

**М.Г. СЕРБОВ,
Ж.Р. ШАКІРЗАНОВА,
В.М. БОЙКО**

**ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНИ
(ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ)**

Навчальний посібник

**Одеса
«ТЕС»
2012**

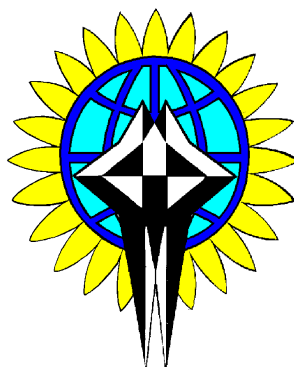
Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Одеський державний екологічний університет

*Присвячується 80-річчю Одеського державного
екологічного університету*

**ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНИ
(ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ)**

Навчальний посібник

Рекомендовано Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України
як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів
(лист №1/11 – 12277 від 26.12.2011 р.)



1932-2012

Одеса, 2012

УДК 556.166

ББК 65

С 32

Рецензенти:

Буркінський Б.В., доктор економічних наук, академік НАН України.

Світличний О.О., доктор географічних наук, професор, Одеський національний університет ім. І.І. Мечнікова МОНМС України.

Ситов В.М., начальник гідрометцентру Чорного та Азовського морів, кандидат географічних наук, доцент.

Сербов М.Г., Шакірзанова Ж.Р., Бойко В.М.

**С 32 ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГОСПОДАРСТВА
УКРАЇНИ (ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ) Навчальний посібник: / Сербов
М.Г., Шакірзанова Ж.Р., Бойко В.М.; Одеськ.Держ.Екологічний
Університет. – Одеса, ТЕС 2012. – 132 с.**

У навчальному посібнику розглядаються форми надання гідрометеорологічної інформації та способи оцінки її точності й достовірності, представлення гідрологічної прогностичної інформації та методи оцінки її економічної ефективності. Викладено основні економічні принципи і підходи щодо гідрологічного забезпечення галузей економіки України гідрологічною інформацією для мінімізації можливих ризиків.

Навчальний посібник розраховано на студентів гідрометеорологічного інституту ОДЕКУ напряму підготовки 6.040105 «Гідрометеорологія», що навчаються за спеціальністю „Гідрологія і гідрохімія”. Може бути корисним для студентів відповідних факультетів, спеціальностей та напрямів підготовки ВНЗ України.

ISBN 978-966-2389-72-2

© Одеський державний
екологічний університет, 2012

ПЕРЕДМОВА

Ефективність використання водних ресурсів, обґрунтована й безпечна діяльність багатьох галузей економіки, своєчасність прийняття запобіжних заходів при загрозі виникнення та розвитку небезпечних (НЯ) і стихійних (СГЯ) гідрологічних явищ значною мірою залежать від якості, вчасності та достовірності гідрологічного забезпечення.

Небезпечні гідрометеорологічні явища і несприятливі гідрометеорологічні умови завдають значних економічних збитків господарському комплексу та населенню країн. За оцінками Всесвітньої Метеорологічної організації 90% усіх стихійних лих на нашій планеті упродовж останніх десятиліть пов'язані з проявом явищ та процесів гідрометеорологічного походження, а 65% загальних збитків від стихійних лих завдані явищами гідрометеорологічного походження.

Збільшення частоти формування небезпечних паводків на річках України зумовлює зростання рівня вимог до гідрометеорологічного забезпечення споживачів, залежних від гідрологічних умов, на чільне місце ставить діяльність зі своєчасного інформування суб'єктів прийняття управлінських та організаційних рішень, об'єктів господарювання та громадськості про очікувані небезпечні гідрологічні явища.

Отримані за результатами економічних розрахунків, при гідрологічному забезпеченні господарства країни, втрати коштів дозволяють приймати споживачем найбільш економічно вигідне (оптимальне) рішення при використанні того чи іншого виду гідрометеорологічної інформації.

Головна задача дисципліни „Економіка гідрометеорологічного забезпечення господарства України” – це формування у студентів, які навчаються за напрямом підготовки „Гідрометеорологія”, уявлень про цілісність прикладних задач гідрометеорології, здобуття ними теоретичних і практичних навичок з організації та вирішення задач гідрометеорологічного забезпечення галузей господарства України; вміння отримання, обробки, розповсюдження гідрометеорологічної інформації, у тому числі прогностичної; визначення економічного ефекту від правильного використання гідрометеорологічної інформації; вміння оцінити вплив гідрометеорологічних умов і окремих явищ на діяльність галузей економіки і окремих об'єктів; виявлення економічно-екологічних аспектів гідрометеорологічного забезпечення різних галузей економіки; використання методів оцінки економічної ефективності гідрометеорологічного забезпечення.

В навчальному посібнику надається матеріал для студентів-гідрометеорологів, які навчаються за спеціальністю „Гідрологія і гідрохімія”, тому, в першу чергу, викладаються розділи гідрологічного забезпечення, пов'язані з використанням інформації і прогнозів про стан водних об'єктів різними споживачами та галузями економіки України.

Послідовність викладання навчального матеріалу відповідає програмі дисципліни. Під час вивчення цієї дисципліни студенти знайомляться з методичними матеріалами, посібниками, нормативною документацією гідрометеорологічної служби України, виконують практичні та контрольні роботи, що дозволяє їм набути навички в економічній оцінці гідрологічних досліджень та використання гідрометеорологічної інформації у виробництві та інших областях господарської діяльності.

В результаті вивчення теоретичного матеріалу студенти повинні:

- знати сучасні форми гідрометеорологічної інформації та способи оцінки її точності і достовірності;
- знати форми та методи гідрологічного забезпечення різноманітних галузей господарства, враховуючи їх специфічні особливості та залежність від гідрометеорологічних умов;
- володіти основами підрахунку показників точності гідрологічних прогнозів;
- знати методи оцінки показників економічної ефективності гідрологічного забезпечення та оптимальної стратегії споживача, залежного від водного фактора;
- мати чітке уявлення про основні напрямки науково-дослідницької діяльності в області гідрологічного забезпечення галузей економіки і окремих споживачів в Україні та в інших країнах.

В результаті виконання практичних робіт студенти повинні **вміти**:

- формувати структуру, принципи побудови та функціонування системи гідрологічного забезпечення господарства України;
- оцінювати економічну ефективність використання гідрометеорологічної інформації;
- оцінювати потенціальну та реальну економічну ефективність гідрологічного забезпечення;
- враховувати вплив гідрометеорологічних факторів, визначених у певних видах гідрометеорологічної інформації на діяльність різних галузей господарства;
- оцінювати корисність гідрометеорологічної інформації та розвиток методів найбільш раціонального її використання.

Вказівки за розділами дисципліни

Гідрологічне забезпечення народного господарства складається із такого комплексу робіт:

а) заходи з організації, раціоналізації і розвитку мережі спостережень, встановлення необхідного оптимального обсягу спостережень і робіт;

- б) збір, обробка і передача гідрологічної та гідрометричної інформації в обсягах і формах, необхідних для забезпечення потреб споживачів;
- в) систематизація та узагальнення багаторічних відомостей про гідрологічні явища і процеси;
- г) розробка методів розрахунків та прогнозів характеристик гідрологічного режиму;
- д) оцінювання експедиційними методами режиму невивчених або мало вивчених у гідрологічному відношенні водних об'єктів;
- е) передбачення (прогнозування) гідрологічних явищ та процесів із різною завчасністю. Разом з прогнозами споживачам можуть надаватися й консультації про очікувані зміни в природних явищах та процесах;
- ж) участь в оптимізації господарських рішень на основі гідрологічних даних;
- з) оцінка економічної ефективності гідрологічного забезпечення економіки країни.

Для уникнення дублювання матеріалу в цьому навчальному посібнику не розглядаються ті розділи робіт по гідрологічному забезпеченню, які в достатній мірі висвітлені в курсах інших гідрологічних дисциплін («Гідрометрія», «Фізична гідрологія», «Гідрологічні розрахунки», «Гідрологічні прогнози», «Водне господарство», «Меліоративна гідрологія», «Антропогенні впливи на гідрометеорологічні процеси», «Водогосподарські розрахунки», «Водні шляхи», «Морські гідрологічні прогнози» та ін.). В першу чергу, розглядаються економічні аспекти гідрологічного забезпечення галузей економіки, які надалі будуть називатися – споживач.

Робота над навчальним посібником виконувалась на кафедрах інформаційних технологій (в особі доцента, кандидата географічних наук М.Г.Сербова) і гідрології суші (в особі доцента кафедри, кандидата географічних наук Ж.Р.Шакірзанової) Одеського державного екологічного університету і у відділі гідрологічних прогнозів Українського гідрометцентру (в особі завідувача відділом, кандидата географічних наук В.М.Бойко).

Автори виражають свою щирю вдячність рецензентам посібника: професору, доктору економічних наук, академіку НАН України Б.В.Буркінському, професору Одеського національного університету ім. І.І. Мечнікова, доктору географічних наук О.О.Світличному, начальнику гідрометеорологічного центру Чорного та Азовського морів, кандидату географічних наук В.М.Ситову, а також професору кафедри економіки природокористування ОДЕКУ, доктору економічних наук О.Р.Губановій.

Автори вдячні працівникам відділу гідрометеорологічного забезпечення Українського гідрометцентру у наданні необхідних оперативних матеріалів, завідувачам редакційного відділу ОДЕКУ О.Д.Соколенко, лабораторії гідрологічних прогнозів І.Є.Будкіній за редагування та оформлення тексту навчального посібника.

1 ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГОСПОДАРСЬКОГО КОМПЛЕКСУ УКРАЇНИ

Значення гідрометеорологічного забезпечення (ГМЗ) галузей економіки, виробничої діяльності господарських економічних структур і організацій не тільки загальновідоме, але й загально визнане. Це відноситься до всіх галузей економіки України, а також інших країн. Епоха безконтрольного використання природних ресурсів Землі, в тому числі і водокористування, минула. Розвиток сучасного виробництва неможливий без всебічного врахування та раціонального використання інформації про фактичний і очікуваний стан погоди і водних об'єктів. Прогностична, нормативна та режимна гідрометеорологічна інформація знаходить широке застосування під час планування господарських заходів та вибору рішення сучасних виробничих задач, що дозволяє суттєво зменшити втрати від несприятливих природних умов та їх недооцінки. Гідрометеорологічне забезпечення господарської діяльності різних галузей економіки передбачає задоволення споживачів відомостями про сучасний стан погоди і водних об'єктів, надання їм прогностичної та іншої інформації, консультацій та рекомендацій щодо оптимального використання гідрометеорологічних матеріалів, прийняття раціонального господарського рішення і, головне, запобігання збитків від несприятливих гідрометеорологічних явищ.

Крім таких як комплексність, системність, непереривність спостережень, єдність науково обґрунтованих технологій спостережень, збору, обробки, аналізу, зберігання та використання інформації, доступність, достовірність, необхідна достатність та ефективність використання, до принципів ГМЗ, враховуючи економічну корисність гідрометеорологічної інформації, можна віднести [43]:

- придатність – відповідність інформації потребам споживача та її наявність за умов доконечності;
- надійність – забезпечення очікувань споживача щодо своєчасного та безперебійного одержання інформації;
- можливість користування – надання інформації у вигляді, що дозволяє споживачеві повністю розуміти її;
- рівень довіри – сприйняття інформації з врахуванням якісної оцінки її постачальника.

Важливе значення під час вирішення таких задач відіграє взаємодія підрозділів гідрометеорологічної служби та споживачів, включаючи взаємне ознайомлення із виробничою діяльністю партнера. Оцінка ефективності гідрометеорологічного забезпечення проводиться шляхом визначення запобіжних заходів для відвернення або зменшення збитків від впливу на виробництво і діяльність споживача природних факторів, встановлення

додаткового прибутку від гідрометеорологічного обслуговування та зниження витрат на різноманітні господарські заходи в результаті використання більш науково обґрунтованих методичних рекомендацій та нормативної документації.

Найбільша ефективність гідрометеорологічного забезпечення має місце під час прийняття споживачем оптимального господарського рішення на основі отриманої інформації і залежить як від якості гідрометеорологічних матеріалів, так і від впливу інших зовнішніх факторів.

Економічні проблеми використання гідрометеорологічної інформації, оцінки стану річок, озер, водосховищ, як об'єктів природокористування, нерозривно пов'язані з екологічними. Цей зв'язок набуває гостроти із зростанням антропогенного впливу на природу. Оцінка наслідків зміни стану водного середовища в результаті антропогенного впливу на нього і визначення капітальних втрат на компенсацію збитків є необхідною умовою для вибору найбільш економічно вигідного та економічно сприятливого господарського рішення [16,17,19,24,25,28,38,40,43,52,53 та ін].

2 ОРГАНІЗАЦІЯ ТА СКЛАД ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГАЛУЗЕЙ ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНИ

2.1 Задачі гідрометеорологічного забезпечення

Гідрометеорологічне забезпечення – це комплекс робіт, які виконуються підрозділами державної гідрометеорологічної служби України з метою найбільш повного і своєчасного забезпечення галузей економіки, окремих господарських структур і організацій гідрометеорологічною інформацією. Гідрологічне забезпечення споживачів пов'язане з тими задачами виробництва, які стосуються гідрологічного комплексу робіт.

Основні задачі гідрологічного забезпечення:

1. Своєчасне попередження споживачів про небезпечні і стихійні гідрологічні явища та процеси, які негативно впливають на їх функціонування, з метою вчасного вжиття ними запобіжних заходів для відвернення або зменшення можливих збитків від цих явищ чи процесів.

2. Забезпечення споживачів інформацією про сучасний стан гідрометеорологічних умов для їх урахування під час організації і проведення своєї діяльності.

3. Забезпечення споживачів прогностичною гідрологічною інформацією для її використання при плануванні господарських заходів.

4. Підготовка режимних матеріалів, що використовуються споживачами під час виконання різного роду господарських робіт, включаючи проектування й будівництво гідротехнічних та інших споруд.

5. Підготовка методичних посібників та інших нормативних документів, які використовуються споживачами для визначення характеристик гідрологічного режиму, відсутніх у фондах гідрометеорологічної служби.

6. Надання консультацій та рекомендацій щодо оптимального використання споживачем гідрометеорологічної інформації і прогнозів.

Майже кожен сектор національної економіки використовує ті чи інші відомості про стан водних ресурсів, тому важливою є оцінка ефективності гідрологічної інформації. За експертними оцінками Всесвітньої Метеорологічної Організації (ВМО) співвідношення між затратами на державні програми з водних ресурсів та отриманою в результаті їх виконання вигодою у середньому знаходиться у межах 1:5-10. Незалежно від реальних цифрових значень, цілком виправданою є думка про те, що інформація про водні ресурси є економічно ефективною і вкрай необхідною для ефективного ведення водного господарства і інших галузей економіки [11].

Необхідно відзначити, що гідрологічне забезпечення проводиться з урахуванням особливостей впливу гідрометеорологічних умов на кожен конкретний об'єкт господарювання чи галузь економіки.

Споживач, сфера діяльності якого є залежною від факторів стану природного середовища, при її плануванні, для виконання проектних, розвідувальних, будівельних, експлуатаційних робіт повинен, з одного боку, розуміти, які відомості про гідрометеорологічний режим йому необхідні, і знати, де їх взяти, з іншого - він повинен мати можливість отримати всі необхідні гідрометеорологічні дані у зручному вигляді, з необхідною регулярністю, у необхідні для нього строки.

З огляду на це, гідрологічне забезпечення спирається на виробничий взаємозв'язок між постачальником гідрометеорологічної інформації та її споживачем. Постачальник гідрометеорологічної інформації повинен знати особливості виробничої діяльності споживача, особливості впливу на неї водного чи погодного фактора, вивчати й враховувати вимоги, що ставляться споживачем до кінцевого гідрологічного інформаційного продукту.

При цьому є певний конфлікт між вимогами до вчасності й повноти гідрометеорологічної інформації і прогнозів, які потрібні споживачу і які може забезпечити гідрометеорологічна служба. Це зумовлено тим, що можливості прогнозування параметрів метеорологічного і гідрологічного режиму певною мірою обмежені, у зв'язку з чим не завжди формулювання прогнозу відображає достовірну інформацію про можливі зміни стану водного об'єкта. У зв'язку з цим деякі споживачі використовують прогностичну інформацію дуже формально. Щоб уникнути цього, споживачам необ-

хідно надавати постійні консультації про поточну гідрометеорологічну ситуацію та очікуваний розвиток гідрологічних процесів, особливо під час явищ тривалої дії, таких як весняне водопілля. З іншого боку, постачальник гідрологічної інформації повинен розуміти, для яких конкретних виробничих цілей використовується прогноз, тобто знати специфіку господарювання конкретного споживача. Тільки в цьому випадку його прогноз, консультації чи інші додаткові дані про фактичний і майбутній стан водного об'єкта будуть корисними для споживача.

2.2 Організація оперативного гідрологічного забезпечення

Завдання, яке повинне бути реалізовано при проведенні гідрологічного забезпечення галузей економіки і окремих споживачів, полягає у якомога повному, вчасному і достовірному інформуванні їх про поточний стан водних ресурсів та їх зміни на коротку й довготривалу перспективу. Цій меті слугує щоденне надання споживачам комплексу оперативних інформаційно-прогностичних матеріалів, а також забезпечення режимними гідрометеорологічними даними, в тому числі й на їх окремі запити.

При проведенні гідрологічного забезпечення використовуються результати спостережень і робіт, які виконуються на мережі метеорологічних станцій і гідрологічних постів. Ці дані є основою для оцінки поточного стану водних об'єктів і їх водозборів, для виконання розрахунків за гідрологічними моделями і системами, і врешті решт є основою для видачі того чи іншого прогнозу і рекомендацій споживачам.

Відповідними керівними документами гідрометслужби (коди, вказівки, порядки, переліки) чітко регламентовано обсяги частоти, критерії, види і способи передачі результатів спостережень від метеостанції і гідропоста до організацій гідрометслужби, які проводять прогнозування і забезпечення.

У кожній із країн – членів Всесвітньої Метеорологічної організації форми та способи інформування споживачів про минулі, фактичні та очікувані гідрометеорологічні умови можуть відрізнятися, але завжди визначена державна установа чи інституція, відповідальна за надання таких даних.

Відповідно до чинного законодавства України (зокрема, Закону України про гідрометеорологічну діяльність, Водного кодексу України) моніторинг поточного стану водних об'єктів та погоди, їх вивчення, оцінка та прогноз змін відноситься до компетенції гідрометеорологічної служби. До її обов'язків входить також оперативне інформування суб'єктів прийняття управлінських, організаційних рішень, об'єктів господарювання і громадськості про розвиток небезпечних гідрометеорологічних явищ та їх наслідки.

Головною організацією з питань аналізу та прогнозування гідрометеорологічних умов, гідрометеорологічного забезпечення і обслуговування, збору, обробки та розповсюдження гідрометеорологічної інформації, проведення агрометеорологічних спостережень є Український гідрометеорологічний центр (далі - УкрГМЦ) Міністерства надзвичайних ситуацій України. Український гідрометеорологічний центр координує та методично забезпечує діяльність решти організацій гідрометслужби у питаннях гідрометеорологічного прогнозування і забезпечення. УкрГМЦ може надати найбільш повний обсяг оперативної гідрометеорологічної інформації та прогнозів по території України, які необхідні для функціонування господарського комплексу нашої держави.

Відомості про багаторічні та розрахункові характеристики гідрологічного режиму споживач має можливість отримати у обласних центрах з гідрометеорології, а також у Центральній геофізичній обсерваторії, яка є головним методичним центром гідрометслужби з питань організації та проведення гідрометеорологічних спостережень і робіт, обробки їх результатів і підготовки узагальнених відомостей про гідрометеорологічний режим у вигляді щомісячників, щорічників, багаторічних даних про ресурси вод суші і т.п.

Оперативне забезпечення споживачів інформацією і прогнозами про стан водних об'єктів покладається на службу гідрологічних прогнозів, яка функціонує за басейновим принципом. Тобто, на території України виділені крупні річкові басейни та визначені організації гідрометслужби, які є відповідальними за прогнозування і інформування по водних об'єктах у їх межах. Перелік організацій гідрометслужби, які утворюють службу гідрологічних прогнозів, зони (річкові басейни чи водні об'єкти) їх прогностичної відповідальності, види основних гідрологічних прогнозів, які повинна випускати кожна з цих організацій, визначаються окремим внутрішнім керівним документом гідрометслужби. Строки, види, частота випуску усіх видів гідрологічних прогнозів, а також порядки взаємообміну інформаційно-прогностичними даними між організаціями гідрометслужби також регламентуються внутрішніми керівними документами.

У системі гідрометслужби України функціонує 9 організацій з гідропрогностичним розділом робіт, якими здійснюється оперативний збір, обробка, аналіз гідрометданих, прогнозування характеристик гідрологічного режиму, попередження про небезпечні (НЯ) і стихійні гідрологічні явища (СГЯ) та доведення інформаційно-прогностичної продукції до споживача згідно з діючими керівними на науково-методичними документами.

Гідропрогностичні організації і зони їх відповідальності станом на початок 2011 р. (рис. 2.1):



Рисунок 2.1 - Гідропрогностичні організації і зони їх відповідальності

- **Український Гідрометцентр** – басейн р. Дніпро (басейни Прип'яті, Верхнього і Середнього Дніпра, Десни, каскад дніпровських водосховищ), Дністровське водосховище;

- **Гідрометцентр Чорного і Азовського морів** – басейни Південного Бугу і Інгульця, пониззя Дністра, річки Причорномор'я;

- **Харківський ЦГМ** – басейни Сіверського Дінця, річок Приазов'я;

- **Львівський ЦГМ** – басейни Дністра, Західного Бугу, приток Прип'яті;

- **Закарпатський ЦГМ** – басейни Тиси, Ужа, Латориці;

- **Чернівецький ЦГМ** – басейни Прута, Сірета;

- **Кримський ЦГМ** – басейни річок Криму;

- **Дунайська гідрометеорологічна обсерваторія** – р. Дунай;

- **Світловодська гідрометеорологічна обсерваторія** – водосховища дніпровського каскаду.

Виконання головного завдання служби гідрологічних прогнозів забезпечується:

- збором, обробкою і аналізом результатів спостережень за гідрологічним режимом річок і водосховищ, параметрами погоди та характеристиками стану поверхні річкових водозборів;
- складанням прогнозів різної завчасності, інформацій про фактичну гідрологічну ситуацію, попереджень про її зміну, а також штормових попереджень про загрозу розвитку небезпечних і стихійних гідрологічних явищ;
- плановим забезпеченням інформаційно-прогностичними матеріалами галузей економіки, господарських структур і організацій, функціонування і господарська діяльність яких є залежною від водного фактору;
- своєчасним доведенням інформації, прогнозів та попереджень про небезпечні гідрологічні явища і процеси до органів державної влади і управління, осіб, відповідальних за прийняття управлінських рішень, та до інших споживачів;
- інформуванням населення про небезпечні гідрологічні явища, які ускладнюють чи негативно позначаються на життєдіяльності.

Оперативні інформаційно-прогностичні матеріали, які готуються і розповсюджуються організаціями гідрометслужби, включають у себе:

- щоденні гідрологічні чи гідрометеорологічні бюлетені;
- зведення з відомостями про поточний стан водних об'єктів;
- текстові оперативні інформації чи довідки;
- прогнози елементів гідрологічного режиму різної завчасності;
- прогнози параметрів погоди і метеорологічних умов;
- оповіщення, штормові попередження;

- декадні, місячні і річні огляди гідрометеорологічних умов;
- описи стихійних гідрологічних явищ.

Інформаційні і прогностичні матеріали доводяться до конкретного споживача у формах (наприклад, паперовий чи електронний табличний чи графічний вигляд) і способами, які встановлюються відповідними угодами чи заявками на гідрометеорологічне обслуговування. Найпоширенішими способами доставки даних споживачу є обмін прямими каналами зв'язку, електронна пошта, факс, звичайна пошта або ж кур'єр користувача.

