

ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Гриб Олег Миколайович

УДК 556.166:54

ВИНОС РОЗЧИНЕНИХ ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН РІЧКАМИ КРИМУ

11.00.07 – гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія



Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата географічних наук

Одеса – 2008

Дисертацією є рукопис.

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

Науковий керівник: доктор географічних наук, професор
Іваненко Олександр Григорович,
Одеський державний екологічний університет,
завідувач кафедри гідроекології і водних досліджень

Офіційні опоненти: доктор географічних наук, с.н.с.
Тімченко Володимир Михайлович,
Інститут гідробіології НАН України,
завідувач лабораторії гідрології та управління
водними екосистемами

кандидат географічних наук, доцент
Шакірманова Жаннетта Рашидівна,
Одеський державний екологічний університет,
доцент кафедри гідрології суші

Захист відбудеться «19» лютого 2009 р. о 10⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради спеціалізованої вченої ради Д 41.090.01 в Одеському державному екологічному університеті за адресою: 65016, м. Одеса, вул. Львівська, 15, ОДЕКУ.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Одеського державного екологічного університету за адресою: 65016, м. Одеса, вул. Львівська, 15, ОДЕКУ.

Автореферат розісланий «10» січня 2009 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради



Чугай А.В.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми обумовлена необхідністю удосконалення методів обчислення добового виносу розчинених хімічних речовин річками Гірського та Передгірського Криму в умовах відсутності достатньої кількості спостережень за іонним складом води, аналізу впливу карсту на трансформацію водного та гідрохімічного режимів річок з урахуванням генетично-однорідних складових водного стоку річок Криму.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Тема дисертації відповідає напряму державної політики, спрямованої на збереження навколишнього середовища, та збігається з питаннями наступних програм і законів України: «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки» від 11.07.01 р., №2623-III (напряма: «Збереження навколишнього середовища та сталий розвиток») і «Загальнодержавна програма охорони та відтворення довкілля Азовського та Чорного морів (2001-2010 роки)» від 22.03.01 р., №2333-III. Дисертаційна робота є складовою науково-дослідної роботи кафедри гідроекології та водних досліджень ОДЕКУ «Гідроекологічні проблеми регіонів України (Південно-західний регіон: басейни річок Дністра, Дунаю, Південного Бугу, річок Криму та лимани Північно-Західного Причорномор'я)» (№ ДР 0104U004024).

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є теоретичне обґрунтування, розробка та апробація методу обчислення концентрацій і витрат розчинених хімічних речовин в гідростворах річок гірського та передгірського Криму з паводковим режимом стоку води впродовж року з урахуванням генетичних умов формування якості поверхневих вод. Досягнення поставленої в роботі мети вирішувалося шляхом послідовного виконання наступних задач:

- встановлення головних чинників та оцінка умов формування іонного складу поверхневих вод Кримського півострова;
- складання електронної бази даних контролю іонного складу та стоку води річок Криму за результатами вимірювань на діючій мережі Державної гідрометеорологічної служби (Центру з гідрометеорології АР Крим);
- обґрунтування методу обчислення концентрацій і витрат розчинених хімічних речовин річок гірського Криму;
- оцінка та встановлення просторово-часових закономірностей змін показників якості річкових вод за основними фазами водного режиму та багаторічний період;
- встановлення залежності хімічного складу річкових вод від гідрометеорологічних та гідрологічних факторів;
- аналіз існуючих методів та розробка, апробація і впровадження у практику нового методу обчислення концентрацій та витрат розчинених хімічних речовин за добу, декаду, місяць, рік і багаторіччя з урахуванням умов формування іонного стоку річок;
- обґрунтування зв'язків показників іонного стоку з морфометричними характеристиками водозборів річок Криму.

Об'єкт дослідження – поверхневі води Кримського півострова з виділенням та деталізацією річкових басейнів наступних головних річок: Кизил-Коба, Салгір, Бурульча, Біюк-Карасу, Кучук-Карасу, Альма, Кача, Бельбек, Чорна, Демерджи, Дерекойка, Шелен, Арпат, Ускут, Ворон, Ай-Серез.

Предмет дослідження – винос розчинених хімічних речовин і методи його обчислення на невеликих річках Гірського та Передгірського Криму з урахуванням генетичних складових (підземної та поверхневої) стоку води.

Методи дослідження. В основу розрахунків покладено обґрунтований у роботі метод обчислення добових витрат та концентрацій розчинених хімічних речовин на невеликих гірських річках паводкового типу з урахуванням генетично-однорідних складових (підземної та поверхневої) стоку води. При розрахунках використані комп'ютерні електронно-інформаційні, графоаналітичні та розрахунково-діалогові методи дослідження, розроблені автором і науковим керівником, які опираються на фундаментальні гідрохімічні, гідрологічні, гідрогеологічні підходи відомих вітчизняних вчених, таких як: Л.М. Горев, В.І. Пелешенко, В.К. Хільчевський, С.І. Сніжко, В.І. Осадчий, В.М. Тимченко, О.Г. Іваненко, Н.С. Лобода, Є.Д. Гопченко, В.Н. Дублянський.

Для ефективного аналізу результатів гідрохімічних, гідрологічних і метеорологічних спостережень на території Криму та подальшої обробки цих матеріалів автором було створено електронно-інформаційну базу на ПЕОМ за період з 1965 по 2003 рр., яка дозволила здійснити великий обсяг графоаналітичного аналізу вихідних та розрахункових даних, а обчислення виносу хімічних речовин виконувалося з використанням розрахунково-діалогової програмної системи (ПС) «Хімсток», яка складена О.Г. Іваненком.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що в дисертації особисто автором вперше для території Криму вирішені такі задачі:

- встановлені головні чинники та умови формування іонного складу річкових вод Криму;
- знайдені системні залежності між концентраціями іонів та витратами води для генетично однорідних умов формування іонного стоку річок за матеріалами спостережень на діючій мережі Державної гідрометеорологічної служби України;
- розроблено та апробовано науково-обґрунтований метод обчислення добового виносу розчинених хімічних речовин річками Гірського та Передгірського Криму;
- обчислено добові концентрації та витрати розчинених хімічних речовин на річках Криму за генетично однорідними складовими стоку води в умовах низької інформативності даних про хімічний склад річкових вод;
- встановлені зв'язки показників іонного стоку з морфометричними характеристиками водозборів річок Криму.

Автором надане нове вирішення задачі розрахунку іонного стоку річок Криму в умовах значного впливу карсту та паводкового режиму стоку води на базі науково-обґрунтованого методу обчислення добового виносу розчинених хімічних речовин за генетично-однорідними складовими стоку води.

Практичне значення одержаних результатів полягає у можливостях застосування методу обчислення виносу розчинених хімічних речовин річками гірського типу; встановленні закономірностей розподілу іонного стоку на території Криму та залежностей між витратами води і концентраціями іонів при водогосподарських розрахунках; можливому їх використанні у підрозділах Республіканського комітету з водного господарства АР Крим, у Центрі з гідрометеорології АР Крим та у підрозділах Міністерства охорони навколишнього природного середовища.

За методом, розробленим в дисертаційній роботі, складено комп'ютерні програми автоматизованого аналізу та обчислення характеристик іонного стоку річок, які використовуються в практичній, навчальній, методичній і науковій роботі кафедри гідроекології та водних досліджень ОДЕКУ і можуть бути використані в інших наукових і навчальних установах України.

