of natural and life conditioned runoff it’s carried out modelling the possible changing for surface water resources under global warming in accordance to alternative climatic scenarios.

**Key Words**: climate, annual natural runoff, water management transformations, life-

conditioned runoff, mathematical modelling.

воспользуйтесь поиском на сайте по ссылке: <http://www.mydisser.com/search.html>