У гідрологічному забезпеченні можна виділити чотири основних рівня його здійснення, кожен з яких має відповідну територію дії, ступінь деталізації інформаційно-прогностичної продукції, її регулярність і способи розповсюдження, своїх споживачів:

Національний рівень - Український гідрометеорологічний центр;

Регіональний рівень – центри з гідрометеорології з гідропрогностичним розділом робіт, гідрометеорологічні обсерваторії (далі - гідропрогностичні організації);

Обласний рівень - всі обласні центри з гідрометеорології (далі - ЦГМ);

Місцевий рівень - обласні ЦГМ, спеціалізовані гідрометстанції, у тому числі і метеорологічні.

2.3 Організаційні основи взаємодії підрозділів гідрометеорологічної служби із споживачами при їх гідрометеорологічному забезпеченні

Основними споживачами гідрологічних прогнозів і інформації є органи влади та управління усіх рівнів, організації МНС, гідроенергетики, водного, комунального, сільського, рибного господарства, річкового транспорту.

Обсяги гідрометеорологічних даних, яких потребує той чи інший споживач, їх види, строки, форми і способи надання визначаються окремими Угодами, які укладаються між конкретним споживачем і організацією гідрометслужби, та Переліків видів інформаційно-прогностичних матеріалів, строків і способів їх надання, які є частиною таких Угод. Укладанню Угод передують попереднє ознайомлення споживача з видами інформаційно-прогностичних матеріалів, які готує організація гідрометслужби. У процесі підготовки Договору вивчаються потреби споживача у додаткових даних, обговорюються можливості їх задоволення, узгоджуються оптимальні обсяги даних, строки, способи і форми їх надання.

За кожним видом гідрологічної інформації і прогнозів стоять конкретні рішення, які приймаються на їх основі різними організаціями і відом-

ствами для забезпечення своєї виробничої діяльності, а також під час розвитку чи загрози розвитку небезпечних природних процесів. Наприклад, органи водного господарства і гідроенергетики у своїй виробничій діяльності використовують практично усі види гідропрогностичних даних, зокрема фактичні і очікувані характеристики стану водосховищ і річок, прогнози водності річок і припливу води до водосховищ на різні календарні періоди. З урахуванням фактичної гідрометеорологічної, водогосподарської ситуації і гідрометеорологічних прогнозів спеціальними Міжвідомчими комісіями за участю представників всіх зацікавлених міністерств і відомств встановлюються режими роботи водогосподарських комплексів у басейнах річок України на різні періоди. При цьому:

- визначаються об'єми передповеневого спрацювання водосховищ та порядок їх наповнення весною;
- приймаються рішення щодо режиму пропуску максимальних витрат через гідротехнічні споруди з метою відвернення або зменшення зон затоплень і забезпечення безпеки споруд;
- встановлюються обмеження і ліміти на водоспоживання;
- відпрацьовується режими скидання забруднених вод (наприклад в басейнах Інгульця і Сіверського Дінця) та проведення спеціальних екологічних попусків для промивки русел річок (наприклад, Інгульця і пониззя Дністра).

Організації МНС використовують гідропрогностичні дані для оцінки можливості виникнення надзвичайних ситуацій природного характеру, для організації попереджувальних протипаводкових заходів, при виконанні рятувальних робіт і робіт по ліквідації наслідків НС. Найважливішими для МНС є короткострокові прогнози і попередження про загрозу формування і розвиток паводків та можливі негативні наслідки.

Управляючим структурам і об'єктам водного транспорту, зокрема на Дунаї і дніпровському каскаді водосховищ фактична і прогностична гідрометінформація необхідна для планування і проведення перевезень, планування строків навігації. Особливо важливим видом гідропрогностичної продукції для судноплавства є прогнози і попередження про початок льодоутворення і встановлення льодоставу, висоту хвилювання на дніпровських і дністровських водосховищах, судноплавних ділянках річок. Від вчасності і точності таких матеріалів значною мірою залежать строки зняття судноплавної ситуації, матеріальні затрати на виконання таких робіт, а також безпека судноплавства.

Організації рибного господарства зацікавлені у отриманні і фактично використовують у своїх цілях фактичну інформацію про рівні і температу-

ру води водних об'єктів, льодову ситуацію та товщину криги. Надання таких відомостей сприяє контролю за станом нерестилищ, ходом нересту, зимівлі риби у зимувальних ямах тощо.

Для оперативного доведення штормової інформації і попереджень про розвиток гідрологічних НЯ і СГЯ у кожній організації гідрометслужби розробляються Схеми їх передачі. У цих Схемах вказуються організації, яким така інформація потрібна, та способи її передачі (телефон, факс, електронна пошта).

Різкі зміни гідрологічних умов, небезпечні гідрологічні явища, особливо швидкоплинні чи локалізовані на невеликих територіях, нерідко спричиняють різні порушення виробничого циклу аж до його повного припинення, призводять до пошкодження чи руйнації споруд, об'єктів інфраструктури тощо.

Іноді частина збитків, завданих небезпечним гідрологічним явищем чи процесом, може бути віднесена за рахунок недостатньо повного і своєчасного забезпечення споживача гідрометеорологічною інформацією. Такі випадки окремо аналізуються фахівцями гідрометслужби спільно з представниками господарської структури чи організації, діяльність яких зазнала негативного впливу від розвитку небезпечного гідрологічного явища. При цьому окремо аналізуються гідрометеорологічні передумови виникнення явища, результати розрахунків за методиками, особливості перебігу явища і його вплив на споживача, відпрацьовуються рекомендації щодо подальшої співпраці і покращення прогнозів. Результати такого розгляду може бути спільний протокол з відповідними висновками, рішеннями і рекомендаціями.

Особлива увага при гідрологічному забезпеченні приділяється визначенню *критеріїв небезпеки гідрометеорологічних величин*, при досягненні яких може проявлятися шкідливий вплив на господарську діяльність споживача. Такі критерії повинні бути надані споживачем у тісній взаємодії з організаціями гідрометслужби, або ж визначені за архівними матеріалами чи за розрахунками параметрів гідрологічних величин. Стосовно останніх, зокрема забезпечених витрат води при проектуванні гідротехнічних споруд, вони повинні бути скоректовані у зв'язку з антропогенними змінами клімату [30, 37].

За результатами вивчення виробничої діяльності галузей економіки, господарських структур, організацій і впливу на неї гідрометеорологічних факторів, складаються технічні записки. В них відмічаються основні особливості виробничого процесу споживача, вплив на нього гідрометеорологічних умов, наслідки дії небезпечних гідрологічних явищ і процесів, надаються ілюстративні матеріали, які відображають виробничі процеси споживача. Технічні записки, які регулярно оновлюються, є необхідними

посібниками для спеціалістів гідрометеорологів під час ознайомлення із виробничою діяльністю обслуговуючих організацій.

2.4 Оперативна і нормативна форми гідрологічного забезпечення

Гідрологічне забезпечення споживачів сприяє найбільш вигідному застосуванню гідрометеорологічних даних при вирішуванні зазначеного кола задач.

Слід виділити окремо:

1. Оперативну форму гідрологічного забезпечення.
2. Нормативну форму гідрологічного забезпечення.

Оперативне гідрологічне забезпечення – це сукупність робіт, спрямованих на щоденне забезпечення гідрометеорологічними даними і, насамперед, прогнозами майбутнього стану водних об'єктів господарських організацій та установ (споживачів). Воно здійснюється відділами (секторами) гідрологічних прогнозів у складі організацій гідрометеорологічної служби з гідропрогностичним розділом робіт, а також обласними центрами з гідрометеорології, гідрометеорологічними обсерваторіями.

Нормативне гідрологічне забезпечення полягає у визначенні наданні споживачу багаторічних гідрологічних даних, в тому числі й статистичного характеру. Отримані норми, ймовірності і спектральні розподіли значень гідрологічних величин, їхніх комплексів і явищ є квазісталими стандартами. Вони застосовуються в перспективному плануванні, у промисловому і житловому будівництві, в інженерних розрахунках та інших галузях народного господарства України. Основна мета використання нормативних даних – побудувати або забезпечити господарювання промислового об'єкту, більш довговічним, тобто найменш залежним від гідрометеорологічних умов, і з найменшою витратою коштів.

Розробкою нормативних даних стосовно до різних задач займаються переважно науково-дослідні організації та установи.

Література

1. [3] С.4-12
2. [7] С.3-6, 37-45, 132-134
3. [13] С. 3-11
4. [19] С. 3-23, 55-59, 91-98
5. [34] С. 103-111
6. [39] С. 4-15, 45-76, 168-190
7. [40] С. 85-95

Контрольні запитання

1. Яких споживачів гідрологічної інформації ви знаєте?
2. Які задачі гідрологічного забезпечення господарських об'єктів вам відомі?
3. На основі яких документів здійснюється комплекс робіт по гідрологічному забезпеченню споживачів?
4. Що таке план оперативного гідрологічного обслуговування і технічна записка?
5. Який порядок розбору подій, пов'язаних із несприятливими гідрологічними умовами?
6. Як проводиться кількісна оцінка антропогенних порушень гідрологічного режиму водного об'єкта?
7. Якими засобами обумовлюється зв'язок оперативних підрозділів Держкомгідромету із споживачами?

3 ВИДИ І КАТЕГОРІЇ ГІДРОЛОГІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ. ФОРМИ ГІДРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

3.1 Гідрологічна інформація

При проведенні гідрометеорологічного забезпечення використовуються результати спостережень і робіт, які виконуються на мережі метеорологічних станцій і гідрологічних постів. Відповідними керівними документами гідрометслужби (коди, вказівки, порядки, переліки) чітко регламентовано об'єми, частоту, критерії, види і способи передачі результатів спостережень від метеостанції і гідропоста до організацій гідрометслужби, які проводять прогнозування і забезпечення.

При гідрологічному забезпеченні до числа даних, які передаються спостережною мережею гідрометслужби, відносяться відомості про рівні і витрати води, льодові явища, температуру води і повітря, висоту снігового покриву і запасів води у ньому та інші. Ці відомості беруться до уваги при вирішенні багатьох питань господарського використання того або іншого водного об'єкта найближчим часом, а також при здійсненні заходів, що мають на меті зменшити збитки в зв'язку, наприклад, з високим водопіллям і т.п.

Комплекс відомостей про поточний стан водного об'єкта і його водозбору, що надходять до центрів прогнозування і решти організацій гідрометслужби, обробляються ними і потім передаються споживачеві, називається оперативною гідрологічною інформацією.

Відомості про поточний стан водних об'єктів будуть максимально корисними тільки в разі їх своєчасного надходження до органів служби гідрологічних прогнозів, а звідти - до зацікавлених організацій і установ. Всі ці відомості повинні мати необхідну повноту, що дозволяє судити про стан водних об'єктів; крім того, вони повинні надходити у формі, найзручнішій для використання.

Велике значення має надходження даних про приплив води до водосховищ, планових і фактичних скидах ГЕС, складових водного балансу водосховищ, заборах води зрошувальними каналами і т.і. Поточну і прогностичну метеорологічну інформацію про опади, температуру і вологість повітря, інші метеорологічні та агрометеорологічні відомості гідропрогностичні відділи отримують від синоптиків і агрометеорологів своєї організації гідрометслужби. Під час замерзання й скресання, танення снігового покриву, розвитку паводків і розливів річок за завданнями і за участю фахівців – гідрологів виконуються авіарозвідки та використовуються супутникові знімки територій. Вони дають цінні для інформаційної роботи відомості про стан річок і снігового покриву.

Весь набір гідрологічних даних, які надаються споживачам, можна розділити на оперативну гідрологічну інформацію і прогнози та режимну (нормативну) гідрологічну інформацію.

3.2 Оперативна гідрологічна інформація

Та чи інша форма гідрологічного забезпечення можлива на основі інформації про стан водних об'єктів, що надає мережа спостережень. Від якості, своєчасності і повноти оперативної гідрометеорологічної інформації залежить якість прогнозування і обслуговування на всіх рівнях забезпечення.

Для успішного гідрологічного забезпечення в сучасних умовах, однією з найважливіших задач є прискорення подачі інформаційно-прогностичного продукту споживачу, а також обміну даними між організаціями гідрометслужби на основі використання сучасних способів телекомунікації. Обмін великими потоками кодової і графічної інформації, попередженнями про НЯ і СГЯ виконують регіональні телекомунікаційні центри у складі гідрометслужби.

Специфікою гідрологічного прогнозування і забезпечення є використання не тільки гідрологічної, але й метеорологічної та агрометеорологічної інформації, тому воно більше, ніж інші напрямки робіт в гідрометслужбі, залежить від рівня розвитку усієї гідрометеорологічної галузі країни.

Спостереження за станом водних об'єктів та метеорологічним режимом в Україні проводиться на державній гідрометеорологічній мережі, яка

складається з 435 гідрологічних постів (в тому числі, 61 озерний пост та 333 пости з вимірюванням витрат води) та 190 метеорологічних і спеціалізованих гідрометеорологічних станцій. До подачі гідрологічних телеграм, в залежності від фази гідрологічного режиму, залучається різна кількість постів.

Окрім гідрологічної інформації прогнозисти одержують декадну (пентадну) інформацію з результатами снігомірних робіт з мережі гідропостів і метеостанцій України, у межах сумісних річкових басейнів з мережі сусідніх держав.

3.2.1 Зміст інформації мережі станцій і постів

Відомості про поточний стан річок, озер і водосховищ надходять до організацій гідрометслужби і центрів з гідропрогностичним розділом робіт зі станцій і постів, які входять до складу *інформаційної мережі*.

При визначенні складу інформаційної мережі станцій і постів керуються міркуваннями про ступінь показовості спостережень тієї або іншої станції (поста), наявністю засобів зв'язку, потребами гідрологічних прогностичних методик, а також запитамі споживачів. Склад відомостей, які передаються, встановлюється для кожної станції і поста окремо і повідомляється її персоналу. Відомості про рівні і температуру води, опади, а також про льодові явища гідрологічні пости передають звичайно один раз в добу; результати снігомірних зйомок і спостережень за товщиною льоду – один раз в 5 або 10 днів. Під час проходження високих паводків і водопілля інформація про рівні води і опади передаються частіше – кожні 4-6 годин. Деякі пости передають гідрологічні відомості лише якусь частину року, наприклад, у період водопілля і т.д.

Станції і пости відразу ж після здійснення вимірювань передають дані спостережень до центрів прогнозування способами зв'язку, які визначаються для кожного пункту і які можуть змінюватися відповідно до розвитку телекомунікаційних технологій в Україні.

Окрім регулярної подачі відомостей, кожний пункт спостереження зобов'язаний надсилати до гідропрогностичних центрів дані про небезпечні і дуже небезпечні зміни стану водних об'єктів, які загрожують населеним пунктам, господарським об'єктам, гідротехнічним спорудам, керуючись при цьому критеріями інтенсивності розвитку того чи іншого явища. В цьому випадку персонал станції чи поста зобов'язаний посилати екстрені телеграми з відміткою «шторм», які передаються позачергово.

З метою автоматичної обробки даних та для економії коштів результати спостережень передаються в закодованому вигляді п'ятизначними цифровими групами. Для кожного пункту спостережень встановлюється свій індекс (номер), яким і користується спостерігач при складанні телеграм. Індекс

си станцій призначаються по певній системі (з урахуванням приналежності річки до басейну моря і до басейну великої річки). Телеграми з гідрологічними даними надсилаються на умовні адреси, наприклад: «Київ вода», «Одеса вода» і т. п. [1,6].

3.2.2 Обробка даних інформаційної мережі

Закодована інформація, яка надходить до гідропрогностичних центрів і інших організацій гідрометслужби, негайно розшифровуються і записується до спеціальних журналів чи накопичується в електронних базах даних. Вже на цьому етапі обробки виконується первинна перевірка і контроль отриманих відомостей.

Більш ретельна перевірка правильності отриманої оперативної інформації здійснюється шляхом побудови суміщених графіків коливань рівнів води на постах, розташованих на одній і тій же річці або на сусідніх річках, а також шляхом порівняння даних, отриманих після завершення розвитку явища.

Переоснащення спостережної мережі автоматичними гідрометеорологічними системами вимірювання, накопичення і передачі даних у режимі on-line до центрів прогнозування є важливою і необхідною умовою покращення гідро прогностичної діяльності. Така автоматизовані гідрометмережа зараз успішно функціонує на річках Закарпаття, поступово встановлюються автоматичні гідрологічні станції на річках інших регіонів України, хоча темпи таких робіт поки що повільні.

3.2.3 Гідрометеорологічний код КН-15

Код КН-15 призначений для передачі даних спостережень гідрологічних постів, розташованих на річках, озерах і водосховищах, а також деяких видів даних, оброблених у ЦГМ чи ГМО гідрометеорологічної служби [5].

Код складається з набору розділів, кожний з яких призначений для кодування різних результатів спостереження і робіт. Відомості про певний параметр гідрометеорологічного режиму кодуються у вигляді п'ятизначних цифрових груп. Кожна кодована телеграма повинна розпочинатися з адресного розділу, у п'ятизначних групах якого вказуються індекс станції чи поста та строк, до якого відносяться виконані спостереження.

Структура коду передбачає можливість закодувати результати усіх необхідних для служби гідрологічних прогнозів і для забезпечення споживачів спостережень, виконаних у основні (на 8 та 20 год) та додаткові строки, а саме: рівні і витрати води, температура води і повітря, кількість

опадів та тривалість їх випадіння, льодові явища та їх інтенсивність, товщина льодового покриву і висота снігу на ньому, висота і напрямок хвилювання, параметри вітрового режиму на озерах і водосховищах.

Окремі розділи коду призначені для кодування спеціальних даних про виміряні витрати води, середні, максимальні і мінімальні рівні у б'є-фа водосховищ, сумарний і бічний приплив води до водосховищ, середні і екстремальні рівні і витрати води за паводки чи певні періоди. Окремим розділом коду передбачені також правила кодування штормової інформації про небезпечні гідрологічні явища.

3.2.4 Види оперативної гідрологічної інформації

Оперативна гідрологічна інформація, яка передається спостережною мережею, поділяється на: регулярну, епізодичну і екстрену.

Регулярна інформація забезпечує спеціалістам оперативної гідрометслужби можливість здійснювати безперервний контроль за станом водних об'єктів та передбачати подальший розвиток гідрологічних явищ і процесів.

Регулярна інформація складає основу гідрологічного бюлетеня, який випускають відповідні підрозділи державної гідрометеорологічної служби (додаток А).

Гідрологічний бюлетень включає в себе [1,6]:

1. відомості про параметри режиму водних об'єктів;
2. карту гідрографічної мережі з пунктами спостереження та поточними даними про гідрологічну ситуацію (як правило, це рівні води та їх зміна за останній проміжок часу);
3. короткий огляд режиму водних об'єктів
4. прогноз розвитку гідрологічної ситуації та можливі негативні наслідки.

До складу бюлетеня також можуть входити відомості про абсолютні відмітки нулів постів, льодовий режим, кількість опадів, температуру води і повітря, а також багаторічні характеристики рівнів води за календарний період чи для окремого гідрологічного явища.

Епізодична інформація – за складом, строками передачі та тривалості здійснення – цілком залежить від потреб конкретних споживачів, плану оперативного гідрологічного обслуговування.

Екстрена інформація про стихійні гідрологічні явища, які наносять значні матеріальні збитки господарству та населенню районів узбережжя під час екстремальних умов, подається усіма гідрологічними постами і станціями на водних об'єктах.

3.2.5 Автоматизовані технології оперативно-прогностичної діяльності служби гідрологічних прогнозів

Проблема якомога швидкого і якісного аналізу великих масивів точної гідрологічної інформації та оцінки розвитку гідрологічних процесів і явищ є досить актуальною і її вирішенню сприяє розробка та впровадження геоінформаційних систем з відповідним технічним та професіональним супроводом. Такі системи дозволяють оперативно отримувати, аналізувати та представляти великі об'єми даних про синоптичну, гідрологічну і агрометеорологічну ситуацію в Україні. Технологічно ці завдання реалізовані у вигляді програмного комплексу автоматизованого робочого місця гідролога-прогнозиста (далі - АРМГ), який є у розпорядженні усіх гідропрогностичних організацій.

АРМГ дозволяє змінити технологію обробки і представлення гідрологічних даних, перейти частково до непаперових технологій, необхідних для гідрологічного прогнозування і забезпечення. Гідропрогнозист засобами АРМГ може швидко проаналізувати і вивчити гідрометеорологічну інформацію будь-якого регіону, випустити оперативний прогноз гідрологічного явища, і прослідкувати його подальший розвиток. Завдяки автоматизованим технологіям, робота, що виконується гідропрогнозистами, стала якіснішою і зручнішою.

У широкому розумінні АРМГ призначені для приймання, декодування, обробки, збереження та використання оперативної гідрометеорологічної інформації на основі сучасних комп'ютерних технологій та загальносистемного географічного підходу до реєстрації, аналізу та подання гідрометеорологічних даних та явищ, основними ознаками яких є конкретність, територіальність, комплексність.

АРМГ призначений для прийняття, розкодування, збереження і використання оперативної гідрометеорологічної інформації на основі сучасних комп'ютерних технологій обробки даних і системного географічного підходу до реєстрації і аналізу гідрологічних явищ, основною ознакою якого є територіальність, комплексність, конкретність, глобальність вивчення геосистеми і використання загальногеографічної мови представлення інформації. Розроблений прикладний сервіс АРМГ дозволяє на етапі обробки інформації виявити помилки кодування і виправити їх.

АРМГ забезпечує обробку, накопичення інформації, яка надходить до організацій гідрометслужби, в гідрометеорологічних кодах: КН-15, КН-24, HYDRO, а також ведення оперативної бази даних і її використання для складання прогнозів і оперативних зведень.

Центральне автоматизоване робоче місце гідропрогнозиста УкрГМЦ складається з таких основних компонентів (блоків):

- нормативні відомості про мережу метеорологічних станцій і гідрологічних постів;
- базові набори щоденних гідрологічних даних за стандартні і додаткові строки спостережень;
- набори даних з результатами снігомірної зйомки;
- набори нормативних багаторічних значень метеорологічних, гідрологічних та агрометеорологічних величин, в тому числі й їх екстремальних значень за календарні періоди, фази режиму);
- процедури обробки інформації (розкодування, доповнення, комплектація, архівація, занесення в базу);
- програмні засоби передачі інформації в різних видах адресатам;
- програмні засоби сервісного використання і представлення інформації та ін.

На рис.3.1 представлена схема структурних ланцюгів автоматизованого робочого місця гідропрогнозиста.

Організаціями гідрометслужби України для вирішення ряду оперативних задач також використовується прикладний програмний продукт у вигляді автоматизованого робочого місця моніторингу гідрологічних явищ (далі – АРММоніторингу), який був розроблений згідно з технічним завданням УкрГМЦ. АРММоніторингу доповнює можливості АРМГ і технологічно пов’язане з останнім. Зокрема, АРММоніторингу може здійснювати запит інформації до системи АРМГ, наносити одержану інформацію на карту, наприклад, зміну гідрологічних величин, оновлювати нормативні дані, які попередньо внесені до відповідних таблиць АРМГ.

Крім можливості роздруковувати сформовану карту, в програмі АРММоніторинг передбачена можливість розсилки повідомлень і сформованих карт адресатам.

На основі АРММоніторинг розроблена технологія нормативно-довідкової бази показників небезпечності гідрологічних явищ та ведення архіву про визначні гідрологічні події, яка дозволяє відмовитися від застарілих паперових систем обліку гідрологічних НЯ і СГЯ.

3.3 Режимна і нормативна гідрологічна інформація

Режимна гідрологічна інформація. Цей вид інформації повинен поповнювати відомості про стан водних об’єктів для режимних узагальнень. В кінці кожного місяця на всіх постах гідрологічної мережі закінчується початкова обробка результатів спостережень і на станцію відправляються водомірні книжки, стрічки самописців, таблиці та інші матеріали спостережень.