Результати роботи дозволяють в перспективі вирішувати задачі оцінки, прогнозування та управління якістю водних ресурсів Криму, удосконалення діючої системи і мережі спостережень за хімічним складом річкових вод, оперативного виявлення забруднювачів річок півострова та ефективного планування водоохоронних заходів, що найбільш важливо, – питного водопостачання населення.

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є результатом самостійних досліджень.

Автор особисто брав участь у зборі, обробці та аналізі масивів даних гідрохімічних, гідрологічних і метеорологічних спостережень на постах річок. Ним же виконано випробовування та адаптацію ПС «Хімсток» для обчислення добового виносу розчинених хімічних речовин річками Криму. Усі результати, які наведені в дисертаційній роботі, отримані особисто автором.

Теоретична і практична реалізація результатів досліджень була виконана особисто автором, науковим керівником здійснювалася постановка задачі, допомога в обґрунтуванні окремих математичних розрахунків. Основні наукові положення й висновки, які сформульовані в дисертації, належать авторові.

Апробація результатів дисертації. Результати досліджень доповідалися, були обговорені та оприлюднені на: щорічних наукових конференціях молодих вчених ОДЕКУ (III – VIII конференції, м. Одеса, 2003 – 2007 рр.); міжнародних науково-практичних конференціях “Україна наукова–2003” (м. Дніпропетровськ, 2003 р.) і “Системний аналіз та інформаційні технології” (м. Київ, 2003 р.); Кримській регіональній конференції “Теоретические и практические аспекты экогеодинамики Крыма” (м. Сімферополь, 2002 р.); науково-технічній конференції наукових та науково-педагогічних працівників ОДЕКУ (м. Одеса, 2005 р.); IV з'їзді Гідроекологічного товариства України “Структурно-функціональне біорізноманіття та індикатори стану морських і прісноводних екосистем” (м. Феодосія, с. Курортне, 2005 р.); II міжнародній науково-технічній конференції, присвяченій 75-річчю ОДЕКУ “Навколишнє природне середовище – 2007: актуальні проблеми екології та гідрометеорології; інтеграція освіти і науки” (м. Одеса, 2007 р.); II міжнародній конференції “Современные проблемы гидробиологии. Перспективы, пути и методы решений – 2” (м. Херсон, 2008 р.).

Публікації. Основні наукові положення і результати дисертаційної роботи викладено в 17 наукових публікаціях, 3 з яких у провідних наукових виданнях, рекомендованих ВАК України.

Структура і обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається з вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел з 131 найменувань. Повний обсяг дисертації становить 212 сторінок, містить 45 рисунків, 9 таблиць, 2 додатки на 44 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

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

У **першому розділі «Фізико-географічні умови формування гідрохімічного режиму річок Криму»** наведено аналіз фізико-географічних умов Криму, який дозволив дійти висновку про складність головних природних факторів (клімату, рельєфу, геологічних та ґрунтово-геоморфологічних умов, рослинності). Встановлено, що на території Криму головні фізико-географічні чинники дуже пов'язані між собою, тому оцінку впливу цих факторів на іонний склад поверхневих та підземних вод необхідно виконувати шляхом їх комплексного аналізу в просторі та часі.

Рельєф у поєднанні з радіаційним режимом, атмосферними циркуляціями та впливом Чорного і Середземного морів формують особливості клімату Криму – розподіл у просторі й часі кількості та виду атмосферних опадів, температурний режим повітря. Геологічна структура Гірського Криму морфологічно виражена трьома гірськими грядками Кримських гір. Дуже поширені карстові ландшафти. Вони суттєво впливають на гідрологічний режим і хімічний склад річок півострова. Ґрунтовий покрив різний за своїм розвитком, хімічним складом і водно-фізичними властивостями. Переважають коричневі щебенчаті ґрунти, вапняки та червоно-бурі ґрунти на вапняках, поширені гірничо-лугові чорноземовидні ґрунти, у міжгірських долинах на делювії мергелястих твердих порід сформувалися сірі карбонатні чорноземовидні ґрунти. Рослинний покрив Криму відрізняється великою різноманітністю (від пустинних солянкових співтовариств до дубових, букових і хвойних лісів, що формуються в гірських поясах).

Все це сформувало сучасну гідрографічну систему півострова, складний водний і гідрохімічний режими та іонний склад річок Криму.

У **другому розділі «Гідрографічні умови формування хімічного складу річкових вод Кримського півострова»** проаналізовано гідрографічні умови та гідрологічний режим річок, які мають величезний вплив на формування іонного складу річкових вод і гідрохімічний режим впродовж року та в багаторічний період.

В Криму налічується біля 1657 річок. У гідрографічному відношенні півострів поділений на Рівнинний, з слабким розвитком річкової мережі, і

Гірський, де вона дуже щільна (середній коефіцієнт щільності річкової мережі Криму – $0,22 \text{ км/км}^2$, в окремих районах він збільшується до $0,4-0,5 \text{ км/км}^2$, в інших – знижується до нуля). У горах беруть початок всі річки Криму, за винятком водотоків його рівнинної частини. На вершинах гір, унаслідок розвитку карсту, річки відсутні. Басейни мають витягнуту уздовж головного русла форму, розширену у верхній частині. На території Криму виділяють наступні групи річок: ПБК, Північно-Західних схилів Кримських гір, Північно-Східних схилів гір, річки і балки Рівнинного Криму, річки і балки Керченського півострова. Головні річки Криму: Салгір, Біюк-Карасу, Зуя, Бурульча, Учан-Су, Дерекойка, Демерджі, Альма, Кача, Бельбек, Чорна та інші. Всім річкам характерний паводковий режим стоку. Ці водотоки були вибрані як опорні для дослідження іонного стоку річок Криму.

У третьому розділ «Гідрогеологічні умови та гідрохімічний режим річок Кримського півострова» досліджені гідрогеологічні умови формування водного та гідрохімічного режимів річок Криму. Особливу увагу приділено карсту, умовам формування його гідрологічного та гідрохімічного режимів.

Основне джерело живлення підземних вод Криму – це атмосферні опади. Гірський Крим складено закарстованими вапняками (понорами, каналами, печерами та ін.). Роль карсту, як регулятора стоку води в Гірському Криму, полягає лише в тому, що опади, які випали на плато та схили гірських масивів, не стікають в річки по їх схилах. Ознака невеликого регулюючого значення карсту Криму – це різкі відмінності між мінімальними (меженними – 8 л/с) і максимальними (паводковими – 8460 л/с) витратами найкрупніших джерел. В межень і в паводок підземні води рухаються різними шляхами та з різною швидкістю. В карстових системах швидкість руху води досить велика: у паводок вона досягає $0,5-1,0 \text{ м/с}$, що цілком можна порівняти з швидкістю води в поверхневих водотоках. Характерним для карстових районів Криму є також те, що гідродинамічні зв'язки між областями живлення і розвантаження карстових вод існують головним чином тільки у верхніх частинах розрізів гірських масивів. З віддаленням від гір вапняки, що живляться водами на яйлах та схилах Кримських гір, досить круто уходять під перекриваючі їх водоупорні відкладення нижньої крейди. Об'єм карстових вод швидко зменшується, а з віддаленням на північ та схід від Зовнішньої гряди вони зовсім зникають.

