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

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**РОМАСЬ МИКОЛА ІВАНОВИЧ**

**УДК [551.482:556.55] (551.48:55.49)**

**ГІДРОХІМІЯ ВОДНИХ ОБ’ЄКТІВ АТОМНОЇ І ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ**

**11.00.07 – гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія**

**АВТОРЕФЕРАТ**

**Дисертації на здобуття наукового ступеня**

**доктора географічних наук**

**Київ-2003**

**Дисертацією є монографія.**

**Робота виконана на кафедрі гідрології та гідроекології**

**географічного факультету Київського національного**

**університету імені Тараса Шевченка.**

**Науковий консультант: доктор географічних наук, професор**

**Пелешенко Василь Іларіонович, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, провідний науковий співробітник науково-дослідної лабораторії гідроекології та гідрохімії.**

**Офіційні опоненти: доктор географічних наук, професор Мольчак Ярослав Олександрович, Луцький державний технічний університет, декан технологічного факультету, професор кафедри екології і безпеки життєдіяльності, м. Луцьк.**

**Доктор географічних наук, професор Іваненко Олександр Григорович, Одеський державний екологічний університет Міністерства освіти і науки України, завідувач кафедри гідроекології і водних досліджень, м. Одеса.**

**Доктор географічних наук, професор Некос Володимир Єфимович, Харківський національний університеті імені В.Н. Каразіна, завідувач кафедри геоекології і конструктивної географії.**

**Провідна установа: Український науково-дослідний інститут екологічних проблем Мінекоресурсів України, м. Харків.**

**Захист відбудеться 15.05.2003 року о 14 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.001.22 Київського національного університету імені Тараса Шевченка за адресою: 03022, Київ-22, вул. Володимирська, 90, географічний факультет.**

**З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Київського національного університету імені Тараса Шевченка за адресою: 01033, Київ-33, вул. Володимирська, 64.**

**Автореферат розісланий 08.04.2003 року.**

**Вчений секретар**

**Спеціалізованої вченої ради Д 26.001.22**

**Кандидат географічних наук Гребінь В.В.**

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.**  В Україні, як і в більшості країн світу, основна кількість електроенергії виробляється на великих атомних і теплових електростанціях (АЕС і ТЕС). Практика у всьому світі показала, що найбільш придатним способом відведення тепла, що виділяється при їх експлуатації, є процес природного охолодження у водоймищах-охолоджувачах (ВО). До особливостей формування якості води у ВО належать інтенсивний внутрішній водообмін і підвищення температури води, багаторічна трансформація хімічного складу, дестабілізація і перебудова водних екосистем. При цьому в різних типах ВО формування якості води та еволюція вихідних водних мас значно відрізняються, особливо при різному тепловому навантаженні. Тому внаслідок своєрідних умов формування гідролого-гідохімічного режиму ВО в гідрохімії водосховищ доцільно виділити окремий науковий напрям – **гідрохімія водоймищ-охолоджувачів, що вивчає хімічний склад води ВО, і його трансформацію за умов штучного підігріву та інтенсивної примусової циркуляції водних мас.**

Актуальність даної теми визначається значним розвитком атомної і теплової енергетики в Україні, особливо в басейні Дніпра, де розміщено шість АЕС, необхідністю оцінки та прогнозу у розвитку гідролого-гідрохімічних процесів у ВО, та оцінки їх впливу на кількісні та якісні показники водних ресурсів. Для ТЕС найважливішою є оцінка впливу золовідвалів на навколишні поверхневі та підземні води.

**Зв`язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дослідження з проблеми виконувалися у 1981–2000 рр. згідно з планами науково-дослідних робіт географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка за п'ятнадцятьма державними і госпдоговірними темами, які входили до багатьох науково-технічних програм. Матеріали досліджень використані при проведенні громадських слухань та складанні звітів – "Оцінка впливу на навколишнє середовище" при реалізації проектів додаткового введення в дію енергоблоків № 2 на ХАЕС і № 4 на РАЕС в НАЕК "Енергоатом".

**Мета і задачі дослідження.** Метою роботи є розробка та прикладне застосування науково-технічних засад гідрохімічних досліджень водних об`єктів у районах атомної і теплової енергетики та оцінка їх впливу на водні ресурси. Відповідно до поставленої мети в роботі вирішувались наступні основні задачі:

– визначення принципів організації та змісту гідролого-гідрохімічних досліджень у районах АЕС і ТЕС;

– оцінка особливостей формування температурного режиму ВО АЕС різного типу;

– дослідження гідрохімічних характеристик водних об`єктів АЕС і ТЕС за головними іонами, органічними, біогенними і забруднюючими речовинами та мікроелементами;

– інтегральна оцінка якості води ВО та річок за гідрохімічними показниками;

* експериментальні дослідження процесів формування хімічного складу води ВО;
* дослідження гідрохімічних балансів ВО та визначення на їх основі направленості гідрохімічних процесів;
* оцінка впливу об`єктів атомної і теплової енергетики на природні води;
* прогнозування на основі модифікації балансового методу, мінералізації води та вмісту головних іонів у воді ВО і золовідвалів ТЕС.

**Об`єкт і предмет досліджень.** Об`єктами досліджень є водоймища-охолоджувачі Смоленської, Хмельницької, Чорнобильської, Запорізької, Південно-Української АЕС та водні об`єкти, на базі яких вони створені (рр. Десна, Горинь, Прип`ять, Південний Буг, водосховища Дніпровського каскаду), поверхневі води в районі Рівненської АЕС, золовідвали та природні води в районі Трипільської, Запорізької, Дарницької ТЕС.

Предметом досліджень є хімічний склад водних об`єктів у районах АЕС і ТЕС, його режим та еволюція при тепловому навантаженні, оцінки і прогнозування впливу АЕС і ТЕС на кількісні та якісні показники водних ресурсів.

**Методи досліджень** ґрунтуються на принципах класичної гідрохімії та сучасної гідроекології: режимні спостереження, експериментальні дослідження, гідрохімічні зйомки з визначенням in situ температури води та вмісту розчиненого кисню за допомогою термооксиметра, хіміко-аналітичні (фотометричний, фотоколориметричний, атомно-абсорбційний, ІК-спектрометрії в поєднанні з тонкошаровою хроматографією тощо), статистико-математичний, гідрохімічного балансу тощо, які модифікувалися і застосовувалися в Науково-дослідної лабораторії гідроекології та гідрохімії і на кафедрі гідрології і гідроекології з 1972 р.

**Вихідними матеріалами** були дані польових досліджень, одержані на водних об`єктах шести атомних і трьох теплових електростанцій та на р. Прип`ять і Дніпровських водосховищах у 1986 р. Планування і постановка гідрохімічних досліджень, відбір та хімічний аналіз проб води і донних відкладів, а також обробка та аналіз даних хімічних лабораторій Хмельницької і Південно-Української АЕС та управління Мінекобезпеки по Рівненській області проводилися під керівництвом та за безпосередньою участю автора. При експедиційних роботах було проведено 246 гідрохімічних зйомок та відібрано 5055 проб води, в яких визначено понад 125 тис. гідрохімічних показників.

**Наукова новизна одержаних результатів** полягає в тому, що у гідрохімії виділений і обгрунтований напрям – **гідрохімія водоймищ-охолоджувачів, що вивчає хімічний склад води ВО, його трансформацію за умов штучного підігріву та інтенсивної примусової циркуляції водних мас.**

При цьому вперше, на єдиних методичних засадах, розроблених автором, створені, з урахуванням особливостей кожного об`єкту, відповідні системи гідролого-гідрохімічного моніторингу, згідно з якими протягом двох десятиліть проводилися гідрохімічні зйомки у різні фази гідрологічного режиму; досліджено особливості температурного режиму ВО; вивчено хімічний склад водних об`єктів у районах АЕС і ТЕС; дано інтегральну оцінку якості води ВО та річок, що їх живлять; експериментально досліджено різноманітні процеси формування температурного режиму і хімічного складу води ВО різного типу; розраховано гідрохімічні баланси ВО різного типу за окремі роки; оцінено вплив об`єктів атомної і теплової енергетики на природні води; на основі модернізованого автором балансового методу зроблено прогноз мінералізації води та вмісту головних іонів у воді ВО ХАЕС при пуску 2-го блоку, та прогноз мінералізації води золовідвалів Дарницької і Трипільської ТЕС.

**Практичне значення одержаних результатів** полягає у прикладному застосуванні основних положень гідрохімії водних об`єктів АЕС і ТЕС при оцінці та прогнозуванні їх впливу на кількісні та якісні показники поверхневих і підземних вод. На основі матеріалів проведених досліджень автором розроблений спеціальний курс "Гідрохімія водоймищ-охолоджувачів", який читався студентам кафедри гідрології та гідрохімії протягом 1987–1993 рр. За наслідками огляду-конкурсу на найкраще запровадження результатів науково-дослідної роботи у навчальний процес у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка робота зайняла ІІ місце з врученням грошової премії (за наказом ректора № 373-32 від 05.05.1991 р).

Теоретичні і прикладні результати роботи отримані і реалізовані при виконанні держбюджетних і госпдоговірних тем Київського національного університету імені Тараса Шевченка "Охорона навколишнього середовища" під керівництвом та за безпосередньою участю автора, серед яких: "Исследование процессов формирования гидрохимического режима и качества води в Верхне-Деснянском водохранилище-охладителе Смоленской АЕС" (відп. викон. г/т №78-81 № д.р. 02828043250), замовник – науково-дослідна частина інституту "Гидропроект" ім. С.Я.Жука м. Москва); "Исследование процессов формирования гидрохимического режима и качества воды в Верхне-Деснянском водохранилище-охладителе Смоленской АЕС в естественных условиях" (відп. викон. г/т 74-82, 1982 р. № д.р. 01824020865, замовник – НДЧ ін-ту "Гидропроект" ім. С.Я.Жука, м. Москва); "Исследование процессов формирования гидрохимического режима и качества воды в Верхне-Деснянском водоеме-охладителе Смоленской АЭС в эксплуатационных условиях – при пуске первого энергоблока" (відп. викон. г/т 74-82, 1983 р. № д.р. 01824020865), замовник – НДЧ ін-ту "Гидропроект" ім. С.Я.Жука м.Москва); "Исследование процессов формирования гидрохимического режима и качества води в Верхне-Деснянском водоеме-охладителе Смоленской АЭС в эксплуатационных условиях при работе первого энергоблока" (відп. викон. г/т 74-82, 1984 р., № д.р. 01824020865), замовник – НДЧ ін-ту "Гидропроект" ім. С.Я.Жука м. Москва); "Исследование процессов формирования гидрохимического режима и качества воды в Верхне-Деснянском водоеме-охладителе Смоленской АЕС в естественных и эксплуатационных условиях" (відп. викон. г/т 74-82, 1985 р. № д.р. 02860046807), замовник – НДЧ ін-ту "Гидропроект" ім. С.Я.Жука, м. Москва; "Формирование теплового и гидрохимического режима в водоеме-охладителе Чернобыльской АЭС" (відп. викон. г/т 72-84, 1984 р., № д.р. 018240486), замовник – Укр НДІГМІ, м. Київ; "Разработать методику ведения теплового и гидрохимического мониторинга водоема-охладителя АЕС на прилегающих к нему водотоках и водоемах в условиях Чернобыльской АЕС" (відп. викон. г/т 72-84, 1985 р. № д.р. 028600453959); "Гидролого-гидрохимические условия водных объектов в районах размещения Чернобыльской и других АЭС на территории УССР" (відп. викон. г/т 72-86, 1986 р., № д.р. 01860025370, замовник – Укр НДІГМІ, м. Київ); "Разработать и внедрить методические рекомендации по наблюдению и контролю за гидролого-гидрохимическим режимом и качеством воды водоемов-охладителей АЭС и питающих их рек на территории Украинской ССР" (відп. викон. д/т №247-Р, 1987–1990 рр., № д..р. 01870067345, замовник – Кабінет Міністрів України); "Контроль качества воды и исследование гидролого-гидрохимического режима водоема-охладителя Хмельницкой АЭС" (відп. викон. г/т № 73-90, 1990 р., замовник – дирекція ХАЕС); "Экологический мониторинг природных вод в районе Хмельницкой АЭС" (відп. викон. г/т 76-91, 1991–1993 рр., замовник – дирекція ХАЕС); "Оценка и прогноз влияния золоотвала Запорожской ТЕС на качество природных вод (в связи с реконструкцией системы гидрозолоудаления)" (наук. керівн., замовник – інститут "Укрдіпроводгосп", 1989 р., м. Київ); "Оценка и прогноз влияния золошлакоотвала Дарницкой ТЕЦ на качество прилегающих к нему поверхностных и грунтовых вод" (наук. керівн., замовник – інститут "Енергопроект", 1991 р., м.Київ); "Экологические исследования для обоснования реконструкции золоотвала Трипольской ТЭС" (наук. керівн. замовник – інститут "Енергопроект", 1992 р., м.Київ); "Дослідити закономірності формування хімічного складу вод у районі Хмельницької АЕС" (наук. керівн. г/т 19-КТ, 1993 р., № д.р. 0100U000063, замовник – дирекція Хмельницької АЕС); "Оцінити вплив атомної і теплової енергетики на гідролого-гідрохімічний режим та якість водних ресурсів (на прикладі Чорнобильської, Хмельницької, Рівненської, Південно-Української, Запорізької АЕС, Трипільської, Запорізької,та Дарницької ТЕС)" (відп. викон. д/т 97101, 1997–2000 р., № д.р. 0197U003170, замовник – Кабінет Міністрів України).

Одержану у великій кількості гідролого-гідрохімічну інформацію використано, поряд з науковими розробками, у практиці проектування чергових енергоблоків на різних АЕС, в т.ч. у звітах "Хмельницька АЕС, енергоблок № 2 – Оцінка впливу на навколишнє середовище (ОВНС)" та "Рівненська АЕС, енергоблок № 4 – Оцінка впливу на навколишнє середовище (ОВНС)", виконаних в інституті "Енергопроект" у 1999–2001 рр. на замовлення НАЕК "Енергоатом", а також при обґрунтуванні можливості "продувки" ВО Південно-Української і Запорізької АЕС, при оцінці фізико-хімічних умов міграції та накопичення радіонуклідів у водних об`єктах 30-кілометрової зони ЧАЕС та каскаді Дніпровських водосховищ тощо.

Економічний ефект від впровадження результатів на Смоленській АЕС у 1981–1984 рр. складав 493 тис. крб. (в т.ч. доля КНУ – 298,5 тис. крб.), а на ХАЕС у 1987-89 рр. – 280 тис.крб.

**Особистий внесок автора у роботу.** Концептуальні та теоретичні дослідження з гідрохімії водних об`єктів у районах АЕС і ТЕС (починаючи від планування і проведення гідрохімічних зйомок та натурних експериментів, статистична обробка та інтерпретація даних) виконані автором самостійно. Польові експедиційні та аналітичні роботи проводилися у різні роки разом із співробітниками госпдоговірних та держбюджетних тем В.Семерик, І.Соколовою, І.Шевчук, М.Стецьком, Н.Засядчук, Ю.Васильєвим, Д.Ніколаєвим, Г.Шнейдером та співробітниками Науково-дослідної лабораторії гідроекології та гідрохімії В.Савицьким, С.Сніжком, В.Гребенем, В.Осадчим. Автор вдячний за консультації з боку д.г.н., проф. В.І.Пелешенка – наукового керівника науково-дослідної лабораторії гідроекології і гідрохімії, д.г.н., п.н.с. Д.В.Закревського, д.г.н. проф. В.К.Хільчевського, к.х.н., доц. В.М.Савицького та плідну співпрацю із к.г.н. В.І.Осадчим, к.г.н., доц. В.В.Гребенем, к.г.н., доц. С.І.Сніжком.

У роботах, опублікованих у співавторстві, всі положення, що стосуються питань гідрохімії водоймищ-охолоджувачів АЕС і ТЕС та їх впливу на водні ресурси, а також розрахунки гідрохімічних балансів та прогнозування мінералізації і вмісту головних іонів у воді ВО АЕС та золовідвалів ТЕС виконані автором самостійно.