Рисунок 3.1 - Структурні ланки автоматизованого робочого місця гідро прогнозіста Українського ГМЦ

Таким чином, отриманою на постах інформацією постійно заповнюються відомості про води нашої країни і стають частиною систематизованого зведення гідрологічних даних – Державного водного кадастру країни.

Гідрологічні режимні матеріали використовуються під час планування та проведення різноманітних гідрологічних робіт, проектування, будівництва і експлуатації гідротехнічних споруд.

До **нормативної** гідрологічної інформації відносяться відомості про статистичні характеристики різноманітних елементів: рівнів і витрат води, стоку зважених і донних наносів, температури води, кількості розчинених у воді речовин і т.д. Даний розділ досить добре освітлений в курсах "Фізична гідрологія", "Методи гідрометеорологічних вимірювань" (гідрометеорологія), "Гідрологічні розрахунки", але студент, який вивчає курс "Економіка гідрометеорологічного забезпечення народного господарства" повинен мати чітке уявлення про прикладну, в першу чергу економічну, направленість розрахункових гідрологічних систем.

Нормативна інформація – основа гідрологічного обґрунтування будь-якого проекту, пов'язаного із водокористуванням.

Джерелами нормативної гідрологічної інформації є:

- Довідники про гідрографічні характеристики водних об'єктів, а також матеріали про періоди і склад спостережень на кожному посту опорної мережі Держкомгідромету;

- "Основні гідрологічні характеристики" (ОГХ), де зібрані багаторічні дані про характеристики стоку, льодовий і термічний режим водойм та водотоків, дані про наноси і хімічний склад поверхневих вод;

- "Ресурси поверхневих вод" – регіональні монографії, в яких крім даних про гідрографічні характеристики водних об'єктів, даються рекомендації по розрахунку статистичних характеристик гідрологічних величин.

Статистичні характеристики елементів режиму річок, в тому числі і невивчених, визначаються за розрахунковими схемами СНіП (Визначення розрахункових гідрологічних характеристик СНіП 2.01.14. – М.: Стройиздат, 1983).

3.4 Фонд науково-оперативних матеріалів з гідрологічних прогнозів

3.4.1 Зміст і об'єм матеріалів, що включаються до фонду науково-оперативних матеріалів

Проведення гідрологічного забезпечення і діяльність служби гідрологічних прогнозів ґрунтується на аналізі умов формування гідрологічних явищ в даному році і в минулі роки, на глибокому знанні гідрологічного режиму і науково-обґрунтованих методах його прогнозу. Для цього потріб-

бен фонд матеріалів з результатами гідрометеорологічних спостережень, а також по суміжних дисциплінах.

Від повноти і якості цих матеріалів багато в чому залежить якість і ефективність оперативного гідрологічного забезпечення і успішність розробки методик гідрологічних прогнозів [1,3,6].

Зміст і об'єм матеріалів, які повинні бути у розпорядженні гідропрогнозистів визначаються:

- а) особливостями режиму водних об'єктів і ступенем їх вивченості;
- б) потребою організацій, які вони обслуговують;
- в) потребою при створенні методичної бази гідрологічних прогнозів.

При створенні фонду науково-оперативних матеріалів необхідно врахувати наступні основні вимоги:

а) фондові матеріали повинні якнайповніше освітлювати всі гідрологічні і метеорологічні величини, на яких ґрунтуються гідрологічні прогнози і інформації:

б) фондові матеріали повинні бути, безумовно, надійними і репрезентативними для відповідних басейнів, а всі результати обробки матеріалів і обчислені характеристики повинні мати достатню точність.

Фондові матеріали, в залежності від їх виду, формуються для кожного поста, для річкового басейну у табличному, графічному, картованому вигляді і постійно поповнюються новими даними. З розвитком комп'ютерних технологій відбувається поступовий перехід до електронного вигляду фонду науково-оперативних матеріалів.

3.4.2 Матеріали гідрологічних спостережень

Основними фондовими матеріалами гідрологічних спостережень є систематизовані дані спостережень за водним, термічним і льодовим режимом водних об'єктів: рівні і витрати води, температура води, льодові явища (товщина льоду і висота снігу на ньому). По крупних озерах і водосховищах включаються дані спостережень над хвилюванням і випаровуванням з водної поверхні, а також дані про приплив і скид води.

Матеріали по **водному режиму** річок для кожного поста включають наступні відомості за весь період спостереження

- а) щоденні, декадні, місячні рівні і витрати води;
- б) річні характеристики рівнів і витрат води;
- в) елементи весняного водопілля;
- г) основні характеристики дощових і тало - дощових паводків.

У фонді науково-оперативних матеріалів за гідрологічними прогнозами повинні бути матеріали, що характеризують водний режим озер та водосховищ, забір води з річок і водосховищ по роках і його розподіл усередині року по місяцях.

У ряді випадків можуть знадобитися відомості про особливі характеристики водного режиму річок, озер і водосховищ. Сюди відносяться, перш за все, дані про поверхневий стік в період відлиги, дані про хід рівнів при заторах і зажорах льоду, характеристика режиму витрат води в період льодоутворення, дані про рівні при згонах і нагонах і т.п.

Подібні матеріали часто є важливими і необхідними як для оперативної, так і для дослідницької роботи за гідрологічними прогнозами.

Виконується також систематизація даних спостережень над **температурою води і товщиною льоду** на річках, озерах і водосховищах.

По всіх видах гідрологічних спостережень складаються таблиці багаторічних характеристик. Багаторічні характеристики кожного елементу режиму узагальнюються для всіх пунктів спостережень в одну таблицю, визначається середнє, найбільше і найменше значення даного елементу режиму за багаторічний період спостережень у вказаному пункті [6].

3.4.3 Матеріали метеорологічних спостережень

До фонду науково-оперативних матеріалів включаються також результати метеорологічних та агрометеорологічних спостережень: за сніговим покривом і льодяною кіркою, за опадами, температурою і вологістю повітря, швидкістю вітру, глибиною та вологістю ґрунтів.

Сніговий покрив є найважливішим чинником, що визначає режим більшості річок СНД. Від точності запасу води в сніговому покриві значною мірою залежить як точність прогнозів водності, так і успіх розробки методики цих прогнозів. Відомості про характеристики снігового покриву отримують за результатами стандартних пентадних (декадних) снігомірних зйомок на польових і лісових маршрутах, спеціальних снігомірних робіт на гірських маршрутах, у балках і яругах. До складу фондових матеріалів по сніговому покриву входять відомості про висоту, щільність і запас води у ньому, про товщину льодової кірки та її розповсюдження.

Для гірських районів фондовим матеріалом по сніговому покриву є зведені таблиці, що містять результати маршрутних снігомірних зйомок у гірських долинах, а також спостереження за сніговим покривом на майданчиках гірських метеостанцій.

Опади. Дані про опади є необхідним матеріалом для вивчення процесів формування дощового стоку, розрахунку надходження води на водозбір під час сніготанення, розрахунку характеристик осіннього зволоження ґрунту і т.д. Найбільший ступінь деталізації даних про опади потрібен при вивченні умов формування дощових паводків і розробці методики їх прогнозу.

Відомості про опади узагальнюються по окремому пункту і по річкових басейнах у вигляді:

а) для районів з частою відлигою і нестійким сніговим покривом — сум опадів за холодний період;

б) для районів із стійким сніговим покривом — сум опадів від дати настання максимуму снігозапасів до дати сходу снігу.

Вологість і глибина промерзання ґрунту є чинниками стоку; особливо важливий вплив їх в степових і лісостепових районах, де мінливість цих чинників від року до року значна. З метою гідрологічного забезпечення і прогнозування узагальнюються дані про запаси вологи у шарах ґрунтів 0-50 і 0-100 см, глибину його промерзання на кінець декади по окремих станціях, річкових басейнах, орографічних зонах.

Основними джерелами відомостей про вологість і промерзання ґрунту є таблиці агрометеорологічних спостережень, агрометеорологічні щорічники і інші довідкові видання.

3.4.4 Графічні і картографічні матеріали

Всі графічні і картографічні матеріали, що підлягають включенню до фонду науково-оперативних матеріалів за гідрологічними прогнозами, поділяються на:

1) графічні і картографічні матеріали, що складаються на основі даних гідрометеорологічних спостережень після їх спеціальної обробки;

2) графічні і картографічні матеріали, що характеризують гідрографію, гідрологію, клімат і інші фізико-географічні умови району діяльності органу служби гідрологічних прогнозів або окремих басейнів;

Графічні і картографічні матеріали першого виду, що складаються в підрозділах служби гідрологічних прогнозів, є необхідним доповненням до фондових табличних матеріалів спостережень. Ці матеріали включають:

1) графіки коливання рівня, витрат води, припливу води до водосховищ і скиду води з них;

2) графіки ходу основних метеорологічних величин;

3) криві витрат води;

4) карти дат утворення стійкого снігового покриву, настання максимуму снігозапасів і сходу снігового покриву;

5) карти висоти снігового покриву і запасу води в снігу по декадах і максимального запасу води в снігу;

6) карти опадів за холодний період;

7) карти опадів за період від дати максимуму снігозапасів до дати сходу снігу;

8) карти характеристик осіннього зволоження ґрунтів;

9) карти глибини промерзання ґрунтів та ін.

До числа **картографічних матеріалів**, що характеризують гідрологічні, кліматичні і інші фізико-географічні умови району діяльності гідропрогностичної організації входять:

- 1) гіпсометрична карта;
- 2) карти інформаційної снігомірної і гідрологічної мережі
- 3) карти озер і водосховищ;
- 4) карти рослинності і ґрунтів;
- 5) геологічна карта;
- 6) гідрогеологічна карта;
- 7) карти норм характеристик стоку (річного, весняного, меженного);
- 8) карта місячних і річних норм опадів;
- 9) карта норм дат настання максимальних снігозапасів та інші характеристики снігового покриву;
- 10) карта норм річного випаровування з водної поверхні та з поверхні водозбору;
- 11) карти норм запасів вологи ґрунтів та його промерзання;
- 12) карта норм строків настання фаз льодового режиму.

Гідропрогностичні організації та відділи інших організацій гідрометслужби, які проводять гідрологічне забезпечення, повинні мати карти-схеми інформаційної гідрометеорологічної мережі, карти змінювання (чи розподілу) по території основних гідрологічних величин (наприклад, у модульних коефіцієнтах) та ймовірності їх настання у багаторічному розрізі, карти розташування основних гідротехнічних споруд тощо.

3.5 Прогностична гідрологічна інформація

3.5.1 Види прогностичної інформації та методична база для складання прогнозів

Розрізняють два види прогностичної гідрологічної інформації: прогноз і консультація.

Гідрологічний прогноз – науково обґрунтоване прогнозування майбутнього стану водного об'єкта, вираженого в кількісному вигляді (y'_i), а **консультація** – це якісна оцінка майбутнього стану водного об'єкта. Прогнози виконуються за методиками, що відповідають критеріям ефективності та якості їх

За завчасністю прогнози поділяються на короткострокові і довгострокові: якщо **завчасність прогнозу** (проміжок часу між складанням прогнозу та датою здійснення прогнозованого явища) є меншою за 15 діб, то

такий прогноз є короткостроковим, із завчасністю від 16 діб і більше – довгостроковим.

Гідрологічні прогнози складаються за методиками, які відповідають критеріям ефективності та якості і утворюють науково-методичну базу гідрологічного прогнозування. Більшість науково-методичних розробок в гідрометслужбі України представляють собою концептуальні воднобалансові моделі, які реалізовані у вигляді окремих методик та басейнових інформаційно-прогностичних систем за видами прогнозів і групами річкових басейнів [3]. Ними моделюються процеси снігонакопичення, зміни стану поверхні водозбору, сніготанення та стокоутворення, процеси нерівномірності просторового розподілу опадів, водоутворення, випаровування, фільтрації.

В оперативній роботі використовується й розроблена в Одеському державному екологічному університеті модель територіального довгострокового прогнозування максимальних витрат води весняного водопілля для рівнинних річок. Картографічне представлення очікуваних величин шарів стоку водопілля дає можливість визначити висоту підйому весняних вод, оцінити можливі зони затоплення на достатньо великих територіях. Крім того, модель дозволяє визначити ймовірність настання прогнозованого явища у багаторічному розрізі, що є особливо важливим для не вивчених у гідрологічному відношенні річок [21-23].

Методики, за якими складаються консультації, мають більш низьку точність, але їх використання збільшує обсяг корисної інформації про режим водного об'єкта на період завчасності порівняно із постійним орієнтиром на норму.

Типовий текст консультації: "В середньому за такий чи інший період (відмічається період завчасності) значення гідрологічної величини очікується більше норми (в межах норми, менше за норму)". В консультаціях розрізняють три градації майбутнього стану гідрологічної величини: менше (нижче, раніше) норми, в межах норми і вище (більше, пізніше) норми. Як правило, поняття "менше норми" відповідає умові $y'_i < 0.80 \bar{y}$, "більше норми" – $y'_i > 1.20 \bar{y}$, "в межах норми" – $0.80 \bar{y} \leq y'_i \leq 1.20 \bar{y}$.

3.5.2 Оцінка якості гідропрогностичної інформації

Передбачені розміри і термін настання даного гідрологічного явища майже завжди відрізнятимуться від дійсних (після здійснення передбаченого явища) на будь-яку величину. Іншими словами, майже кожен прогноз має певну похибку.

Для використання ж розробленої методики прогнозів в оперативній практиці необхідно оцінити її точність і ефективність.

Спосіб вираження прогностичної інформації (кількісної або якісної) визначається ефективністю використання методу попереднього обчислювання. За результатами справджуваності перевірних прогнозів розраховується середньоквадратична похибка перевірних прогнозів

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - y'_i)^2}{n - m}}, \quad (3.1)$$

де y'_i і y_i – відповідно очікуване та спостережене значення гідрологічної величини Y при i -му випуску прогнозу;

n – кількість перевірних прогнозів;

m – кількість степенів вільності прогностичної схеми, наприклад, при лінійній залежності виразу $y = ax$, $m=1$, а при залежності $y = ax + b$, $m=2$.

За допустиму похибку гідрологічного прогнозу беруть можливе відхилення значень прогнозованого елементу гідрологічного режиму від середнього

$$\delta_{don} = \pm 0,674 \sigma_y, \quad (3.2)$$

де σ_y – середньоквадратичне відхилення значень гідрологічної величини, яка прогнозується, від середнього (стандартне відхилення).

Ефективність методики прогнозування оцінюється співвідношенням S_y / σ_y , причому

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n - 1}}, \quad (3.3)$$

де $\bar{y}$ – норма гідрологічної величини, обчислена за вибіркою даних обсягом n .

У випадках, коли прогнозується зміна будь-якої гідрологічної величини за період завчасності прогнозу, допустима похибка визначається за формулою

$$\delta_{don} = \pm 0,674 \sigma_{\Delta}, \quad (3.4)$$

де σ_{Δ} – середньоквадратичне відхилення зміни прогнозованої величини за період завчасності прогнозу від середнього значення цієї зміни.

В цьому випадку розрахунок величини σ_{Δ} здійснюється за схемою

$$\sigma_{\Delta} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta_i - \bar{\Delta})^2}{n-1}}, \quad (3.5)$$

де Δ_i – змінювання прогнозованої змінної за період завчасності прогнозу (різниця між початковим і кінцевим значеннями);

$\bar{\Delta}$ – середнє значення цих змін.

При відомому відношенні S_y/σ_y або S_y/σ_{Δ} досить легко визначити кореляційне відношення

$$\rho = \sqrt{1 - \left(\frac{S_y}{\sigma_y} \right)^2}. \quad (3.6)$$

У табл. 3.1 та 3.2 визначені умови застосування прогнозних схем, а також показники якості методики гідрологічного прогнозу. Необхідно відмітити, що методика прогнозу вважається практично допустимою, якщо забезпеченість допустимої похибки перевірочних прогнозів не менше чим на 10% (відсотків) перевищує забезпеченість можливого відхилення прогнозованої величини від середнього (норми).

Критерії якості S_y/σ_y або S_y/σ_{Δ} характеризують ефективність методики гідрологічних прогнозів, тобто дозволяють зробити висновок про те, наскільки похибки прогнозів менші від ймовірних відхилень від норми прогнозної величини або її змінювання на протязі періоду завчасності прогнозу. Оцінка методики прогнозу, яка наведена в табл.3.1 та 3.2, відображає ступінь ефективності методики гідрологічного прогнозу.

Таблиця 3.1 – Критерії ефективності і якості методики прогнозу

Число перевірочних прогнозів	$\gamma = S_y / \sigma_y (S_y / \sigma_{\Delta})$
$n \leq 15$	$\leq 0,70$
$15 < n < 25$	$\leq 0,75$
$n \geq 25$	$\leq 0,80$

Таблиця 3.2 – Показники якості методики прогнозу при кількості членів ряду $n \geq 25$

Категорія методики	Показники якості методики		
	S_y / σ_y (S_y / σ_Δ)	коефіцієнт кореляції	забезпеченість допустимої похибки (методики прогнозу), $P\%$
добра	$\leq 0,5$	$\geq 0,87$	≥ 82
задовільна	0,51-0,80	0,86-0,60	81- 60

Припустимо, що відхилення прогнозованої величини від норми підпорядковується нормальному закону розподілу (розподілу Гауса), взявши величину відношення $S_y / \sigma_y = 0,6$ ($\rho = 0,8$), забезпеченість допустимої похибки прогнозів, що визначена відповідно за (3.2) або (3.4), складає 75%. При цьому, що так звана "природна забезпеченість" можливого відхилення від норми прогнозованої величини дорівнює 50 %. Отже, при складанні прогнозів за розробленою методикою споживач отримає більш конкретну і достовірну інформацію про майбутній стан водного об'єкта, ніж в тому випадку, коли він буде орієнтуватися на норму гідрологічної величини, встановлену за даними багаторічних спостережень за станом водного об'єкта.

Якщо ефективність методики прогнозу гідрологічного явища γ не відповідає вимогам таблиць 3.1 чи 3.2, за допомогою прогностичного методу випускаються не прогнози, а консультації. При $\gamma \geq 1,0$ метод не дає корисної інформації і на вимогу споживача можливо лише складання "Довідки про спостережені характеристики режиму водного об'єкта", що містить узагальнені результати багаторічної інформації.

Згідно [2,6,18] оцінка гідрологічного прогнозу зводиться до визначення справджуваності даного прогнозу шляхом співставлення похибки прогнозу з допустимою похибкою. Прогноз вважається *справджуваним*, якщо абсолютна величина його похибки менша або дорівнює допустимій (табл.3.3)

$$\delta_i \leq \delta_{\text{дон}}, \quad (3.7)$$

де δ_i - похибка i -го прогнозу (різниця між фактичним значенням величини y_i та значенням, отриманим у прогнозі y'_i)

$$\delta_i = y_i - y'_i. \quad (3.8)$$

Таблиця 3.3 – Критерії ефективності і якості гідрологічного прогнозу

Категорія оцінки прогнозу	Показник якості прогнозу $\delta / \delta_{доп}$
відмінний	$\leq 0,30$
добрий	0,31- 0,60
задовільний	0,61- 1,0
не задовільний	$>1,0$

3.5.3 Форми випуску гідрологічних прогнозів

Форма, в якій повідомляється гідрологічний прогноз, має важливе значення для оцінки споживачем можливих наслідків гідрологічних явищ. Основні вимоги до прогнозу – це його своєчасність, чіткість, форма, зрозуміла споживачу.

Існує чотири форми подання довгострокових (довгочасних) і п'ять форм подання короткострокових (короткочасних) гідрологічних прогнозів, більшість яких використовується і в оперативній практиці служби прогнозів [6,12,18]. Необхідно визначити існуючі форми картографічного представлення прогнозів гідрологічних характеристик та ймовірності їх настання у багаторічному розрізі [21-23].

Перша форма подання довгострокових прогнозів. Водокористувачам надається очікуване значення y'_i гідрологічної величини Y , а також ймовірна похибка прогнозу, яка визначається за формулою

$$\delta_{y_i} = \pm 0,674 \cdot S_{y_i}, \quad (3.9)$$

де S_{y_i} – середньоквадратична похибка обчислення в умовах i -го прогнозу.

Обчислення параметра S_{y_i} досить складне і в більшості випадків рівність $S_y = S_{y_i}$ не виконується. Якщо взяти за основу лінійний характер прогностичної залежності ($y = ax + b$), то

$$S_{y_i} = S_y \sqrt{1 + \frac{1}{n} \left(1 + \frac{\Delta x_i^2}{\sigma_x^2} \right)}, \quad (3.10)$$

де $\Delta x_i = x_i - \bar{x}$, тобто Δx_i – відхилення від норми аргументу прогностичного рівняння в умовах випуску i -го прогнозу;

σ_x - середньоквадратичне відхилення аргументу від його норми (міра змінності величини X).

Неважко помітити, що за (3.10) при будь-якому значенні аргументу $S_{y_i} > S_y$.

В першій формі похибка прогнозу дається переважно в ймовірній формі, у доповнення до зазначеної інформації повідомляються багаторічні характеристики: норма і екстремум (максимум, мінімум). Необхідно відзначити, що перша форма представлення гідрологічного прогнозу належить до категорії "до відома" і набуває особливого значення, в першу чергу для споживачів, господарська діяльність яких стає залежною від гідрологічних умов лише під час екстремальних обставин.

Друга форма подання довгострокових прогнозів. Відмінність від першої форми подачі довгострокових прогнозів полягає в тому, що багаторічні характеристики гідрологічних величин доповнюються координатами кривої забезпеченості (табл. 3.4). Побудова кривої забезпеченості і визначення ординат y_P виконується відповідно до [2, 6, 14].

Друга форма дозволяє споживачу прогностичної інформації більш повніше оцінити ступінь аномальності, або навпаки, ординарності очікуваного явища.

Таблиця 3.4 – Координати багаторічної кривої забезпеченості гідрологічної величини Y

Забезпеченість (P), %	5	10	25	50	75	90	95
Значення величини заданої забезпеченості (y_P)	y_{P1}	y_{P2}	y_{P3}	y_{P4}	y_{P5}	y_{P6}	y_{P7}

Третя форма подання довгострокових гідрологічних прогнозів. Очікувана гідрологічна величина представляється у вигляді умовної кривої забезпеченості, яка характеризує розподіл цієї величини при випуску даного прогнозу. Спосіб побудови умовної кривої забезпеченості вибирається в залежності від попередньої інформації про вид розподілу похибок конкретного методу прогнозування. В оперативній практиці гідрологічних прогнозів є два види такого розподілу – нормальний і асиметричний.

Якщо уявити допущення про нормальний розподіл похибок i -го прогнозу, то розрахунок координат умовної кривої забезпеченості здійснюється за формулою

$$y'_{P_i} = y'_i + \delta_{P_i} = y'_i + t_{P_i} S_{y_i}, \quad (3.11)$$

де P_i – умовна забезпеченість, тобто можливість перевищення заданих значень очікуваної величини не в багаторічному розрізі, а в умовах випуску i -го прогнозу;

t_{P_i} – квантілі нормального розподілу;

δ_{P_i} – похибка i -го прогнозу заданої забезпеченості.

Результати обчислень за формулою (3.11) надаються у вигляді таблиці (3.5). За наявності гідрологічного прогнозу, що представлений у вигляді кривої забезпеченості, водокористувач може визначити з якою ймовірністю слід в умовах конкретного випуску прогнозу очікувати появу величини Y в діапазоні, який більше будь-якого іншого заданого значення.

Умовна крива забезпеченості дає можливість обчислити ймовірність реалізації очікуваної величини в будь-якому заданому інтервалі

$$- \rho[(y_1 < y < y_2 / y'_i)] = P[(y > y_1) / y'_i] - P[(y > y_2) / y'_i]. \quad (3.12)$$

При асиметричному розподілі похибок прогнозів пропонується більш складна і не дуже теоретично обґрунтована схема розрахунку [13].

Багаторічні відомості в прогнозах, складених за третьою формою, надані в тому ж вигляді, що й при використанні другої форми випуску довгострокових гідрологічних прогнозів.