За хімічним складом води карстових джерел – прісні з переважною мінералізацією $300-500 \text{ мг/дм}^3$. Розчинення вапняків відбувається в основному в межах верхньої стометрової зони, для якої градієнт вилуговування складає від 260 до 320 мг/дм^3 . Нижче його значення зменшуються до $35-20 \text{ мг/дм}^3$. Починаючи з глибин $100-150 \text{ м}$ від поверхні яйл та схилів гір, вниз за течією підземних річок відбувається не збільшення, а загальне зменшення мінералізації, що супроводжується випаданням в руслі карбонату кальцію і формуванням натічних дамб.

Судячи з наявних даних про хімічний склад руслових вод у період паводків, мінералізація річкових вод в різних районах Криму змінюється в досить широких межах залежно від ґрунтово-геологічних умов водозборів. На замикаючих створах гірських водозборів у період зимово-весняних паводків

мінералізація руслових вод змінюється в межах 200-300 мг/дм³, а в період літніх дощів – від 200 до 400 мг/дм³. Кількість опадів, що випадають, і розподіл їх у році, а також особливості температурного режиму обумовлюють паводочний характер гідрологічного режиму річок і достатнє промивання ґрунтів гірської частини водозборів від легкорозчинних солей.

У четвертому розділі «Розробка методу обчислення виносу розчинених хімічних речовин річками гірського Криму» висвітлені існуючі методи розрахунку іонного стоку річок і надається обґрунтування та реалізація методу обчислення добового виносу розчинених хімічних речовин за генетичними складовими стоку води.

В розділі виконано огляд та аналіз існуючих методів обчислення іонного стоку річок, обґрунтованих вітчизняними вченими-гідрохіміками (Л.М. Горєв, В.І. Пелешенко, С.І. Сніжко, В.І. Осадчий та ін.). Докладно описані чотири групи методів розрахунку іонного стоку, а саме: прямі, кореляційні, статистичні та непрямі (опосередковані). Безпосереднє використання прямого методу практично неможливе у зв'язку з відсутністю добових концентрацій хімічних речовин у річках. Інші методи дозволяють за кадастровими матеріалами гідрометеорологічних та гідрохімічних вимірювань розрахувати тільки середні багаторічні величини іонного стоку і фактично використовуються лише для рівнинних річок, з чітко вираженими та довготривалими у часі основними гідрологічними фазами, але не підходять для невеликих річок гірського та передгірського типу з складним паводковим режимом стоку води.

Таким чином, у зв'язку з неоднорідністю процесів формування хімічного складу поверхневого і підземного стоку, його динаміку в часі доцільно вивчати роздільно для окремих видів живлення. Попередньо необхідно розчленувати гідрографи водного стоку на поверхневу і підземну складові. Для визначення витрат контрольованої хімічної речовини, розчиненої водами підземного стоку, необхідно з відібраних за рік проб виділити ті, які взяті в період формування стоку тільки за рахунок підземного живлення, для чого використовується комплексний графік внутрішньорічної зміни стоку води та метеорологічних показників (температури повітря і опадів). Окрім цього, аналіз комплексного графіка дозволяє в окремих випадках встановити нез'ясовані сплески концентрацій речовин, джерелами яких можуть бути залпові скидання неочищених комунальних або промислових вод в річку вище від створів спостережень за хімічним складом води. Результати аналізів цих проб характеризують хронологічний розподіл концентрацій розчину речовини в підземному стоці. З урахуванням вищевикладеного маємо, що внесок у загальну витрату розчинених речовин (R_3) від різних видів стоку – поверхневого (R_n) і ґрунтового (підземного) (R_r), відбувається за балансовим співвідношенням:

$$R_3 = R_n + R_r. \quad (1)$$

Надалі ці генетично різні види стоку розчинених речовин і загальний стік обчислюються окремо. Для цього, за даними графічного розчленовування гідрографів щоденних витрат води виділяється поверхнева і підземна складові

водного стоку (Q_n і Q_r). Значення вимірної концентрації для точок з явно вираженим підземним стоком приймаються рівними концентрації хімічної речовини в підземному стоці.

За вимірними значеннями витрат води і концентрацій заданої хімічної речовини визначаються їх середні значення $Q_{r,сep}$ і $C_{r,сep}$:

$$\begin{aligned} Q_{r,сep} &= (\Sigma Q_{r,i})/n, \\ C_{r,сep} &= (\Sigma C_{r,i})/n, \end{aligned} \quad (2)$$

де n – кількість вимірювань.

Для кожної проби обчислюються модульні коефіцієнти ($K_{Qr,i}$ та $K_{Cr,i}$):

$$\begin{aligned} K_{Qr,i} &= Q_{r,i}/Q_{r,сep}, \\ K_{Cr,i} &= C_{r,i}/C_{r,сep}. \end{aligned} \quad (3)$$

Добові значення концентрації хімічної речовини в підземному стоці води ($C_{r,j}$) обчислюються як

$$C_{r,j} = K_{Cr,j} \cdot C_{r,сep}. \quad (4)$$

Щоденні витрати підземного стоку води ($Q_{r,j}$) обчислюють аналогічно:

$$Q_{r,j} = K_{Qr,j} \cdot Q_{r,сep}. \quad (5)$$

Щоденні витрати винесення підземним стоком розчинених хімічних речовин ($R_{r,j}$) обчислюються за виразом, одержаним з рівнянь (4) і (5):

$$R_{r,j} = C_{r,j} \cdot Q_{r,j} = K_{Cr,j} \cdot K_{Qr,j} \cdot C_{r,сep} \cdot Q_{r,сep}. \quad (6)$$

Взявши для поверхневого стоку

$$R_{n,i} = R_{3,i} - R_{r,i}, \quad (7)$$

а

$$R_{n,i} = C_{n,i} \cdot Q_{n,i}, \quad (8)$$

одержимо:

$$C_{n,i} = R_{n,i}/Q_{n,i} = (R_{3,i} - R_{r,i})/Q_{n,i}. \quad (9)$$

Модульні коефіцієнти в поверхневому стоці дорівнюють:

$$K_{Cn,i} = C_{n,i}/C_{n,сep}. \quad (10)$$

Вони використовуються при інтерполяції добових значень $K_{Cn,j}$.
Добові значення концентрації в поверхневому стоці обчислюються як:

$$C_{n,j} = K_{Cn,j} \cdot C_{n,cep}, \quad (11)$$

де $K_{Cn,j}$ – обчислюються за методом сплайн-інтерполяції.
Добова витрата речовин у поверхневому стоці дорівнює:

$$R_{n,j} = C_{n,j} \cdot Q_{n,j} = K_{Cn,j} \cdot C_{n,cep} \cdot (Q_{z,j} - Q_{r,j}). \quad (12)$$

Таким чином, щоденна витрата винесення розчинених хімічних речовин загальним водним стоком річки розраховується за рівнянням:

$$R_{z,j} = R_{n,j} + R_{r,j}. \quad (13)$$

Для уточнення розрахунків використовуються графіки зв'язку концентрацій речовин і витрат води для однорідних періодів водного режиму (межінь – зимова, літня; паводки – зимові, літні; водопілля – з дощами, без дощів). Приклади таких зв'язків для зимових паводків, викликаних відлигою, та літніх дощових паводків наведено на рис. 1 та 2. Аналіз цих графіків показує відповідність одержаних зв'язків з вихідними даними.