**Апробація результатів досліджень**. Основні результати, викладені у монографії, апробовані на 26 з`їздах, конференціях, науково-технічних нарадах різного рівня: на IV науково-технічній нараді інституту "Гидропроект" ім. С.Я.Жука (Москва, 1982); на засіданні комісії з охорони геологічного середовища в районах розміщення енергетичних об`єктів на території України при Академії наук Української РСР (м.Київ, 26.05.1985 р.); на науково-технічній нараді "Научно-производственные проблемы развития Южно-Украинского энергокомплекса, включая создание современной системы управления и оптимизации режимов работы водохранилищ" (пгт Константиновка-2 ЮУ АЕС, 14-16.10.1986); на XXVIII та XXIX Всесоюзних нарадах "Изучение процессов формирования химического состава природных вод в условиях антропогенного воздействия", "Состояние и перспективы развития методологических основ химического и биологического мониторинга поверхностных вод суши" (Ростов-на-Дону, 1986, 1987); на наукових конференціях викладачів і співробітників географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка (м. Київ, 1984, 1996, 1999); на ІІІ Всесоюзний конференції "Динамика и термика рек, водохранилищ и окраинных морей" (м. Москва, 1989); на ІХ з'їзді Географічного товариства СРСР (м. Казань, 1990); на VІ та VІІ з`їздах Українського географічного товариства (м. Київ, 1990, 1995); на ІІ Всесоюзній нараді "Геохимия техногенеза" (м. Мінськ, 1991); на Міжрегіональній конференції "Проблеми екологічної оптимізації землекористування і водогосподарського будівництва в басейні р. Дніпро" (м. Київ, 1992); Міжнародній конференції "Екологічні аспекти осушувальних меліорацій в Україні" (м.Київ, 1992); Міжнародній конференції "Екологічні проблеми при зрошуванні та осушенні" (м. Київ, 1993); на Міжнародній нараді "Екологія АЕС" (м.Одеса, 1993); на Всеукраїнській конференції "Проблеми ефективного використання водних ресурсів та меліорації земель" (м. Київ, 1996); на ІІ з`їзді Гідроекологічного товариства України (м.Київ, 1997);на Науковій конференції "Українська географія і сучасність (до 125-річчя відкриття у Києві відділу географічного товариства)" (м.Київ, 1998); на Перших наукових читаннях, присвячених пам`яті П.А.Тутковського: "Правобережне Полісся України: вчора, сьогодні, завтра" (м.Луцьк, 1998); на секції "Комплексне використання водних ресурсів" науково-технічної Ради Держводгоспу України (м.Київ, 1998); на Міжнародному семінарі за обговорення проекту та підготовки експертних відповідей на запитання громадськості щодо нарощування потужностей Хмельницької (блок 2) та Рівненської (блок 4) АЕС (м.Київ, НАЕК "Енергоатом", 17.09.1998); на Ювілейній міжнародній конференції "Гідрологія і гідрохімія на межі ХХ–ХХІ сторіч" (м.Київ, 1999); на Першій всеукраїнській науковій конференції "Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія" (м.Київ, 2001); на Міжнародній науковій конференції "Гідрометеорологія і охорона навколишнього середовища – 2002" (м. Одеса, 2002).

**Публікації.** За темою дисертації опубліковано 39 робіт, з яких 3 монографії, 1навчальний посібник, та 22 статті у фахових виданнях.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертація складається із вступу, дев`яти розділів, висновків і списку використаних літературних джерел, що налічує 190 найменувань. Загальний обсяг роботи – 28 друкованих аркушів (532 сторінки, в т.ч. 124 таблиці та 26 рисунків).

# ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

**Аналітичний огляд досліджень на водних об`єктах теплових і атомних електростанцій**

Дослідження на водоймищ-охолоджувачах, переважно теплових електростанцій, проводились у досить широких межах, починаючи з 60-70 років ХХ століття. У колишньому Радянському Союзі одним із перших вивчення впливу підігрітих вод на екосистеми ВО ТЕС розпочато у 1962 р. Інститутом гідробіології НАН України. Спочатку епізодичні, з 1966 р. дослідження переросли у комплексну програму на ВО ТЕС півдня України (Підгайко, Гринь, Кафтаннікова и др., 1967; Абремская,1969). Досить детальне узагальнення літературних даних з даної проблеми зроблено Кошелевою (1977). Вагомі дослідження гідробіологічного і гідрохімічного режиму проведено на ВО Ладижинської ДРЕС на р. Південний Буг (1978). Зазначено, що нагрівання води у ВО ТЕС залежить від кількості тепла, що поступило, а також від об`єму і морфометрії ВО, гідрометеорологічних умов, а зміни гідробіологічного і гідрохімічного режиму можуть бути різними залежно від природного рівня трофії, умов водообміну, ступеня забруднення і теплового навантаження. Комплексні гідробіологічні і гідрохімічні дослідження виконувалися науковцями ІГБ на ВО Чорнобильської і Південно-Української АЕС (Кафтаннікова, Коробейніков, Калініченко, 1982; Сидоренко, Кошелева, Рябов, 1983; Кошелева, Гайдар, 1990; Кафтаннікова, Кошелева, Сергєєва, Протасов та ін., 1984). Велике значення для оцінки внутрішньоводоймищних процесів мають результати робіт, проведених в ІГБ при комплексному дослідженні водосховищ Дніпра та інших водних об`єктів (Денисова, 1979; Нахшина, 1983; Лінник, Набиванець, 1986; Денисова, Нахшина, Новиков, Рябов, 1987; Денисова, Тимченко, Нахшина, 1989; Тимченко, 1990, 1993). Дослідження в районах золовідвалів ТЕС проводилися в ІГН НАН України (Янчев, 1974; Янчев, Гудзенко, Моісеєва и др., 1980).

Основою досліджень, проведених нами на водних об`єктах АЕС і ТЕС, є роботи, виконані на кафедрі гідрології та гідроекології і науково-дослідній лабораторії гідроекології і гідрохімії географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка, з оцінки впливу різних чинників на формування хімічного складу природних вод України, гідрохімічного картографування із застосуванням ймовірносно-статистичних методів, водно-балансових розрахунків тощо (Пелешенко, 1975; Пелешенко, Ромась, 1977; Горев, Пелешенко, 1978; Пелешенко, Закревский, Ромась, 1989; Горєв, Пелешенко, Хільчевський, 1995; Закревський, 1992; Хільчевський, Пелешенко, 1993).

У Росії Інститутом біології внутрішніх вод АН СРСР комплексні дослідження проводились на Іваньківському ВО Конаковської ТЕС (Флейс, 1970; Буторін, Курдіна, 1971; Курдіна, Дев`яткин, 1972; Саппо, Флейс, 1977). У Гідрохімічному інституті (Ростов-на-Дону) значну увагу приділено вивченню впливу ТЕС на якість природних вод, особливо в районі Кансько-Ачинського енергетичного комплексу (КАТЕК), прогнозу мінералізації у воді водосховищ, впливу роботи ТЕС на якість води, розробці методів хімічного аналізу (Бондарєв, Назарова, Грабик, 1989; Бондарєв, Шульга, Коробейникова, Назарова, 1982; Кривенцов, Тарасов, 1976; Шульга, Морозова, 1985). У роботах Гідрологічного інституту (Санкт-Петербург) досліджувалися різні аспекти впливу теплих вод з виділенням зон теплового забруднення і теплового впливу. Зазначено, що норма підігріву у ВО може змінюватися в різних кліматичних умовах і на півночі може бути вище, ніж на півдні (Купріянов, Скакальський, 1973; Знаменський, 1977).

Окремі дослідження проводилися на ВО Заїнської ТЕС (Гончаренко, Таіров, 1981), на оз. Кенон – ВО Читинської ТЕС (Шишкін, 1974). Зроблено висновок, що при безаварійній роботі ТЕС гідрохімічний стан ВО не погіршується. Питання комплексного використання ВО ТЕС і АЕС розглядалися в інституті Гідропроект ім. С.Я.Жука (Корнеєєв, Фаберов, Корнєєва, 1980). Комплексні дослідження ВО ТЕС проводились у Литві. Відмічено, що скидання підігрітих вод позитивно діє на газовий режим, а розвиток гідробіологічних процесів веде до зменшення мінеральних форм азоту (Дрижюс, Перлиба, 1988; Лаумянскіс, Снукішкіс, 1971). На ВО Молдавської ТЕС виявлено позитивний вплив підігрітих вод на газовий режим (Горбатенький, Саричева, 1972). Питання охорони довкілля, ландшафтно-геохімічна та радіологічна оцінка екологічного стану в районах ТЕС і АЕС і прилеглих територій розглядалися багатьма дослідниками (Веригін, 1977; Гродзинський, 1993; Кузнєцов, 1970; Малишева, 1998; Матарзин, 1987; Самойленко, 1999; Севастьянов, 1984).

В останні роки внаслідок економічних негараздів у країнах СНД дослідження за вказаною проблемою майже не проводились, а в Україні моніторинг водних об`єктів у районах АЕС здійснюються співробітниками лабораторій АЕС та обласних управлінь Мінекобезпеки.

У світовій літературі опубліковано значну кількість робіт, присвячених вивченню різних аспектів впливу ТЕС і АЕС на водні об`єкти та інші компоненти довкілля (Reeves, 1980; Beer, Pipes, 1969; Markowski, 1960; Antoniu, Ghita, 1969; Ledeschi, 1982; Brezina, Camplell,1970; Donald Tillies, 1966; Moor Edward, 1958; Schafer, Schumann, 1981; Giaguinta, 1981; Георгієв, Монева, 1981; Steinlein, 1979). Успішне моделювання гідродинамічних процесів у ВО зроблено у багатьох країнах, однак спроби моделювання впливу теплих вод на екосистеми ВО загалом не увінчались успіхом (Counfant, 1971; Donald Tillies, 1966; Horne, Goldman, 1974; Markowski, 1960).

У цілому можна зазначити, що дослідження впливу підігрітих вод на гідролого-гідрохімічний режим ВО АЕС носили розрізнений характер, не охоплювали в комплексі складної проблеми гідрохімії водоймищ-охолоджувачів. Їх результати важко порівнювати, оскільки вони виконані для вирішення окремих питань за різними методиками, різноманітних природних умов та на ТЕС неоднакової потужності.

**Характеристика фізико-географічних умов у районах розміщення досліджуваних АЕС і ТЕС**

Досліджувані АЕС і ТЕС розташовані в басейні Дніпра і тільки Південно-Українська АЕС – у басейні р. Південний Буг. Три з них знаходяться у північний частині України (Рівненська, Хмельницька, Чорнобильська), а дві – на півдні (Запорізька і Південно-Українська). Смоленська АЕС розташована в 98 км від витоків р. Десна, у межах Смоленської області Російської Федерації. Більшість АЕС і ТЕС знаходиться в межах Дніпровського зледеніння, що має слабохвилясту поверхню з численними блюдцеподібними зниженнями та піщаними горбами і відноситься до льодовикових і водно-льодових рівнин. У районі РАЕС, у відкладах мергелів і крейди, розвинуті карстові процеси, що не дало змоги створити ВО у системі зворотного водопостачання. Тільки ПУ АЕС розташована на території Українського кристалічного щита (УКЩ), де породи докембрію (граніти, гнейси) перекриваються продуктами їх руйнування та осадовими відкладами неогену. Запорізькі АЕС і ТЕС знаходяться в північній частині Причорноморської западини, на межі з південним схилом УКЩ. Важливим чинником, який необхідно враховувати при створенні ВО та золовідвалів, є гідрогеологічні умови. Спільною рисою досліджуваних водних об`єктів, за винятком ПУ АЕС, є те, що грунтові води залягають у алювіальних та флювіо-гляціальних четвертинних відкладах і мають тісний гідравлічний зв`язок з поверхневими та підземними водами.

На функціонування та водний баланс ВО і золовідвалів справляють вплив кліматичні характеристики, особливо такі, як сонячна радіація і температура повітря, атмосферні опади, випаровування і вологість повітря, швидкість і напрямок вітру. Так середньорічна температура повітря змінюється від 4,8 0С в районі САЕС до 9,2 0С в районі ЗАЕС, кількість опадів, відповідно, від 610 до 400 мм, а випаровування – від 530 мм у районі ХАЕС до 480 мм у районі ЗАЕС. Основним джерелом для постачання води, що використовується в оборотних системах технічного водопостачання на АЕС і ТЕС, є поверхневі води – річки або водосховища, тому саме їх розташування визначається значною мірою наявністю відповідної кількості водних ресурсів, а подальша експлуатація енергетичних об`єктів – їх впливом на ці водні ресурси як у кількісному, так і в якісному плані. Гідрологічні умови на досліджуваних АЕС і ТЕС досить різноманітні – якщо ВО ЗАЕС живиться водою із Каховського водосховища з об`ємом 18,2 км2, то ВО ХАЕС поповнює втрати за рахунок р. Гнилий Ріг, що має середньорічну втрату 0,83 м3/с; середньорічна витрата р. Прип`ять у створі ЧАЕС становить 402 м3/с, р. Південний Буг у створі ПУ АЕС – близько 92,3 м3/с, а р. Стир у створі РАЕС – 39,4 м3/с. Об`єм досліджуваних ВО змінюється в широких межах – від 320 млн.м3 на САЕС до 48 млн.м3 на ЗАЕС, а площа ВО, відповідно, від 42,2 до 8,0 км2. Середні глибини ВО – порядку 6-8 м, а на ВО ПУ АЕС досягають 10 м. Тут відмічається й максимальна глибина до 25-30 м біля греблі; на інших ВО вона досягає 16-20 м.

Отже, досліджувані АЕС і ТЕС значною мірою відрізняються за геолого-гідрогеологічними, кліматичними та гідрологічними умовами. Це вимагає, з методичного погляду, індивідуального підходу при організації систем гідролого-гідрохімічного моніторингу на кожній АЕС і ТЕС, особливо при оцінці та прогнозі впливу цих об`єктів на поверхневі та підземні води.

**Принципи організації та зміст гідролого-гідрохімічних досліджень**

**у районах розташування АЕС і ТЕС**

Загалом системи гідролого-гідрохімічного моніторингу в районах досліджуваних АЕС і ТЕС формувались, виходячи із загальних принципів проектування інформаційних мереж за якістю природних вод. Звичайно, при цьому враховувались конкретні особливості системи технічного водозабезпечення на кожній АЕС (тип ВО, особливості взаємозв`язку з поверхневими і підземними водами тощо), а для золовідвалів ТЕС – також їх конструктивні особливості, стан наповненості золошлаками тощо. Технічні умови для створення оптимальної інформаційної мережі за якістю природних вод, у тому числі й у районах розташування АЕС і ТЕС, мають передбачити: кількість пунктів спостережень та відбору проб води; розташування цих пунктів; частоту і регулярність відбору проб; набір певних показників по кожному пункту; методи і обладнання для відбору і аналізу проб. Перелічені умови, крім останньої, у кількісному аспекті змінюються залежно від завдань, що розв`язуються та стадії проектування АЕС, ТЕС чи іншого промислового об`єкту, при цьому вартість робіт є одним з основних лімітуючих чинників.

В цілому ж, на думку багатьох фахівців, складність критеріїв оптимального проектування систем моніторингу за якістю природних вод настільки велика, а фінансові витрати для досягнення оптимуму настільки значні, що в дійсності застосовуються методи субоптимального проектування (Стил, 1987). Але при цьому має виконуватись головна умова – отримані на мережі дані мають забезпечувати прийняття таких проектних рішень, які б виключали або мінімізували негативний вплив споруджуваних об`єктів на природні води. В екологічному плані значення інформації про наявну та прогнозовану якість природних вод набуває виключного значення, а після встановлення розцінок на водоспоживання і забруднення водних об`єктів має і суттєвий економічний пріоритет. Це положення в повній мірі стосується і при використанні водних ресурсів АЕС і ТЕС. В цілому, виходячи з головних чинників впливу АЕС і ТЕС на довкілля, основними в локальних системах моніторингу навколишнього середовища є блоки спостережень за атмосферою (радіаційне та теплове забруднення), ландшафтами (переважно радіонукліди та мікроелементи) і водними об`єктами (теплове, хімічне та радіаційне забруднення). Для ТЕС головними є блоки спостережень за атмосферою і ландшафтами (забруднення частками пилу, сполуками азоту та сірки, важкими металами тощо) і водними об`єктами, особливо у районах золовідвалів (забруднення сульфатами, хлоридами тощо).