Таблиця 3.5 – Розрахунок координат умовної кривої забезпеченості

$P_i, \%$	5	10	25	50	75	90	95
t_{P_i}	1,65	1,28	0,674	0	- 0,674	- 1,28	- 1,65
δ_{P_i}	...	...	...	...	...	...	...
y_{P_i}	...	...	...	...	...	...	...

Четверта форма подання довгострокових прогнозів. В окремих випадках споживача гідрологічної інформації цікавить не найбільш ймовірне значення очікуваної характеристики y'_i , а граничні межі цього значення, тобто $y'_{\min}$ або $y'_{\max}$. Як правило, така інформація надається споживачам під час проходження особливо небезпечних явищ – при проходженні весняного водопілля або дощового паводка. В цьому випадку для споживача гідрологічної інформації більш важливе не значення рівня води будь-якої ймовірності, а найбільше його значення (максимум), тобто можливість перевищення цього рівня критичної відмітки захисних споруд.

Перша форма подання короткострокових гідрологічних прогнозів. Споживачам гідрологічної інформації надається очікуване значення

(y'_i), час його здійснення (D'_{y_i}), можливі похибки прогнозів гідрологічної величини Y і дати його настання $D(\delta_{y_i}, \delta_{D_{y_i}})$. Прогнози часу настання різноманітних фаз водного режиму за першою формою не складаються тому, що в цьому випадку дата прогнозованого явища є величина Y .

Друга форма подання короткострокових прогнозів. Прогнозується значення гідрологічної величини y'_{D_i} , яке повинно реалізуватися в заданий момент часу. Наприклад: "витрати води на річці Дністер в районі селища Олонешти на двадцять березня будуть дорівнювати $220 \text{ м}^3/\text{с}$ ". Надається можлива похибка даного прогнозу $\delta_{D_{y_i}}$.

Третя форма подання короткострокових прогнозів. Здійснюється без зазначених строків здійснення гідрологічного явища. Передбачається тільки очікуване значення гідрологічної величини і ймовірна похибка попереднього обчислювання (y'_i, δ_i). Таким чином здійснюються прогнози екстремальних фаз водного режиму або прогнози дат того чи іншого явища (дат появи пливучого льоду, встановлення льодоставу, скресання річок та інше).

Четверта форма подання короткострокових прогнозів. В прогнозі зазначається не очікуване значення гідрологічної величини, а інтервал, ймовірність попадання в який приблизно дорівнює 50%. При цьому допускається, що похибки прогнозів розподілені за нормальним законом, тобто

$$P(y'_i \pm 0.674 S y_i) = P(y'_i \pm \delta y_i) \approx 50\%. \quad (3.13)$$

Наприклад, споживачам надається інтервал прогнозованої величини (наприклад, висоти хвиль) у вигляді інтервалу ($h'_i \pm 0.50 h'_i$), де h'_i – очікуване значення висоти хвилі.

Пята форма подання короткострокових прогнозів. Дана форма подання короткострокових гідрологічних прогнозів розроблена для прогнозування дат настання льодових явищ на ділянці річки. Довжина частини річки підбирається такою, що різниця в датах настання однієї і тієї ж фази в межах ділянки не перевищує трьох діб.

Надається інтервал часу між очікуваними датами реалізації явищ на крайніх точках ділянки, наприклад: "льодохід по річці Південний Буг між пунктами м. Ладижин – м. Гайворон почнеться 3-6 березня...". Зустрічаються модифікації п'ятої форми випуску короткострокових прогнозів, які полягають в тому, що споживачу надаються граничні значення очікуваної величини на одній із меж ділянки, де дане явище здійснюється раніше (пізніше) ніж на решті ділянки.

Картографічна форма прогнозу. У сучасних моделях, які використовуються для прогнозу елементів водного режиму річок, зокрема шарів

стоку та максимальних витрат води весняного водопілля (у вигляді їх модульних коефіцієнтів), дат початку та проходження максимальних витрат води водопілля формою надання прогнозів є найбільш наглядний метод – *картографічне представлення прогнозних величин*, що дозволяє одержувати прогнозні значення для будь-яких водозборів в межах розглядуваної території, включаючи й річки, по яких відсутні дані гідрологічних спостережень [21-23,29].

Не менш важливим питанням, особливо для невивчених річок, є встановлення забезпеченості або ймовірності перевищення прогнозних величин у багаторічному розрізі.

Встановлення забезпеченості прогнозних гідрологічних характеристик може бути здійснено, використовуючи криву трипараметричного гамарозподілу С.Н. Крицького і М.Ф. Менкеля (для середнього по території значення співвідношення C_s / C_v , отриманого при статистичній обробці гідрологічних рядів спостережень) [42]. Величини забезпеченостей також представляються вигляді картосхем, що дає змогу оцінити ймовірності перевищення прогнозних величин на території, незалежно від стану її гідрометеорологічної вивченості.

При прогнозуванні дат початку та проходження максимальних витрат води весняного водопілля доцільним є картографічна форма представлення очікуваних дат або просторового узагальнення параметрів прогнозної схеми.

3.6 Задачі і форми гідрологічного забезпечення при розвитку стихійних явищ і процесів

3.6.1 Попередження про загрозу настання стихійного гідрологічного явища

Найбільш важливим видом оперативного гідрометеорологічного забезпечення є види, зміст і способи інформування та своєчасного попередження владних структур, галузей економіки, населення про загрозу та розвиток *небезпечних (НЯ)* і *стихійних гідрологічних явищ (СГЯ)*, що можуть призводити до різного масштабу негативних наслідків, завдавати виробництву матеріальних збитків та спричиняти аварійні ситуації. Такі попередження мають не велику завчасність і даються для конкретних об'єктів з вказівкою можливої загрози того чи іншого виду очікуваного стихійного явища [1,6,13,31,47-50].

Вирішенню проблем забезпечення техногенної та природної безпеки мають сприяти: створення і функціонування державної системи моніторингу, єдиної державної системи запобігання аваріям, катастрофам та надзвичайним ситуаціям і реагування на них, яка включає належне організа-

ційно-інституційне, нормативно-правове забезпечення, запровадження єдиного державного контролю за обігом небезпечних матеріалів, речовин та устаткування, науково-методологічних основ регулювання та планування техногенно-природної безпеки, створення автоматизованих систем оцінювання ризику і прогнозування надзвичайних ситуацій, розроблення нормативно-методичного забезпечення системи запобігання аваріям та подолання їхніх наслідків, інтегрування цієї системи у міжнародну систему повідомлення та взаємодопомоги у разі виникнення надзвичайних ситуацій.

Короткострокові прогнози та попередження про загрозу настання гідрологічного НЯ і СГЯ та можливі небезпечні наслідки від них вміщуються у спеціальному розділі гідрологічного бюлетеня і негайно доводяться до відома споживачів гідрологічної інформації.

3.6.2 Каталог показників небезпечних гідрологічних явищ

Гідрологічні явища у своєму розвитку можуть досягати такого стану, при якому виникає загроза затоплення, руйнування, пошкодження або порушення нормальної експлуатації господарських об'єктів. І якщо не будуть вжиті запобіжні заходи, ця загроза може завдати матеріального збитку господарству і населенню.

До небезпечних гідрологічних (НЯ і СГЯ) явищ відносяться:

- а) високе і низьке весняне водопілля;
- б) високий паводок;
- в) низька межень (маловоддя);
- г) значне вітрове хвилювання;
- д) дуже раннє замерзання (початок льодоутворення, льодохід, зажор, льодостав);
- е) дуже раннє скресання, льодохід та затори льоду;
- ж) селеві потоки і снігові лавини та ін.

Кількісна або якісна характеристика гідрологічного явища, досягши якої воно стає, небезпечним, називається *показником небезпеки гідрологічного явища*.

Важливим документом оперативного підрозділу є каталог показників небезпечності гідрологічних явищ (дод.Б) або класифікатор надзвичайних ситуацій (дод.В, Наказ Держспоживстандарту України 11.10.2010 №457, чинний від 01.01.2011 р.), що представляють собою зведену відомість показників небезпечних явищ (рівні, витрати води, строки фаз льодового режиму і т.д.). Така відомість обов'язково містить інформацію про зафіксовані чи можливі негативні наслідки від конкретного гідрологічного явища при досягненні ним певного значення (наприклад, при досягненні певного рівня води) чи при виникненні самого явища (наприклад, сходу селевого потоку чи снігової лавини).

Окрім зведеної відомості, каталог небезпечних (НЯ) і стихійних (СГЯ) гідрологічних явищ доповнюється картками на паперових носіях:

- картка гідрологічного поста;
- картка небезпечного явища;
- картка господарських об'єктів (споживачів).

Каталог гідрологічних НЯ і СГЯ, який переведено на електронні носії інформації, повинен за змістом відповідати паперовим носіям і супроводжуватися програмним забезпеченням, необхідним для поповнення і використання відомостей каталогу. Роль карток у електронних каталогах виконують відповідні розділи (гідрологічні параметри, характеристика поста, явища і т.п.).

Показники небезпеки гідрологічних явищ встановлюються зацікавленими господарськими організаціями і передаються органам служби гідрологічних прогнозів. Органи служби гідрологічних прогнозів повинні брати активну участь у визначенні показників небезпеки гідрологічних явищ господарськими організаціями і надавати останнім, методичну допомогу, в цій роботі.

Одне й теж гідрологічне явище може бути небезпечним для цілої низки споживачів. Для їх своєчасного попередження про майбутню небезпеку, а також надання об'єктивної картини наслідків стихійного явища використовуються дані всього каталогу.

Картка небезпечного гідрологічного явища складається для тих явищ, показником небезпеки яких служить сам факт їх виникнення. Картка містить перелік водних об'єктів, ділянок або водомірних постів, в районі яких дане явище особливо небезпечне, перелік господарських об'єктів, яким воно загрожує, а також номери карток цих господарських об'єктів.

В **картках господарських об'єктів (споживачів)** деталізуються можливі негативні наслідки зазначених небезпечних явищ. Наприклад, відмітки захисних споруд, водозборів, підтоплення окремих об'єктів підприємства тощо. Для населених пунктів складаються *карти затоплення*. На картах узагальнюються показники небезпеки затоплення населених пунктів і господарських об'єктів. Карти можуть бути у вигляді великомасштабних карт і планів з нанесеними на них господарськими об'єктами, які зазнають затоплення, межами розливу води, відповідними територіями середнього, найбільшого і якнайменшого затоплення за багаторічний період.

Для складання карт затоплення населених пунктів можуть слугувати:

- а) матеріали авіаційних аерофотозйомок зон затоплення, супутникові знімки;
- б) польові рекогносцирувальні та інструментальні дослідження зон розливу;
- в) дані каталогу показників небезпеки гідрологічних явищ;

- г) результати математичного моделювання гідрологічного процесу
- д) літературні і архівні джерела.

Література

- 1. [1] С. 25-26, 28-33, 35-37
- 2. [2] С. 5-18, 364-370
- 3. [3] С.4-12
- 4. [6] С. 5-92
- 5. [7] С.7-17,28-31,101-108
- 6. [13] С. 17-37, 113-131
- 7. [20] С. 21-32, 62-70
- 8. [26] С. 8-26
- 9. [39] С. 45-76, 182-190
- 10. [50] С.111-113, 125-171

Контрольні запитання

- 1. На які види інформації поділяється оперативна гідрологічна інформація?
- 2. Що таке режимна і нормативна гідрологічна інформація?
- 3. Чи залучають режимні гідрологічні пости для передачі негайної (екстреної) інформації?
- 4. Які статистичні характеристики використовуються для оцінки гідрологічних величин?
- 5. Що є основними джерелами нормативної гідрологічної інформації?
- 6. Дайте опис процедури створення систематизованого зведення гідрологічних даних – Державного водного кадастру.
- 7. Які ви знаєте СНіП (керівництво по визначенню розрахункових гідрологічних характеристик)?
- 8. Як поділяються гідрологічні прогнози за ознаками та завчасністю? Дайте визначення терміну "допустима похибка прогнозу".
- 9. В яких випадках гідрологічна інформація надається для споживача у вигляді консультації?
- 10. Що є критерієм якості методики прогнозу та оперативного гідрологічного прогнозу?
- 11. Скільки і які форми випуску довгострокових і короткострокових прогнозів ви знаєте?
- 12. Що таке довідка про спостережені характеристики режиму водного об'єкта? Коли зазначена довідка складається?

13. Що таке попередження про НЯ і СГЯ? В якій формі це попередження доводиться до відома споживача?

14. Яку інформацію вміщує каталог показників небезпечних гідрологічних явищ та класифікатор надзвичайних ситуацій?

Практичний приклад 1

Розрахунок допустимої похибки при довгострокових прогнозах водного режиму річок

Завдання: розрахувати допустиму похибку при довгостроковому прогнозуванні шару стоку весняного водопілля на р. Інгулець - с.Олександро-Степанівка, $F=1400 \text{ км}^2$.

Вихідні дані: таблиці багаторічних рядів характеристик весняного водопілля на р. Інгулець - с.Олександро-Степанівка (табл. 3.6).

Послідовність виконання розрахунків

При довгостроковому прогнозуванні характеристик весняного водопілля допустима похибка визначається як ймовірне відхилення значень прогнозованого елемента від середнього за формулою (3.2). При цьому послідовність розрахунків така.

1. За даними табл.3.6 по багаторічному ряду значень шарів стоку весняного водопілля на р. Інгулець-с.Олександро-Степанівка розраховується середнє його значення за багаторічний період (табл.3.7).

2. Розраховується відхилення прогнозної величини шару стоку весняного водопілля Y , мм від середнього за багаторічний період $\bar{Y}$, мм.

3. Розраховується середнє квадратичне відхилення прогнозної величини від норми за формулою (3.3)

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n 26332}{33}} = 28 \text{ мм.}$$

4. За допустиму похибку $\delta_{дон}$ приймається відповідно (3.2)

$$\delta_{дон} = \pm 0,674 \cdot \sigma_Y = \pm 19 \text{ мм.}$$

5. Формулюється висновок.

Таблиця 3.6 – Багаторічні характеристики рядів спостережень за весняним водопіллям р. Інгулець - с.Олександрівка, $F=1400 \text{ км}^2$

№	Рік	Дата			Тривалість водопілля, діб	Найбільша витрата води, $Q_m, \text{м}^3/\text{с}$	Сумарний шар стоку $Y, \text{мм}$
		початку	максимальної Q_m	кінця			
1	1955	11.01	17.01	31.03	80	40,7	11
2	1956	24.03	01.04	08.05	46	102	41
3	1957	23.01	10.02	03.05	101	14,6	12
4	1958	11.02	17.02	27.03	45	48,0	21
5	1959	24.03	10.03	21.04	46	15,9	4,7
6	1960	12.02	17.02	04.04	53	70,7	55
7	1961	02.03	11.03	01.04	31	6,65	3,8
8	1962	02.03	05.03	27.04	57	1,18	1,4
9	1963	07.03	15.03	23.04	48	65,7	56
10	1964	11.03	24.03	16.04	37	19,3	9
11	1965	02.03	06.03	06.04	35	31,7	6
12	1966	09.01	13.01	07.03	58	18,2	11
13	1967	18.03	27.03	14.04	28	46,0	25
14	1968	03.03	21.03	17.04	46	20,7	16
15	1969	08.03	19.03	06.05	60	101	105
16	1970	11.02	09.03	30.03	48	189	95
17	1971	14.03	23.03	24.04	42	128	55
18	1972	14.03	30.03	11.04	29	3,56	2,4
19	1973	12.02	05.03	24.03	41	20,5	18
20	1974	05.02	05.03	06.04	61	2,82	5,4
21	1975	10.03	22.03	15.04	37	4,10	5
22	1976	10.03	15.03	03.04	25	34,7	14
23	1977	31.01	19.02	07.03	36	53,6	36
24	1978	15.02	04.03	31.03	45	103	51
25	1979	14.01	01.02	12.03	58	88,7	79
26	1980	11.02	23.03	24.04	45	57,8	77
27	1981	13.02	18.02	10.04	57	4,81	9,9
28	1982	26.02	22.03	25.04	59	6,78	14
29	1983	06.03	06.04	13.04	39	2,21	4,8
30	1984	04.03	07.03	15.04	43	4,90	4,5
31	1985	11.03	20.03	25.04	46	70,3	32
32	1986	03.03	12.03	07.04	36	59,7	48
33	1987	28.03	12.04	19.04	23	28,3	17
34	1988	01.03	14.03	03.04	34	31,9	21

Таблиця 3.7 – Розрахунок допустимої похибки при довгостроковому прогнозуванні шарів стоку весняного водопілля на р. Інгулець - с.Олександр-Степанівка, $F=1400 \text{ км}^2$

№	Рік	Сумарний шар стоку $Y, \text{ мм}$	$Y_i - \bar{Y}$	$(Y_i - \bar{Y})^2$
1	1955	11	-17	289
2	1956	41	13	169
3	1957	12	-16	256
4	1958	21	-7	49
5	1959	4,7	-23	543
6	1960	55	27	729
7	1961	3,8	-24	586
8	1962	1,4	-27	708
9	1963	56	28	784
10	1964	9	-19	361
11	1965	6	-22	484
12	1966	11	-17	289
13	1967	25	-3	9
14	1968	16	-12	144
15	1969	105	77	5929
16	1970	95	67	4489
17	1971	55	27	729
18	1972	2,4	-26	655
19	1973	18	-10	100
20	1974	5,4	-23	511
21	1975	5	-23	529
22	1976	14	-14	196
23	1977	36	8	64
24	1978	51	23	529
25	1979	79	51	2601
26	1980	77	49	2401
27	1981	9,9	-18	328
28	1982	14	-14	196
29	1983	4,8	-23	538
30	1984	4,5	-24	552
31	1985	32	4	16
32	1986	48	20	400
33	1987	17	-11	121
34	1988	21	-7	49

$$\bar{Y}=28 \text{ мм}$$

$$\Sigma (Y_i - \bar{Y})^2=26332$$

Практичний приклад 2

Розрахунок допустимої похибки при короткострокових прогнозах водного режиму річок

Завдання: розрахувати допустиму похибку при короткострокових прогнозах щоденних рівнів води р.Дністер – м.Заліщики при завчасності прогнозу 2 доби.

Вихідні дані: таблиці щоденних рівнів води за місяці літньо-осіннього періоду на р.Дністер – м.Заліщики (табл. 3.8).

Послідовність виконання розрахунків

При короткострокових прогнозах щоденних рівнів води допустима похибка визначається в залежності від варіації відхилення елемента за період завчасності прогнозу за формулою (3.4). При цьому послідовність розрахунків така.

1) За даними щоденних рівнів води у липні 1976 р. на р.Дністер – м.Заліщики (табл. 3.8) розраховується зміна прогнозованої величини за період завчасності прогнозу (2 доби), як різниця між кінцевим і початковим значенням рівня води

$$\Delta H = H_{t+2} - H_t.$$

Результати розрахунків наводимо у табл. 3.9.

2) Розраховується середнє значення цих змін $\bar{\Delta H}$ з урахуванням знаку отриманої величини (табл.3.9).

3) Обчислюється середнє квадратичне відхилення зміни прогнозованої величини за період завчасності прогнозу ΔH_i від норми цієї зміни $\bar{\Delta H}$ за формулою (3.5)

$$\sigma_{\Delta} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta H_i - \bar{\Delta H})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n 11699}{30}} = 20 \text{ см.}$$

4) За допустиму похибку $\delta_{\text{дон}}$ приймається за виразом (3.4)

$$\delta_{\text{дон}} = \pm 0.674 \cdot \sigma_{\Delta} = \pm 14 \text{ см.}$$

5) Формулюється висновок.

Таблиця 3.8 – Щоденні рівні води на р.Дністер - м. Заліщики, 1976 р.

Число місяця	Щоденні рівні води, см			
	Червень	Липень	Серпень	Вересень
1	113	7	49	-18
2	208	3	22	-20
3	202	0	14	-11
4	158	-4	54	-13
5	288	-6	62	-12
6	344	-6	24	0
7	250	-8	58	73
8	180	-14	126	142
9	135	-15	79	92
10	101	-11	53	50
11	80	-4	36	36
12	66	8	24	22
13	50	18	17	12
14	48	55	10	8
15	46	46	6	5
16	50	36	6	0
17	55	30	6	-2
18	134	18	10	38
19	122	8	6	87
20	94	3	24	299
21	73	-4	22	396
22	58	-8	14	306
23	47	-5	6	228
24	42	5	16	162
25	38	6	17	130
26	28	39	9	103
27	21	36	2	86
28	18	32	-4	70
29	14	24	-6	56
30	11	8	-10	48
31		44	-13	

Таблиця 3.9 – Розрахунок допустимої похибки при короткострокових прогнозах щоденних рівнів води р.Дністер – м.Заліщики, 1976 р.
(при завчасності прогнозу 2 доби)

Дата t	$(H_{07})_t$, см	Дата $t+2$	$(H_{07})_{t+2}$, см	ΔH_i , см	$\Delta H_i - \bar{\Delta H}$	$(\Delta H_i - \bar{\Delta H})^2$
01.07	7	03.07	0	-7	-9	81
02. 07	3	04. 07	-4	-7	-9	81
03. 07	0	05. 07	-6	-6	-8	64
04. 07	-4	06. 07	-6	-2	-4	16
05. 07	-6	07. 07	-8	-2	-4	16
06. 07	-6	08. 07	-14	-8	-10	100
07. 07	-8	09. 07	-15	-7	-9	81
08. 07	-14	10. 07	-11	3	1	1
09. 07	-15	11. 07	-4	11	9	81
10. 07	-11	12. 07	8	19	17	289
11. 07	-4	13. 07	18	22	20	400
12. 07	8	14. 07	55	47	45	2025
13. 07	18	15. 07	46	28	26	676
14. 07	55	16. 07	36	-19	-21	441
15. 07	46	17. 07	30	-16	-18	324
16. 07	36	18. 07	18	-18	-20	400
17. 07	30	19. 07	8	-22	-24	576
18. 07	18	20. 07	3	-15	-17	289
19. 07	8	21. 07	-4	-12	-14	196
20. 07	3	22. 07	-8	-11	-13	169
21. 07	-4	23. 07	-5	-1	-3	9
22. 07	-8	24. 07	5	13	11	121
23. 07	-5	25. 07	6	11	9	81
24. 07	5	26. 07	39	34	32	1024
25. 07	6	27. 07	36	30	28	784
26. 07	39	28. 07	32	-7	-9	81
27. 07	36	29. 07	24	-12	-14	196
28. 07	32	30. 07	8	-24	-26	676
29. 07	24	31. 07	44	20	18	324
30. 07	8	01.08	49	41	39	1521
31. 07	44	02.08	22	-22	-24	576

$$\bar{\Delta H} = 2 \text{ см}$$

$$\Sigma (\Delta H_i - \bar{\Delta H})^2 = 11699$$

Література

1. [1] С. 25-27, 28-31
2. [2] С. 7-17
3. [6] С. 37-43
4. [12] С.18-20
5. [36] С. 8-19

Перелік контрольних запитань до практичних завдань

1. Що називається завчасністю гідрологічного прогнозу?
2. Як поділяються гідрологічні прогнози за завчасністю?
3. Що таке допустима похибка прогнозу водного режиму річок?
4. Як визначається допустима похибка для різних за завчасністю прогнозів?

4 ПОШУК ОПТИМАЛЬНОГО ГОСПОДАРСЬКОГО РІШЕННЯ НА ОСНОВІ НОРМАТИВНОЇ І ПРОГНОСТИЧНОЇ ГІДРОЛОГІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

4.1 Поняття про "втрати"

Способи вибору вигідного рішення в умовах невизначеності відносно майбутнього стану природного середовища, з якою пов'язана господарська діяльність, виконуються на базі численного розділу математики – теорії гри. Для оптимізації господарської діяльності на основі інформації про стан атмосфери і гідросфери найбільш доцільне використання одного із часткових методів теорії гри – методу статистичних рішень, при урахуванні випадковості природних процесів. Відомо, що гідрологічні величини можуть бути адекватно задані деяким набором статистичних характеристик. При цьому емпіричні криві забезпеченості досить близько співпадають із параметрами теоретичних розподілів. На режим водного об'єкту має вплив більшість факторів, які включають до себе елементи випадковості. Звідси – широке використання статистичних методів у гідрології [1,2,8-10, 13,40 та ін.].