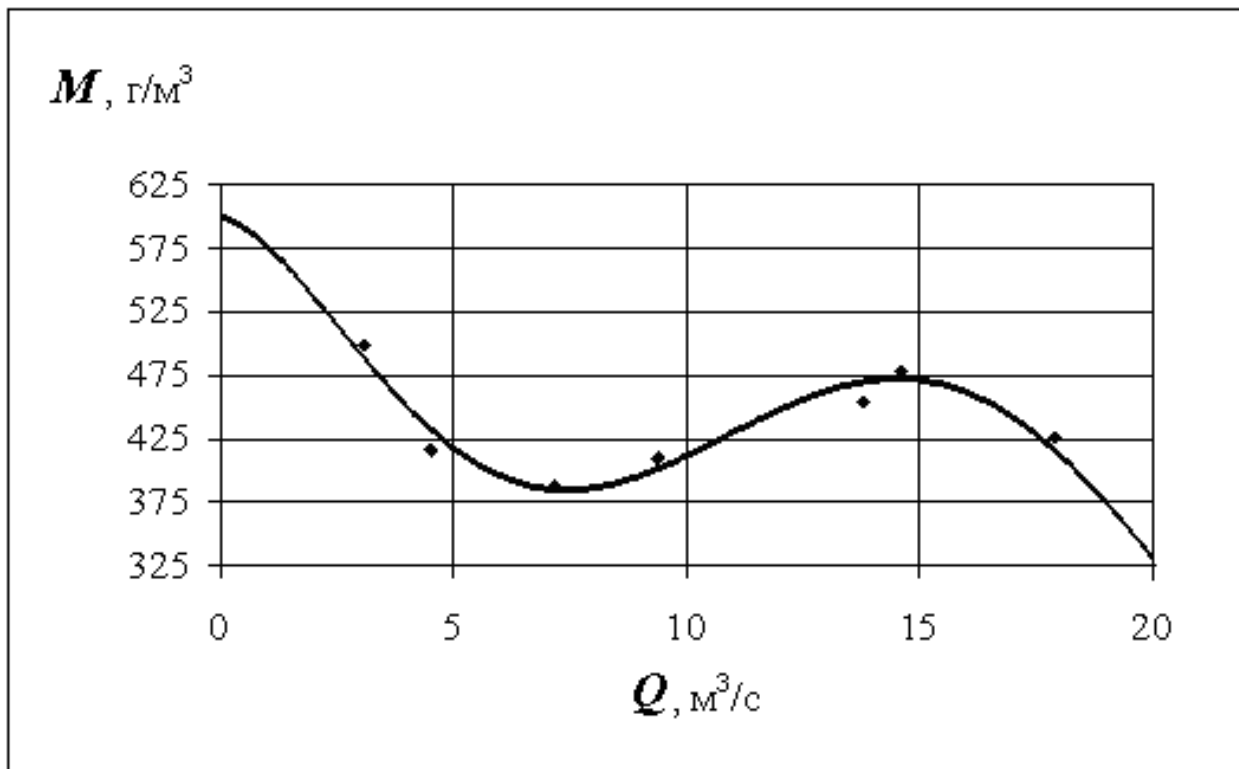


Рис. 1. Залежність між M і Q , р. Чорна – с. Хмельницьке, у період зимових паводків, викликаних відлигою.

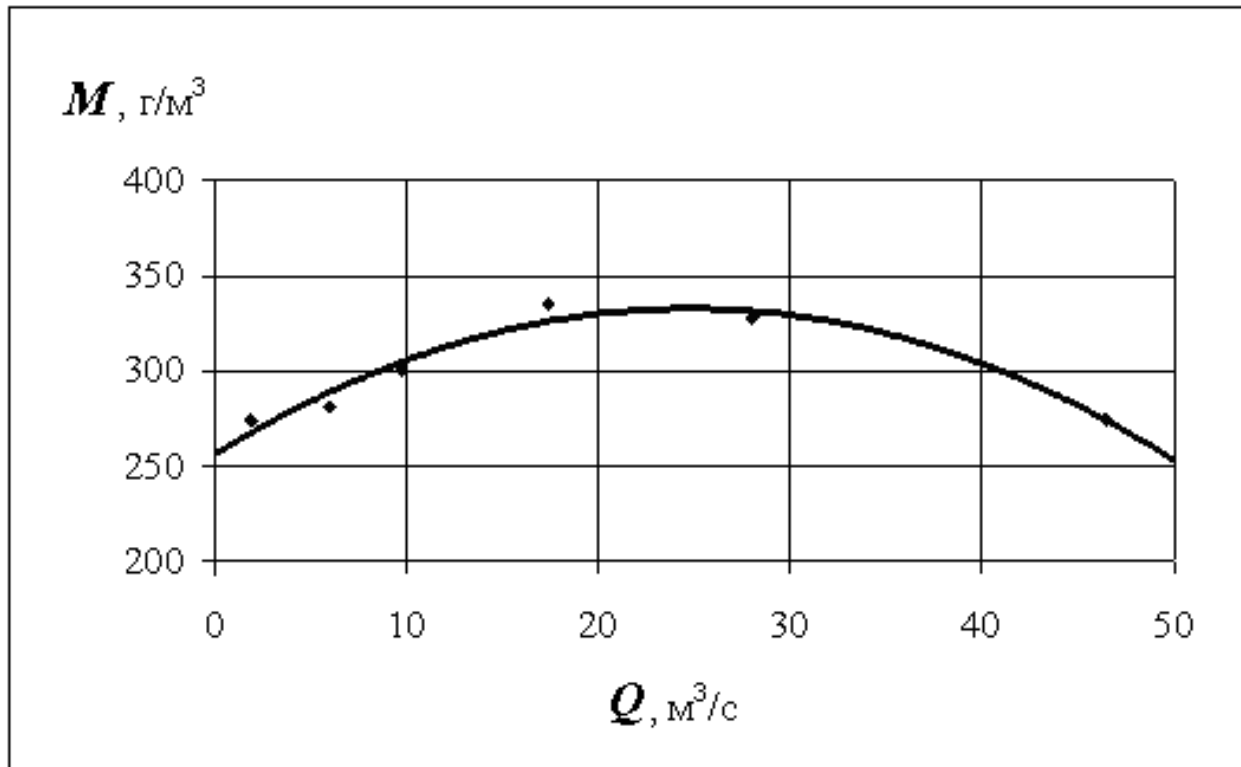


Рис. 2. Залежність між M і Q , р. Чорна – с. Хмельницьке, у період літніх паводків, викликаних дощами.

Розрахунок стоку води та виносу розчинених речовин здійснювався за допомогою комп'ютерної ПС "Хімсток". В результаті розрахунків будується комплексний графік середньодобових витрат води, температур повітря, добових сум опадів та середньодобових витрат розчинених хімічних речовин і формуються таблиці з добовими величинами.

Встановлено, що точність розрахунків зростає при збільшенні частоти вихідної інформації, а відхилення величин середньорічних витрат іонного стоку зменшується. На річках Криму середня частота спостережень за хімічним складом води повинна складати не менш 42 разів на рік (з урахуванням фаз водного режиму).

У п'ятому розділі «Дослідження зв'язків показників іонного стоку з морфометричними характеристиками річок Криму» встановлені та досліджені зв'язки мінералізації річкових вод з морфометричними характеристиками річок Криму. Знайдені закономірності змін середньорічних концентрацій мінералізації та інших іонів за довжиною річок (рис. 3) та в залежності від площ водозборів.