Успішне розв`язання завдань з вивчення, контролю і прогнозу стану водних об`єктів у районах АЕС і ТЕС може бути здійснене, як показує досвід, роботи при організації комплексних досліджень – гідролого-гідрохімічних, гідробіологічних, гідрогеологічних і метеорологічних, склад і головні завдання яких детально розглянуті (Ромась, 1997). Гідрохімічні дослідження, єдині в системі моніторингу, охоплюють всі типи природних вод – атмосферні опади, стічні, поверхневі і підземні води. Тільки на підставі вивчення хімічного складу всіх типів природних вод можливий їх аналіз у взаємозв`язку та, відповідно, розв`язання поставлених завдань з контролю та прогнозу їх якості. Як свідчить наш досвід робіт, гідрохімічні дослідження на водних об`єктах АЕС і ТЕС повинні бути комплексними і включати гідрохімічні зйомки (не менше 5-6 за рік), режимні спостереження та експериментальні досліди. Інформаційні мережі для гідрохімічних досліджень формувались залежно від систем технічного водозабезпечення, типу ВО (руслові, наливні чи руслово-наливні). При цьому передбачалась можливість отримання інформації для узагальнення і порівняння даних на різних ВО АЕС та з оцінкою стресових ситуацій, пов`язаних з перегрівом до критичних в екологічному плані температур води, з тривалою термічною стратифікацією і формуванням анаеробної зони в придонних шарах води, "цвітінням" води тощо.

На ВО наливного типу оптимальна кількість проб, що відбиралась при гідрохімічних зйомках, досягала двох десятків. При цьому на ЧАЕС більша увага приділялась складу води, що фільтрувалась із ВО і через дренажні канали надходила в р. Прип`ять, а на ЗАЕС – вивченню стану прилеглого до ВО Каховського водосховища і водним об`єктам розташованої поблизу Запорізької ТЕС. Система гідролого-гідрохімічного моніторингу на ХАЕС формувалась протягом 1987-1992 рр. в процесі досліджень, що проводились ПНДЛ гідроекології і гідрохімії, а з 1990 р. – і лабораторією охорони навколишнього середовища (ЛОНС ХАЕС). При комплексних дослідженнях вимірювались гідролого-гідрохімічні параметри поверхневих вод (ВО, дренажний канал рр. Горинь, Гнилий Ріг, Вілія), а також підземних вод в районі ХАЕС та м. Нетішин.

Гідрохімічні умови в районах золовідвалів залежать, головним чином, від умов складування золошлаків, кількості і складу палива тощо.

Головною метою комплексних гідролого-гідрохімічних та гідрогеологічних досліджень в районах ТЕС було екологічне обґрунтування проектних розробок з реконструкції системи гідрозоловидалення (ГЗВ). Це пов`язано з оцінкою та прогнозом можливого забруднення поверхневих і підземних вод у районах золовідвалів.

Кількість гідрохімічних зйомок, що проведено на АЕС, коливається від 26 (ЗАЕС) до 54 (ХАЕС), кількість проб води, відповідно, від 240 до 1583, а кількість показників, які визначені в цих пробах – від 720 до 39654. Загальна кількість зйомок, що проведені в районах АЕС і ТЕС, становить 246, а кількість проб води – 5055, визначено показників у цих пробах понад 125 тис.

Об`єктивність та репрезентативність гідрохімічної інформації забезпечувалася застосуванням стандартних методик аналізу природних вод з використанням сучасних інструментальних методів – електропотенціометричний, атомно-абсорбційний, полум`яної фотометрії, тонкошарової хроматографії тощо. Слід зазначити, що кисень і температура при зйомках вимірювались in situ за допомогою термооксиметра. Також для визначення групи важких металів у ПНДЛ гідроекології і гідрохімії розроблено методику екстракційного концентрування й атомно-абсорбційного визначення, захищену авторським свідоцтвом (Савицький, Пелешенко, Осадчий, 1987). Обробка результатів проводилась із застосуванням ймовірностно-статистичних методів; різні аспекти такої обробки гідрохімічних даних вже розглянуті раніше (Пелешенко, Ромась, 1977; Пелешенко, Закревський, Ромась, Сніжко, 1980).

Таким чином, в районах АЕС і ТЕС з компонентів природного середовища (атмосфера, ландшафти, гідросфера) тільки поверхневі і підземні води зазнають впливу практично всіх чинників, тобто теплового, хімічного, радіаційного забруднення. На досліджуваних АЕС і ТЕС на основі загальних методичних розробок, але з урахуванням індивідуальності кожного водного об`єкту, вперше створені системи гідролого-гідрохімічного моніторингу, на яких протягом двох десятків років експедиціями ПНДЛ гідроекології і гідрохімії та іншими установами зібрана велика кількість репрезентативної та об`єктивної інформації. Це дозволило вперше дослідити різні аспекти гідрохімії водних об`єктів в районах атомної і теплової енергетики.

**Особливості формування температурного режиму водоймищ-охолоджувачів різного типу**

Температура води належить до найважливіших екологічних чинників, які впливають на фізико-хімічні та гідробіологічні процеси у водоймах. Підвищення температури води у ВО, безперечно, впливає на вказані процеси, але оцінка міри цього впливу у різних дослідників неоднакова – від досить значного до такого, що майже не відчувається (Кошелева, 1977).

Результати систематичних дослідженнь температурного режиму, що проведені нами на АЕС частково опубліковано (Ромась, Соколов, 1984; Ромась, 1989; Пелешенко, Ромась, Соколова, 1989; Ромась та ін., 1992). Формування температурного режиму кожного ВО має свої особливості, які визначаються як природними умовами (фізико-географічне положення, морфометричні та гідрологічні характеристики тощо), так і антропогенними чинниками, пов`язаними з типом ВО, умовами його водообміну з поверхневими і підземними водами, розташуванням підвідного і скидового каналів, насосних станцій тощо. Головне значення має об`єм підігрітої води, що скидається у ВО після теплообмінників АЕС і залежить від кількості і режиму роботи енергоблоків.

Найбільше відрізняється від інших ВО САЕС руслового типу, де вплив теплих вод виявляється тільки у межах циркуляційної зони, тобто в пригреблевій і середній частинах. У пригреблевій зоні змінюються умови формування шару температурного стрибка (термоклину) – він може формуватися вже з весни, а влітку їх може бути два і більше (Ромась, Соколова, 1990). У природних умовах така чітко виражена температурна стратифікація спостерігалася тільки влітку за стійкої штильової сонячної погоди (Ромась, Соколов, 1984). Важливість цих моментів пов`язана з формуванням у глибинних шарах води, особливо в пригреблевій частині ВО, анаеробних умов і погіршенням якості води, яка скидається через глибинний водоскид греблі ВО і формує водний стік р. Десна (не менше 2 м3/с за санітарними нормами). У холодний період у циркуляційній зоні температура води, що характерно і для інших типів ВО, знижується від поверхні до дна, що в природних умовах не спостерігається (з появою льодового покриву температура води підвищується в напрямку до придонних шарів).

Для ВО руслово-наливного типу (ХАЕС і ПУ АЕС), вплив скидових теплих вод у верхів`ях досить незначний, а на ВО наливного типу вплив таких вод виявляється по всій акваторії і глибині. Взагалі вплив теплих вод найбільш виявляється у холодний період року, коли в межах циркуляційної зони ВО льодостав відсутній навіть дуже морозною зимою, у той час, як у природних умовах (верхів`я ВО руслового типу) льодовій покрив досягає товщини 40-60 см.

Для порівняння температурних умов ВО різного типу було осереднено дані за кожній рік на скидовому і підвідному каналах, за якими оцінювалось охолодження води у ВО від скидового до підвідного каналів, а також визначено середню температуру води у ВО та водному об`єкті, на якому воно розташоване, для оцінки нагрівання води у ВО відносно фону. Найвищі температури води спостерігались у скидовому каналі ЗАЕС – 28–32 0С, дещо нижчі – на ЧАЕС – 25–27 0С і ще нижчі – на САЕС та ХАЕС – 17–21 0С. Охолоджувалася вода від скидового до підвідного каналів у середньому за всі роки майже однаково – на 9–10 0С на САЕС та ЧАЕС та на 6–7 0С на ХАЕС. Підвищення температури води у ВО відносно природного фону найбільше на ЗАЕС – у середньому за рік близько 10–12 0С, дещо менше на ЧАЕС – 8,4–9,2 0С у 1984 – 1985 рр. і 5 0С у 1991 р. Найменше нагрівання води спостерігається на ВО САЕС (у межах циркуляційної зони) та ХАЕС – 2,0–2,8 0С, що пояснюється значними об`ємами води ВО та кількістю блоків, що працюють (1–2 на САЕС та 1 – на ХАЕС). Слід відмітити, ще за сім років спостережень на САЕС та 11 років на ХАЕС не виявлено тенденції до підвищення температури води у ВО цих станцій. На ЧАЕС у 1984–1985 рр., (до аварії) нагрівання води у ВО було досить значним, а зменшення його у 1991 р. цілком зрозуміле, оскільки пов`язане зі зменшенням кількості працюючих енергоблоків. Найбільше нагрівання води у ВО спостерігається на ЗАЕС та ПУ АЕС, що пов`язане з порівняно невеликими розмірами ВО (особливо на ЗАЕС), більшими об`ємами скидових теплих вод та більшою середньорічною температурою повітря у степовій зоні. Саме гідрометеорологічні умови і визначають в основному температурний режим ВО. В літній період, при тривалій сонячній штильовій погоді, коли у поверхневому шарі води, особливо в другій половині дня, температура води досягає 30–35 0С і навіть вище, у ВО виникають специфічні фізико-хімічні умови, пов`язані із продукційно-деструкційними процесами.

Необхідно зазначити, що детальне вивчення температурних умов ВО АЕС можливе тільки при організації систематичних гідрологічних досліджень на термічних створах і рейдових вертикалях. Прикладом організації таких комплексних досліджень можна вважати ВО САЕС.

**Гідрохімічні характеристики водних об`єктів АЕС і ТЕС**

Узагальнення результатів аналізів кількох десятків тисяч проб води, проведене за допомогою ймовірносно-статистичних методів, дало можливість виявити як окремі особливості, властиві кожному ВО, так і загальні характеристики для всіх досліджуваних водних об`єктів. Для з`ясування питання про наявність відмінностей у концентраціях гідрохімічних показників у поверхневому і придонному шарах води ВО дані зйомок, при яких відбиралися проби на вертикалях із цих шарів, згруповано у відповідні вибіркові сукупності. Для виявлення рис формування гідрохімічного режиму ВО та пов`язаних з ними річок вибіркові сукупності, по кожному інгредієнту, сформовані за основними фазами гідрологічного режиму – зимовою, літньою та осінньою меженню, весняною повінню. Для порівняння даних за всіма ВО та виявлення найхарактерніших моментів у формуванні хімічного складу води ВО та пов`язаних з ними річок визначено динаміку зміни середніх за рік концентрацій кожного із гідрохімічних показників і наведено середні концентрації показників за весь період спостережень. Вибіркові сукупності для водних об`єктів у районах золовідвалів формувалися за результатами всіх зйомок. В окремих розділах розглянуті результати такого узагальнення за головними іонами (HCO3-, SO42-, Cl-, Ca2+, Mg2+, N+, K+) та мінералізацею; фізико-хімічними показниками (розчинений кисень, водневий показник); органічними речовинами (колірність, БСК5, ПО, БО); біогенними речовинами (NH4+, NO2-, NO3-, Nмін., Nзаг., Pмін., Pзаг., Fe); мікроелементами (Cu, Zn, Pb, Ni, Co, Mn); забруднюючими речовинами (СПАР, феноли, нафтові вуглеводні та, в районі ХАЕС, пестициди). Крім того, розглянуто результати польових досліджень вмісту мікроелементів, проведених у травні-листопаді 1986 р. на водних об`єктах у 30-кілометровій зоні ЧАЕС та каскаді Дніпровських водосховищ, коли було відібрано 227 проб води, в яких визначено близько 10 тис. інгредієнтів (в основному мікроелементи та фізико-хімічні показники). Ці роботи проводилися в рамках комплексних досліджень, що виконувалися різними підрозділами Держкомгідромету СРСР з ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС і були спрямовані на оцінку фізико-хімічних умов міграції та накопичення радіонуклідів у водних об`єктах.

Розподіл концентрацій головних іонів і, відповідно, мінералізації за глибиною і акваторією ВО АЕС досить однорідний, що відмічалось і для ВО ТЕС (Кошелева, Гайдар, 1990; Флейс, 1970; Снукішкіс, Лаумянскіс, 1970). Пояснюється це інтенсивним перемішуванням водних мас у циркуляційних зонах ВО. Така однорідність розподілу концентрацій дає можливість об`єднання даних кожної зйомки по всьому ВО. Для ВО САЕС руслового типу режим головних іонів залежить, головним чином, від об`ємів води, що поступає з верхів`я Десни, особливо в повінь. Така ж тенденція характерна і для ВО ХАЕС. Для ВО наливного типу подібна закономірність не виявлена. Так, мінералізація води ВО ЧАЕС під час повені, коли в р. Прип`ять вона знижувалась до 245 мг/дм3, практично не змінювалась, і протягом року становила 312–333 мг/дм3. У ВО ЗАЕС мінералізація води протягом року змінювалась у межах 499–418 мг/дм3, а в Каховському водосховищі – у межах 425–347 мг/дм3, тобто була нижчою. При цьому у ВО були більші концентрації сульфатів і хлоридів кальцію, але спостерігалось значне зменшення гідрокарбонатів кальцію, особливо влітку. Для водних об`єктів у районах золовідвалів ТЕС характерною рисою є підвищення вмісту сульфатів та, менше, хлоридів магнію і калію. Вміст головних іонів та величини мінералізації у воді ВО та водних об`єктів поблизу золовідвалів не перевищували нормативних вимог.

Найважливішими показниками, які визначають фізико-хімічні умови та впливають на якість природних вод, будучи тісно взаємопов`язаними з продукційно-деструкційними процесами, є вміст розчиненого кисню (О2) та величина рН. Кисневий режим ВО, порівняно з річками, на яких вони створені, покращав, особливо в період льодоставу. Але в літній період при термічній стратифікації водних мас, що особливо характерно для ВО САЕС, або навіть без її чіткого вияву, як на ЗАЕС та ХАЕС і ЧАЕС, у нижніх шарах води, за відсутності вітрового перемішування, може виникати гострий дефіцит кисню, аж до його зникнення. Цьому сприяє значна кількість автохонної органічної речовини, що продукується у ВО. Це може призводити до виникнення анаеробних зон, що спричинює погіршення екологічних умов. У поверхневих шарах води ВО, завдяки стимулюванню процесів фотосинтезу (підігрів води та надходження біогенних речовин із стічними водами) спостерігалося перенасичення води киснем, яке може досягати, як на ЗАЕС, 262 % нас., що шкідливо діє на екосистему ВО, особливо іхтіофауну.

Зміни величин рН води ВО та річок у цілому мають вигляд, притаманний водним об`єктам даної фізико-географічної зони. Але при підігріванні води та її "цвітінні" у ВО порушується рівновага карбонатно-кальцієвої системи через зменшення, особливо влітку, вмісту діоксиду вуглецю. При цьому величини рН значно зростають, до 9,5–10,0, вміст НСО3- зменшується, а натомість збільшується вміст СО32-, тобто іде процес перенасичення карбонатом кальцію і створюються умови для його виведення із водної товщі.

Формування органічної речовини (ОР) ВО АЕС, що видно за її показниками, тісно пов`язано з фізико-географічними умовами водозбірних басейнів річок, водою яких вони живляться та співвідношенням внутрішньоводоймищних процесів, які значною мірою залежать від температурних умов та кількості біогенних речовин, які надходять у ВО. Як і для головних іонів, вміст ОР за глибиною практично не відрізняється. Сезонна динаміка визначається як алохтонною ОР, що надходить у ВО з річковими водами, так і продукційно-деструкційними процесами.

У рр. Десна (в районі САЕС), Прип`ять, Гнилий Ріг, високі значення колірності та БО, особливо у весняну повінь, пов`язані з досить високим вмістом гумінових та фульвокислот, що надходять із водозбору з поверхневим стоком. У ВО САЕС, ЧАЕС і ХАЕС у теплий період року колірність води зменшується за рахунок деструкції алохтонної ("кольорової") ОР, але величини ПО і БО залишаються на досить високому рівні за рахунок продукції автохонної ("білої") ОР. Взимку, при переході цих річок переважно на живлення підземними водами, а у ВО – завдяки переважанню деструкційних процесів, вміст ОР досягає мінімальних значень.