Звернення водокористувачів до теорії статистичних рішень під час вибору стратегії на основі гідрологічної інформації є необхідною умовою об'єктивної оцінки комплексу природних і економічних факторів, які визначають вигідний спосіб господарювання.

Складність вивчення даного розділу викликана новизною проблеми для гідрометеорологів. Читання спеціальної літератури ускладнюється відмінностями в позначеннях та термінології.

В цьому навчальному посібнику дано короткий опис схем приблизного рішення оптимізаційних задач при господарському водокористуванні споживачів.

Припустимо на основі інформації про гідрологічну величину Y приймається господарське рішення L , до того ж кожне k -те рішення l_k безумовно пов'язане з деяким цілком визначеним набором дій.

В результаті виконання зазначених дій споживач отримує деяку **корисність** Θ , яка виражається у вигляді деякого прибутку (вироблення електроенергії, перевезених вантажів та інше), які мають визначений грошовий еквівалент.

Розділимо увесь діапазон зміни величини Y на декілька рівних інтервалів, тоді y_j – є середнім значенням j -го інтервалу ($y_j \pm \Delta y$), де Δy – половина різниці найбільшого і найменшого значень в кожному інтервалі. Із більшості значень можливих рішень L беремо в розрахунок кінцеве число рішень l_k , яке кількісно співпадає з деякими конкретними реалізаціями величини Y , тобто із значеннями деякої величини y_h . Недоцільно ототожнювати деталізацію і діапазони змінювання величин Y і L . Рішення L завжди є приблизною оцінкою явища Y . Крім того, з попереджувальною метою, рішення належать частіше всього до будь-якої визначеної частини діапазону величини Y .

Очевидно, якщо в процесі господарської діяльності приймається рішення l_k , яке збігається із здійсненням значенням гідрологічної величини y_h , тобто $l_k = y_h$, то корисність такого рішення буде найвищою з $\theta(y_h)$. Якщо рівняння $l_k \neq y_h$ – не виконуються, корисність такого рішення $\theta(y_h, l_k)$ завжди знижена через невідповідність узятих в розрахунок (прогноз) та реально здійснених гідрологічних явищ. В першому випадку прийняте рішення називається – **ідеальним**, в другому – **безпідставним (довільним)**. Отже, в результаті помилки рішення ($l_k - y_h$) виникає зниження корисності. Таке зниження корисності господарського рішення називається **втратами** і визначається за формулою:

$$R(y_h, l_k) = \theta(y_h) - \theta(y_h, l_k). \quad (4.1)$$

Частіше розрахунок втрат утруднений відсутністю у водокористувача чіткого зв'язку рішень та дій. Споживач найчастіше намагається уникнути значних прорахунків у випадку помилкової оцінки майбутніх умов.

Такий спосіб господарювання, який базується на досвіді та інтуїції, іноді приводить до задовільних результатів, але страждає суб'єктивізмом.

4.2 Функції втрат. Властивості функцій втрат

Згідно до (4.1) втрати задані комбінацією значень гідрологічної величини y_h і рішення l_k . В одному і тому ж рішенні l_k може бути реалізовано скільки завгодно значень гідрологічної величини Y . Так само одному значенню гідрологічної величини y_h може відповідати більшість рішень L . Таким чином мова йде про функцію втрат $R(y, l)$, яка описує економічні наслідки різноманітних комбінацій рішення L , та здійсненого значення величини Y .

Функції втрат мають самий різноманітний вигляд, частіше всього це залежності із різко неоднаковим темпом втрат в різних частинах діапазонів варіації величини Y та різниці $(Y-L)$. Конкретний вид функції втрат в аналогічному вигляді залежить від особливостей виробничого процесу або іншого виду господарської діяльності, впливу на них гідрометеорологічних факторів і може бути достатньо складним.

Іноді для наближеної оцінки явищ в деякому, порівняно вузькому інтервалі, змінювання величини Y і $(Y-L)$ застосовується лінійна схематизація функції втрат у вигляді

$$R(y, l) = \begin{cases} K_1(y - l), & \text{якщо } (y - l) > 0; \\ K_2(l - y), & \text{якщо } (y - l) < 0. \end{cases} \quad (4.2)$$

Квадратичний вид функції втрат має вигляд

$$R(y, l) = \begin{cases} B_1(y - l)^2, & \text{якщо } (y - l) > 0; \\ B_2(l - y)^2, & \text{якщо } (y - l) < 0. \end{cases} \quad (4.3)$$

Коефіцієнти K_1 , K_2 , B_1 , B_2 – мають різну розмірність, яка дозволяє перейти від гідрологічних показників до інформації економічного характеру.

При значному діапазоні варіації величини Y виникає необхідність отримання деякого набору пар коефіцієнтів K_1 і K_2 , які використовуються для розрахунку втрат $R(y_h, l_k)$ в тому або іншому інтервалі j . Необхідність обчислення більшої кількості пар $K_{1,j}$ і $K_{2,j}$ заважає виникненню функції (4.2)-(4.3), що приводить до збільшення обсягу попередніх економічних досліджень.

Різка зміна темпу зростання або зниження втрат приблизно характеризує [50] ступеневі і показові функції вигляду:

$$R(y, l) = K\Delta^n; \quad (4.4)$$

$$R(y, l) = K\Delta, \quad (4.5)$$

де $\Delta = |y - l|$, тобто Δ – конкретна похибка рішення L .

Необхідно відзначити, що ризик застосування апроксимації (4.4) і (4.5) без достатньої основи, особливо великий, якщо дані рівняння використовуються з екстраполяційною метою.

В ряді випадків застосовується логарифмічна схематизація функції втрат, що відбувається за формулою

$$R(y, l) = K \lg \Delta. \quad (4.6)$$

Очевидно, що в загальному випадку залежності (4.4)-(4.6) застосовуються лише з використанням набору коефіцієнтів K_j , що враховують особливості змінювання втрат $R(y_h, l_k)$ в конкретному j -ому інтервалі діапазону варіації величини Y .

Розглянуті залежності не описують усіх варіантів, що зустрічаються на практиці. Наприклад, можливі умови, коли з'являються лінійні і квадратичні залежності функції втрат із ненульовим пороговим рівнем, лінійно-квадратичні втрати і інші [31].

Втрати споживача, як правило, не однакові через помилки рішень, рівних за абсолютним значенням, але різних за знаками.

Так, при вирішуванні питань про можливість перевищення відмітки гребеня захисної дамби рівнем води $H_{сгя}=320$ см, наслідки господарських рішень при $l_1=300$ см та $l_2=360$ см (при спостереженому рівні $H=330$ см) непорівнянні, хоча в обох випадках абсолютна похибка складає $|y-l|=30$ см. Господарське рішення l_1 можливо тлумачити як відмову споживача від виконання всього комплексу захисних заходів (наприклад, підсипки ґрунту до вказаних небезпечних відміток дамби); отже при $H=330$ см затоплення об'єкта неминуче, що відповідає значним втратам R_{H,l_1} . При господарському рішенні l_2 виконується комплекс захисних заходів у відповідності до можливого підняття рівнів води до $H=360$ см. При рішенні l_2 споживачем виконуються захисні роботи, які призводять до надмірних економічних втрат R_{H,l_2} . Вони можуть бути суттєвими тому, що вжиті надмірні захисні заходи ($H < l_2$), однак немає сумніву, що $R_{H,l_1} \gg R_{H,l_2}$.

Функції втрат, які виникають в результаті похибки прийнятого рішення про захист від затоплювання промислових об'єктів, населених пун-

ктів та інше, є залежностями із чітко вираженою властивістю асиметрії. В загальному випадку **симетричність функції втрат** – це незалежність її від знаку як помилки рішення, так і відхилення фактичного значення y від його норми ($\bar{y}$).

У випадку, коли функція втрат симетрична, виконується умова

$$R(y-l, y-\bar{y}) = R(|y-l|, |y-\bar{y}|). \quad (4.7)$$

Наприклад, залежності (4.2)-(4.3) симетричні у випадку $K=K_1=K_2$ або $B=B_1=B_2$. Функції втрат (4.4-4.6) симетричні, оскільки при розрахунках береться абсолютна величина похибки $\Delta=|y-l|$.

Другою важливою властивістю функції втрат є різницевість цих залежностей. **Різницевість функції втрат** – це незалежність втрат від величини аномалії фактичної величини y , тобто її відхилення від норми або середньобагаторічного значення ($y-\bar{y}$).

Функція відмінна, якщо виконується рівність

$$R(y-l, y-\bar{y}) = R(y-l). \quad (4.8)$$

Симетричні і асиметричні функції втрат можуть бути як різницеви-ми, так і не різницеви-ми. Наприклад, при виконанні умови

$$R(y-l, y-\bar{y}) = R|y-l| \quad (4.9)$$

функція симетрична і різницева.

Необхідно відзначити, що реальні функції втрат, як правило, не мають властивостей симетричності та різницевості, але у тих випадках, коли попередні розрахунки вказують на виконання рівнянь (4.7) або (4.8), обсяг гідролого-економічних розрахунків для виявлення виду залежності $R(y,l)$ можна скоротити тому, що зникає необхідність оцінки економічних наслідків похибок рішення обох знаків.

Встановлений факт різницевості функції $R(y,l)$ припускає повну відмову від врахування впливу аномалії величини Y і суттєво знижує трудомісткість визначення параметрів розрахункового рівняння. Необхідно також підкреслити, що при досягненні деяких критичних значень величини Y і різниці $(Y-L)$ функція втрат може набувати властивості, які не характерні для більшої частини діапазонів Y і $(Y-L)$.

Викладені в цьому розділі відомості дають лише деякі уявлення про функції втрат та їх властивостей. Чітке знання властивостей будь-якої з цих функцій суттєво скорочує обсяг гідролого-економічних розрахунків при прийнятті найбільш вигідного господарського рішення.

4.3 Матриця втрат

Ймовірність прийняття ідеального господарського рішення дуже мала і максимум корисності $\theta(y_j)$ в кожному окремому випадку практично недосяжний. Процес прийняття найбільш вигідного економічного рішення називається **оптимізацією**, а знайдене рішення – **оптимальним**. В однакових обставинах оптимізація приводить до неоднакових рішень в залежності від прийнятого критерію.

Реальні функції втрат $R(y, l)$ в аналітичній формі представити надзвичайно важко. Доволі часто можливі умови, коли при однієї і тієї ж різниці $|y - l|$ втрати відрізняються в залежності від значень величини y . В той же час, пошук найбільш оптимального господарського рішення вимагає попередньої оцінки втрат при здійсненні комбінацій “рішення (l_k) – фактичне значення (y_j)”. При цьому c – кількість розглянутих господарських рішень, d – число розривних діапазонів варіації величини Y , причому y_j – середньоінтервальне значення гідрологічної величини. Такі таблиці називають **матрицями втрат** $R = || R(y_j, l_k) ||$.

Для прикладуведемо найпростішу із подібних матриць (табл.4.1). Розіб'ємо діапазон варіації гідрологічної величини Y на d інтервалів та приймемо в розрахунок c господарських рішень. В цьому випадку необхідно виконати cd комбінацій гідролого-економічних розрахунків (в наведеному прикладі $d=4$, $c=4$).

В табл. 4.1 "діагональні" значення втрат R_{11} , R_{22} , R_{33} , R_{44} дорівнюють нулю, тому що відповідають комбінаціям, які характеризують співвідношення рішень та реалізованих значень Y (ідеальні рішення). Решта втрат $R(y_j, l_k) > 0$.

Таблиця 4.1 – Загальний аналітичний вигляд матриці втрат

$$R = || R(y_j, l_k) || \text{ (при } d=4, c=4 \text{)}$$

l_k	y_j			
	y_1	y_2	y_3	y_4
l_1	R_{11}	R_{21}	R_{31}	R_{41}
l_2	R_{12}	R_{22}	R_{32}	R_{42}
l_3	R_{13}	R_{23}	R_{33}	R_{43}
l_4	R_{14}	R_{24}	R_{34}	R_{44}

Платіжна матриця втрат – це таблиця економічних втрат, які виникають в результаті невідповідності між узятими в розрахунок і фактичними характеристиками гідрологічного явища або процесу. В платіжних

матрицях втрат величини кожного із інтервалів за шкалою рішень l та значень гідрологічної величини y однакові і дорівнюють $2\Delta y$; в протилежному випадку неможливо однозначно оцінити, чи відповідало рішення l_k здійсненому значенню y_j , а також – наскільки велика була помилка рішення $y_j - l_k$.

Матричний спосіб вираження функції втрат потребує виконання відносно невеликого обсягу гідролого-економічних розрахунків. Основний недолік матричного підходу полягає в тому, що безперервна функція втрат $R(y, l)$ виражається у дискретній формі. Отже, результат оптимізаційного розрахунку залежить від кількості розглянутих при складанні матриці комбінацій cd .

4.4 Матриця умовних ймовірностей

Платіжна матриця втрат дозволяє знайти оптимальне рішення тільки при сумісному розгляді її з матрицями ймовірностей подання величини Y в кожний із інтервалів, на які розбитий діапазон варіації цієї величини (див. табл.4.1). Якщо мова йде про оптимізаційні розрахунки на основі прогностичної інформації, то ймовірність подання в кожний із інтервалів носить умовний характер тому, що дозволяє оцінити гідрологічне явище лише в межах конкретного випуску прогнозу.

Матриця умовних ймовірностей – це таблиця ймовірностей реалізації деякого гідрологічного явища або процесу з урахуванням різноманітних початкових умов.

Позначимо матрицю умовних ймовірностей як

$$p = \|p((y_j \pm \Delta y) | y'_i)\|, \quad (4.10)$$

де Δy – половина інтервалу.

Для наближеної оцінки явищ або процесів в ряді випадків достатньо розбити на три інтервали увесь діапазон змінювання прогностичної величини Y , яка може бути отримана за допомогою даного методу прогнозування (більше за норму, близько до норми або менше за норму). При розділенні діапазону величини Y на п'ять інтервалів ($d=5$) та подання прогностичної інформації в діапазоні трьох інтервалів, матриця умовних ймовірностей матиме вигляд, наведений в табл.4.2.

Таблиця 4.2 – Матриця умовних ймовірностей $p = \|p((y_j \pm \Delta y) | y'_i)\|$

y'_i	y_i				
	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5
y'_1	p_{11}	p_{12}	p_{13}		
y'_2		p_{22}	p_{23}	p_{24}	
y'_3			p_{33}	p_{34}	p_{35}

При випуску прогнозу гідрологічної величини або явища y'_1 , тобто в умовах попереднього обчислювання підвищення водності, ймовірності реалізації значень y_4 і y_5 не значні і в практичних розрахунках можуть дорівнювати нулю, тоді і $p_{14} \approx 0$, $p_{15} \approx 0$. Незначними також будуть ймовірності здійснення значень гідрологічних величин y_1 і y_5 під час прогнозу середньої водності y'_2 та значень y_1 і y_2 під час прогнозу зниженої водності – y'_3 .

Розрахунок умовних ймовірностей можна виконати графічно із використанням умовної кривої забезпеченості. Однак в більшості випадків використовують одну функцію (закон розподілу) як апроксимацію розподілу похибок прогнозів. Якщо похибки прогнозування описуються нормальним законом розподілу, умовна ймовірність попадання гідрологічної величини Y в j -й інтервал дорівнює

$$p((y_j \pm \Delta y) | y'_i) = \frac{\Phi\left(\frac{y_j + \Delta y - y'_i}{S_{y_i}}\right) - \Phi\left(\frac{y_j - \Delta y - y'_i}{S_{y_i}}\right)}{\Phi\left(\frac{y_{\max} - y'_i}{S_{y_i}}\right) - \Phi\left(\frac{y_{\min} - y'_i}{S_{y_i}}\right)}, \quad (4.11)$$

де $\Phi(\dots)$ – позначення інтеграла Гауса;

S_{y_i} – середньоквадратична похибка прогнозування в умовах випуску i -го прогнозу;

$y_{\max}$ і $y_{\min}$ – максимальне і мінімальне значення гідрологічної величини, що прийняті для практичних розрахунків як крайові межі варіації величини Y .

Знаменник виразу (4.11) показує ймовірність попадання в інтервал від $y_{\min}$ до $y_{\max}$ при умовній нормі y'_i .

$$\text{Перерахунок ймовірностей} \quad P = \Phi\left(\frac{y_j + \Delta y - y'_i}{S_{y_i}}\right) - \Phi\left(\frac{y_j - \Delta y - y'_i}{S_{y_i}}\right)$$

необхідний у зв'язку з тим, що матричний варіант виконання оптимізаційних розрахунків передбачає, як правило, заміну повного розподілу ймовірностей зрізаним розподілом.

4.5 Критерії оптимізації господарських рішень

Розглянемо деякі критерії, які використовуються в сучасній практиці при оптимізації господарських рішень на основі гідрологічної інформації.

Критерій мінімакса – це критерій, який обґрунтовує вибір рішення, мінімізуючи максимальні втрати. «Мінімакський» критерій потребує прийняття крайніх заходів по безумовному запобіганню несприятливого впливу особливо небезпечного природного явища, незалежно від початкових умов. Даний критерій, який обумовлює достатньо радикальну позицію споживача, використовується в тих випадках, коли невідома умовна ймовірність здійснення стихійного гідрологічного явища (СГЯ) або розрахунок такої ймовірності виконується з похибками, що призводять інформативність отриманої оцінки настання СГЯ практично до нуля.

Байєсова стратегія. *Стратегія*, на відмінну від *рішення*, – не одноразовий захід, а принцип (алгоритм дії), який споживач використовує при прийнятті господарських рішень на протязі достатньо тривалого процесу господарювання [47]. Стратегія називається *чистою*, якщо будь-якій заданій ситуації відповідає тільки одна із дій. *Змішані* або *рандомізовані* стратегії передбачають прийняття рішень у вигляді стохастичної процедури, яка є випадковим вибором дій із деякої їх сукупності відповідно заданому розподілу ймовірностей [31]. Часто змішана стратегія зводиться до одночасного здійснення декількох дій у пропорціях, рівних відповідним ймовірностям.

Байєсова стратегія зводиться до мінімізації середніх статистичних втрат, тобто

$$\bar{R}(l_0) = \min_{<1>} \bar{R}(l), \quad (4.12)$$

де $\min_{<1>} \bar{R}(l)$ – мінімальне значення середньостатистичних втрат, обчислених за умови прийняття усіх можливих господарських рішень;

l_0 – оптимальне господарське рішення.

Критерій мінімальної дисперсії втрат. Господарська стратегія, використовуючи цей критерій при оптимізації господарського рішення, є

більш обережною тому, що споживач знаходить рішення, яке перешкоджає перш за все виникненню значних втрат. В загальному вигляді критерій мінімальної дисперсії втрат має вигляд

$$D(l_0) = \min_{\langle l \rangle} D(l). \quad (4.13)$$

Невеликі втрати враховуються у формулі (4.13) із суттєво меншими ваговими коефіцієнтами.

Критерій мінімальної ймовірності найбільш великих втрат. Даний критерій є найбільш обережною стратегією, що дозволяє запобігти дуже приблизних розрахунків і представляється у вигляді

$$p(l_0)(\bar{R} > R') = \min_{\langle l \rangle} p(l)(\bar{R} > R'), \quad (4.14)$$

де $\min_{\langle l \rangle} p(l)(\bar{R} > R')$ – мінімальна ймовірність реалізації середньостатистичних втрат, що перевищує заданий рівень втрат R' .

Необхідно відмітити, що оптимізація може здійснюватися не тільки в напрямку мінімізації втрат, але й в напрямку, наприклад, максимізації виграшу G [47].

Застосування критерію (4.12) передбачає обчислення середніх (ймовірних) втрат при всіх рішеннях l_k . Розрахунок таких втрат аналогічний розрахунку норми гідрологічної величини

$$\bar{y} = \int_{y_{\min}}^{y_{\max}} y f(y) dy, \quad (4.15)$$

де $f(y)$ – функція розподілу ймовірностей реалізації різноманітних значень гідрологічної величини Y .

У випадку, коли розподіл гідрологічної величини Y належить до нормального закону, функція $f(y)$ має вигляд

$$f(y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_y} e^{-\frac{(y-\bar{y})^2}{2\sigma_y^2}}. \quad (4.16)$$

Середні статистичні втрати $\bar{R}(l_k)$ визначаються за схемою аналогічною до (4.15) із заміною значень y конкретними реалізаціями втрат при

рішенні l_k та здійсненні різноманітних змін значень y від $y_{\min}$ до $y_{\max}$ y вигляді

$$\bar{R}(l_k) = \int_{y_{\min}}^{y_{\max}} R(y, l_k) f(y) dy. \quad (4.17)$$

Величина середніх (ймовірних) втрат $R(l)$ в свою чергу є функцією та змінюється із зміною рішення L . Найменше значення середня втрата $R(l_k)$ набуває при оптимальному рішенні $l_k = l_0$. Рішення називається **оптимальним**, якщо в умовах більшості можливих результатів воно приводить до найменших (ймовірних) економічних втрат споживача.

При оптимальному рішенні похідна функції $\bar{R}(l)$ дорівнює нулю

$$\left. \frac{d\bar{R}}{dl} \right|_{l=l_0} = 0. \quad (4.18)$$

Байєсова стратегія, а саме цьому критерію відповідають вирази (4.17) і (4.18), широко використовується при виконанні гідролого-економічних розрахунків при оптимізації господарських рішень. Так, графічний спосіб виявлення гідрологічних залежностей, заснований на мінімізації суми відхилень від середньостатистичної лінії зв'язку, в цілому відповідає умовам Байєсової стратегії. Кожне таке відхилення є своєрідною втратою, а саме полягає в похибках результатів прогнозів відносно встановленої закономірності. Наприклад, рішенням L при лінійній залежності $y = \alpha x + b$ є кут нахилу лінії зв'язку, що проходить через точку $y = \bar{y}$, $x = \bar{x}$. При оптимальному куті нахилу $\alpha = \alpha_0$ суми відхилень двох знаків мінімальні і при достатньо великому наборі даних дорівнюють один одному за абсолютним значенням, а середнє абсолютне відхилення $R(\alpha_0) = \min_{<\alpha>} \bar{R} < \alpha$.

4.6 Оптимізаційний розрахунок в матричній формі

Загальна схема оптимізаційного розрахунку на основі прогностичної інформації залишається незмінною і відповідає, в залежності від прийнятого критерію, схемі обчислення (4.17)-(4.18). Відмінність полягає лише в тому, що функція розподілу $f(y)$ замінюється умовним розподілом ймовірностей $\varphi(y | y'_i)$. В межах Байєсової стратегії середньостатистичні втрати при рішенні l_k та прогнозі y'_i , складають

$$\bar{R}(y'_i, l_k) = \int_{y_{\min}}^{y_{\max}} R(y, l_k) \varphi(y | y'_i) dy. \quad (4.19)$$

В матричній формі розрахунок середньостатистичних втрат аналогічний за (4.19) і виконується за схемою

$$\bar{R}(y'_i, l_k) = \sum_{j=1}^{j=d} p((y_j \pm \Delta y) | y'_i) R(y_j, l_k). \quad (4.20)$$

Оптимальним є рішення $l_k = l_{k_0}$, при якому втрати, обчислені за формулою (4.20), є найменшими

$$\bar{R}(y'_i, l_{k_0}) = \min_{<k>} \bar{R}(y'_i, l_k). \quad (4.21)$$

Для побудови загальної стратегії господарювання, на основі прогнозів гідрологічної величини Y і виявленої функції втрат $\bar{R}(y'_i, l_k)$ в доповнення до табл. 4.1 і 4.2 складається **матриця стратегій** [13,15].