Встановлено зв'язок між показниками іонного стоку P річок та модулями стоку води q (рис. 4)

$$P = 0,31 \cdot q, \quad (14)$$

де 0,31 – коефіцієнт збільшення P при збільшенні q на 1 л/(с·км²).

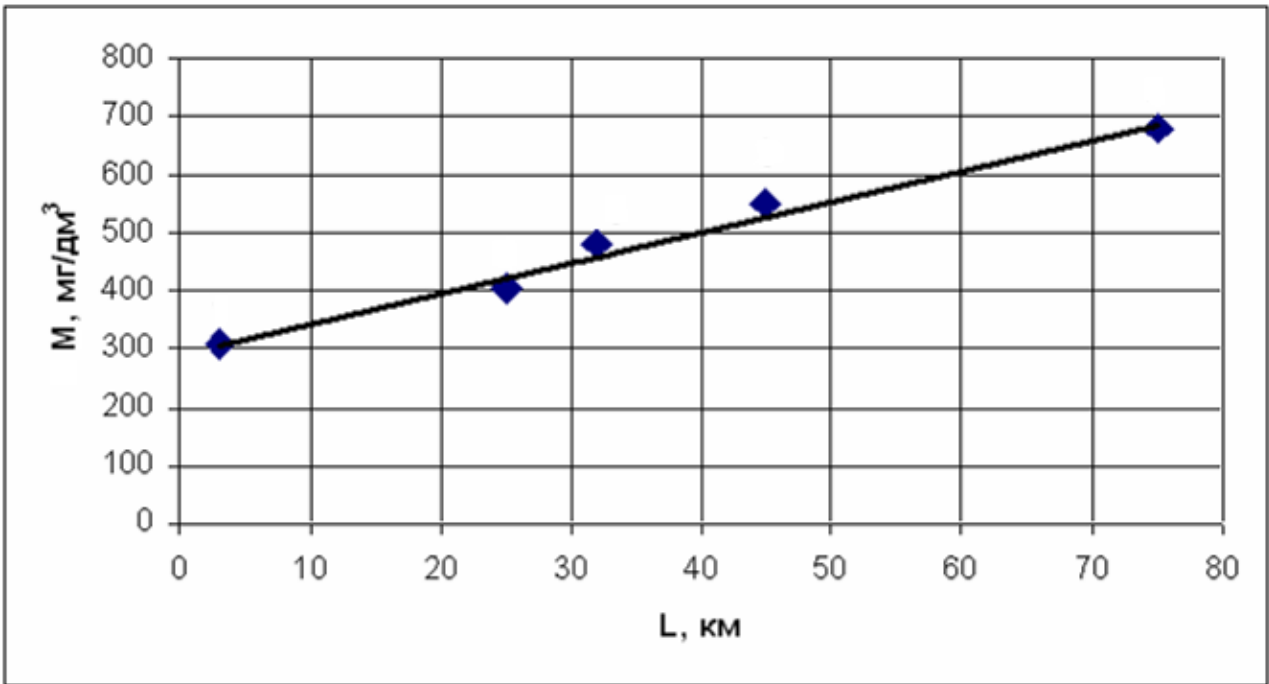


Рис. 3. Змінність мінералізації за довжиною річок Південно-Західних схилів Кримських гір.

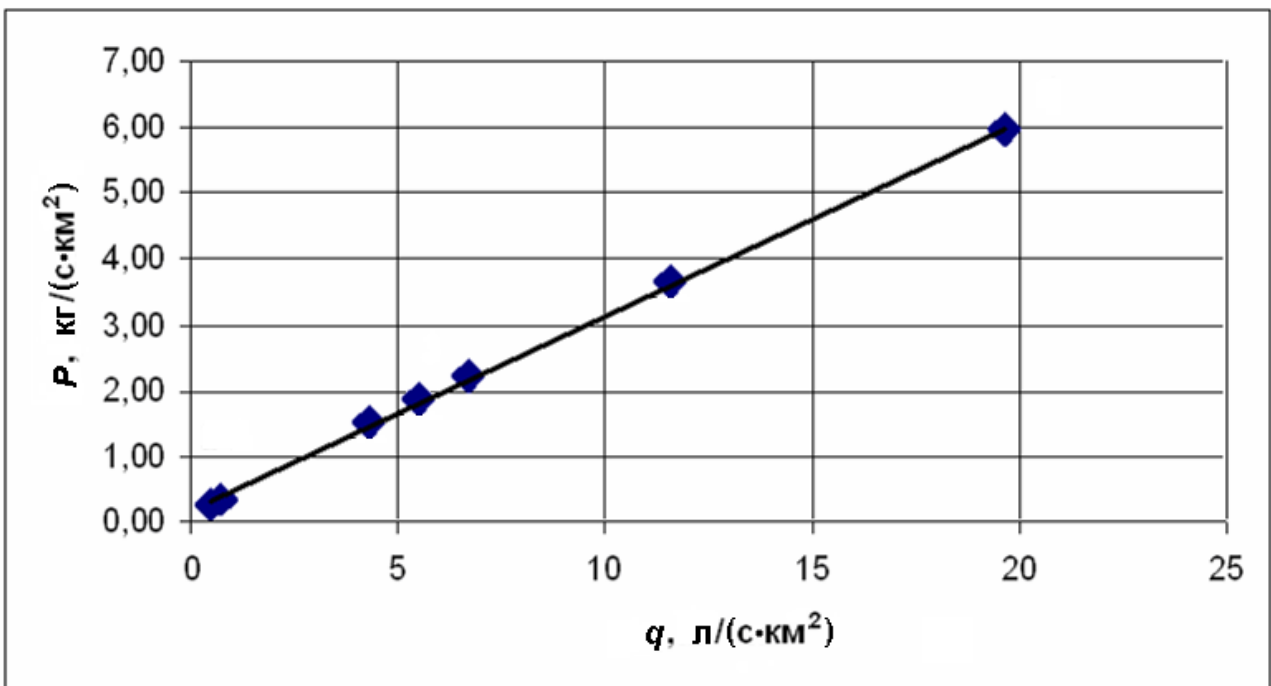


Рис. 4. Залежність показника загального іонного стоку P від модуля стоку води q на річках Південно-Західних схилів Кримських гір.

Залежності C/F від L для різних складових стоку води також виражені лінійними зв'язками, однак вони мають зворотній вигляд (рис. 5). Зменшення питомих концентрацій хімічних речовин при збільшенні відстані від початку річок пов'язано зі значним зростанням площ водозборів та зниженням припливу висококонцентрованих і мінералізованих підземних вод.

Наведено приклад застосування добових величин іонного стоку та закономірностей його протікання впродовж року для оцінки змін концентрацій хімічних речовин у водосховищах (на прикладі Альмінського вдсх) з використанням коефіцієнтів водообміну та водовідновлення.

Для кожного місяця були розраховані значення мінералізації води C_k у Альмінському вдсх з урахуванням впливу процесів водовідновлення B' та мінералізації приточних (річкових) вод $C_{пр}$ (рис. 6).