За результатами дослідження вмісту біогенних речовин у водних об`єктах у районах АЕС і ТЕС можна зробити висновки, що вертикальна стратифікація для біогенних речовин виявляється на ВО АЕС по-різному і значною мірою зумовлена умовами, що утворюються влітку, за активних процесів асиміляції їх водоростями, а також формуванням температурної стратифікації в антициклональну маловітряну погоду. Вміст біогенних речовин, особливо амонію, заліза та кремнію збільшувався, особливо на значних глибинах, за дефіцититу або навіть відсутності кисню, тобто за анаеробних умов. У поверхневому шарі динаміка біогенних, як і органічних, речовин визначається спрямованістю гідробіологічних процесів – співвідношенням між продукційними та деструкційними процесами. У сезонній динаміці чітко виявляється – особливо для нітратного азоту, кремнію, мінерального фосфору – класичний режим з мінімальними значеннями влітку, коли вони асимілюються водоростями, підвищенням восени, коли починають переважати процеси деструкції органічної речовини і максимальними величинами в кінці зимового періоду, коли деструкція органічних речовин найбільша. Зменшення вмісту біогенних речовин у воді ВО порівняно з водою річок, що їх живлять, пояснюється інтенсифікацією гідробіологічних процесів у ВО при підвищенні температури води. Джерелами надходження до ВО біогенних речовин є, в першу чергу, вода живлячих їх річок та стічні господарсько-побутові води.

Мікроелементи в поверхневих водах досліджуваних АЕС і ТЕС перебувають у незначній кількості, значно нижче за ГДК. Підігрів води у ВО протягом переважної частини року сприяє інтенсивному розвитку фітопланктону, який асимілює мікроелементи. При цьому підвищення значень рН сприяє утворенню гідроксидів заліза і марганцю та, відповідно, сорбції та співосадженню з ними інших металів і виведенню їх з води у донні відклади. Мікроелементи, через відсутність процесів, які б зумовлювали їх накопичення у водному середовищі, безпосередньої загрози водним об`єктам не становлять.

Основними чинниками, що формують вміст нафтових вуглеводнів (НВВ) у ВО АЕС та золовідвалах ТЕС, є надходження з водою річок, що живлять ВО, та забруднення промислово-стічними водами АЕС та золопульпою ТЕС. Вміст синтетичних поверхнево-активних аніонних речовин (СПАР) у водних об`єктах АЕС та Дніпровських водосховищах на період досліджень був порівняно незначним, нижче встановлених нормативів і безпосередньої загрози в екологічному плані не становив. Вміст фенолів у ВО АЕС та річках, що їх живлять, був практично на одному рівні – 4–6 мкг/дм3, як і у воді Дніпровських водосховищ – 3–5 мкг/дм3.

Для інтегральної оцінки якості води ВО АЕС та річок, що їх живлять за наявними гідрохімічними показниками використана методика, що зводиться до виявлення ступеня перевищення ГДК забруднюючими речовинами, вміст яких лімітується у першу чергу. При цьому розраховуються індекси забруднення води (ІЗВ), які мають інтегральний характер і досить об`єктивно відображають стан водного об`єкту. Одну з таких досить вдалих методик, що використовувалася у працях співробітників кафедри гідрології та гідроекології (Хільчевський, 1999) , розроблено в Держкомгідрометі України. Як показують розрахунки ІЗВ на водних об`єктах у районах АЕС, спостерігається чітка тенденція до покращення якості води у ВО АЕС, порівняно з водою річок, що їх живлять (табл. 1).

При розрахунках використано, крім обов`язкових даних по розчиненому кисню та БСК5, також середньорічні величини вмісту мінеральних форм азоту (NН4+, NО2-, NО3-), мінералізації, забруднюючих речовин (НВВ, СПАР), мікроелементів тощо. Вода ВО САЕС у 1982–85 рр., була найбільш чистою і відносилась до ІІ класу, хоч на початковій стадії, до пуску 1-го енергоблоку – влітку та восени 1981 р. належала до ІІІ класу з числовим значенням ІЗВ 1,64 (табл. 1). Після початку експлуатації САЕС значення ІЗВ зменшилися – до 0,97-1,06 у 1982-1983 рр., сягнувши у 1984–85 рр. ще менших величин – 0,89-0,80. Тобто, протягом періоду досліджень відбувався процес самоочищення водних мас, особливо після надходження у ВО підігрітих вод. Ще чіткіший приклад інтенсифікації процесів самоочищення у ВО – вода р. Десна. До створення ВО, у 1977–1979 рр., вода річки належала до V класу – брудна, з числовим значенням ІЗВ 4,37. Після створення ВО якість води значно покращилася, клас води піднявся до ІІІ, з числовим значенням ІЗВ 1,82. З 1982 р. по 1985 р. вода в р. Десна нижче ВО постійно належить до чистої із значенням ІЗВ порядку 0,70–0,80.

Таблиця 1

Індекси забруднення водних об`єктів у районах розміщення АЕС

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **АЕС** | **Водний**  **об`єкт** | **Рік** | **Числове**  **значення ІЗВ** | **Клас**  **води** | **Якісна характеристика**  **забруднення** |
| САЕС | ВО | 1981(літо) | 1,64 | ІІІ | помірно забруднена |
| 1982 | 0,97 | ІІ | чиста |
| 1983 | 1,06 | ІІІ | помірно забруднена |
| 1984 | 0,89 | ІІ | чиста |
| 1985 | 0,80 | ІІ | -"- |
| р. Десна  до створення ВО | 1977 | 4,37 | V | брудна |
| 1979 | 4,83 | V | -"- |
| р. Десна  нижче ВО | 1980 | 1,82 | ІІІ | помірно забруднена |
| 1982 | 0,70 | ІІ | чиста |
| 1983 | 0,78 | ІІ | -"- |
| 1984 | 0,80 | ІІ | -"- |
| 1985 | 0,75 | ІІ | -"- |
| ЧАЕС | ВО | 1984 | 1,18 | ІІІ | помірно забруднена |
| 1985 | 1,14 | ІІІ | -"- |
| 1986 | 1,97 | ІІІ | -"- |
| р. Прип`ять | 1984 | 1,57 | ІІІ | -"- |
| 1985 | 1,22 | ІІІ | -"- |
| 1986 | 2,16 | ІV | забруднена |
| ХАЕС | ВО | 1992 | 1,39 | ІІІ | помірно забруднена |
| 1996 | 1,20 | ІІІ | -"- |
| 1997 | 0,95 | ІІ | чиста |
| 1998 | 1,12 | ІІІ | помірно забруднена |
| р. Горинь | 1992 | 2,22 | ІІІ | помірно забруднена |
| 1996 | 1,29 | ІІІ | помірно забруднена |
| 1997 | 1,82 | ІІІ | -"- |
| 1998 | 1,45 | ІІІ | -"- |
| р. Гнилий Ріг | 1992 | 1,98 | ІІІ | -"- |
| 1996 | 2,10 | ІІІ | -"- |
| 1997 | 1,63 | ІІІ | -"- |
| 1998 | 1,54 | ІІІ | -"- |

Подібна тенденція характерна також для ВО ЧАЕС і р. Прип`ять, ВО ХАЕС і рр. Горинь, Гнилий Ріг. Вода цих об`єктів належить до ІІІ класу – помірно забруднена, а в р. Прип`ять на початку 1986 р. належала навіть до ІV класу – забруднена. Але числове значення ІЗВ у ВО ЧАЕС у 1984–1986 рр. коливалося у межах 1,14-1,97 (в середньому – 1,43), у р. Прип`ять – 1,22-2,16 (в середньому – 1,65), що вище, ніж у ВО ЧАЕС. Ще більша різниця на ВО ХАЕС і р. Горинь – тут середня величина ІЗВ за 1992–1998 рр. становила для ВО 1,16, а для води Горині – 1,70.

Таким чином, завдяки інтенсифікації процесів самоочищення при нагріванні водних мас, якість води у водоймищах-охолоджувачах, порівняно з водами живлячих їх річок помітно покращується, що найбільш чітко виявилось для ВО САЕС, ХАЕС і ЧАЕС.

**Експериментальні дослідження процесів формування хімічного складу води водоймищ-охолоджувачів АЕС**

Експериментальні дослідження поряд із гідрохімічними зйомками та режимними спостереженнями є важливою складовою польових робіт на ВО АЕС. Вони проводилися за окремими програмами для виявлення особливостей формування хімічного складу різних ВО – це вивчення процесів самоочищення води, розповсюдження і трансформації повеневих вод у ВО руслового типу, динаміки добових концентрацій гідрохімічних показників, особливо в літній період, коли спостерігався найбільший перегрів води. Особлива увага приділена вивченню донних відкладів, які відіграють важливу роль у формуванні гідрохімічних умов. Специфічним для ВО АЕС є дослідження впливу підігріву води на її хімічний склад. З цією метою вивчався хімічний склад води до і після теплообмінників на різних АЕС, встановлювалися кореляційні зв`язки між температурою води та концентрацією різних речовин, на ВО руслового типу порівнювалися гідрохімічні умови в зоні циркуляції теплих вод та в прирондих умовах.

Експерименти з вивчення процесів самоочищення води (Ромась, 2001), показали, що за непрямими показниками органічної речовини можлива характеристика процесів продукції і деструкції, що перебігають у ВО. Так, за незначних концентрацій органічних та біогенних речовин у воді швидкість їх біохімічного окислення різко зменшується. Це пояснюється тим, що невелика кількість субстрату перестає бути енергетично значним джерелом для відповідних бактерій. Такі граничні концентрації становили 0,1 мг/дм3 для NН4+ та 1,2–2,0 мгО2/дм3 для БСК5.

При дослідженні процесів формування хімічного складу ВО руслового типу одним з важливих є встановлення закономірностей в надходженні повеневих вод та хімічних речовин з ними, у різні за водністю роки; дослідження процесу заміщення повеневими водами водної маси ВО та подальше перемішування і трансформація водних мас. При спеціальних експериментальних дослідженнях як трасер використовувався іон НСО3-, концентрація якого у повеневих водах у 2–3 рази менша, ніж у воді ВО в кінці зимової межені. Дослідження проведені (Ромась, Соколова, 1990), на ділянці ВО завдовжки 20 км, в якій зосереджено до 90 % його об`єму, у 1984 р. (маловодний рік) та у 1985 р. (багатоводний рік). Під час повені в маловодний рік у ВО замінилося близько однієї п`ятої частини, а в багатоводний – близько половини його об`єму. Заміщення вод зимової межені водами повені відбувається за принципом "поршневого" витіснення. Скидання з ВО в нижній б`єф води зимової межені з вищою мінералізацією, ніж у повеневих водах, що надходили у верхів`я ВО, спричинило порушення перебігу мінералізації води в р. Десна нижче ВО САЕС. Акумуляція талих вод та заміщення ними "старих" водних мас призводить до якісного оновлення води ВО, масштаби якого залежать від водності повені, що необхідно враховувати при характеристиці особливостей гідрохімічного режиму ВО руслового типу. Тобто "оновлення" водної маси ВО при цьому супроводжується значним привнесенням різних речовин. У багатоводний рік у повінь надійшло до 72% сульфатів (від загальної суми за рік), 69–51% сполук азоту і фосфору, важких металів, забруднюючих речовин і завислих часток тощо, які беруть активну участь у діяльності гідробіонтів, розвитку фітопланктону.

Вивчення добової динаміки показників якості води є досить важливим аспектом гідрохімічних досліджень (Пелешенко та ін., 1983). Це питання вивчалося на ВО руслового (САЕС) та наливного (ЗАЕС) типів, які відрізняються як за природними умовами, так і за об`ємами і, найголовніше, тепловим навантаженням. У літній період, особливо в спекотну безвітряну погоду, за значного підігріву води (як на ВО ЗАЕС) виникають специфічні фізико-хімічні умови, пов`язані з інтенсивним розвитком фітопланктону. У поверхневому шарі води, особливо о другій половині дня при цьому спостерігаються аномально високий вміст розчиненого кисню (більше 250 % нас.) підвищені значення рН (вище 9) тощо. У глибинних шарах ВО, навіть за майже однорідного розподілу температури води до глибини 12–14 м, в одних випадках виникають анаеробні умови (липень 1988 р.), а в інших – досить високий вміст кисню (липень 1989 р.). Виникнення таких ситуацій в основному залежить від співвідношення продукційних процесів у поверхневому шарі і деструкційних – у глибинних шарах, від наявності вітрового перемішування водних мас тощо.

Донні відклади мають суттєвий вплив на розподіл та міграцію багатьох речовин у ВО. Особливості їх формування та кругообігу, особливо мікроелементів, вивчалися на ВО ЧАЕС, ХАЕС, ЗАЕС, на р. Горинь, Каховському водосховищі, Дніпровсько-Бузькому лимані (Савицький, Осадчий, Ромась, Чеботько, 1990; Пелешенко, Ромась, Гребінь, Семерик, 2000; Ромась, 2001). На всіх ВО та інших водних об`єктах найбільший валовий вміст мікроелементів спостерігається у мулистих фракціях. Вміст мікроелементів у донних відкладів досліджуваних водних об`єктів знаходиться практично на одному рівні і відповідає середньому вмісту у таких формаціях, як ґрунти і донні відклади річок світу. Найважливішим є те, що мікроелементи у донних відкладах знаходяться у вигляді практично нерозчинених сполук, що виключає їх ремобілізацію (окрім Fe і Mn) із цих відкладів у значних кількостях.

Вплив теплообмінників АЕС на хімічний склад води вивчався на САЕС, ХАЕС і ЧАЕС, де відібрано усього 148 проб. При відборі проб перед і після теплообмінників in situ вимірювалися температура, О2, рН, а у кожній пробі, що відразу аналізувалася на базі хімічних лабораторій АЕС, визначалося близько трьох десятків показників. При експлуатації одного блоку (на САЕС і ХАЕС) вода в теплообмінниках нагрівалась, у середньому, на 9,8–7,7 0С у холодний період року і на 8,7–5,9 0С у теплий. На ЧАЕС при роботі чотирьох блоків вода нагрівалась, у середньому за рік, на 10,9 0С. Підвищення температури води в теплообмінниках позначилося на розчиненому кисні – відносна насиченість збільшувалася – з 79–90 до 102–121% нас. Досить чітко виявилася тенденція до зменшення величин БСК5 – на 20%, та величин ПО – на 7–9%, що викликано деструкцією легкоокислюваної ОР. Слід також відмітити тенденцію до зменшення вмісту після теплообмінників завислих часток, мікроелементів, фенолів, СПАР.

**Водний та гідрохімічний баланси водоймищ-охолоджувачів АЕС**

Розрахунок водного і гідрохімічного балансу є важливою складовою комплексних гідролого-гідрохімічних досліджень, що дозволяє виявити спрямованість внутрішньоводоймищних процесів та кількісно оцінити роль окремих чинників у формуванні хімічного складу та якості води ВО.

У прибутковій частині водного балансу ВО найменшу роль відіграють атмосферні опади – вони становлять 5,0–84% і тільки для ВО ХАЕС – до 21,7%. Річковий приплів є основним для ВО руслового типу – 90,4%, менше для ВО ХАЕС руслово-наливного типу – 42,3% і відіграє незначну роль для ВО ПУ АЕС – 3,4%. Підкачка із живлячої річки складає основну частину прибуткових статей балансу для ВО наливного типу – від 75% на ЗАЕС та 84% на ЧАЕС до 90% на ПУ АЕС. Повернення дренажних вод відбувається тільки на ВО ХАЕС, де становить 24,3%. Стічні води (господарсько-побутові та промислово-зливові), становлять значну частку для ВО ЗАЕС – до 20%, також для ХАЕС – 11,3 % та ЧАЕС – 8,3%. У витратній частині водного балансу для ВО руслового типу основну роль відіграє скидання води через шлюзи греблі ВО – 82,4%. Фільтраційні втрати найбільшими були на ВО ЧАЕС – 62,8% та ХАЕС – 53,4%. Для ВО ПУ АЕС вони значно менші – 18,7% та ще менші для ВО ЗАЕС – 10,0%, що пояснюється конструктивними особливостями цих ВО. Досить своєрідні умови формування водного балансу та, відповідно, балансу розчинених у воді ВО речовин розглянуті детально для ВО ЧАЕС наливного типу та ВО САЕС руслового типу. Так, фільтраційні витрати на ВО ЧАЕС у 1984 – 1985 рр. визначалися під час польових робіт вимірюванням витрат у дренажних каналах. Відзначено також зменшення фільтраційних втрат через ложе ВО унаслідок його кольматації. При розрахунку гідрохімічного балансу роль атмосферних опадів враховано для головних іонів – показники їх надходження досліджені раніше (Пелешенко, 1975; Пелешенко, Ромась, Закревський та ін., 1986; Воронов, Ромась, 1995).