Припустимо, оптимізаційні розрахунки показали, що $l_{k_0} = y'_i - 2\Delta y$ (за умови, що діапазони варіації величин Y , Y' , L розбиті на однакові інтервали, тобто $\Delta y = \Delta y' = \Delta l$). Споживачу, діяльність якого описана функцією втрат $\bar{R}(y'_i, l_k)$, вигідно призначити режим роботи об'єкту виходячи із значення l_{k_0} , меншого ніж передбачено прогнозом y'_i . Якщо $y'_1 = l_1$, $y'_2 = l_2$, $y'_3 = l_3$, тоді матриця стратегій представляється у вигляді табл. 4.3. Значення середніх втрат $\bar{R}_{10}$, $\bar{R}_{20}$ і $\bar{R}_{30}$ – найменші в кожному рядку таблиці стратегій і визначають оптимальне господарське рішення l_{k_0} при прогнозі y'_i .

Таблиця 4.3 – Матриця стратегій (середніх втрат) $\bar{R}(y'_i, l_k)$

y'_i	l_k			
	l_1	l_2	l_3	l_4
y'_1	$\bar{R}_{11}$	$\bar{R}_{10}$	$\bar{R}_{13}$	$\bar{R}_{14}$
y'_2	$\bar{R}_{21}$	$\bar{R}_{22}$	$\bar{R}_{20}$	$\bar{R}_{24}$
y'_3	$\bar{R}_{31}$	$\bar{R}_{32}$	$\bar{R}_{33}$	$\bar{R}_{30}$

Ці втрати, за умови використання конкретного методу прогнозування і збереження техніко-економічних показників споживача, слід визнати неминучими у середньостатистичному розумінні.

Розрахунок середніх (ймовірних) втрат за період оптимального використання прогностичної інформації $\bar{R}(l_0)$ виконується за формулою

$$\bar{R}(l_0) = \sum_i p(y'_i \pm \Delta y) \bar{R}(y'_i, l_{k_0}), \quad (4.22)$$

$p(y'_i \pm \Delta y)$ - елементи матриці ймовірностей випуску прогнозу (табл.4.4);

l_0 - оптимальне рішення при використанні прогностичної інформації.

Таблиця 4.4 – Матриця ймовірностей випуску прогнозу

$$p = p(y'_i \pm \Delta y)$$

y'_i	y'_1	y'_2	y'_3
$p(y'_i \pm \Delta y)$	p_1	p_2	p_3

Оптимізація господарського рішення на основі режимних узагальнень або нормативної гідрологічної інформації виконується аналогічно.

Платіжна матриця втрат в цьому випадку має той же вигляд, що й наведений в табл. 4.1. Відмінність полягає в тому, що в залежності від поставленої задачі, рішення l_k можуть не включати весь діапазон варіацій гідрологічних величин Y , обмежуючи споживача певними межами, наприклад, витратами (рівнями) води рідкої ймовірності повторюваності у багаторічному розрізі, що становлять загрозу затоплення населених пунктів або господарських об'єктів.

Основним гідрологічним матеріалом оптимізаційного розрахунку за даними режимного характеру є **матриця безумовних (багаторічних) ймовірностей** $p' = \|p(y_j \pm \Delta y)\|$ (табл.4.5).

Припустимо, проведений розрахунок середніх (ймовірних) втрат на основі інформації про функції втрат (табл.4.1) та багаторічних ймовірностей господарювання при попаданні гідрологічної величини Y в той чи інший інтервал (табл. 4.5) за формулою вигляду

$$\bar{R}(l_k) = \sum_{j=1}^d p(y_j \pm \Delta y) R(y_j, l_k). \quad (4.23)$$

Таблиця 4.5 – Матриця безумовних ймовірностей $p' = \|p(y_j \pm \Delta y)\|$ при розбитті діапазону варіації величини Y на $d=4$ інтервалів

y_j	y_1	y_2	y_3	y_4
$p(y_j \pm \Delta y)$	p'_1	p'_2	p'_3	p'_4

Так, наприклад, якщо $y_2 = \bar{y}$ і рішення $l_3 = \bar{y}$, то середньостатистичні втрати $\bar{R}(l_3)$ дорівнюють

$$\bar{R}(l_3) = \sum_{j=1}^4 p(y_j \pm \Delta y) R(y_j, l_3) = p'_1 R_{13} + p'_2 R_{23} + p'_3 R_{33} + p'_4 R_{43}. \quad (4.24)$$

Аналогічно до (4.24) обчислюються втрати $\bar{R}(l_1)$, $\bar{R}(l_2)$, $\bar{R}(l_4)$.

Тільки в конкретному випадку, при симетричності функції $R(y, l)$, із чотирьох розрахованих значень $\bar{R}(l_k)$ мінімальними будуть втрати $\bar{R}(l_3) = \bar{R}(l^*)$.

Втрати $\bar{R}(l^*)$ характеризують, наприклад, середній багаторічний рівень збитку в результаті помилок рішення L . Оцінка таких втрат дуже важлива тому, що є показником найбільш сприятливої за економічним ефектом стратегії споживача без врахування прогностичної інформації. Використання гідрологічних прогнозів припускає значне зниження середньостатистичних втрат споживача порівняно із $\bar{R}(l^*)$.

Розрахунок зниження середньостатистичних втрат за рахунок оптимального використання прогностичної інформації виконується за формулою

$$\Delta \bar{R}(l_0) = [\bar{R}(l^*) - \bar{R}(l_0)]. \quad (4.25)$$

В нашому прикладі при використанні стратегії Байєса оптимальним буде господарське рішення $l_0 = l_k$, при якому виконується рівність

$$\bar{R}(l_0) = \min_{<k>} \bar{R}(l_k). \quad (4.26)$$

Таким чином, використання гідрологічних прогнозів припускає значне зниження середньостатистичних втрат споживача порівняно із $\bar{R}(l^*)$.

Література

1. [13] С. 34-40, 42-48
2. [14] С. 167-177
3. [15] С. 125-131
4. [27] С. 119-15, 200-215
5. [49] С. 213-227
6. [50] С. 172-265
7. [53] С.111-119. 146-153

Контрольні запитання

1. Що таке ідеальне і довільне (не обґрунтоване і оптимальне) рішення?
2. Дайте визначення термінів «корисність» та «втрати».
3. Дайте визначення наступних властивостей функції втрат: «симетричність» та «відмінність».
4. Які критерії оптимізації господарських рішень використовуються в сучасній практиці ?
5. Чим відрізняються « рішення » і « стратегія » споживача?
6. В яких випадках доцільно мінімізувати середньостатистичні втрати?
7. Чи завжди при виборі господарського рішення береться в розрахунок увесь діапазон змінювання гідрологічної величини?
8. Дайте визначення таких понять: «платіжна матриця втрат», «матриця умовних ймовірностей», «матриця стратегій».

Практичний приклад

Пошук оптимального господарського рішення при використанні нормативної і прогностичної гідрологічної інформації

Завдання: при вирішенні питання про створення насосної станції для забезпечення водопостачання у меженний знайти за Байєсовою стратегією оптимальне господарське рішення l_{k_0} для кожної прогностичної величини Y'_i і оцінити середні втрати за період використання прогностичної інформації $\bar{R}(l_0)$. При цьому втрати $\bar{R}(l_0)$ порівнюються із середніми втратами при постійній орієнтації на норму гідрологічної величини $(\bar{Y}) - \bar{R}(l^*)$.

Вихідні дані: при плануванні режиму наповнення водосховища на основі даних про корисний приплив до нього дано:

- платіжна матриця втрат $R = \| R(y_j, l_k) \|$;

- матриця умовних ймовірностей $p = \|p((y_j \pm \Delta y) | y'_i)\|$;
- матриця безумовних ймовірностей $p' = \|p(y_j \pm \Delta y)\|$;
- матриця ймовірностей випуску прогнозу гідрологічної величини $p = p(y'_i \pm \Delta y)$.

Вихідні дані наведені у табл. 4.6-4.9, де $Y = W$ – об’єм корисного припливу води у водосховище (млн. м³); причому $l_2 = Y_3 = \bar{Y}$.

Таблиця 4.6 – Платіжна матриця втрат $R = \|R(y_j, l_k)\|$

l_k	Y_i				
	$Y_1=700$	$Y_2=600$	$Y_3=500$	$Y_4=400$	$Y_5=300$
$l_1=600$	2	0	45	89	100
$l_2=500$	10	4	4	60	90
$l_3=400$	15	12	3	0	75
$l_4=300$	25	17	12	4	0

Таблиця 4.7 – Матриця умовних ймовірностей $p = \|p((y_j \pm \Delta y) | y'_i)\|$

Y'_i	Y_j				
	$Y_1=700$	$Y_2=600$	$Y_3=500$	$Y_4=400$	$Y_5=300$
$Y'_1=600$	0,12	0,90	0,20		
$Y'_2=500$		0,20	0,80	0,15	
$Y'_3=400$			0,20	0,85	0,15

Таблиця 4.8 – Матриця безумовних ймовірностей $p' = \|p(y_j \pm \Delta y)\|$

Y_j	700	600	500	400	300
$p(Y_j \pm \Delta Y)$	0,08	0,25	0,40	0,28	0,05

Таблиця 4.9 – Матриця ймовірностей випуску прогнозу $p = p(Y'_i \pm \Delta Y)$

Y'_i	600	500	400
$p = p(Y'_i \pm \Delta Y)$	0,30	0,45	0,37

Послідовність виконання розрахунків

1. Виконується розрахунок ймовірних середніх втрат при кожному з l_k рішень і з урахуванням усіх початкових умов (прогнозованих величин) Y'_i за формулою вигляду [13]:

$$\bar{R}(y'_i, l_k) = \sum_j p((y_j \pm \Delta y) | y'_i) R(y_j, l_k), \quad (4.27)$$

де $p = \|p((y_j \pm \Delta y) | y'_i)\|$ - матриця умовних ймовірностей (таблиця, яка показує ймовірність реалізації будь-якого гідрологічного явища або процесу з урахуванням різних початкових умов).

Послідовність розрахунків ймовірних середніх втрат за формулою (4.27) і даними табл.4.6 і 4.67 наступна:

$$\begin{aligned} \bar{R}(Y'_1, l_1) &= p_{11}R_{11} + p_{12}R_{12} + p_{13}R_{13} + p_{14}R_{14} + p_{15}R_{15}; \\ \bar{R}(Y'_1, l_2) &= p_{11}R_{21} + p_{12}R_{22} + p_{13}R_{23} + p_{14}R_{24} + p_{15}R_{25}; \\ \bar{R}(Y'_1, l_3) &= p_{11}R_{31} + p_{12}R_{32} + p_{13}R_{33} + p_{14}R_{34} + p_{15}R_{35}; \\ \bar{R}(Y'_1, l_4) &= p_{11}R_{41} + p_{12}R_{42} + p_{13}R_{43} + p_{14}R_{44} + p_{15}R_{45}; \\ \bar{R}(Y'_2, l_1) &= p_{21}R_{11} + p_{22}R_{12} + p_{23}R_{13} + p_{24}R_{14} + p_{25}R_{15}; \\ \bar{R}(Y'_2, l_2) &= p_{21}R_{21} + p_{22}R_{22} + p_{23}R_{23} + p_{24}R_{24} + p_{25}R_{25}; \\ \bar{R}(Y'_2, l_3) &= p_{21}R_{31} + p_{22}R_{32} + p_{23}R_{33} + p_{24}R_{34} + p_{25}R_{35}; \\ \bar{R}(Y'_2, l_4) &= p_{21}R_{41} + p_{22}R_{42} + p_{23}R_{43} + p_{24}R_{44} + p_{25}R_{45}; \\ \bar{R}(Y'_3, l_1) &= p_{31}R_{11} + p_{32}R_{12} + p_{33}R_{13} + p_{34}R_{14} + p_{35}R_{15}; \\ \bar{R}(Y'_3, l_2) &= p_{31}R_{21} + p_{32}R_{22} + p_{33}R_{23} + p_{34}R_{24} + p_{35}R_{25}; \\ \bar{R}(Y'_3, l_3) &= p_{31}R_{31} + p_{32}R_{32} + p_{33}R_{33} + p_{34}R_{34} + p_{35}R_{35}; \\ \bar{R}(Y'_3, l_4) &= p_{31}R_{41} + p_{32}R_{42} + p_{33}R_{43} + p_{34}R_{44} + p_{35}R_{45}. \end{aligned}$$

Результати розрахунків середніх втрат $\bar{R}(y'_i, l_k)$ зводяться до матриці стратегій (табл.4.10).

Таблиця 4.10 – Матриця стратегій $\bar{R}(y'_i, l_k)$

Y'_i	l_k			
	l_1	l_2	l_3	l_4
Y'_1	$\bar{R}_{11}=9,2$	$\bar{R}_{10} = \mathbf{5,6}$	$\bar{R}_{13}=13,2$	$\bar{R}_{14}=20,7$
Y'_2	$\bar{R}_{21}=49,4$	$\bar{R}_{22}=13,0$	$\bar{R}_{20} = \mathbf{4,8}$	$\bar{R}_{24}=13,6$
Y'_3	$\bar{R}_{31}=99,7$	$\bar{R}_{32}=65,3$	$\bar{R}_{33}=11,9$	$\bar{R}_{30} = \mathbf{5,8}$

Мінімальне значення втрат типу $\min \bar{R}(y'_i, l_k)$ вказує на те, що в i -их умовах використання прогносної гідрологічної величини Y'_i прийняте оптимальне рішення $l_k = l_{k_0}$, тобто

$$\bar{R}(y'_i, l_{k_0}) = \min_{<k>} \bar{R}(y'_i, l_k). \quad (4.28)$$

2. Розраховуються середні (ймовірні) втрати за період оптимального використання прогностичної інформації за формулою

$$\bar{R}(l_0) = \sum_i p(y'_i \pm \Delta y) \bar{R}(y'_i, l_{k_0}), \quad (4.29)$$

де l_{k_0} - оптимальне господарське рішення при прогнозі y'_i ,

Розрахунок ймовірних середніх втрат за період оптимального використання прогностичної інформації ведеться за формулою (4.29) і даними табл.4.9 і 4.10 наступним чином

$$\bar{R}(l_0) = p_1 \bar{R}_{10} + p_2 \bar{R}_{20} + p_3 \bar{R}_{30} = 5,99 \text{ тис.грн.}$$

3. Визначаються середні (в ймовірному значенні) втрати при постійному орієнтуванні на норму гідрологічної величини ($l^* = \bar{Y}$) за схемою

$$\bar{R}(l^*) = \sum_j p(y_j \pm \Delta y) R(y_j, l^*). \quad (4.30)$$

Розрахунок середніх втрат споживача при використанні норми гідрологічної величини ведеться за формулою (4.30) та даними табл.4.8 і табл.4.6 (при $l^* = l_2 = Y_3 = \bar{Y}$) у вигляді

$$\bar{R}(l_2) = \sum_{j=1}^5 p(y_j \pm \Delta y) R(y_j, l_2) = p'_1 R_{12} + p'_2 R_{22} + p'_3 R_{32} + p'_4 R_{42} + p'_5 R_{52}.$$

В даному прикладі $\bar{R}(l_2) = \bar{R}(l^*) = 24,7$ тис.грн.

4. Виконується розрахунок зниження середніх втрат за рахунок оптимального використання прогностичної інформації за формулою

$$\Delta \bar{R}(l_0) = [\bar{R}(l^*) - \bar{R}(l_0)]. \quad (4.31)$$

За результатами попередніх розрахунків за формулою (4.31) отримується величина зниження середніх втрат при використанні прогностичної інформації про об'єм корисного припливу води у водосховище (W , млн.м³)

$$\Delta \bar{R}(l_0) = 24,7 - 5,99 = 18,7 \text{ тис.грн.}$$

Відповідно стратегії Байєса оптимальним буде рішення $\ell_0 = \ell_k$, при якому виконується рівність

$$\bar{R}(\ell_0) = \min_{<k>} \bar{R}(\ell_k). \quad (4.32)$$

5. Формулюється висновок. При плануванні режиму наповнення водосховища на основі даних про об'єм корисного припливу води до нього W (млн. м³) економічно вигіднішим є використання прогностичної гідрологічної інформації про W . При цьому економічні втрати споживача $\bar{R}(l_0)$ будуть складати величину, що дорівнює 5,99 тис.грн.

Можливі втрати при використанні середньобагаторічних величин (норм) корисного припливу води у водосховище $\bar{R}(l^*)$ дорівнюють 24,7 тис.грн. За обраним критерієм оптимізації господарських рішень – Байєсовою стратегією, оптимальним господарським рішенням є рішення при мінімальних втратах споживача. В даній задачі оптимальним буде господарське рішення при використанні прогностичної гідрологічної інформації. Зниження середніх втрат за рахунок оптимального використання прогностичної інформації $\Delta \bar{R}(l_0)$ складає 18,7 тис.грн.

Література

1. [13] С. 34-40, 42-48
2. [14] С. 167-177
4. [15] С. 125-131
4. [36] С. 20-24

Перелік контрольних запитань до практичного завдання

1. Які вихідні дані використовуються при виконанні розрахунків визначення оптимального господарського рішення споживача?
2. Що є основним гідрологічним матеріалом при виконанні оптимізаційних розрахунків на основі даних режимного характеру та прогностичних гідрологічних величин?

3. Яке рішення називається оптимальним? Який при цьому використаний критерій оптимізації господарських рішень?
4. В чому полягає зміст Байєсової стратегії?
5. Які величини включає до себе матриця стратегій (середніх втрат)?
6. В чому відміна у виконанні оптимізаційних розрахунків на основі нормативної і прогностичної гідрологічної інформації?

5 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ГІДРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГОСПОДАРСЬКОГО КОМПЛЕКСУ УКРАЇНИ

Оцінка економічної ефективності (ЕЕ) широко застосовується практично в усіх галузях економіки України. Гідрологічні умови є важливим фактором, який визначає місце, обсяг і характер проектування та будівництва самих різноманітних об'єктів. При цьому для всіх видів споруджень розраховуються оптимальні умови: будівництво об'єктів повинно відповідати довговічності та не бути порівняно дорогими.

5.1 Потенційна корисність гідрометеорологічної інформації

За даними Всесвітньої метеорологічної організації (ВМО), потенціальна корисність гідрометеорологічної інформації в цілому на багато разів перевищувала втрати на підтримку національних гідрометеорологічних служб. На основі цих даних суттєво виросла дохідність деяких галузей господарства. Прикладом цінності гідрометеорологічної інформації є поява цілого ряду комерційних фірм по обслуговуванню океанських перевезень. Це, так зване, “плавання за рекомендованими курсами”. Під рекомендаціями розуміються прогнози погоди та хвилювання на судноплавних трасах [20, 49]. Ефективність методу гідрометеорологічного забезпечення виявилась настільки високою та очевидною, що послужило причиною створення в багатьох країнах світу цілого ряду комерційних фірм, які обслуговують океанське судноплавство.

Оцінка економічної ефективності необхідна для гідрометеорологічної служби з багатьох причин. Економічну оцінку різних напрямків та програм гідрометеорологічних досліджень і розробок найбільш ефективно можна виконати на основі інформації про реалізовану або потенціальну економічну ефективність цих робіт. Наприклад, при розробці аерокосмічних методів гідрометеорологічних досліджень, важливо порівняти цінність таких програм та очікувану корисність. Однією із цілей оцінки запланованих робіт є приведення у відповідність обсягів фінансування та матеріального забезпечення різноманітних досліджень (розробок) із об'єктивними

даними про їх економічну ефективність. Незадовільні показники економічної ефективності є стимулом для удосконалення наукової і практичної бази, організаційних основ того чи іншого розділу гідрометеорологічного забезпечення галузей економіки. Порівняння рішень, які конкурують за оцінкою економічної ефективності є найбільш об'єктивним підходом при аналізі тієї чи іншої пропозиції в конкретних умовах господарського стану споживача.

Визначення економічної ефективності перспективних розробок сприяє правильному усвідомленню значущості нових технологічних ідей, якщо розрахунки економічної ефективності проведені із врахуванням змінування економічної кон'єктури [13]. Аналіз методів господарювання та визначення на основі гідролого-економічних розробок шляхом оптимального застосування різноманітних видів інформації про погоду і режим вод, які дозволяють оцінити потенціальну економічну ефективність, наглядно демонструє резерви в різноманітних галузях економіки України.

5.2 Загальна схема розрахунків економічної ефективності

Оцінка економічного ефекту від застосування гідрометеорологічної інформації в процесі виробки господарських рішень регламентується загальнодержавною методикою виконання подібних розрахунків [46,49,54]. Для визначення економічного ефекту від гідрометеорологічної інформації необхідно відзначити основні статті розрахунку:

1. **Виробничі затрати (Зпп)** – це затрати, здійснені науководослідними закладами або оперативно-прогностичними підрозділами гідрометслужби на створення відповідних нормативів (БНіП), методів прогнозування, оперативного обслуговування споживачів гідрометеорологічною інформацією. Термін “попередні виробничі затрати”, припускає, що дані втрати несе не споживач, а постачальник гідрометеорологічної інформації, тобто підрозділ гідрометеорологічної служби.

2. **Капітальні вкладення (К)** – це затрати трудових, матеріально-технічних ресурсів і коштів на відтворення основних фондів. Капітальні вкладення включають до себе затрати на створення нових та реконструкцію діючих підприємств господарств та інше; в тому числі затрати на проектування. Оцінюючи економічний ефект впровадження гідрометеорологічної інформації в виробництво, враховуються, як правило, капітальні вкладення споживача.

3. **Собівартість (С)** – це втрати підприємства на виробництво та реалізацію продукції; собівартість включає до себе втрату коштів і матеріальних ресурсів на сировину, паливо, електроенергію, заробітну платню працівників, амортизаційні відрахування, затрати на соціальне страхування.

Відношення чистого прибутку до собівартості продукції є рентабельністю виробництва.

4. **Допоміжні затрати споживача (Здоп)** – даний вид затрат споживача пов'язаний із коректуванням типових рішень, зміною проектів, використанням нормативів гідрометеорологічних даних. Так, в будівництві при проектуванні гідротехнічних споруд допоміжні затрати споживача визначаються затратами на розробку проекту із урахуванням уточнених нормативних гідрологічних характеристик, які подані в БНіП або інших довідникових джерел, а також уточненої прогностичної інформації.

Необхідно відзначити, що основні втрати споживача складаються із капітальних вкладів (одноразових затрат) та собівартості (поточних затрат). Сума одноразових і поточних затрат, приведена за допомогою нормативного коефіцієнта ефективності E_n до однієї одиниці виміру часу – року, називається приведеними затратами і визначається за формулою:

$$П = C + E_n K. \quad (5.1)$$

Затрати водокористувача складаються із капіталовкладень K та експлуатаційних втрат C . Однак ці величини не повністю співпадають.

Капітальні вклади здійсненні одноразово в минулому або реалізувались в процесі будівництва. Тому, що в ході будівництва підприємство не змогло функціонувати із повною віддачею, то частина витрачених коштів виявилась замороженою і знаючи довгочасність будівництва t (в роках), капітальні вкладення K повинні обчислюватися із врахуванням реалізації:

$$K = \sum_{n=1}^t K_t (1 + g)^{t-n}, \quad (5.2)$$

де $g=0,08$.

Необхідно відзначити, що в (5.1) $E_n K$ – капіталовкладення в виробничі фонди, які відносяться до річного циклу за допомогою коефіцієнтів E_n .

Важливим економічним показником доцільності втрат ($З_{дон}$) є коефіцієнт ефективності капіталовкладень E :

$$E = \frac{C_1 - C_2}{K_2 - K_1}, \quad (5.3)$$

де C_1, C_2 – собівартість виробництва за рік в базовому (C_1) і новому (C_2) варіантах господарського рішення ($C_1 > C_2$); K_1 і K_2 – відповідно капітальні втрати в базовому і новому варіантах ($K_1 > K_2$), тут $З_{дон} = K_2 - K_1$.