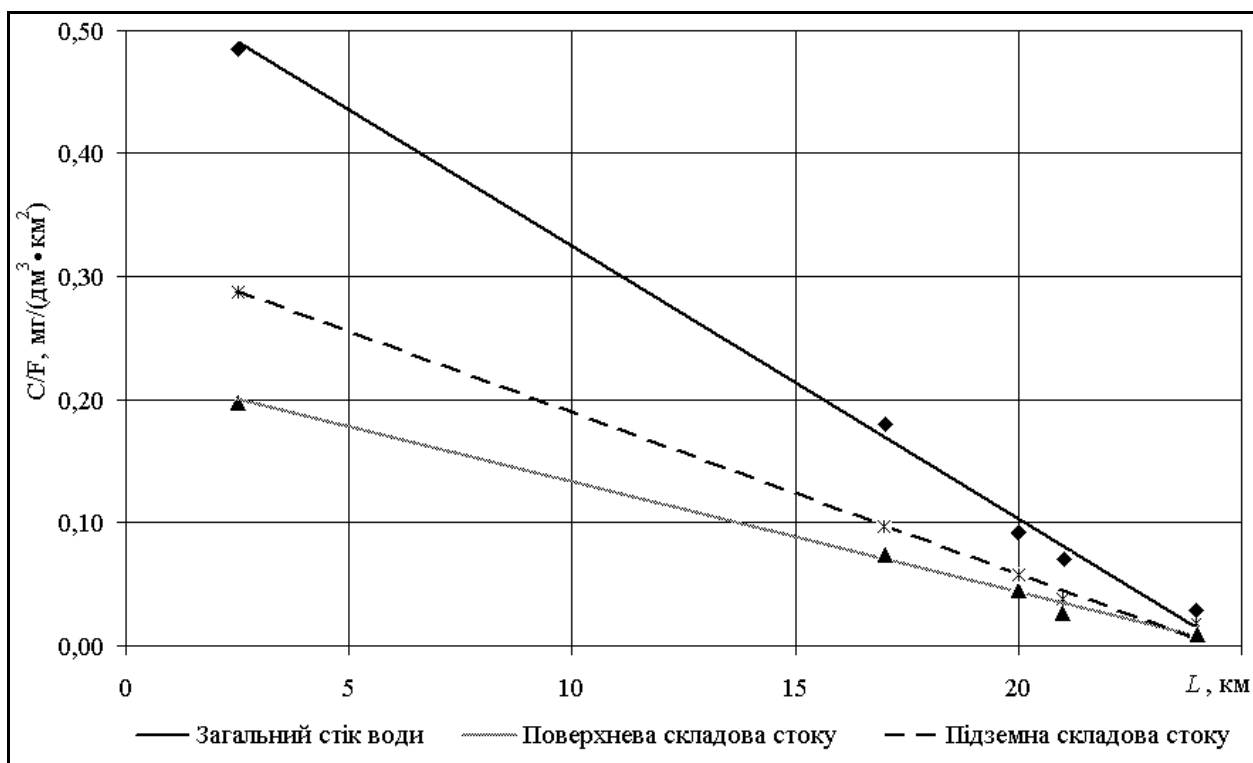


Рис. 5. Залежність $C/F = f(L)$ на річках Північно-Східних схилів (по Mg^{2+}).

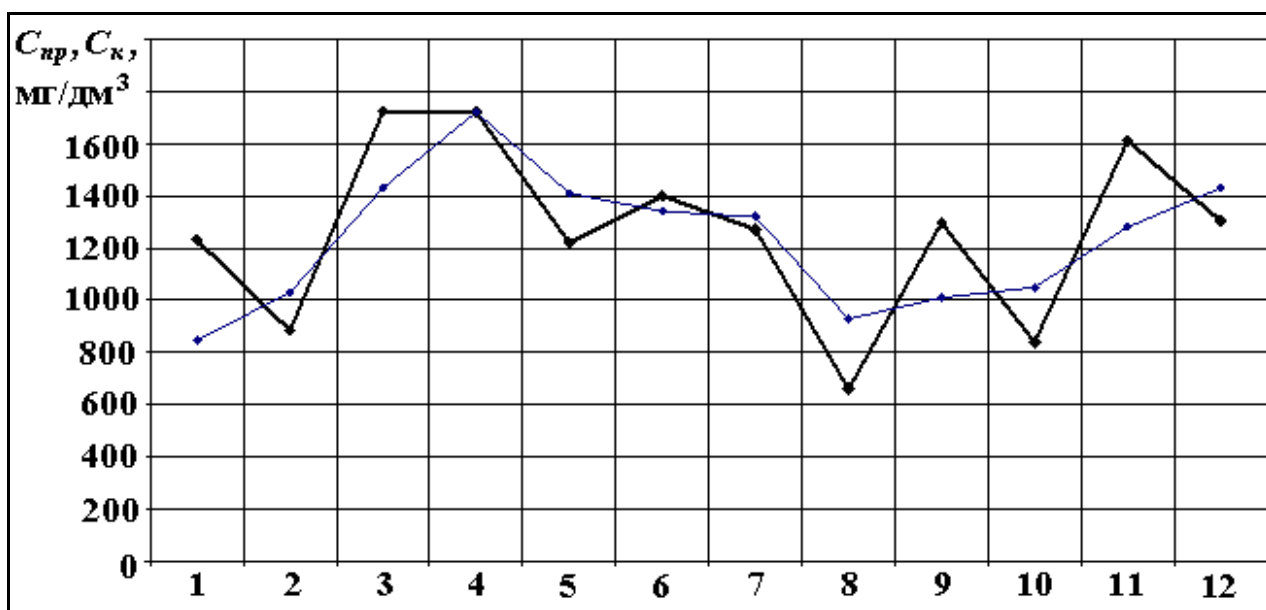


Рис. 6. Мінералізація приточних вод та вод Альмінського вдсх у 1992 р.

ВИСНОВКИ

В дисертації наведено наукове обґрунтування та результати апробації методу обчислення концентрацій і витрат розчинених хімічних речовин в гідростворах річок Гірського та Передгірського Криму з урахуванням генетичних складових водного стоку (підземної та поверхневої).

У дисертації вперше для території Криму вирішені наступні задачі:

1. На основі аналізу багаторічного (1965-2003 рр.) базового гідрохімічного моніторингу річкових вод Криму встановлено, що мінералізація та концентрації деяких головних іонів залежать як від водного режиму річок, так і гідрогеологічних умов водозборів та водогосподарських перетворень на річках.

2. Зв'язок між витратами води та мінералізацією, а також концентраціями окремих елементів сольового складу не завжди має вигляд оберненого ступеневого зв'язку, як на більшості рівнинних річок, оскільки в залежності від фаз водного режиму та гідрогеологічних і кліматичних умов мають місце дещо інші залежності. Зокрема, встановлено, що для зимових паводків, сформованих під час відлиг, спочатку мінералізація зменшується при збільшенні витрат води, далі вона дещо збільшується – відбувається винос речовин, що накопичилися у поверхневому шарі ґрунту, який у цей період вже відтанув, надалі, після збіднення на речовини цього шару ґрунту, при збільшенні витрат води мінералізація зменшується; для літніх паводків також спостерігаються збільшення мінералізацій у періоди підйому рівнів води і подальше зменшення її – у періоди піків та спаду. Ці зв'язки дозволили підвищити інформативність даних про хімічний склад води річок та обґрунтувати метод обчислення виносу хімічних речовин за генетичними складовими стоку води.

3. Виявлені особливості формування стоку води та хімічного складу карстових вод, які є початком і джерелом фактично всіх річок Гірського Криму та суттєво впливають на їх водний і гідрохімічний режими. Гідродинамічні зв'язки між областями живлення і розвантаження карстових вод існують головним чином тільки у верхніх частинах розрізів гірських масивів. З віддаленням від гір об'єми карстових вод зменшуються, а з віддаленням на північ та схід від Зовнішньої гряди вони майже зовсім зникають. За хімічним складом води вони – прісні з мінералізацією 300-500 мг/дм³.