Для балансу головних іонів слід відзначити такі головні моменти, як помітний внесок їх стоком струмка балки Ташлик на ВО ПУ АЕС – 21% від прибутку. У цілому ж для суми головних іонів цікавою є загальна тенденція переважання прибуткової частини над витратною, особливо на ВО ХАЕС і ЧАЕС – близько 30%. При цьому характерною рисою є значне зниження вмісту іонів НСО3- і Са2+ – відповідно на 40 і 26%. Для більшості головних іонів, особливо, для ВО САЕС, неузгодженість між прибутковою та витратною частинами балансу незначна – для К+ всього 3–9%, для Mg2+ – 5–15%, Na+ – 7–13%, Сl- – 0,5–23%. Це дозволяє застосовувати балансовий метод для прогнозних розрахунків вмісту головних іонів та мінералізації води ВО АЕС. Зниження вмісту гідрокарбонатів та кальцію у воді ВО обумовлено зсувом карбонатно-кальцієвої системи у бік пересичення, що сприяє випаданню карбонату кальцію із водної товщі, що відмічено і на ВО ТЕС (Лаумянскіс, Снукішкіс, 1971; Кошелева, 1977). При цьому у трубках теплообмінників утворюється накип, кількість якого досягає, залежно від потужностей АЕС чи ТЕС, сотень і тисяч тон (Маргулова, Подушко, 1982). Карбонати кальцію відіграють важливу роль у життєдіяльності гідробіонтів – тільки для побудови оболонки дрейсени на ВО ЧАЕС використовувалось, за даними вчених ІГБ НАН України, понад 1,5 тис.т. СаСО3 за рік.

Найхарактернішим моментом у балансі біогенних речовин є досить великий внесок стічних вод у прибутковій частині, який становить для NН4+ біля 27–37%; NО3- біля 6–32%, а для Nмін – 20–36%. Ще більший внесок стічних вод у надходженні фосфору – біля 71–76%. Для інших речовин внесок стічних вод становить: для важких металів – біля 2–19%, а для СПАР –16–36%. Баланс біогенних та органічних речовин для ВО АЕС визначається продукційно-деструкційними процесами. Переважання прибуткової частини балансу над витратною досить значне для більшості речовин. Тобто, за рахунок деструкційних процесів, седиментації органіко-мінеральних часток із сполуками азоту, фосфору, важких металів та їх депонуванням у донних відкладах із водної товщі ВО виводиться біля 27–46% NН4+, 15–29% NО3-, а ще більше Рмін. – до 59–85%. За рахунок процесів деструкції в ВО зменшується на 17–60% вміст органічної речовини на 21–31% – СПАР, на 12–65% – феноли, на 32–35% – нафтових вуглеводнів.

Таким чином, розрахунок гідрохімічного балансу для ВО АЕС різного типу дає уяву про кількісну оцінку і спрямованість внутрішньоводоймищних процесів. Це створює основу для прогнозу вмісту головних іонів і мінералізації води ВО при пуску чергових енергоблоків, що є обов`язковою вимогою при оцінці впливу АЕС на водні ресурси.

**Вплив об`єктів атомної і теплової енергетики на природні води**

Серед екологічних проблем , пов`язаних з експлуатацією АЕС і ТЕС, найважливішою є оцінка їх впливу на кількісний і якісний стан природних вод. Такий вплив на кожному енергетичному об`єкті має свої характерні риси, які залежать від конструктивних особливостей системи оборотного водопостачання, типу та морфометричних параметрів ВО і золовідвалів, природних чинників, кількості енергоблоків, типу палива на ТЕС тощо.

Для ВО руслового типу важливою проблемою при проектуванні було збереження якості води р. Десна нижче ВО. Для оцінки впливу ВО на термічний режим р. Десна використані дані Держкомгідромету СРСР за 1950–1978 рр. (до створення ВО) та результати добових вимірювань температури води у нижньому б`єфі греблі ВО за 1982–1989 рр. Найбільш помітна тенденція до збільшення температури води Десни виявляється при розгляді середньорічних величин. Якщо у 1950–1978 рр. ця величина становила 7,6 0С, то після пуску першого блоку вона зросла, у 1983–1984 рр. до 9,1-9,7 0С, а після пуску другого блоку, у травні 1985 р. – до 10,4–12,2 0С. Протягом 1985–1989 рр. у температурному режимі Десни при цьому сталися значні зміни – взимку температура води зросла від 2,0–4,2 0С у 1983 р. до 5,1–5,6 0С у 1989 р., на річці льодостав був відсутній на відстані 10 км і більше. Якість води у Десні значно покращилась за рахунок інтенсифікації процесів самоочищення у ВО, про що вже згадувалось. До створення ВО вода Десни належала до V класу – "брудна", а вже у 1982 р., після пуску першого блоку – до ІІ класу – "чиста". Вміст кисню збільшився з 5,9 мг/дм3 до 10,2–12,1 мг/дм3, тобто до рівня абсолютного насичення. Значно зменшився вміст органічної речовини – за показником БСК5 у 15–16 разів, та БО – у 2,0–2,5 раза, а також нафтових вуглеводнів – у 10–15 разів, біогенних речовин, особливо нітратів – у 4,0–4,5 раза. Також зменшився вміст мікроелементів, СПАР, фенолів.

Складні екологічні проблеми, пов`язані з використанням водних ресурсів, виникли у середній частині басейну р. Горинь, у районі водозаборів м. Рівне, нижче ВО ХАЕС, із експлуатацією якого їх часто пов`язували. Результати гідролого-гідрохімічного моніторингу водних об`єктів у районі ХАЕС протягом 1987–1999 рр. та спеціальні дослідження, проведені у 1990–1991 рр. разом з інститутом "Укрдіпроводгосп", дали змогу об`єктивно оцінити ситуацію та розробити рекомендації з усунення шкідливого впливу різних чинників, до яких експлуатація ВО ХАЕС зовсім не мала відношення. Так, при роботі 1-го блоку ХАЕС додатковий відбір води з р. Горинь для підживлення ВО не проводився з 1989 р., а проектних параметрів було досягнуто вже у 1993 р. за рахунок акумуляції стоку р. Гнилий Ріг та повернення дренажних вод у ВО. Рівень ґрунтових вод на ділянці заплави р. Горинь, що знаходиться нижче греблі ВО, у перші 2–3 роки після його наповнення піднявся на 1,5–1,7 м, що не позначилось на екологічному стані заплави, і в останні десять років стабілізувався. Безповоротні втрати води при роботі 1-го блоку становили 5,7% від середньорічних об`ємів стоку р. Горинь у створі ХАЕС і 10,9% – у маловодні роки 97%-ї забезпеченості. При роботі 2-х блоків вони будуть становити, відповідно, 8,7% та 17%. За якістю вода ВО ХАЕС і рр. Горинь, Гнилий Ріг належала до ІІІ класу – "помірно забруднена", але за числовими значеннями ІЗВ вода ВО дещо краща, ніж у р. Горинь, і навіть у 1997 р. належала до ІІ класу – "чиста" (табл.1). Негативного впливу на кількісні та якісні показники водних ресурсів пуск 2-го блоку також не може справити.

Аналіз матеріалів, зібраних за півтора десятки років та проектних даних показує, що на якісні показники р. Стир стічні води РАЕС впливають незначною мірою як у нинішньому стані, так не будуть впливати при пуску 4-го блоку. Протягом 1992–1999 рр. вода р.Стир у межах Рівненської області вище і нижче РАЕС належала, до ІІІ класу – "помірно забруднена". Вплив РАЕС відчувається тільки в деякому підвищенні числових значень ІЗВ, від 1,71 вище РАЕС (с.Полонне) до 2,26 – в 5 км нижче РАЕС (с.Сопачів). Відносне зменшення витрат води р. Стир на покриття безповоротних втрат на РАЕС, що спостерігається найбільшою мірою в літній період, у середній рік 50%-ї забезпеченості, становить 9,5%, а в маловодний рік 97%-ї забезпеченості досягає 18,3% при роботі 4 блоків.

При роботі у 1984–1985 рр. 4 блоків ЧАЕС частка безповоротних втрат становила 0,6% від середньої багаторічної норми стоку р. Прип`ять та 1,7–3,3% – від мінімальних середньомісячних витрат у літню межень забезпеченістю 50–97%. Вода р. Прип`ять і ВО ЧАЕС належала до ІІІ класу – "помірно забруднена", але за числовими значеннями ІЗВ вода ВО була дещо кращою (відповідно 1,14–1,97 і 1,22–2,16). Тобто, при нормальній експлуатації ЧАЕС, до вибуху реактору на 4-му блоці, негативного впливу на кількісні та якісні показники водних ресурсів басейну р. Прип`ять ця електростанція практично не мала.

Безповоротні втрати води на Південно-Українській АЕС при роботі 3 блоків становлять близько 1,4% від середньої багаторічної витрати води р. Південний Буг та близько 4,3 % від найменшої річної витрати, що спостерігалася на водпосту Олександрівка у 1921 р. За вмістом забруднюючих речовин якість води ВО була у 1987–1992 рр. не гірша, ніж води р. Південний Буг, а за біогенними речовинами – навіть краща (табл.2). Тільки вміст головних іонів та мінералізація води ВО були значно більші, ніж у річці, що було зумовлено відсутністю "продувки" ВО, як передбачалося проектом створення Південно-Українського енергокомплексу. Це призводило до передчасного виходу з ладу парогенераторів та значних втрат електроенергії і, врешті решт, – до економічних втрат. За матеріалами, які розглянуті у 1992 р. комісією Мінприроди України з перевірки природоохоронної діяльності на Південно-Українській АЕС, зроблено висновок про можливість такої "продувки" у найбільш сприятливі гідрологічні періоди, що і було реалізовано через кілька років.

Безповоротні втрати води на випаровування в системі технічного водопостачання ЗАЕС становили у 1988 р. 55,9 млн.м3, що складає біля 0,3 % від об`єму Каховського водосховища, з якого відбувається підживлення ВО. В якісному відношенні на період досліджень відмін у вмісті речовин у воді ВО і Каховському водосховищі практично не спостерігалося. Слід відзначити, що значне теплове навантаження на ВО ЗАЕС та ПУ АЕС призводить у режимі роботи без "продувки" до випаровувального концентрування солей – сульфатів, хлоридів. Це ускладнює роботу АЕС та веде до значних економічних збитків. Тому періодичний водообмін ВО з живлячими їх водними об`єктами проводити необхідно – це до помітних змін їх гідроекологічного стану не призводить.

Таблиця 2

**Вміст гідрохімічних показників у воді ВО Південноукраїнської АЕС,**

**р. Південний Буг та струмка Ташлик, мг/дм3**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Водний **об`єкт** | **Рік** | **НСО3-** | **SO42-** | **Cl-** | **Σi** | **NH4+** | **NO3-** | **Рмін.** | **Mn** | **Fe** | **Cu** | **Zn** | **НВВ** |
| ВО  ПУАЕС | 1987 | 282 | 403 | 250 | 1341 | 0,40 | 1,12 | 0,04 | 0,007 | 0,020 | 0,010 | 0,021 | 0,150 |
| 1992 | 340 | 628 | 232 | 1587 | 0,65 | 2,09 | 0,05 | н.д. | н.д. | н.д. | н.д. | н.д. |
| р.Півден  ний Буг | 1987 | 310 | 87 | 49 | 750 | 0,56 | 2,0 | 0,14 | 0,002 | 0,030 | 0,008 | 0,025 | 0,240 |
| 1992 | 342 | 63 | 59 | 525 | 0,72 | 3,2 | 0,20 | н.д. | н.д. | н.д. | н.д. | н.д. |
| Струмок  Ташлик | 1987 | 360 | 1150 | 260 | 2448 | 0,84 | 3,4 | 0,05 | 0,008 | 0,010 | 0,009 | 0,016 | н.д. |

Оцінка існуючого та прогноз можливого забруднення природних вод є важливим завданням при експлуатації золовідвалів ТЕС. Вирішення його можливе при комплексних гідролого-гідрохімічних, інженерно-геологічних та гідрогеологічних дослідженнях, що були виконані при проектних розробках на Запорізькій, Трипільській ТЕС і Дарницькій ТЕЦ (Ромась, 1999; Ромась, Мельничук, 1997). Найбільш суттєвим, загальним для цих об`єктів моментом є той, що вода золовідвалів від природних вод відрізняється за вмістом сульфатів кальцію і натрію та мінералізацією. В просторовому плані вплив золовідвалів на поверхневі та ґрунтові води виявляється, залежно від геолого-гідрогеологічних умов, різною мірою. Так, у районі Запорізької ТЕС вода із золовідвалу досягла водотривкого шару порід і утворився купол розтікання фільтраційних вод, обмежений периметром золовідвалу. Води грунтового потоку, змішуючись із фільтраційними водами, розбавляють їх і розвантажуються в підрусловий потік Каховського водосховища. За якісними показниками вода цього потоку відповідає нормативним вимогам, а на поверхневі води впливу золовідвалу не спостерігалось. На Дарницькій ТЕЦ вплив золовідвалу виявилося у збільшенні ролі сульфатів натрію в хімічному складі оточуючих природних вод. Але в період досліджень перевищення цих та інших показників якості води над нормативними вимогами не виявилося. Вплив золовідвалу Трипільської ТЕС виявився у збільшенні вмісту сульфатів та величин мінералізації грунтового потоку у напрямку до р. Стугна. На відстані декількох сотень метрів від золовідвалу у воді грунтового потоку ці показники перевищують ГДК, а поширення цієї зони у бік р. Стугна може спричинити деградацію соснового лісу. Тому тут необхідно проводити постійний гідролого-гідрохімічний моніторинг для вивчення цього процесу.

**Прогнозування мінералізації та вмісту головних іонів у воді водоймищ-охолоджувачів АЕС і золовідвалів ТЕС**

Досить жорсткі вимоги до якості природних вод у районах активного впливу різних антропогенних чинників викликає необхідність прогнозу концентрації в них хімічних речовин. Для ВО АЕС та, особливо, золовідвалів ТЕС, це стосується вмісту головних іонів та мінералізації води. Такий прогноз нами виконаний, за завданням Київського інституту "Енергопроект", при реалізації проекту введення в дію 2 енергоблоку ХАЕС та при проектних розробках з реконструкції золовідвалу Трипільскої ТЕС і обгрунтуванні основних положень з переводу прямоточної системи ГЗВ на зворотну на Дарницькій ТЕЦ. Основні результати цих робіт опубліковані (Ромась, 1999; Ромась, Мельничук, 2000; Ромась, 2001).

Прогнозування вмісту хімічних речовин можна виконувати уже відомими методами – методом аналогії та розрахунковим методом. Перший є досить приблизним і базується на припущенні, що головні закономірності формування гідрохімічного режиму існуючого водного об`єкта і того, що проектується, за схожих фізико-географічних, гідролого-гідрохімічних умов аналогічні. Але кожне ВО АЕС України за майже всіма цими позиціями відрізняється від інших.

Основу розрахункового балансового методу становить кількісна оцінка окремих елементів прибуткової та витратної частин гідрохімічного балансу. Цей метод можна застосувати для відносно консервативних речовин, які найменшою мірою беруть участь у внутрішньоводоймищних процесах – головних іонів та мінералізації. Розробкою розрахункового методу прогнозування мінералізації води водосховищ на основі водно-сольового балансу стали займатися у 30-х роках минулого століття у зв`язку з будівництвом водосховищ комплексного призначення в Донбасі, а пізніше над розв`язанням цієї задачі працювали у Гідрохімічному інституті (Ростов-на-Дону).