Проектування, будівництво та експлуатація об'єктів виробництва здійснюється при виконанні умови:

$$C + E_H K \rightarrow \min. \quad (5.4)$$

Це викликає необхідність розраховувати декілька варіантів рішення поставленої економічної задачі і визначити найкраще із них, при якому втрати у відповідності до умови (5.4) будуть найменшими. В нашому випадку **базове** рішення – вихідний спосіб господарювання із орієнтацією на застарілі гідрометеорологічні нормативи або, якщо мова йде про повсякденну діяльність споживача, із орієнтацією на норму гідрологічного явища або процесу. Крайнім випадком базового рішення можна визначити діяльність споживача при повній відсутності нормативної, оперативної і прогностичної інформації про стан водних об'єктів [45, 49]. Гідрометеорологічна інформація, яка використовується споживачем в базовому варіанті, розглядається як отримана раніше і яка є в довідниково-режимних джерелах. **Нульовий базис**, як базовий варіант при повній відсутності гідрометеорологічної інформації – крайня умова.

Новий варіант припускає більш досконалий рівень технології виробництва внаслідок впровадження більш якісних нормативів та інформації. Вибір нового варіанта із врахуванням гідрометеорологічної інформації визначається уточненими значеннями нормативів, довідникових матеріалів, новими методами прогнозу гідрологічних і метеорологічних умов або існуючими оперативними прогнозами, виправданість яких постійно зростає внаслідок використання більш досконалих методів прогнозування.

Базовий і новий варіанти господарських рішень – це економічні показники рівня організації виробництва, в основу яких закладається гідрометеорологічна інформація різної значності.

Значення нормативного коефіцієнта ефективності затрат E_H запроваджується міністерством економіки або аналогічним урядовим органом за різними видами споживачів. Стосовно до гідрометеорологічної інформації, коефіцієнт $E_H=0,15$ для оцінки економічного ефекту від використання деяких режимних досліджень, наприклад, даних по Світовому океану, рекомендується $E_H=0,10$ [32]. Суть таких регламентацій в обмеженості строку окупності капітальних вкладів установленими нормативними проміжками часу:

$$T_H = \frac{1}{E_H}. \quad (5.5)$$

В середньому в різних галузях народногосподарського комплексу нормативний строк окупності T_H дорівнює 7-10 років [13].

Користь або збереження матеріальних засобів, які можуть бути або вже отримані, внаслідок повного врахування гідрометеорологічної інформації в виробництві за відрахуванням втрат на її отримання, називається економічним ефектом. Тому, економічний ефект використання гідрометеорологічної інформації у виробничій діяльності споживача визначається за формулою

$$E = N(P_1 - P_2) - E_H Z_{nn}, \quad (5.6)$$

де P_1 і P_2 – приведені затрати споживача гідрометеорологічної інформації при базовому і новому рішеннях; N – число аналогічних господарських об'єктів; Z_{nn} – перед виробничі затрати структурних підрозділів гідрометслужби.

Підкреслимо, що формула (5.6) – найбільш повно оцінює параметр E при використанні нормативної інформації.

Економія на річних приведених втратах є узагальненою економічною оцінкою використання результатів гідрологічної інформації у виробництві. В залежності від специфіки споживача і впровадженої гідрометеорологічної інформації вираз (5.6) можна представляти у різних модифікаціях [27].

Для оцінки тієї частини економічного ефекту, яка може бути зарахована у вигляді активу підрозділів гідрометеорологічних служб, значення параметра E , обчисленого за формулою (5.6), можна перерахувати за декілька модифікованою формулою із використанням коефіцієнта β , який є частиною внеску гідрометеорологів в створення матеріальних цінностей в сфері виробництва конкретного споживача. В цьому випадку вираз (5.6) має вигляд

$$E_z = \beta N(P_1 - P_2) - E_H Z_{nn}, \quad (5.7)$$

В наш час діють рекомендації для визначення параметра β – “Економічна ефективність від використання гідрометеорологічної інформації в народному господарстві – N УГМО-5/280, від 20.03.78” [25, 32]. Економічна ефективність використання споживачем гідрометеорологічної інформації кількісно показана відношенням

$$P = \frac{E_z}{E_H Z_m}. \quad (5.8)$$

Оцінка економічного ефекту і економічної ефективності використання гідрометеорологічної інформації здійснюється відомими економічними показниками споживача. До таких показників відносяться: втрати

споживача на розвідування, здійснення спостережень (вимірів) та обробку їх результатів; затрати на будівництво і відновлення господарських об'єктів, затрати на перевезення, вироблення електроенергії, промислової і сільськогосподарської продукції і показники.

Ці економічні показники можна показати і у вартісному (грошовому), і у натуральному відрахуванні.

Розрізняють очікуваний (потенційний) і фактичний економічний ефекти.

Очікуваний економічний ефект є попередньою оцінкою економічної корисності даного виду гідрометеорологічної (гідрологічної) інформації. Фактична економічна ефективність визначається разом із споживачем після введення нормативної, оперативної і прогностичної інформації в практику.

Запропонована в цьому розділі загальна схема розрахунку економічного ефекту в спеціальній літературі отримала назву – “Оцінка економічної ефективності використання гідрометеорологічної інформації за методом приведених затрат”.

5.3 Оцінка повторюваності господарського рішення

Розрахунок середньостатистичних втрат споживача при використанні прогностичної інформації потребує визначення імовірностей здійснення початкових ситуацій. Очевидно, ці імовірності відповідають повторюваності того чи іншого прогнозу.

Визначимо статистичні характеристики прогностичної величини Y . Норма даної гідрометеорологічної величини відповідає $\bar{Y}$. Дисперсія гідрологічної величини D_y в загальному випадку визначається

$$D_y = D_{y'} + S_y^2 + 2r_{\Delta y', y'} \sigma_{y'} S_y. \quad (5.9)$$

де $r_{\Delta y', y'}$ коефіцієнт кореляції похибок прогнозів та очікуваних при значущих значеннях ізогеної кореляції $r_{\Delta y', y'}$; S_y – середньоквадратична похибка перевірочних прогнозів; $\sigma_{y'}$ – середньоквадратичне відхилення прогностичної величини Y' ; $D_{y'}$ – дисперсія прогностичної величини Y' .

За (5.9) змінюваність гідрологічної величини Y' обчислюється за формулою

$$\sigma_{y'} = \sqrt{D_{y'} - S_y^2 - 2r_{\Delta y', y'} \sigma_{y'} S_y}. \quad (5.10)$$

Припустимо, що розподіл величини Y' відповідає нормальному закону (розподілу Гауса), то імовірність попадання прогностичної величини в i -й інтервал $p = (y_j \pm \Delta y)$ можна визначити відповідно виразу (4.10).

Таблиця 5.1 - Матриця ймовірностей $p' = \|p(y_j \pm \Delta y)\|$ при розбитті діапазону варіації величини Y' на чотири інтервали

y_j	y_1	y_2	y_3	y_4
$p = (y_j \pm \Delta y)$	p'_1	p'_2	p'_3	p'_4

Ймовірності $p' = p(y'_j \pm \Delta y)$ в табл. (5.1.) характеризують повторюваність оптимальних рішень $l_{i,0}$ і $l'_{i,0}$ на основі прогнозу y'_1 .

5.4 Повна економічна ефективність методів прогнозування

Цей термін означає середньостатистичний виграш або середньостатистичні втрати від оптимізації господарського рішення із врахуванням прогностичної інформації. Розрахунок повної економічної ефективності (в середньостатистичних утратах) виконуються за наступним виразом

$$\begin{aligned}
 R_{cep0,y'} &= \sum_i \sum_j p(y'_i \pm \Delta y) p((y'_i \pm \Delta y) | y'_i) R_{yji,0} = \\
 &= \sum_i p(y'_i \pm \Delta y) R_{y'ili,0}.
 \end{aligned}
 \tag{5.11}$$

Втрати $R_{cep0,y'}$ замінюють оцінку приведених втрат споживача гідрометеорологічної інформації при новому рішенні Π_2 у виразах (5.6) і (5.7). Ймовірно – це неминучі втрати, які несе споживач в певний період, відповідний за тривалістю завчасності прогнозу Y' . Повертаючись до формули (5.7), економічний ефект E_e від прогностичної інформації складає

$$E_e = \beta [R_{cep}(l_0) - R_{cep0,y'}] - E_H Z_{nn}, \tag{5.12}$$

де $R_{cep}(l_0)$ – середньостатистичні втрати при орієнтуванні водокористувача на режимну або нормативну інформацію про стан водного об'єкта та виконання оптимізаційного розрахунку на цій основі.

В багатьох випадках основні виробничі затрати Z_{nn} здійснюються безпосередньо в період складання гідрологічного прогнозу, наприклад, конкретна методика прогнозу створена раніше і не вимагає істотної модер-

нізації (корегування), опорна мережа гідрологічних станцій та постів не змінюється протягом досить тривалого часу, існуюча опорна мережа гідрометеорологічної служби досить повно і надійно освітлює досліджуваний водний об'єкт, що не потребує створення допоміжної мережі пунктів спостережень і т.п. Тоді розрахунок економічного ефекту E_z виконується таким чином

$$E_z = \beta [R_{сер}(l_0) - R_{сер0,y'}] - 3_{nn}. \quad (5.13)$$

Оцінка економічної ефективності забезпечення водокористувача конкретною прогностичною інформацією виконується за формулою (5.8).

5.5 Економічна ефективність використання нормативної гідрологічної інформації

При оптимізації господарського рішення на основі режимних узагальнень або нормативної інформації втрати споживача в новому варіанті господарювання визначається капіталовкладеннями K_2 та експлуатаційними втратами C_2 , реалізованими в межах оптимального рішення l_0 , тобто, в даному випадку, це значення $K_{2,0}$ та $C_{2,0}$:

$$P_{2,0} = C_{2,0} + E_H K_{2,0}. \quad (5.14)$$

Схема розрахунку економічного ефекту використання гідрологічної інформації аналогічна (5.6) але з урахуванням затрат $P_{2,0}$.

В процесі проектування типових гідротехнічних споруд, портів, мостових переходів і т.п. оптимізаційні розрахунки не виконуються. Вважається, що вони вже виконані різними науково-дослідними закладами і оформлені у вигляді різних методичних і нормативних документів. Параметри оптимальних рішень l_0 , в залежності від класу капітальних споруд приведені в відповідних нормативних БНіП (в наш час, стосовно гідрологічної інформації, діє БНіП 2.01.14-83).

Елемент заданості при виборі господарського рішення на основі нормативної інформації не є ознакою відсутності економічної ефективності таких матеріалів. По-перше, нові нормативні документи дають самостійність проектувальникам, дозволяючи усувати залишкову формалізацію рішень в процесі гідрологічного обґрунтування проектів. По-друге, якщо гідрологічні параметри БНіП, якими користуються проектувальники, все таки не підходять для уточнення, то як "базовий варіант" розглядається проектування на основі попередніх нормативних документів або шляхом проведення аналогій із діючими господарськими об'єктами на інших водоймищах та водотоках [4, 13, 14, 19, 32].

Підвищення надійності нормативної гідрологічної інформації скорочує об'єм водно-технічних пошуків, які проводяться споживачами для гідрологічного заснування проектів. Затрати на пошуки $З_{нош}$ та обробку первинного польового матеріалу $З_{обр}$ належать до щорічних експлуатаційних втрат періоду проектування і будівництва C . При відсутності нормативної інформації або її низької точності – це затрати

$$C_{1,нош} = З_{1,нош} + З_{1,обр}. \quad (5.15)$$

Використання нормативних документів Держкомгідромета зменшують витрати споживача на пошуки

$$C_{2,нош} = З_{2,нош} + З_{2,обр}. \quad (5.16)$$

Необхідно відзначити, що підготовка і видання нормативних матеріалів передбачає деякі виробничі затрати $З_{нн}$. Тоді частина ефекту використання проектувальниками гідрологічної інформації $E_{нош}$, яка є в зменшенні втрат на інженерні пошуки, визначається таким чином

$$E_{нош} = N(C_{1,нош} - C_{2,нош}) - E_H З_{нн}. \quad (5.17)$$

Очевидно, економічний ефект $E_{нош}$ – порівняно невелика частка користі від використання нормативної гідрологічної інформації при проектуванні. Достатньо короткочасні, навіть якщо період нульових експедиційних досліджень складає декілька років, пошуки проектувальників не можуть забезпечити точність статистичних характеристик, гарантованих нормативами Держкомгідромету України. В даному варіанті господарювання виникає небезпека аварії на проектованому об'єкті або великі втрати на залишкові капіталовнесення, які створюють так званий “запас міцності”. Економічний ефект використання надійних нормативних характеристик для оптимізації господарського рішення (капіталовнесків) складає за аналогією із (5.6) величину

$$E_{дол} = \beta N [E_H (K_1 - K_{2,0}) + C_a], \quad (5.18)$$

де C_a – експлуатаційні затрати за період аварії та перерви в роботі, якщо капіталовнески K_1 недостатні порівняно з оптимальними затратами $K_{2,0}$, які визначають за нормативною інформацією гідрологічної служби.

У виразах (5.18) $C_a > 0$, якщо $K_1 > K_{2,0}$ (залишковий “запас міцності”), врахування попередніх виробничих затрат виконаний $З_{нн}$, виконаний при

оцінці ефекту $E_{зал}$ у виразі (5.17). Загальний економічний ефект використання нормативної інформації при проектуванні дорівнює

$$E_{\Gamma} = E_{нов} + E_{дон} + \beta N(C_1 - C_{2,0}), \quad (5.19)$$

де C_1 і C_2 – річні експлуатаційні втрати в базовому та оптимальному варіантах.

5.6 Умови оцінки економічного ефекту гідрологічних прогнозів

Економія матеріальних засобів в різних формах господарювання відбувається за двома напрямками: економія у виробництві та економія за рахунок правильного обліку і використання впливу гідрометеорологічних умов. Цінність гідрометеорологічної інформації в цілому, та гідрологічної, частково, включає інформативність і корисність [14, 25, 27]. Інформативність прогностичної інформації відбиває рівень адекватності отриманої інформації майбутнього фактичного стану природного середовища (водних об'єктів).

Корисність їх є цільовою категорією цінності та необхідною передумовою економічного ефекту прогнозів в народному господарстві.

Нехай $\sigma_0(\eta)$ середня квадратична похибка оперативного прогнозу, враховуючи всю інформацію, яка надходить в обласні центри по гідрометеорології (ЦГМ) – джерело інформації, $\sigma(\eta)$ – середня квадратична похибка випадкового, інерційного прогнозу. Тоді, як показник корисності прогнозів беруть величину, рекомендовану В.Н. Біляєвим [15]

$$\chi(\eta) = 1 - \frac{\sigma_0(\eta)}{\sigma(\eta)}. \quad (5.20)$$

Очевидно, що $\chi(\eta) \leq 1$. При $\chi(\eta) = 1$ джерело дає абсолютно корисну інформацією, при $0 < \chi(\eta) < 1$ – корисну інформацією, при $\chi(\eta) = 0$ – джерело не дає інформації, а при $\chi(\eta) < 0$ – дає збиткову інформацію.

Отримана таким чином корисність прогнозів показує потенціальні можливості використання даного виду прогностичної інформації, однак вона ще не є економічно вигідним використанням для даного виду господарювання споживача.

Застосування гідрометеорологічних прогнозів в господарстві країни практично завжди корисно. Головне ж в тому, наскільки економічно ефективно їх використання. Очевидно, що застосування гідрометеорологічних прогнозів вигідніше там, де споживач несе менші середні збитки через гідрологічні та метеорологічні причини.

Орієнтуючись на середні збитки через гідрологічні причини, можна зробити висновок про реакцію споживача на стан водного об'єкта (погодні умови). Зменшення середніх збитків в однакові роки (сезони) є задовільним фактом, але він не дає підстав для висновку, що надані споживачу прогнози дійсно були економічно корисними. Це зумовлено двома причинами, по-перше, в одні і ті ж сезони стан водних об'єктів (погодних умов) може суттєво відрізнятись. По-друге, із розвитком структури та технології господарювання удосконалюють захисні заходи, що дає зменшення матеріальних втрат. Таким чином, зміна середніх збитків споживача не може служити надійною мірою якості гідрометеорологічного забезпечення.

У несприятливих гідрометеорологічних умовах (початок інтенсивного підйому рівня води) прогноз їх початку буде економічно корисним. В наступному при забезпеченні несприятливих гідрометеорологічних умов корисність успішного прогнозу зменшується тому, що споживач уже працює в цих умовах. Чим стійкіші ці умови і чим більш довший час вони спостерігаються, тим більше ймовірно, що споживач сам достатньо надійно може їх прогнозувати, тобто, складати інерційні гідрологічні прогнози. Тому методичні прогнози будуть мати для споживача економічний інтерес тільки в тому випадку, якщо вони будуть більше сприяти зниженню втрат через гідрологічні причини, чим інерційні прогнози. Інерційний прогноз береться як один із базових варіантів оцінки економічного ефекту оперативних методичних прогнозів.

Прогнозист нерідко зустрічається з такими гідрометеорологічними (гідрологічними) процесами, коли, з однаковою ймовірністю можливо чекати розвиток одного із них. В таких ситуаціях прогноз, навіть успішний, може бути випадковим. Будучи успішними, такі випадкові прогнози нерідко є економічно вигідними. Чим складніше прогнозувати окремі гідрометеорологічні явища або процеси при їх зміні, тим більша виникає необхідність попередньо оцінювати ефект методичних прогнозів по відношенню до випадкових, які можуть розглядатися іншим базовим варіантом.

При низькій якості (виправданості) методик прогнозів споживач може орієнтуватися на норму гідрометеорологічної характеристики. Розрахунок економічної ефективності для даного варіанту господарювання розглянутий в п. 5.5. цього конспекту.

При оцінці економічного ефекту відповідних методик прогнозів потрібно вибрати попередній базовий варіант, тобто один із стандартних прогнозів: інерційний, випадковий або орієнтовний на норму. Для оцінки економічного ефекту прогнозів для даного споживача, слід розраховувати економічний ефект ідеальних прогнозів, а для порівняльної оцінки економічного ефекту метода прогнозування можна узяти деякий метод, який вже використовувався [49].

Таким чином, загальним принципом оцінки економічної корисності прогнозу є порівняння збитків (або виграшів), які отримує споживач при використанні методичних прогнозів, із збитками (або виграшем), які він отримує, орієнтуючись на стандартні прогнози.

Література

1. [4] С. 31-39, 54-58.
2. [13] С. 49-55.
3. [14] С. 130-134, 157-178.
4. [49] С. 165-177, 180-193, 213-221.

Запитання для самоперевірки

1. В чому полягає потенціальна корисність гідрометеорологічної інформації?
2. Дати визначення основних термінів Z_{np} , K , C , $Z_{доп}$.
3. Що позначає нормативний коефіцієнт ефективності E_n ?
4. З чого складаються попередні виробничі втрати Z_{np} ?
5. Дайте визначення таких термінів як “базовий” і “новий” варіанти господарювання. Що таке “нульовий базис”?
6. Що таке економічний ефект?
7. Що таке матриця ймовірностей випуску різноманітних прогнозів?
8. Як розраховується економічна ефективність при використанні нормативної гідрологічної інформації?
9. В яких випадках (при яких величинах корисності прогнозів) джерело інформації дає: абсолютно корисну, корисну інформацію, не дає інформації, дає шкідливу (збиткову) інформацію?

6 ЕКОНОМІКО-ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РІЗНИХ ГАЛУЗЕЙ ЕКОНОМІКИ

Одним з найважливіших питань освоєння природних ресурсів є їх економічна оцінка при якій доцільно зрозуміти порівняльну економічну ефективність використання цих ресурсів в господарстві. Особливості економічної оцінки водотоків і водоймищ, як об’єктів природокористування при існуючих і планових (проектних) умовах. Потрібно встановити залежність корисності екологічних, соціальних і економічних господарських властивостей прирічкових територій від різних факторів водного режиму річок, озер, та водоймищ, виявити об’єктивно зумовлені зміни водного режиму водотоків з точки зору соціального фактора та збереження екосисте-

ми. На цій основі пов'язуються вимоги галузей і об'єктів господарювання до водного режиму та використання водотоків, водойм та їх територій шляхом формування водогосподарських комплексів на визначний розрахунковий рівень.

Використання водних ресурсів передбачає економічну оцінку ресурсу і визначення затрат на його добування. Втрати на добування ресурсів складаються із вартості водогосподарських заходів, які включають вивчення середовища, утримання гідрометеорологічної сітки, що забезпечує необхідну інформацію. Економічну оцінку ресурсу пропонується проводити на основі урахування збитку, пов'язаного із вилученням того чи іншого ресурсу, включити оцінку втрати продукції, отриманої при використанні цього ресурсу та оцінку затрат, необхідних для виробництва обсягу продукції (в тому ж обсязі інших видів господарювання) з використанням заміни виду ресурсу.

Для економічної оцінки зміни стану водного середовища і їх наслідків можна використовувати виробничі функції, що виражає залежність результатів виробництва від факторів, які визначають його діяльність. Якщо узяти як економічні фактори втрати капітальних внесків (втрати) K , затрати праці T , то можна розглянути дві виробничі функції, що не залежать від часу

$$\begin{aligned} \Pi &= \Phi(K, T, S), \\ C &= \Omega(K, T, S). \end{aligned} \quad (6.1)$$

Тут Π – обсяг кінцевого продукту виробництва (повне виконання умов других видів господарювання); C – собівартість одиниці продукції; S – параметр стану водного середовища.

Виробничі функції мають вигляд степеневих одночленів:

$$\begin{aligned} \Pi &= A \cdot K^{\alpha_1} \cdot T^{\beta_1} \cdot S^{\gamma_1}, \\ C &= B \cdot K^{\alpha_2} \cdot T^{\beta_2} \cdot S^{\gamma_2}. \end{aligned} \quad (6.2)$$

Значення показників характеризують величину відносного матеріального приросту споживача в залежності від відносного економічного або природного фактору.

Виробничі функції можуть бути використанні для економічних оцінок впливу стану середовища і його трансформації на виробництво.

Із зростанням капітальних внесків і затрат праці збільшується кількість кінцевого продукту. Тобто,

$$\frac{\delta \Pi}{\delta T} > 0 \quad \text{та} \quad \frac{\delta C}{\delta T} > 0.$$

При інтенсивному розвитку виробництва реконструкції за рахунок запровадження більш удосконалених технологій на основі додаткових капіталовнесків сприяє зросту обсягу продукції при одночасному зниженні собівартості. Тому повинна виконуватися умова $\delta C / \delta K < 0$. Одночасно при інтенсивному розвитку виконуються такі рівняння

$$\delta \Pi / \delta T < 0 \quad \text{та} \quad \delta C / \delta T > 0.$$

Нехай якість зовнішніх природних факторів відбиває всього один параметр або всі параметри середовища об'єднані в одну комбінацію – S . Візьмемо за позитивну зміну стану середовища, яка сприятливо впливає на процес господарювання споживача. Тоді зміна стану середовища $\Delta S > 0$ має при сталих K і T зростання кінцевого продукту, тобто $\delta \Pi / \delta S > 0$. При зростанні обсягу виробництва у випадку несприятливої зміни стану середовища, собівартість продукції спаде, тоді $\delta C / \delta S < 0$.

Розглянемо деякі варіанти компенсації збитку, нанесеного виробництву зміною стану водного середовища. При повній компенсації зміни стану є така приблизна залежність

$$\begin{aligned} \Delta \Pi &= \frac{\delta \Pi}{\delta K} \Delta K + \frac{\delta \Pi}{\delta T} \Delta T + \frac{\delta \Pi}{\delta S} \Delta S = 0. \\ \Delta C &= \frac{\delta C}{\delta K} \Delta K + \frac{\delta C}{\delta T} \Delta T + \frac{\delta C}{\delta S} \Delta S = 0. \end{aligned} \quad (6.3)$$

Тут: ΔK і ΔT додаткові капіталовнески і трудові затрати, які визначаються згідно рекомендації [31]. Економічні оцінки зміни стану водного середовища при частковій компенсації збитку ($\Delta \Pi = 0$ і $\Delta C \neq 0$) можливі у двох варіантах.