4. Обґрунтовано та апробовано метод обчислення добового виносу розчинених хімічних речовин для невеликих річок Гірського Криму з урахуванням генетичних складових стоку води, що дозволило розрахувати за різні інтервали часу (добу, декаду, місяць, рік та багаторіччя) концентрації та витрати окремих елементів сольового складу (кальцію, магнію, натрію, хлору, сульфатів, гідрокарбонатів) і мінералізації у 22 річкових гідростворах.

5. Доведено, що на річках Криму середня частота спостережень за хімічним складом води повинна складати не менш 42 разів на рік (з урахуванням всіх фаз водного режиму).

6. На основі результатів розрахунку середньорічних величин іонного стоку встановлені закономірності виносу розчинених хімічних речовин на

річках Кримського півострова в залежності від морфометричних характеристик водозборів. Зокрема, мінералізація за довжиною всіх річок збільшується при зростанні відстані від витоків, що пов'язано з припливом високомінералізованих підземних вод та перехопленням поверхневого стоку у водосховищах. З іншого боку, на річках Північно-Східних схилів Кримських гір одержані задовільні обернені зв'язки питомих концентрацій розчинених речовин з розмірами водозборів, що обумовлено відповідним зменшенням частки дренуваних запасів підземних вод.

7. На прикладі Альмінського водосховища запропоновано спосіб використання добових величин іонного стоку та закономірностей його протікання впродовж року для оцінки змін концентрацій хімічних речовин у водосховищах і в першу чергу для розрахунків коефіцієнтів водообміну та водовідновлення. Для кожного місяця були розраховані значення мінералізації води у водосховищі, з урахуванням впливу процесів водовідновлення і концентрації приточної води з різними витратами.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Иваненко А. Г. Расчёт стока воды и смыва химических веществ с малых водосборов в районе юго-восточной части горного Крыма / А. Г. Иваненко, О. Н. Гриб // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – 2003. – Вип. 47. – С. 178-185.
2. Гриб О. Н. Уточнение метода расчёта ежедневных расходов минеральных веществ на малых реках Крыма / О. Н. Гриб // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – 2005. – Вип. 49. – С. 511-519.
3. Гриб О. М. Змінність концентрацій та виносу розчинених хімічних речовин за довжиною річок Криму / О. М. Гриб // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – Одеса, 2008. – Вип. 50.
4. Колодеев Е. И. Состав речных вод и вынос растворённых веществ с бассейна реки Прут / Е. И. Колодеев, О. Н. Гриб // Вісник Одеського державного екологічного університету. – 2005. – Вип. 1. – С. 144-152.
5. Иваненко А. Г. Вычисление суточных минерализаций водного стока рек Крымского полуострова / А. Г. Иваненко, О. Н. Гриб // Наук. запис. Терноп-го нац. педагог. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Сер.: Біологія. Спец. вип. "Гідроекологія". – 2005. – № 3 (26). – С. 180-182.
6. Гриб О. Н. Расчёт стока воды и смыва химических веществ с малых водосборов в районе юго-восточной части горного Крыма / О. Н. Гриб // Тези доп. III наук. конф. молод. вч. ОДЕКУ. – 2003. – С. 39-42.
7. Иваненко А. Г. Вынос химических веществ поверхностным и подземным стоком с водосборов малых рек / А. Г. Иваненко, О. Н. Гриб // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Україна наукова – 2003». – 2003. – Т. 26. – С. 30-32.

8. Гриб О. М. Автоматизований метод розширення інформативності даних стоку хімічних речовин з річкових басейнів / О. М. Гриб // Тези доп. V Міжнар. наук.-практ. конф. студ., асп. та молод. вч. «Системний аналіз та інформаційні технології». – 2003. – С. 38-39.
9. Іваненко О. Г. Про режим стоку води та хімічних речовин в рекреаційну зону Південно-Західного Криму / О. Г. Іваненко, О. М. Гриб // Матер. IV наук. конф. молод. вч. ОДЕКУ. – 2004. – С. 14-16.
10. Колодеев Е. И. Состав речных вод и вынос растворённых веществ с бассейна реки Прут / Е. И. Колодеев, О. Н. Гриб, Ю. А. Логвина // Матер. наук.-техн. конф. наук. та наук.-педагог. працівників ОДЕКУ. – 2005. – С. 61-62.
11. Гриб О. Н. Разработка метода повышения информативности расчётных расходов минеральных веществ на малых реках Крыма / О. Н. Гриб // Матер. наук.-техн. конф. наук. та наук.-педагог. працівників ОДЕКУ. – 2005. – С. 66-67.
12. Гриб О. М. Уточнення методу обчислення стоку води і виносу хімічних речовин з врахуванням водогосподарської діяльності та іншого антропогенного навантаження на невеликих річках Кримського півострова / О. М. Гриб // Матер. VI наук. конф. молод. вч. ОДЕКУ. – 2006. – С. 108-109.
13. Гриб О.М. Дослідження залежності модулів стоку хімічних речовин на річках Криму від закарстованості території півострова / О. М. Гриб // Матер. VI наук. конф. молод. вч. ОДЕКУ. – 2006. – С. 110-111.
14. Гриб О. М. Змінність стоку хімічних речовин по довжині річки Альма / О. М. Гриб // Матер. VII наук. конф. молод. вч. ОДЕКУ. – 2007. – С. 42.
15. Гриб О. Н. Изменчивость концентраций и выноса растворенных минеральных веществ по длине рек Крыма / О. Н. Гриб // Тези доп. другої Міжнар. наук.-техн. конф., присвяч. 75-річ. Одеського держ. екол. ун-ту: «Навколишнє природне середовище – 2007: актуальні проблеми екології та гідрометеорології; інтеграція освіти і науки». – 2007. – С. 227.
16. Гриб О. Н. Исследование и анализ характеристик стока растворённых химических веществ на реках Крыма / О. Н. Гриб // Матер. VIII наук. конф. молод. вч. ОДЕКУ. – 2008. – С. 28.
17. Гриб О. М. Закономірності стоку хімічних речовин на річках Криму / О. М. Гриб, О.Г. Іваненко // Матер. 2 міжнар. наук. конф. «Современные проблемы гидробиологии. Перспективы, пути и методы решений-2». – 2008. – С. 168-175.

АНОТАЦІЇ

Гриб О.М. Винос розчинених хімічних речовин річками Криму. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата географічних наук. – Спеціальність 11.00.07 – гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія. – Одеський державний екологічний університет, Одеса, 2008.

Дисертаційна робота присвячена удосконаленню методів обчислення виносу розчинених хімічних речовин річками Гірського та Передгірського Криму в умовах відсутності достатньої кількості спостережень за іонним складом води, аналізу впливу карсту на трансформацію водного та гідрохімічного режимів річок з урахуванням генетично-однорідних складових (підземної та поверхневої) водного стоку річок Криму.

У роботі знайшли подальший розвиток наукові і методичні підходи Л.М. Горєва, В.І. Пелешенка, С.І. Сніжка, В.І. Осадчого щодо розрахунку іонного стоку річок в умовах їх паводкового режиму та значного впливу карсту.