**У ВО АЕС, у результаті підігріву води відбуваються зрушення в гідрокарбонатно-кальцієвій системі, що призводить до виводу СаСО3 із водної товщі. Цей процес досить чітко простежується за значним перевищенням прибуткової частини балансу НСО3- і Са2+ над видатковою. Без урахування цього моменту прогноз мінералізації води у ВО АЕС, особливо коли гідрокарбонати кальцію визначають сольовий склад води, буде некоректним (Ромась, Мельничук, 1999). Тому для прогнозування мінералізації води у ВО АЕС потрібно обов`язково вводити коефіцієнти трансформації для НСО3- та Са2+, що здійснюється**

**за результатами розрахунку їх фактичного балансу за кілька років. Для ВО ХАЕС за фактичними даними 1996–1998 рр. коефіцієнт трансформації становить для НСО3- величину 0,80, а для Са2+ – 0,85. Тобто за рік із водної товщі ВО ХАЕС виводиться близько 20 відсотків гідрокарбонатних іонів та 15 відсотків іонів кальцію.**

**Прогнозні величини для НСО3- і Са2+ з 2000 р. обчислені для ВО ХАЕС з урахуванням отриманих коефіцієнтів трансформації. Як видно з результатів такого розрахунку (табл.3), при роботі двох блоків, з підживленням води з р. Горинь у період повені в кількості 14,14 млн.м3/рік, загальний солевміст на кінець 2005 р. сягатиме 522 мг/дм3, або порівняно з фактичною мінералізацією води ВО у 1998 р. збільшиться на 23%. Вміст сульфатів збільшиться на 12%, хлоридів – на 10, натрію – на 14, магнію – на 35, калію – на 19%. У цілому ж мінералізація води у ВО буде нижче допустимих ГДК майже удвічі, а концентрації таких нормованих головних іонів, як сульфати і хлориди – у 6 і 14 разів. Таким чином, при прогнозі мінералізації води ВО АЕС обов`язковим є введення коефіцієнта трансформації для іонів кальцію та гідрокарбонатних іонів. Тільки за цієї умови можна досягти репрезентативних результатів прогнозу за вмістом цих іонів і в цілому величини мінералізації, особливо коли гідрокарбонати кальцію домінують у хімічному складі води ВО.**

**Таблиця 3.**

# Прогнозні розрахункові (Ср) та фактичні (Сф), за 1996–1998 рр. концентрації головних іонів та суми іонів у воді водоймища-охолоджувача ХАЕС (на кінець року), мг/дм3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Головні**  **іони** | При роботі одного енергоблоку | | | | | | | | **При роботі двох енергоблоків** | | | | |
| **1996** | | **1997** | | **1998** | | **1999** | **2000** | **2001** | **2002** | **2003** | **2004** | **2005** |
| **Ср** | **Сф** | **Ср** | **Сф** | **Ср** | **Сф** | **Ср** | **Cр** | **Ср** | **Ср** | **Ср** | **Ср** | **Ср** |
| SO42- | 64 | 68 | 67 | 69 | 68 | 70 | 72 | 74 | 76 | 78 | 79 | 79,5 | 80 |
| Cl- | 21 | 18 | 22 | 19 | 21 | 23 | 23 | 24 | 25 | 25,2 | 25,4 | 25,6 | 25,7 |
| Na+ | 31 | 28 | 33 | 27 | 35 | 40 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 46,2 | 46,4 |
| Mg2+ | 12,9 | 12,5 | 2,6 | 11,5 | 10,4 | 9,3 | 10,8 | 11,6 | 12,5 | 13,2 | 13,8 | 14,2 | 14,5 |
| K+ | 7,2 | 6,8 | 6,6 | 6,8 | 6,0 | 6,4 | 7,0 | 7,2 | 7,4 | 7,6 | 7,7 | 7,8 | 7,9 |
| Ca2+ | 72 | 64 | 65 | 56 | 73 | 58 | 60 | 62 | 66 | 70 | 74 | 76 | 79 |
| HCO3- | 254 | 185 | 220 | 187 | 221 | 185 | 192 | 205 | 224 | 239 | 250 | 260 | 269 |
| Σi | 461 | 382 | 426 | 376 | 434 | 392 | 407 | 427 | 455 | 478 | 496 | 509 | 522 |

**При прогнозуванні мінералізації води золошлаковідвалу Дарницької ТЕЦ за існуючої прямоточної системі ГЗВ, з огляду на нерівномірність надходження золошлакової пульпи і значної частки солей, що привносяться її водною складовою, прогнозування зроблено в два етапи – на період надходження пульпи (грудень-лютий) і на період її відсутності (березень-листопад) (Табл.4). За прямоточної системи ГЗВ та припинення скидання промстоків мінералізація води в золошлаковідвалі протягом року матиме лише циклічні коливання – збільшуючись, як і за існуючої системи ГЗВ, наприкінці зимового періоду (до 0.90 г/дм3) і зменшуючись у кінці весняно-літнього періоду до 0,40 г/дм3, тобто до мінералізації води р. Дніпро.**

**При прогнозуванні мінералізації води золошлаковідвала із замкнутою оборотною системою ГЗВ (без скидання промстоків) у прибутковій частині водно-сольового балансу в зимовий період ураховувався весь обсяг водної складової золошлакової пульпи, а також кількість води, що подається до системи ГЗВ із Дніпра для відшкодування втрат на фільтрацію. Як видно з табл.4, після 4-5 років експлуатації золошлаковідвалу мінералізація води мала б встановитися на рівні майже 2,7 г/дм3 у кінці зимового періоду та на рівні 1,3 г/дм3 – у кінці літнього періоду. Ці величини, особливо в зимовий період, помітно перевищують нормативні вимоги щодо якості води. Тому при замкнутій оборотній системі ГЗВ, навіть за відсутності скидання промстоків, золошлаковідвал стає джерелом забруднення підземних вод на прилягаючій до нього території сульфатами. Кількість води, що фільтрується з золовідвалу, досягає 1,35∙106 м3/рік, тому забруднення грунтових вод могло б відбуватися в досить значних масштабах. З огляду на великий ступінь забудови території м. Києва поблизу золошлаковідвалу та насиченість різними підземними комунікаціями таке забруднення вкрай небажане, оскільки могло б створювати сульфатну агресивність грунтових вод та погіршення їх якості.**

**Таблиця 4.**

Прогнозована мінералізація води золовідвалу Дарницької ТЕЦ за різних систем ГЗВ, г/дм3

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Рік | **Прямоточна система зі скиданням промстоків** | | **Системи, що проектувалися (без скидання промстоків)** | | | |
| **прямоточна** | | **зворотна** | |
|  | **кінець зими** | **кінець осені** | **кінець зими** | **кінець осені** | **кінець зими** | **кінець осені** |
| 1992 | 1,03 | 0,68 | 0,89 | 0,40 | 2,10 | 1,10 |
| 1993 | 1,03 | 0,68 | 0,90 | 0,40 | 2,54 | 1,24 |
| 1994 | 1,03 | 0,68 | 0,90 | 0,40 | 2,64 | 1,29 |
| 1995 | 1,03 | 0,68 | 0,90 | 0,40 | 2,68 | 1,30 |
| 2000 | 1,03 | 0,68 | 0,90 | 0,40 | 2,69 | 1,30 |
| 2010 | 1,03 | 0,68 | 0,90 | 0,40 | 2,69 | 1,30 |

**Отже, результати прогнозу мінералізації води золошлаковідвалу Дарницької ТЕС вказують, що найкращим є варіант прямоточної системи ГЗВ, без скидання промстоків до золошлаковідвалу. При цьому варіанті вода золошлаковідвалу за мінералізацією і вмістом головних іонів відповідає нормативним вимогам.**

**Результати розрахунків прогнозних значень мінералізації води золовідвалу Трипільської ТЕС за існуючої прямоточної та оборотної замкнених систем ГЗВ наведено в табл.5. За існуючої системи ГЗВ, з підживленням з р. Дніпро, прогнозна мінералізація води золовідвалу (згідно з прийнятими проектними вихідними даними) коливатиметься в межах 1,21–1,58 г/дм3, стабілізуючись у 2001–2004 р. на рівні 1,45 г/дм3. Ці коливання пов'язані, в основному, зі зміною обсягів фільтраційних втрат із золовідвалу і, відповідно, з обсягами підживлення з р.Дніпро. Тут роль підживлення в екологічному плані можна вважати позитивною, оскільки це** **запобігає концентруванню солей у золовідвалі. Протягом прогнозованого періоду мінералізація води, що фільтрується із золовідвалу, перевищуватиме ГДК у 1,5 рази. При реалізації ідеї оборотної системи ГЗВ мінералізація води в золовідвалі, за рахунок нагромадження солей, вже у 2003 р. перевищила б 50 г/дм3, а золовідвал перетворився б на досить небезпечний з екологічного погляду об'єкт.**

Таблиця 5

**Прогнозована мінералізація води золовідвалу Трипільської ТЕС за різних систем ГЗВ, г/дм3**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Система**  **ГЗВ** | **До реконструк-ції на рівні 1995р.** | **Після реконструкції** | | | | | | | | |
| **позиція 1 (заповнення третьої секції до відмітки 104,3 м)** | | | **позиція 2 (заповнення другої секції до відмітки 113,6 м)** | | | **позиція 3 (заповнення третьої секції до відмітки 113,6 м)** | | |
| **1996** | **1997** | **1998** | **1999** | **2000** | **2001** | **2002** | **2003** | **2005** |
| Існуюча  з підживленням  водою Дніпра | 1,58 | 1,24 | 1,38 | 1,30 | 1,34 | 1,50 | 1,48 | 1,45 | 1,45 | 1,45 |
| Оборотна  замкнута | 7,30 | 12,7 | 18,1 | 23,5 | 28,9 | 34,3 | 39,7 | 45,1 | 50,5 | 61,3 |

**Таким чином, при прогнозуванні мінералізації води ВО АЕС та золовідвалів ТЕС застосування балансового методу дозволяє одержати досить надійні і репрезентативні результати. При прогнозі мінералізації води ВО, де в хімічному складі головну роль відіграють гідрокарбонати кальцію, обов`язковою умовою об`єктивності є введення коефіцієнта трансформації для цих іонів.**

**При реалізації ідеї оборотної замкнутої системи ГЗВ на ТЕС, мінералізація води в золовідвалах швидко зростала б до рівня концентрованих токсичних розсолів. Тобто для ВО АЕС та золовідвалів ТЕС концепція замкнутого оборотного водопостачання взагалі неприйнятна, оскільки в цьому випадку вони перетворюються на екологічно небезпечні водні об`єкти. Прикладом таких, створених штучним шляхом, не тільки екологічних, а й технологічних проблем в Україні є водоймище-охолоджувач Південно-Української АЕС.**

ВИСНОВКИ

За результатами багаторічних досліджень, що проведені в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка при виконанні численних наукових та проектних розробок на водних об`єктах у районах АЕС і ТЕС, можна зробити такі головні висновки.

1. Дослідження впливу теплового навантаження на температурний, гідробіологічний і, менше, гідрохімічний режими водоймищ-охолоджувачів ТЕС та АЕС, що проводились у різних країнах, присвячені вивченню окремих аспектів цієї проблеми. Вони виконані за різними методичними підходами, а їх результати важко порівняти.
2. Досліджувані АЕС і ТЕС розміщені у різних фізико-географічних зонах, які помітно відрізняються за природними умовами. На водних об`єктах уперше створені, на основі загальних методичних розробок, але із урахуванням індивідуальності кожної АЕС і ТЕС, системи гідролого-гідрохімічного моніторингу, де протягом двох десятків років експедиціями НДЛ гідроекології і гідрохімії та іншими установами проведено близько 250 гідрохімічних зйомок, відібрано понад 5 тис. проб води, в яких за допомогою сучасних аналітичних методів визначено біля 125 тис. гідрохімічних показників.
3. Температурний режим ВО АЕС визначається, головним чином, природними умовами. Вплив скидових теплих вод виявляється найбільш помітно в зоні циркуляції і зумовлений морфометрією ВО, розмірами та особливостями водообміну із живлячими їх річками та іншими навколишніми водними об`єктами. Підвищення температури води у скидових каналах ВО порівняно із підвідними складало, в середньому за рік, 8–10 0С на більшості АЕС. Найбільше нагрівання води у ВО, у середньому за рік, відносно природного фону спостерігалося на ЗАЕС – близько 12 0С, що пояснюється фізико-географічними умовами (степова зона), порівняно невеликим об`ємом ВО та значною кількістю працюючих енергоблоків. Найменше нагрівання, біля 2,0–2,8 0С, спостерігалося на ВО САЕС і ХАЕС, що розташовані в зоні мішаних лісів, мають більший об`єм і тільки по одному діючому блоку.
4. Хімічний склад води ВО АЕС залежить від фізико-географічних умов районів розміщення станцій, теплового навантаження та особливостей водообміну кожного ВО із навколишніми поверхневими і підземними водами. За відсутності такого водообміну, особливо для ВО наливного типу, за рахунок випаровувального концентрування підвищується вміст головних іонів. Якість води ВО АЕС не тільки не гірша, а навіть дещо краща, ніж у живлячих їх річках. Для золовідвалів ТЕС характерним є підвищення вмісту сульфатних іонів, які можна використати як трасери при оцінці впливу золовідвалів на навколишні природні води.
5. При експериментальних дослідженнях процесів формування хімічного складу води ВО АЕС найбільш специфічними є досліди з вивчення впливу підігріву води на гідрохімічні показники, оцінки процесів самоочищення води у ВО, вивчення процесів розповсюдження та перемішування поверхневих вод з основною водною масою ВО руслового типу тощо. Донні відклади мають суттєвий вплив на розподіл та міграцію багатьох речовин, що знаходяться у водоймищі. Серед мікроелементів максимальний вміст спосрерігався у мулистих фракціях донних відкладів ВО мікроелементів і залежить, головним чином, від гранулометричного складу відкладів та вмісту у них органічної речовини. Загалом середній вміст мікроелементів у донних відкладах ВО АЕС та пов`язаних з ними водних об`єктах (рр. Горинь, Прип`ять, Дніпровські водосховища, Дніпровсько-Бузький лиман) знаходиться практично на одному рівні і відповідає середньому їх вмісту у таких геологічних формаціях, як ґрунти та донні відклади річок світу. Важкі метали в донних відкладах досліджуваних водних об`єктів містяться переважно у вигляді практично нерозчинних сполук, що фактично виключає за сучасних умов їх ремобілізацію з цих відкладів, тобто вторинне забруднення води ВО.
6. Вплив теплообмінників АЕС на хімічний склад води особливо помітний за відносним збільшенням кисню. Виявляється тенденція до деякого зменшення легкоокислюваних форм органічних речовин, амонійного азоту, завислих часток і мікроелементів, забруднюючих речовин – СПАР і, менше, фенолів. Формування гідрохімічного режиму в зоні циркуляції теплих вод пригреблевої частини ВО руслового типу внаслідок підвищення температури води зазнало помітних змін порівняно з природними умовами верхньої частини ВО. Покращився кисневий режим, особливо в зимовий період, коли льодостав був практично відсутній. Тривалість та інтенсивність гідробіологічних процесів зросли, що призвело до зменшення вмісту біогенних елементів та збільшення автохонної органічної речовини тощо.
7. Результати розрахунку водного балансу ВО АЕС показують, що АЕС, розташовані на півдні України (ЗАЕС і ПУ АЕС), мають найбільші питомимі витрати води – за рік з 1 км2 водної поверхні ВО випаровувалося, відповідно, 7,0 та 3,8 млн. м3. Значно менші такі витрати на ЧАЕС і ХАЕС – 2,7 і 1,1 млн. м3, мінімальні – на САЕС – усього 0,58 млн. м3, або у 12 разів менше, ніж на ЗАЕС і у 7 разів – ніж на ПУ АЕС. Стрімке зростання питомих витрат на АЕС півдня України пов`язане з дією як природних чинників, в основному зростанням середньорічної температури повітря, так і з конструктивними відмінами – меншими площами дзеркала ВО та їх об`єму, а також з більшою кількістю працюючих енергоблоків.
8. Для більшості головних іонів їхній баланс розрахований досить точно, що дозволяє рекомендувати балансовий метод для прогнозу мінералізації води ВО АЕС. Але при цьому необхідна поправка на зменшення вмісту гідрокарбонатів кальцію, яку отримують шляхом розрахунку їх фактичного балансу за кілька років експлуатації ВО. Дія чинників, які призводять до виводу із водної товщі карбонату кальцію, таких як підігрів води та інтенсифікація гідробіологічних та фізико-хімічних процесів, виявляється при тривалій експлуатації одного блоку (ХАЕС), а ще більшою мірою – кількох енергоблоків (ЧАЕС).
9. Не зважаючи на відмінність гідрологічних і фізико-географічних умов та різницю у тепловому навантаженні, спостерігається майже ідентична і велика роль внутрішньо-водоймищних процесів у формуванні балансу біогенних речовин у ВО різного типу. За рік у них лишалося близько третини азоту, а ще більше – фосфору (72–85%). У надходженні біогенних речовин, особливо фосфору, значну роль відіграють господарсько-побутові стічні води, які скидаються до ВО. З ними надходить близько третини азоту та більше двох третин фосфору. У надходженні органічної речовини у ВО головну роль відіграють річковий приплив та підкачка із річки, з якими надходять переважно важкоокислювані гумінові кислоти. У воді ВО, поряд із процесами деструкції цих кислот, йдуть процеси продукції автохтонної, так званої "білої" органічної речовини. На ВО процеси деструкції переважають над продукційними процесами, про що свідчить зменшення витратної частини балансу відносно прибуткової – на 17–30% (ВО САЕС і ХАЕС) та 30–60% (ЧАЕС) по всіх показниках органічної речовини (БСК5, ПО, БО).
10. Серед важких металів найбільше значення у внутрішньоводоймищних процесах має залізо. Значення марганцю та міді менше, а для цинку спостерігається найменша неузгодженість між прибутковою та витратною частинами балансу на всіх ВО – у межах 1–5%. Це свідчить про незначну роль, з одного боку, цинку у внутрішньоводоймищних процесах і, з другого боку, про досить високу точність розрахунку балансу для цього металу. У надходженні забруднюючих речовин до ВО стічні води відіграють помітну роль для НВВ (18–64%), СПАР (16–36%), а для цинку і міді – на ЧАЕС і ХАЕС, у межах 17–19%. За рахунок деструкційних процесів у ВО руйнується близько 12–65% фенолів, 21–31% СПАР та 32–35% НВВ. У цілому розрахунок водного і гідрохімічного балансу ВО АЕС різного типу дає можливість виявити загальні закономірності та спрямованість внутрішньоводоймищних процесів і роль, яку відіграють при цьому різні чинники.
11. Серед екологічних проблем, пов`язаних з експлуатацією енергетичних об`єктів, однією з найважливіших є оцінка впливу АЕС і ТЕС на кількісні та якісні показники поверхневих і підземних вод. Для ВО руслового типу головною проблемою було збереження якості води р. Десна, яка використовується в Росії та Україні, аж до Києва, як джерело питного водопостачання. Виявлено, що після створення ВО САЕС температурний режим та якість води р. Десна зазнали значних позитивних змін у зв`язку з інтенсифікацією процесів самоочищення води у ВО. До створення ВО вода р. Десна належала до V класу – "брудна", а вже після трьох років його існування належала до ІІ класу – "чиста".
12. Безповоротні втрати води при роботі І-го блоку ХАЕС становили 5,7% від середньорічних об`ємів стоку р. Горинь і 10,9% – у маловодні роки 97%-ї забезпеченості, у створі ХАЕС. При роботі двох блоків вони становитимуть, відповідно, 8,7% та 17%. За якістю вода ВО ХАЕС і рр. Горинь, Гнилий Ріг належать до ІІІ класу – "помірно забруднена", але за числовими значеннями ІЗВ вона дещо краща, ніж у р. Горинь. Негативного впливу на кількісні та якісні показники водних ресурсів басейну р. Горинь при роботі одного блоку ХАЕС не спостерігалось, а пуск другого блоку суттєво ситуацію не змінить.
13. Аналіз матеріалів, зібраних у районі РАЕС за півтора десятка років та проектних даних показує, що скидання промислових вод основної системи охолодження РАЕС та очищених господарсько-побутових стічних вод м. Кузнецовськ на якісні показники води р. Стир впливають незначною мірою як у сучасному стані, так і при пуску четвертого блоку. Протягом 1992–1999 рр. вода р. Стир у межах Рівненської області вище і нижче РАЕС належала, переважно, до ІІІ класу – "помірно забруднена". Відносне зменшення витрат води р. Стир на покриття безповоротних втрат на РАЕС, що спостерігається найбільшою мірою в літній період, у середній рік 50%-ї забезпеченості, становить 6,5–9,5%, а в маловодний рік 97%-ї забезпеченості досягає 14,7–18,3% при роботі чотирьох блоків.
14. При експлуатації ВО ЗАЕС у 1984–1992 рр. негативного впливу на якість води прилеглої акваторії Каховського водосховища не відзначалось. Досить високе теплове навантаження на ВО призводить до значного випаровувального концентрування та збільшення вмісту сульфатів і хлоридів, що не передбачено технологічними умовами експлуатації парогенераторів. Для додержання технологічних умов щодо солевмісту у воді ВО необхідно періодично проводити його водообмін з Каховським водосховищем, тобто "продувку". Оптимальний період для цього – з жовтня по березень.
15. При роботі у 1984–1985 рр. чотирьох блоків ЧАЕС частка безповоротних втрат становила 0,6% від середньої багаторічної норми стоку р. Прип`ять та 1,7–3,3% – від мінімальних середньомісячних витрат у літню межень забезпеченістю 50–97%. Вода р. Прип`ять і ВО ЧАЕС належала до ІІІ класу – "помірно забруднена", але за числовими значеннями ІЗВ вона була дещо кращою (відповідно 1,14–1,97 і 1,22–2,16) за рахунок зменшення вмісту заліза та марганцю.
16. Безповоротні втрати води на Південно-Українській АЕС при роботі трьох блоків становлять близько 1,4 % від середньої багаторічної витрати води р. Південний Буг та близько 4,3% від найменшої річної витрати. За більшістю забруднюючих речовин – НВВ, СПАР, феноли, важкі метали – якість води ВО не гірша, ніж води р. Південний Буг. Тільки вміст головних іонів та мінералізація води ВО були значно більші, ніж в річці, що зумовлено у 1987–1992 рр. відсутністю "продувки" ВО, як було передбачено проектом створення Південно-Українського енергокомплексу. Це призводило до передчасного виходу із ладу технологічного обладнання АЕС, особливо парогенераторів, та значних втрат електроенергії і, врешті решт, – до економічних втрат.
17. Вплив золовідвалів теплових електростанцій на хімічний склад природних вод виявляється переважно у збільшенні вмісту сульфатів кальцію або натрію у ґрунтових водах, а на Дарницькій ТЕЦ – також і у поверхневих водах. Забруднення ґрунтових вод сульфатами найбільш виявилося на Трипільській ТЕС. Основна їх кількість виноситься фільтраційним потоком ґрунтових вод і розвантажується в р. Стугна.
18. При прогнозних розрахунках мінералізації та вмісту головних іонів у воді ВО АЕС та золовідвалів ТЕС застосування методу гідрохімічного балансу дозволяє одержати надійні та репрезентативні результати. Але для прогнозу мінералізації води у ВО, де в хімічному складі головну роль відіграють гідрокарбонати кальцію, обов`язковою умовою об`єктивності прогнозу є введення коефіцієнту трансформації цих іонів. Для ВО ХАЕС згідно з таким модифікованим методом гідрохімічного прогнозу мінералізація води при пуску ІІ блоку досягне 552 мг/дм3, а потім практично не буде зростати. Для Дарницької ТЕЦ прогноз мінералізації води золовідвалу був проведений з урахуванням періодичності подачі золопульпи. Найбільш вдалим є варіант прямоточної системи гідрозоловидалення (без скидання промислових вод хімводоочищення). При цьому вода золовідвалу відповідатиме нормативним вимогам. Для Трипільської ТЕС, також при реалізації прямоточної системи ГЗВ, мінералізація води золовідвалу стабілізується на рівні 1,4–1,5 г/дм3.
19. Як показує практика експлуатації ВО АЕС і золовідвалів ТЕС та прогнозні розрахунки мінералізації води у цих водних об`єктах, концепція замкнутого оборотного водопостачання для них взагалі неприйнятна. У цьому випадку штучно і невиправдано утворюються ВО або золовідвали ТЕС з високою мінералізацією води за рахунок концентрації тих головних іонів (сульфати, менше - хлориди), які за природних умов визначають хімічний склад поверхневих і підземних вод степової зони України. Наочним прикладом таких, створених штучним шляхом, технічних і екологічних проблем, що призводять до великих економічних втрат, в Україні було ВО Південно-Української АЕС. За проектної експлуатації АЕС, їх вплив на кількісні та якісні показники водних ресурсів виявляються досить не в значній мірі.
20. За несприятливих гідроекологічних умов, що можуть створюватися на ВО АЕС, особливо в літній період при температурній стратифікації водних мас, доцільно проводити примусову аерацію природних шарів особливо у найбільш глибоководних частинах ВО, але для оцінки гідроекологічних умов водних об’єктів у районах АЕС і ТЕС необхідний постійний гідролого-гідрохімічний моніторинг.

###### основні публікації по темі дисертації

***а) монографії, навчальний посібник***

1. Горев Л.Н., Закревский Д.В., Косовец А.А., Пелешенко В.И., Ромась Н.И. Карта химического состава речных вод равнинной части Украинской ССР / период летней межени. М-б 1:4000000 // В мон.: "Оценка взаимосвязи химического состава различных типов природных вод (на примере равнинной части Украины)", К.: Вища школа, 1975. – С.166 (виділення і розрахунки полів на основі ймовірностно-статистичних методів виконані здобувачем, збір і обробка гідрохімічних даних, теоретичні положення гідрохімічного картографування поверхневих вод, редагування карти виконані співавторами).

1. Пелешенко В.И., Закревский Д.В., Горев Л.Н., Ромась Н.И., Хильчевский В.К. Карта "Средняя годовая минерализация и состав главных ионов речных вод Украины". М-б 1:4000000 // В кн.: Гидрохимический атлас СССР. – ГУГК при СМ СССР.– М.: 1990. – С.60-61 (Збір та первинна обробка, визначення однорідності гідрохімічних сукупностей статистичними методами виконані здобувачем, розробка теоретичних засад гідрохімічного картографування, розробка легенди, побудова і редагування карти здійснено співавторами).
2. Дьячук В.А., Пристер Б.С., Ромась Н.И., Осадчий В.И. Контроль за влиянием нерадиационных факторов на окружающую среду // В мон.: "Руководство по организации контроля состояния природной среды в районе расположения АЕС". Л.: Гидрометеоиздат. – 1990. – 264с. (підрозділ 6.3 "Контроль за химическим загрязнением водных объектов", написаний здобувачем, підрозділи 6.1, 6.2, 6.4 - співавторами).
3. Пелешенко В.И., Закревский Д.В., Ромась Н.И., Снежко С.И. Картографирование химического состава речных вод на основе дисперсионного анализа. Навчальний посібник. – К.: УМК ВО. – 1988. – 76с. (розділ 1.4 "Особенности гидрохими-ческой информации", "Определение оценок параметров распределения гидрохи-мических показателей", написані здобувачем).

***б) статті***

1. Закревський Д.В., Пелешенко В.І., Ромась М.І. Оцінка та прогнозування гідрохімічних умов на осушених землях // Вісник Київ. ун-ту. – Географія. – 1979. – Вип. 21. – С.37-43 (розрахунок та статистична оцінка кореляційних зв`язків виконані здобувачем).
2. Закревский Д.В., Пелешенко В.И., Горев Л.Н., Ромась Н.И. Об использовании гидрохимических показателей при физико-географическом районировании // Физическая география и геоморфология. – 1979. – Вып. 22. – С.94-99. (збір та обробка гідрохімічних даних, участь побудові карти виконано здобувачем).
3. Пелешенко В.І., Закревський Д.В., Хільчевський В.К. Ромась М.І., Савицький В.М., Сніжко С.І. Про точність розрахунку хімічного стоку // Вісник Київ. ун-ту. – Географія. – 1983. – Вип. 25. – С.29-34 (експедиційні та аналітичні роботи, розрахунки і табличні побудови, оцінка і аналіз даних належать співавторами, обробка і узагальнення результатів, висновки зроблені здобувачем).
4. Ромась Н.И., Соколов С.А. Кислородный и термический режим Верхне-Деснянского водохранилища-охладителя Смоленской АЭС // В кн.: "Вопросы гидрологии суши". – Л.: Гидрометеоиздат. – 1984. – С.157-160 (участь в експеди-ційних роботах, первинна обробка і табличні побудови належать співавтору, постановка польових експериментів, узагальнення результатів, висновки належать здобувачу).
5. Пелешенко В.И., Ромась Н.И., Закревский Д.В., Савицкий В.Н., Хильчевский В.К., Зеленова В.В. Влияние антропогенных факторов на химический состав снежного покрова г. Киева и прилегающих районов // Гидрохим. материалы. – Л.: Гидрометеоиздат. – 1986. – С.3-9 (експедиційні роботи, узагальнення результатів, висновки належать здобувачу, участь в польових роботах, аналітичні роботи, первинна обробка даних, табличні та графічні побудови, аналіз даних - співавторам).
6. Пелешенко В.И., Закревский Д.В., Ромась Н.И., Савицкий В.Н., Хильчевский В.К. Гидрохимия поверхностных вод УССР в условиях антропогенного воздействия // В кн.: "Современные проблемы региональной и прикладной гидрохимии", – Л.: Гидрометеоиздат. – 1987. – С.140-151 (положення та висновки про вплив енергетичних об`єктів на поверхневі води України належать здобувачу, оцінка ролі інших антропогенних факторів: осушення та зрошення земель, агрохімічні заходи тощо – співавторам).
7. Пелешенко В.И., Закревский Д.В., Горев Л.Н., Ромась Н.И., Хильчевский В.К. Гидрохимические проблемы освоения природных ресурсов Украинской ССР // Известия Всесоюзн. Географич. общества. – 1989. – Т.121. – Вып.3. – С.244-249 (проблеми, пов`язані із розвитком атомної енергетики на Україні, розглянуті здобувачем, інші гідрохімічні проблеми освоєння природних ресурсів України – співавторами).
8. Савицкий В.Н., Осадчий В.И., Ромась Н.И., Чеботько К.А. Химический состав и некоторые свойства донных отложений устьевой части Днепровско-Бугского лимана // Водные ресурсы, – 1990. – С.121-129 (відбір та хімічний і грануло-метричний аналіз проб, розгляд фізико-хімічних умов донних відкладів виконані співавторами, обробка даних статистичними методами, графічна і таблична побудова, розгляд результатів кореляційних зв`язків та висновки виконані здобувачем).
9. Ромась М.І., Соколова І.Л. Особливості формування гідролого-гідрохімічного режиму водосховища руслового типу // Вісник Київ. ун-ту. Географія. – 1990. – Вип.32. – С.33-38 (Первинна обробка даних, таблиці виконані І.Соколовою, польові роботи, узагальнення результатів, графіка, висновки належать здобувачеві).
10. Ромась Н.И. Влияние водоема-охладителя Хмельницкой АЭС на водные ресурсы р.Горынь // В кн.: "Проблемы экологической оптимизации землепользования и водохозяйственного строительства в бассейне р. Днепр". – К.: СОПС НАН Украины. – 1991. – Т.2. – С.104-107.
11. Воронов Г.С., Ромась М.І. Емпірична оцінка забруднення снігу і повітря в крупному Ромась М.І. промисловому регіоні // Вісник Київ. ун-ту. Географія. – 1995. – Вип.41. – С.126-136 (розробка методики оцінки забруднення снігу, узагальнення та висновки по гідрохімічних даних належать здобувачу).
12. Ромась М.І. Про вплив Рівненської АЕС на водні ресурси басейну р. Стир // Збірник наукових праць "Українське Полісся: вчора, сьогодні, завтра". – Луцьк: Надстир`я. – 1998. – С.61-62.
13. Ромась М.І. Про вплив золовідвалів теплових електростанцій на якісний стан поверхневих і природних вод // Вісник Київ. ун-ту. Географія. – 1999. – Вип.45. – С.63-65.
14. Ромась М.І, Мельничук Ю.І. Прогнозна оцінка хімічного складу та мінералізації води водоймища-охолоджувача Хмельницької АЕС (при пуску другого енергоблоку) // В кн: "Экологическая и техногенная безопасность". – Харків – 2000. – С.277-283 (розробка методики прогнозу для ХАЕС, розрахунки та висновки належать здобувачу).
15. Ромась М.І. Про вплив водоймища-охолоджувача Хмельницької АЕС на водні ресурси р. Горинь // Збірник наукових праць "Україна та глобальні процеси: географічний вимір". – Київ-Луцьк: Вежа. – 2000. – Т.2. – С.304-308.
16. Ромась М.І. Особливості формування гідрохімічного балансу водоймищ-охолоджувачів різного типу // Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія. – 2000. – Т.1.– С.54-58.
17. Ромась М.І. Про моделювання гідрохімічних процесів // Картографія та вища школа. – 2001. – Вип.5. – С.65-67.
18. Ромась М.І. Гідрохімічний склад донних відкладів у водних об`єктах районів АЕС// Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія. – 2001. – Т.2. – С.497-504.
19. Ромась М.І. Особливості прогнозування вмісту головних іонів та мінералізації води водоймищ-охолоджувачів АЕС // Наукові праці Укр НДГМІ. – 2001. – Вип.249. – С.178-186.
20. Ромась М.І. Прогнозування мінералізації води золовідвалів теплових електро-станцій // Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія. – 2002. – Т.3. – С.180-184.
21. Ромась М.І. Про гідрохімічне картографування в районах енергетичних об`єк-тів // Картографія та вища школа. – 2002. – Вип.7. – С.52-56.
22. Ромась М.І., Пелешенко В.І., Сілевич С.О. Вплив атомних електростанцій на якість поверхневих вод // Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія. – 2002. – Т.4. – С.155-158 (розробка методики, кількісна оцінка впливу АЕС на водні ресурси, узагальнення результатів та висновки належать здобувачу).
23. Ромась М.І. Особливості добової динаміки гідролого-гідрохімічних показників у воді водойм-охолоджувачів АЕС // Вісник Київського університету. Географія. – 2002. – Вип.48 – С.34-38.