В результаті досліджень встановлені головні чинники та умови формування іонного складу річок Криму; розроблено та апробовано метод обчислення добового виносу розчинених хімічних речовин річками Гірського та Передгірського Криму; встановлено залежність хімічного складу річкових вод від водного режиму річок; обґрунтовані зв'язки показників іонного стоку з деякими морфометричними характеристиками водозборів річок Криму.

Ключові слова: винос розчинених хімічних речовин, мінералізація, концентрація, стік води, іони, гідрограф.

Гриб О.Н. Вынос растворённых химических веществ реками Крыма. – Рукопись.

Диссертация на соискание учёной степени кандидата географических наук. – Специальность 11.00.07 – гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия. – Одесский государственный экологический университет, Одесса, 2008.

Диссертационная работа посвящена усовершенствованию методов вычисления выноса растворенных химических веществ реками Горного и Предгорного Крыма в условиях отсутствия достаточного количества наблюдений за ионным составом воды, анализа влияния карста на трансформацию водного и гидрохимического режимов рек с учетом генетически-однородных составляющих (подземной и поверхностной) водного стока рек Крыма.

В работе нашли развитие научные и методические подходы Л.Н. Горєва, В.И. Пелешенко, С.И. Снежжа, В.И. Осадчого по расчету ионного стока рек с паводочным режимом и значительным влиянием карста.

В связи с неоднородностью процессов формирования химического состава поверхностного и подземного стока его динамику во времени целесообразно изучать раздельно для отдельных видов питания. С этой целью необходимо расчленить гидрографы водного стока на поверхностную и подземную составляющие. Для определения расходов контролируемого химического вещества, растворенного водами подземного стока, следует из отобранных за год проб выделить те, которые взяты в период формирования стока только за счет подземного питания. Для этого используется комплексный график внутригодового изменения стока воды и температуры воздуха и осадков. Результаты анализов проб характеризуют хронологическое распределение концентраций вещества в подземном стоке. Вклад в общий вынос растворенных веществ от разных видов стока вычисляется по балансовому

соотношению.

Для уточнения расчетов выноса растворенных химических веществ используются графики связи концентраций веществ и расходов воды для однородных периодов водного режима (межень – зимняя, летняя; паводки – зимние, летние; половодье – с дождями, без дождей).

Расчет стока воды и выноса растворенных веществ осуществлялся с помощью компьютерной программной системы “Химсток”. В результате расчетов строится комплексный график среднесуточных расходов воды, температур воздуха, суточных сумм осадков и среднесуточных расходов растворенных веществ и формируются таблицы с суточными величинами.

На основе анализа многолетнего (1965-2003 гг.) базового гидрохимического мониторинга речных вод Крыма установлено, что минерализация и концентрации некоторых ионов зависят как от водного режима рек, так и гидрогеологических условий и водохозяйственных преобразований на реках.

Связь между расходами воды и минерализацией, а также концентрациями отдельных элементов солевого состава не всегда имеет вид обратной степенной связи, как на большинстве равнинных рек, поскольку в зависимости от фаз водного режима, гидрогеологических и климатических условий имеют место несколько другие зависимости. В частности, установлено, что для зимних паводков, сформированных во время оттепелей, сначала минерализация уменьшается при увеличении расходов воды, дальше она несколько увеличивается – происходит вынос веществ, накопившихся в поверхностном слое почвы, которая в этот период уже оттаяла, в дальнейшем, после обеднения на вещества этого слоя почвы, при увеличении расходов воды минерализация уменьшается; для летних паводков также наблюдаются увеличения минерализации в периоды подъема уровней воды и последующее уменьшение её – в периоды пиков и спада. Эти связи позволили повысить информативность данных о химическом составе воды рек и обосновать метод вычисления выноса химических веществ по генетическим составляющим стока воды.

Выявлены особенности формирования стока воды и химического состава карстовых вод, которые являются источником фактически всех рек Горного Крыма и существенно влияют на их водный и гидрохимический режимы. Гидродинамические связи между областями питания и разгрузки карстовых вод существуют главным образом только в верхних частях разрезов горных массивов. С удалением от гор объемы карстовых вод уменьшаются, а с удалением на север и восток от Внешней гряды они почти совсем исчезают. По химическому составу воды они – пресные с минерализацией 300-500 мг/дм³.

Обоснован и апробирован метод вычисления суточного выноса растворенных химических веществ для малых рек Горного Крыма с учетом генетических составляющих стока воды, что позволило рассчитать за разные интервалы времени (сутки, декаду, месяц, год и многолетие) концентрации и расходы отдельных элементов солевого состава (кальция, магния, натрия, хлора, сульфатов, гидрокарбонатов) и минерализации в 22 гидростворах. Показано, что на реках Крыма средняя частота наблюдений за химическим

составом воды должна составлять не менее 42 раз в год (с учетом всех фаз водного режима).

На основе результатов расчета среднегодовых величин ионного стока установлены закономерности выноса растворенных химических веществ на реках Крымского полуострова в зависимости от морфометрических характеристик водосборов. В частности, минерализация по длине всех рек увеличивается при росте расстояния от истоков, что связано с притоком высокоминерализованных подземных вод и перехватом поверхностного стока в водохранилищах. С другой стороны, на реках северо-восточных склонов Крымских гор получены удовлетворительные обратные связи удельных концентраций растворенных веществ с размерами водосборов, что обусловлено соответствующим уменьшением доли дренируемых запасов подземных вод.

На примере Альминского водохранилища предложен способ использования суточных величин ионного стока и закономерностей его протекания на протяжении года для оценки изменений концентраций химических веществ в водохранилище. Для каждого месяца были рассчитаны значения минерализации воды в водохранилище, с учетом влияния процессов водообновления и минерализации приточной воды.

Ключевые слова: вынос растворённых химических веществ, минерализация, концентрация, сток воды, ионы, гидрограф.

Grib O.N. Carry-over of dissolved chemical substances by the rivers of Crimea. – Manuscript.

Thesis for candidate's degree of geographic sciences by speciality 11.00.07 – land hydrology, water resources, hydrochemistry. – The Odessa State Environmental University, Odessa, 2008.

The thesis treats improvement of methods for calculation of carry-over of dissolved chemical substances by the rivers of the Mountainous and Piedmont Crimea under the conditions of insufficient body of monitoring ionic composition of water, analysis of influence of karst on transformation of the water and hydrochemical regimes of the rivers with genetically homogeneous constituents (both groundwater and superficial) of runoff of the rivers in Crimea being taken account of.

In the thesis scientific and methodical approaches by L.N. Gorev, V.I. Peleshenko, S.I. Snizhko and V.I. Osadchiy were given subsequent development in relation to the calculation of ionic flow of the rivers under the conditions of their flood regime and considerable influence of karst.

As a result of the researches main factors and conditions for forming the ionic composition of the rivers in Crimea are found; a method for calculation of diurnal bearing-out of dissolved chemical substances by the rivers of Mountainous and Piedmont Crimea is developed and tested; a relation of chemical composition of the river waters to the water regime of the rivers is established; a relation of ionic flow indices to some morphometric descriptions of catchment areas of the rivers in the Crimea is substantiated.

Key words: carryover of the dissolved chemical matters, mineralization, concentration, runoff of waters, ions, hydrograph.

ДЛЯ ПОДАТКІВ

Підписано до друку 09.12.2008 р. Формат 60x84/16. Папір офсетний.
Умов. друк.арк. 0,85. Наклад 100 прим. Зам. № 243.

ФОП Попова Н.М., м. Одеса, вул. Варненська, 1/1