***в) тези доповідей***

1. Соколов О.Г., Ахундов Л.Г., Соколов С.А., Ромась Н.И., Федоскин М.Ф. Задачи натурных исследований при прогнозировании качества воды в водоемах-охладителях и опыт их проведения на водохранилище Смоленской АЭС// Тезисы докладов IV научно-технического совещания института "Гидропроект" им.С.Я.Жука – М. – 1982. – ч.2. – С.71-72 (методика проведення натурних досліджень на САЕС належать здобувачу).
2. Пелешенко В.И., Ромась Н.И., Егоршин С.И. Формирование гидрохимического режима Верхне-Деснянского водохранилища-охладителя Смоленской АЭС// Материалы 28 Всесоюзн. гидрохим. совещ. "Изучение процессов формирования химического состава природных вод в условиях антропогенного воздействия" – Л.: Гидрометеоиздат. – 1986. – ч.2. – С.26 (узагальнення даних спостережень, висновки належать здобувачу).
3. Ромась Н.И., Пелешенко В.И. О методологических основах гидрохимического мониторинга в районах крупных энергетических объектов // Тезисы докладов 29 Всесоюз. гидрохим. совещ. "Состояние и перспективы развития методо-логических основ химического и биологического мониторинга поверхностных вод суши" – Ростов-на-Дону. – Т.1. – 1987. – С.74-75 (методичні основи гідрохімічного моніторингу в районах АЕС зроблені здобувачем).
4. Ромась Н.И. Формирование термического режима р. Десны в нижнем бьефе водохранилища-охладителя руслового типа // Тезисы докладов 3-й Всесоюзной конференции "Динамика и термика рек, водохранилищ и окраинных морей". – М. – 1989. – Т.2. – С.228-229.
5. Ромась Н.И., Пелешенко В.И. Результаты и перспективы гидролого-гидрохимических исследований в районах размещения АЭС на территории УССР // Тези доповідей VI з`їзду Українського географічного товариства "Сучасні географічні проблеми Української РСР". – К. – 1990. – С.85-86 (обробка та узагальнення результатів досліджень, методичне обґрунтування виконані здобувачем).
6. Шищенко П.Г., Пелешенко В.И., Ромась Н.И., Малышева Л.Л., Романчук С.П., Щур Ю.Ю., И.Л.Соколова Ландшафтно-экологическое и гидролого-гидрохимическое обоснование размещения АЭС и мониторинга в районах их влияния на примере Украинской ССР// Материалы к ІХ съезду Географич. общ. СССР "Геоэкология: региональные аспекты". – Л.: Наука. – 1990. – С.157-159 (гідролого-гідрохімічні аспекти моніторингу в районах АЕС розроблені здобувачем).
7. Ромась Н.И., Цыбко В.А. Гидрохимические условия и качество природных вод в средней части бассейна р.Горынь // Тезисы докладов Межрегион. конф. "Экологические аспекты осушительных мелиораций на Украине". – К. – 1992. – С.38-39 (узагальнення і висновки про гідрохімічні умови в районі ХАЕС належать здобувачу).
8. Ромась Н.И., Руденко Ю.Ф., Цыбко В.А. Комплексная оценка влияния природних и антропогенных факторов на уровенный режим и качество грунтовых вод в районах осушительных мелиораций // Тезисы докладов Международной конференции "Экологические проблемы при орошении и осушении". – К. – 1993 – С.12-14 (оцінка впливу природних вод та антропогенних чинників на хімічний склад ґрунтових вод в басейні р. Горинь та в районі Хмельницької АЕС належить здобувачеві).
9. Ромась Н.И., Шумов Ю.А. Оценка влияния водоема-охладителя ХАЭС на поверхностные и подземные воды в районе ее расположения // Материалы 2-го Международного совещания "Экология АЭС". – Одесса. 1993. – С.12-13 (узагальнення результатів, висновки належать здобувачу, експериментальні дані, графіка і таблиці – співавтору).
10. Хільчевський В.К., Пелешенко В.І., Закревський Д.В., Ромась М.І., Макаренко В.Г. Еколого-гідрохімічні проблеми моніторингу природних вод басейну Дніпра //Тези VII з’їзду Українського географічного товариства. – К.: - 1995. – С.152-154 (узагальнення та висновки про вплив АЕС на водні ресурси басейну Дніпра належать здобувачеві).
11. Ромась М.І. Принципи організації та зміст гідролого-гідрохімічних досліджень в районах розміщення АЕС// Матеріали науково-практич. конференції "Проблеми ефективного використання водних ресурсів і меліорації земель. Експрес-інформація". – К. – 1997. – №1-2.– С.8-12.
12. Ромась М.І., Мельничук Ю.І. Гідроекологічні умови золовідвалу Дарницької ТЕЦ та оцінка його впливу на природні води// Тези 2-го з`їзду гідроекологічного товариства України. – К.: ІГБ АН України. – 1997. – Т.1. – С.88 (польові дослідження, узагальнення, висновки належать здобувачу, первинна обробка даних – Мельничуку Ю.І.).
13. Ромась М.І. Оцінка впливу АЕС на водні ресурси// Тези доповідей до ювілейної Міжнародної конференції "Гідрометеорология і охорона навколишнього середовища". – Одеса. – 2002. – С.272-273.

АНОТАЦІЯ

**Ромась М.І. Гідрохімія водних об`єктів атомної і теплової енергетики.** – Монографія.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора географічних наук за спеціальністю 11.00.07. – гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія. Географічний факультет Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київ, 2003.

Обґрунтовані і реалізовані основні положення гідрохімії водних об`єктів АЕС і ТЕС та оцінка їх впливу на якісні і кількісні гідролого-гідрохімічні та гідрогеологічні характеристики поверхневих та підземних вод. Виконані дослідження, узагальнення, оцінки і висновки базуються на натурних і експериментальних даних, одержаних автором (або під його керівництвом) під час експедиційних робіт, що виконувались з 1981 р. на Смоленській, Чорнобильській, Хмельницькій, Рівненській, Південно-Українській, Запорізькій АЕС, а також Дарницькій, Запорізькій, Трипільській ТЕС.

На основі розроблених автором єдиних методичних засад на вищезазначених енергетичних об`єктах організовані системи гідролого-гідрохімічного моніторингу, згідно з якими відібрано біля 5 тис. проб води і донних відкладів. У пробах визначено більше 125 тис. гідрохімічних показників: вміст головних іонів, біогенних, органічних та різноманітних забруднюючих речовин органічної чи мінеральної природи, мікроелементів. Показані особливості формування температурного, кисневого та гідрохімічного режиму водоймищ-охолоджувачів АЕС різного типу (руслового, наливного, руслово-наливного) в різних природних умовах та при підігріві води та інтенсивній примусовій циркуляції водних мас за різної кількості працюючих енергоблоків. Розроблено і здійснено модифікований прогноз мінералізації води водоймища-охолоджувача на основі методу гідрохімічного балансу. Оцінено вплив об`єктів атомної і теплової енергетики на природні води та розроблені відповідні рекомендації, реалізовані в проектних розробках на різних АЕС і ТЕС, в т.ч. при обґрунтуванні необхідності введення 2-го блоку на Хмельницькій та 4-го блоку на Рівненській АЕС у 1998–2000 рр.

Призначена для студентів, аспірантів, гідроекологів, фахівців у галузі географії, гідрохімії, гідроекології, раціонального використання природних ресурсів та охорони довкілля.

*Ключеві слова:* атомні, теплові електростанції, водні ресурси, водоймища-охолоджувачі, гідрохімія, температурний режим.

ANNOTATION

**Romas M.I. Hydrochemistry of atomic and heat power water bodies.** — Monograph.

Thesis for a doctor of science degree in geography, specific field — 11.00.07 — hydrology of land, water recourses, hydrochemistry. Geographical faculty of the Kyiv National University named Taras Shevchenko. Kyiv, 2003.

Main principles of APP (Atomic Power-Plant) and HPP (Heat Power-Plant) water bodies hydrochemistry were substantiated and realized and it influence on qualitative and quantitative hydrological-hydrochemical and hydrogeological characteristics of surface and undeground water was estimated. The fulfiled investigations, generalizations, assessments and conclusions are based on field and experimental data which have been gathering by author (or under the direction of him) during research expeditions since 1981 at Smolens`k, Chornobyl, Khmel`nits`k, Rivne, Pivdenno-Ukrains`ka, Zaporiz`ka APP and Darnyts`ka, Zaporiz`ka, Trypil`s`ka HPP as well.

On basis of unified methodical approaches designed by author at the power objects mentioned above the hydrology-hydrochemical monitoring systems are organized. According to that systems it was taken about 5 thousand water and bed load samples where determined more than 125 thousand hydrochemical parameters: main ions, biogenic, organic substances, different contaminants of organic or mineral nature, microelements. Features of temperature, oxygen, hydrochemical conditions forming of APP water reservoir-coolers of different types and under different number of running power units are shown. The modified prognosis of water reservoir-cooler water mineralization was designed and realized on basis of method of hydrochemical balance. The influence of atomic and heat power objects on natural water bodies is estimated and it is given proper recommendations realized in technical projects at different APP and HPP including substantiation of Khmel`nits`k APP 2nd power unit and Rivne APP 4th power unit run necessity in 1998 — 2000 years.

It is intended for students, post-graduates, specialists in field of geography, hydrochemistry, hydroecology, rational usage of natural resources and environmental protection.

**Key words:** atomic, heat power-plants, water recourses, water reservoir-coolers, hydrochemical conditions, temperature condition.

Аннотация

Ромась Н.И. "Гидрохимия водных объектов атомной и тепловой энергетики". – Монография.

Диссертация на соискание ученой степени доктора географических наук по специальности 11.00.07 – гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия. Географический факультет Киевского национального университета имени Тараса Шевченко. Киев, 2003.

Обоснованы и реализованы основные положения гидрохимии водных объектов АЭС и ТЭС и оценено их влияние на качественные и количественные гидролого-гидрохимические и гидрогеологические характеристики поверхностных и подземных вод. Выполненные исследования, обобщения, оценки и выводы базируются на натурных и экспериментальных данных, полученных автором (или под его руководством) во время экспедиционных работ, которые выполнялись с 1981 г. на Смоленской, Чернобыльской, Хмельницкой, Ривненской, Южно-Украинской, Запорожской АЭС, а также Дарницкой, Запорожской, Трипольской ТЭС.

На базе разработанных автором единых методических основ на вышеназванных энергетических объектах организованы системы гидролого-гидрохимического мониторинга, согласно которым отобраны около 5 тыс. проб воды и донных отложений. В пробах определено более 125 тыс. гидрохимических показателей: содержание главных ионов, биогенных, органических и разнообразных загрязняющих веществ органической или минеральной природы, микроэлементов. Показаны особенности формирования температурного, кислородного и гидрохимического режима водоемов-охладителей АЭС различного типа (руслового, наливного, руслово-наливного) в различных природных условиях, при подогреве воды и интенсивной принудительной циркуляции водных масс при разном количестве работающих энергоблоков. Разработан и осуществлен модифицированный прогноз минерализации воды водоема-охладителя на основе метода гидрохимического баланса. Оценено влияние объектов атомной и тепловой энергетики на природные воды и разработаны соответствующие рекомендации, реализованные в проектных разработках на различных АЭС и ТЭС, в том числе при обосновании необходимости введения 2-го блока на Хмельницкой и 4-го блока на Ривненской АЭС в 1998-2000 гг.

Выяснено, что химический состав воды ВО АЭС зависит от физико-географических условий районов размещения станций, тепловой нагрузки и особенностей водообмена каждого ВО с поверхностными и подземными водами. При отсутствии такого водообмена, особенно для ВО наливного типа за счет испарительного концентрирования, резко повышается содержание главных ионов. Установлено, что качество воды ВО АЭС не только не хуже, а и даже несколько лучше, чем в питающих их реках, благодаря интенсивности процессов самоочищения водных масс ВО при их нагревании. Для золоотвалов характерно повышенное содержание сульфатных ионов и меньшее – хлоридных, которые выщелачиваются из золошлаков. Эти главные ионы можно использовать как трассеры при оценке влияния золоотвалов на окружающие поверхностные и грунтовые воды.

Результаты расчетов водного баланса ВО АЭС показали, что по удельным затратам воды на испарение наибольшее влияние на водные ресурсы имеют АЭС, расположенные на юге Украины – ЗАЭС и Южноукраинская АЭС, где за год с 1 км2 водной поверхности испарялось соответственно 7,0 и 3,8 млн. м3. Значительно меньше эти затраты на ЧАЭС и ХАЭС – 2,7 и 1,1 млн. м3, а минимальные на САЭС – всего 0,58 млн. м3, или в 12 раз меньше, чем на ЗАЭС и в 7 раз меньше – чем на Южноукраинской АЭС. Стремительный рост удельных затрат на АЭС юга Украины связан с действием природных факторов, в основном ростом среднегодовой температуры воздуха, и с конструктивными отличиями – меньшими площадями зеркала ВО и их объемами, а также с большим количеством работающих энергоблоков.

Расчеты гидрохимического баланса ВО АЭС разного типа дали возможность выявить общие закономерности, направленность внутриводоемных процессов и роль пр этом разных факторов. Это послужило основой для прогноза солевого состава и минерализации воды ВО при пуске очередных энергоблоков и является обязательным требованием при оценке и прогнозе влияния АЭС на окружающую среду.

Как показали прогнозные расчеты минерализации воды в ВО АЭС и золоотвалах ТЭС и как это подтверждено на практике эксплуатации этих объектов, концепция замкнутого оборотного водоснабжения для энергетических объектов неприемлема. В этом случае значительно повышается минерализация воды за счет концентрации главных ионов (сульфатов, меньше – хлоридов), которые в естественных условиях определяют химический состав поверхностных и подземных вод степной зоны Украины. Наглядным примером таких, созданных искусственным путем, технических и экологических проблем, которые приводят к огромным экономическим потерям, в Украине является ВО Южноукраинской АЭС.

*Ключевые слова:* атомные, тепловые электростанции, водные ресурсы, водоемы-охладители, гидрохимия, температурный режим.

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