Перший варіант передбачає виконання умови, коли $\Delta K = 0$. Часткова компенсація збитку виробництва через зміну стану водного середовища відбувається за рахунок збільшення затрат праці. Тоді із рівняння (6.3) маємо

$$\Delta T = \frac{\delta \Pi / \delta S}{\delta \Pi / \delta T} \Delta S. \quad (6.4)$$

У випадку погіршення стану водного середовища ($\Delta S < 0$) для компенсації збитку потрібні додаткові трудові затрати, що приведе до знижен-

ня продуктивності праці. Собівартість продукції після зниження стану середовища і часткової компенсації нанесеного збитку збільшенням праці записано у вигляді

$$\Delta C = \left(\frac{\delta C}{\delta S} - \frac{\delta \Pi / \delta S}{\delta \Pi / \delta T} \frac{\delta C}{\delta T} \right) \Delta S. \quad (6.5)$$

З урахуванням знаків похідних на основі аналізу виразу (6.5) одержимо висновок – погіршення стану водного середовища, при відсутності додаткових капітальних внесків призводить до збільшення собівартості продукції.

Другий варіант при $\Delta T = 0$. Часткова компенсація збитку виробництва через зміну середовища відбувається за рахунок збільшення капітальних внесків.

Із рівняння (6.3) отримуємо

$$\Delta K = - \frac{\delta \Pi / \delta S}{\delta \Pi / \delta K} \Delta S. \quad (6.6)$$

При погіршенні стану середовища для компенсації збитків необхідне зростання капітальних внесків. Ефективність капітальних внесків падає $\Pi / (K + \Delta K) < \Pi / K$.

Зміна собівартості ΔC записується у вигляді

$$\Delta C = \left(\frac{\delta C}{\delta S} - \frac{\delta \Pi / \delta S}{\delta \Pi / \delta K} \frac{\delta C}{\delta K} \right) \Delta S. \quad (6.7)$$

Погіршення стану водного середовища в даному випадку при відсутності додаткових трудових витрат не обов'язково приводить до зменшення собівартості виробництва. У випадку, коли

$$\frac{\delta \Pi / \delta K}{\delta C / \delta K} > \frac{\delta \Pi / \delta S}{\delta C / \delta S}, \quad (6.8)$$

погіршення стану середовища супроводжується зниженням собівартості продукції за рахунок капітальних внесків. Зміна стану середовища приводить в результаті до зміни прибутку підприємства, що визначає ефективність капітальних внесків в освоєння водного середовища. Оцінка ефективності заходів по виробництву водного середовища повинна проводитися на основі розрахунків абсолютної ефективності капітальних внесків порів-

нянням із прибутком господарства регіону до та після проведення заходів з урахуванням усіх затрат, необхідних для пристосування окремих підприємств до зміненого стану водного середовища.

Література

1. [4] С. 7-12, 104-118, 180-187, 225-229.
2. [31] С. 78-80, 83-91.

Запитання для самоперевірки

1. На якій основі пов'язуються вимоги галузей і об'єктів господарювання до водного режиму та використання водотоків?
2. З чого складаються витрати на видобування ресурсів?
3. Як проводити економічну оцінку природного ресурсу у виробничій діяльності?
4. Що визначає ефективність капітальних внесків?
5. Як повинна виконуватися оцінка ефективності заходів по використанню водного середовища?

7 АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОЦІНКИ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РІЗНОМАНІТНИХ ГАЛУЗЕЙ УКРАЇНИ

7.1 Сільське та міське господарство

Сільське господарство – одна із найважливіших галузей матеріального виробництва України, яка займає друге місце після промисловості у валовому загальному державному продукті і створює близько 30-35% національного доходу держави. Гідрометеорологічне забезпечення сільського і лісового господарства, як правило, потребує великих матеріальних коштів, так за даними [38] гідрометеорологічні служби деяких країн СНГ витрачають для цього до 50% їх річного бюджету.

Специфіка сільського господарства в наступному:

1. Сільськогосподарські культури на всіх фазах розвитку постійно знаходяться під впливом природних факторів.
2. Сільськогосподарські роботи носять ярко виражений сезонний характер, виконуються на відкритому повітрі і залежать від погодних умов.

3. Сільськогосподарські культури займають великі площі, що затрудняє або робить не ефективними заходи щодо сільськогосподарських культур від несприятливих умов погоди.

В зв'язку із викладеним в сільському господарстві збитки через гідрометеорологічні причини більші, ніж в інших галузях народного господарства. Причина підвищеної зацікавленості робітників сільського господарства у інформації про погоду та водність в природній залежності сільськогосподарського виробництва продуктів харчування і технічної сировини від природних факторів.

Досить важко розділити метеорологічне та гідрологічне обслуговування галузі, наприклад, в питаннях оцінки прогнозу змін водного балансу земельних масивів. Нормативна і режимна гідрологічна інформація при освоєнні нових сільськогосподарських угідь, оперативні відомості про стан водних об'єктів – джерел зрошення і поливу, водоприймачів при виконанні робіт з осушування земельних масивів, гідрологічні прогнози затоплення сільськогосподарських угідь, попереднє обчислення водності річок на вегетаційний період – типові відомості для забезпечення потреб сільського господарства України.

Гідролого-економічний аналіз результатів сільськогосподарського виробництва, як правило, спрощується коли добре досліджений стан водних об'єктів. Крім того є об'єктивні економічні показники успішності роботи галузі – урожай, продуктивність тваринництва і інше.

Наприклад, гідрологічний прогноз про такі стихійні гідрологічні явища, як дощові паводки дозволяє завчасно звільнити водосховище, використовуючи цю воду для поливання, та підготувати водосховище до приймання великих об'ємів дощової води. Довгострокові прогнози елементів весняної повені (гідрографу повені, термін затоплення долин і інше) дозволяє виконати комплекс робіт, що підвищують продуктивність долинних сільськогосподарських угідь.

Літакові або супутникові гамма-знімки снігового покриття є великим практичним інтересом при оцінці стану зимуючих культур, в той же час запаси води в сніговому покриві – один з основних показників очікуваної повені.

В районах зрошуваного землеробства проводяться спостереження і попередні обчислювання вологості ґрунту, висоти відстою ґрунтових вод. Для цих районів, які відносяться до зони недостатнього зволоження, складаються гідрологічні прогнози водності річок або запасів води у водосховищах (озерах) в період літньо-осінньої межені.

Засоленість ґрунтів на поливних землях, особливо в південних районах України, привело до необхідності проведення водно-балансових досліджень. В ряді випадків знайдена недостатня підстава норм, строків та методики поливу, а в ряді випадків виявлення джерела поливу використову-

вались водні об'єкти, які мають недопустиму для даного типу ґрунтів кількісну та якісну мінералізацію води. На основі наведених прикладів використання гідрологічної інформації в забезпеченні сільського господарства можна говорити про економічну ефективність гідрологічних і гідрохімічних прогнозів, обмежуючи період дії економічних показників визначеними часовими рамками або станом сільськогосподарських угідь.

Економічний ефект від гідрометеорологічного забезпечення сільського господарства може складатися із заходів довгочасного характеру (агromетеорологічне заснування раціонального розміщення сільськогосподарських культур, меліоративних заходів, розміщення матеріальних ресурсів і т.д.) та діючого оперативного обслуговування.

Слід відрізнити: а) потенціальну (можливу) і б) фактичну (досягнуту) економічну ефективність гідрометеорологічного забезпечення. Потенціальна економічна ефективність є оцінкою очікуваних (можливих) доходів від ще не реалізованої або не повністю реалізованої інформації. Її підрахунок важливий для оцінки можливої ефективності обслуговування, оцінки конкретних методів інформації. Фактична економічна ефективність підраховується за досягнутими результатами обслуговування. Вона обчислюється, як різниця між надбавкою продукції сільського господарства, отриманої в результаті використання гідрометеорологічної інформації і вартістю цієї інформації.

Лісове господарство, на перший погляд, залежить виключно від метеорологічних факторів, які визначають головну небезпеку для галузі – лісові пожежі. Однак різноманітні види гідрологічної інформації мають для лісового господарства особливу цінність при плануванні закладки лісів (тим більше, що в окремих регіонах України площі щорічно закладених нових лісів перевищують площі лісосмуг), оцінки впливу річних опадів виробництва (добування корисних копалин, прокладення доріг, трубопроводів й ін.), які суттєво порушують природний режим поверхневих і підземних вод, впливаючи на стан лісових масивів. Впливають на ліса та водотоки, особливо в прибережній зоні, де спостерігається підвищення рівнів ґрунтових вод, підтоплення знижених ділянок і загальна зміна водного балансу території.

Генеральні і локальні згоди передбачають різноманітні форми гідрометеорологічного забезпечення лісового господарства, а оперативно-прогностичні підрозділи Укргідромету беруть участь в плануванні та забезпеченні метеорологічної і гідрологічної інформації основних заходів, які проводяться управліннями лісового господарства.

Однак найбільшої втрати лісам завдають пожежі. Виникнення лісової пожежі в значній мірі залежить від метеорологічних умов. Пожежа розповсюджується тим швидше, чим вища температура повітря і нижче відносна вологість і чим більша швидкість вітру. В літні місяці при довгоча-

сних антициклональних періодів лісова рослинність досягає значної сухості, яка може бути критичним фактором, який сприяє виникненню лісової пожежі. Для оцінки ймовірності виникнення пожеж в лісовому масиві при відповідних гідрометеорологічних умовах вводиться поняття “горіння лісу”, який визначається за формулою Несторова В.Г. [49, 53]

$$\Gamma = \sum_{i=1}^n T \cdot d, \quad (7.1)$$

де Γ – показник горіння; T – температура повітря о 13.00 годині; d – дефіцит пружності; n – число сухих днів (дні з опадами менше 2.5 мм вважаються, як дні без опадів).

Замість параметра d у формулі (7.1) можна скористатися дефіцитом точки роси $T-T_d$. Для практичної зручності при складанні прогнозу горіння використовують шкалу горіння лісу (табл. 7.1). Необхідно підкреслити, що горіння IV і V класів внесено до списку небезпечних явищ.

Таблиця 7.1 - Шкала горіння лісу [49,50]

Клас горіння	Горіння	Показник горіння
I	Відсутнє або мале	0-300
II	Середнє	301-1000
III	Високе	1001-4000
IV	Особливо небезпечне	4001-10000
V	Надзвичайне	>10000

7.2 Водний транспорт

Специфіка виробничої діяльності водного транспорту складається із наступних особливостей:

1. Робота річкового транспорту протягом навігації проходить на відкритому повітрі і залежить від умов погоди та стану водного об'єкта.
2. Відносно малі швидкості і недостатнє маневрування суден (на річках, фарватерах, у звуженнях між островами і т.п.) утруднюють роботу річкового флоту, особливо при несприятливих погодних умовах або складних гідрологічних обставинах.

3. Річковий транспорт виконує вантажні перевезення за складними маршрутами. Це дає можливість прогнозисту достатньо досконало вивчити характер вантажних перевезень, специфіку перевезень, час, необхідний для проходження даної ділянки водного шляху суднами різних типів.

Гідрологія традиційно розглядає обслуговування водного транспорту однією із першорядних задач. Як і енергетика, водний транспорт, потребує різноманітної інформації для забезпечення судноплавства, на крупних озерах, водосховищах та морях. Із елементів гідрологічного режиму на внутрішніх водних шляхах країни найбільшу зацікавленість викликає оперативна інформація про рівень водного об'єкта, різкі зміни водності, інформація про руслові процеси, льодовий стан, а також прогнози цих явищ.

Відомості про рівень води на ділянках, де обмежено судноплавство, особливу цінність при швидкій зміні відміток в зв'язку із згінно-нагінними явищами (гирлові ділянки річок) або поблизу гідротехнічних споруд (ГЕС та інших). На основі такої інформації можна оптимізувати тактику ведення перевезень: наприклад, ілюстрацією залежності показників роботи річкового транспорту від водності об'єкта можуть служити такі показники:

1. Вантажні перевезення, які здійснюються в середній і верхній течії річки Іртиш, рентабельні лише при витратах води в створі Усть-Кам'яногірської ГЕС, яка перевищує $500 \text{ м}^3/\text{с}$.

2. Внаслідок зменшення стоку річки Уралу з липня по вересень 1985 року собівартість транспортування вантажів виросла більше ніж в 3.8 разу.

Гідрологічні прогнози визначають передумови отримання допоміжної корисності. В залежності від завчасності прогнозів і структури прогнозних схем як базового варіанта з оцінкою беруться середні або багаторічні дані (у випадку довгострокового прогнозування), чи інерційний прогноз. Наприклад, очікуваний об'єм весняного припливу у водосховище, яке має водотранспортне значення, доцільно співставити із нормою припливу, а попереднє обчислення рівнів на добу (пентаду або декаду) в умовах спаду повені і періоду сталої межені доцільніше порівнювати із станом водного об'єкта в той час, коли випускали прогноз, передчасно виправивши ці позначки на норму зміни рівнів за період передчасного прогнозу.

Оперативна аерокосмічна або супутникова інформація про льодовий стан на великій ділянці судноплавних річок, значних за розмірами площі озер та морських акваторій в екстремальних ситуаціях приводить до господарських рішень з великою користю. Найбільша цінність цього виду гідрометеорологічної інформації на річкових трасах проявляється в періоди завершення навігації і повернення суден до місць зимування. Виправданість довгострокового передбачення строків льодових явищ порівняно невисока, тому основний економічний ефект дають короточасні прогнози, із яких найбільш надійними стали метод попереднього обчислення дат появи

льоду (за Л.Г. Шуляковським) та прогноз дат льодових явищ на основі фізико-статистичних залежностей [2,10].

Функції втрат при використанні прогнозів дат льодових явищ асиметричні та не відповідають умовам відмінності (показник втрат не залежить від аномалії фактичного значення гідрологічного явища або процесу). Економічний ефект залежить від завчасного прогнозу, складу флоту, інтенсивності процесів формування льодового покриву (явищ) в даному районі (ділянці), а також ряду інших факторів.

7.3 Енергетика

Основна частина використовуваної на Україні електроенергії виробляється тепловими (ТЕС), гідравлічними (ГЕС) та атомними електростанціями. Вибір нормативних гідрометеорологічних параметрів пов'язаний з особливостями об'єкта, який будується. Так, тепла енергетика потребує даних про температуру повітря, хмарність, швидкість та напрямок вітру для оптимізації режимів роботи систем регулювання потреб тепла споживачем.

До особливо небезпечних для енергетики метеорологічних явищ погоди відносяться:

1. Грози будь-якої інтенсивності і тривалості.
2. Вітер із середньою швидкістю 30 м/с та більшою.
3. Відкладення льоду на проводах ЛЕП діаметром 20 мм і більше, мокрого снігу або складного відкладення льоду діаметром 35 мм і більше.
4. Дощі 50 мм і більше за 12 годин і менше (зливові – 300 мм і більше за 1 годину).
5. Різні зміни температури (на 10 °С і більше).
6. Довгочасні морози (-30 °С і нижче) і довгочасна спека (+30 °С і вище).

“Чисто гідрологічна” інформація зводиться до оперативних матеріалів про температуру води (для забезпечення роботи систем охолодження), рівнях і втрати води джерела водопостачання ТЕС. В перехідні періоди гідрологічного року набуває важливості інформація про льодовий стан водного об'єкта: наявність шуги, плаваючого льоду, дрейфу озерного льоду і інше. В деяких районах підстанції, а також інші споруди, знаходяться в низькій місцевості (гирло або заплава річки, низовини та ін.) і можуть підтоплятися при нагінних або паводкових явищах. Прогнози рівня води водоймищ, розміщених поблизу, дозволяють передбачити необхідні захисні заходи.

Основна сфера діяльності гідрологів при обслуговуванні енергетики – забезпечення гідрологічною інформацією всього комплексу робіт по проектуванню, будівництву і експлуатації ГЕС.

Розрахунки економічної ефективності нормативної інформації при гідрологічному обґрунтуванні проектів достатньо громіздкий, але не без методичних труднощів, оскільки в основному визначається в межах простих схем (5.17)-(5.20). Практичні розрахунки економічної ефективності шляхом порівняння базового і оптимального “пакунків” гідрометеорологічної інформації не використовуються тому, що відомо, що звірені нормативні дані багаторазово окупають витрати на їх отримання. Як приклад можна навести відомості [32] про оцінку економічного ефекту прогностичної інформації під час створення проекту Каховської ГЕС. Аналіз виправданості і передчасності прогнозів притоку в Каховське водосховище дозволив суттєво скоротити фронт водопропускних створів, і отже, зменшити капіталовнесення.

На практиці гідрологічні прогнози використовуються в енергетиці для оптимізації режимів регулювання стоку і планування вироблення електроенергетики. Запобіжні заходи, які включають захист дамби, греблі і інших гідротехнічних споруд від зруйнування, також потребують прогностичної інформації, але запас міцності ГЕС такий, що вплив даного аспекту суттєвий в процесі будівництва; при перекритті русел, відведенні річок і т.д.

Оцінку економічного ефекту прогнозів притоку у водосховища багаторічного регулювання доцільно розпочинати із аналізу гідролого-економічної ситуації в багатоводні сезони [13]. Інтерес викликає прогноз обсягу притоку в цілому за період передчасності без деталізації розподілу притоку за цей період. Дані обставини суттєво спрощує визначення функції втрат $R(y, l)$.

Для підвищення ефективності експлуатації водосховищ сезонного регулювання, крім прогнозів об'єму притоку на багатоводний період гідрологічного року, необхідні відомості про очікуваний гідрограф (як мінімум, інформація про дати початку повені). Це важливо при наявності невеликого об'єму водосховища, коли головна мета експлуатації за період заповнення водосховища складається із збільшення строків роботи ГЕС з максимальними напорами при скороченні до мінімуму холостих викидів. Добове та декадне регулювання стоку не дозволяє в повній мірі використовувати довгочасні гідрологічні прогнози з метою експлуатації. Основна цінність місячних і кварталних прогнозів в цьому випадку складаються із можливості більш надійного планування вироблення електроенергії.

Вивчення методів оцінки економічної ефективності використання прогностичної інформації в енергетиці приводить до висновку про те, що оперативні підрозділи гідрометслужби досить часто зводять цю оцінку до підрахунку економічного ефекту одиничного прогнозу, особливо у випадку передбачення різко аномальних (особливо небезпечних) явищ. Як економічний ефект береться різниця втрат:

$$\Delta R_{y_{сер}, y} = R_{y_h, y_{сер}} - R_{y_h, y'}, \quad (7.2)$$

де $R_{y_h, y_{сер}}$ – втрати при орієнтуванні на норму, тобто при розв'язанні $l = y_{сер}$ і фактично здійсненому явищі y_h

$$R_{y_h, y_{сер}} = \theta y_h - \theta y_h, y_{сер}, \quad (7.3)$$

а $R_{y_h, y'}$ – теж саме при повній довірі до прогнозу, тобто $l = y'$

$$R_{y_h, y_{сер}} = \theta y_h - \theta y_h, y'_{сер}, \quad (7.4)$$

θy_h , $\theta y_h, y_{сер}$, $\theta y_h, y'$ аналогічно із виразом (4.1) – вироблення електроенергії, відповідно при “абсолютно точно” відомому притоку Y_y при виборі типового середньо багаторічного режиму регулювання і при коректуванні цього режиму з урахуванням прогнозу y' .

Дійсно ж утрати $R_{y_h, y_{сер}}$, $R_{y_h, y'}$ неповно оцінюють кон'юктурну ситуацію за період передчасності конкретного гідрологічного прогнозу та економічної ефективності методу прогнозування.

Причини цього в наступному: не завжди споживач використовує як рішення стратегію повного довір'я прогнозу $l = y$ або додержується середнього багаторічного графіку притоку. Особливо у відповідальних випадках, експлуатаційник повинен враховувати при відсутності прогнозів можливість здійснення різко аномальних гідрометеорологічних явищ ($y = y_{min}$, $y = y_{max}$) та вживати відповідних запобіжних заходів, які тягнуть за собою невиправні втрати. При наявності прогнозів діапазон варіації Y біля значення y' на період завчасності прогнозування тим менше, ніж вище виправданість прогнозів. В конкретних ситуаціях здійснення багаторічного мінімуму y_{min} або y_{max} можна виключити, тобто, уникнути дорогих заходів.

Ігнорування ймовірної сутності прогнозування в розрахунках, обмежених схемами (7.2) - (7.4) приводить до абсурдного висновку про марність прогнозування норми, тобто неефективність прогнозів $y' = \bar{y}$.

Оцінка корисності одиничних прогнозів дає лише інформацію на створення матриці втрат $R = ||R_{y,l}||$ або для визначення функції $R(y, l)$ не описуючи явища в цілому.

На завершення розглянемо питання оцінки економічної ефективності прогнозів гідрографа притоку у водосховища сезонного регулювання на багатоводний період. Як приклад дається інформація [13].

Розрахунок виконаний для другого кварталу (квітень-червень), який в багатьох випадках найбільш важливий період в річному гідрологічному циклі, який відповідає фазі наповнення водосховища.

Наближений опис гідрологічного процесу, допустимий для оцінки економічних розрахунків, дозволяє задати гідрограф на другий квартал (Γ) за двома параметрами [13,35]:

$$1. \text{ Середньоквартальною витратою } Q = \frac{Q_{IY} + Q_Y + Q_{YI}}{3};$$

$$2. \text{ Коефіцієнтом форми гідрографа } K_{\phi} = \frac{6,25Q_{IY} + 2,25Q_Y + 0,25Q_{YI}}{Q_{IY} + Q_Y + Q_{YI}},$$

де Q_{IY} , Q_Y , Q_{YI} – середньомісячні витрати припливу води.

Як “приплив” в даному випадку розглядається корисний приплив, тобто, кількість води, яка надходить у водосховище із урахуванням усіх видів втрат (на випаровування, відтік у водоносні горизонти берегової зони водозабір і інше). Функція втрат $R(\Gamma, l)$ наведена в матричній формі.

Таблиця 7.2 - Матриця втрат вироблення електроенергії $R_{\frac{k_Q, j_Q}{k_{K\phi}, j_{K\phi}}}$

при використанні інформації про гідрограф притоку води у водосховище

Q_k	$K_{k\phi}$	Q_1			....	Q_b		
		$K_{k\phi 1}$	....	$K_{k\phi b'}$		$K_{k\phi 1}$	....	$K_{k\phi b'}$
Q_1	$K_{k\phi 1}$	$R_{11/11}$	....	$R_{11/1b'}$	....	$R_{1b/11}$	....	$R_{1b/1b'}$
								
	$K_{k\phi c}$	$R_{11/c1}$	....	$R_{11/cb'}$	....	$R_{1b/c1}$	....	$R_{1b/cb'}$
....								
Q_c	$K_{k\phi 1}$	$R_{c1/11}$	....	$R_{c1/1b'}$	....	$R_{cb/11}$	....	$R_{cb/1b'}$
								
	$K_{k\phi c}$	$R_{c1/c1}$	....	$R_{c1/cb'}$	....	$R_{cb/c1}$	....	$R_{cb/cb'}$

В табл.7.2 багаторічні діапазони зміни втрати води Q і коефіцієнта форми гідрографа $K_{k\phi}$ розбиваються, відповідно на b інтервалів j_Q і b' інтервалів $j_{K\phi}$, шкали рішень відносно Q та $K_{k\phi}$ включають c інтервалів K_Q і c' інтервалів $K_{K\phi}$.

Матриця умовних ймовірностей будується за табл.7.3 $p = \left\| p(y_j \pm \Delta y) | y'_i \right\|$. В чисельнику і знаменнику індексу при значенні умовної ймовірності p дані очікувані і реалізовані інтервали середніх квартальних втрат i_Q та j_Q і коефіцієнта форми $i_{K\phi}$, $j_{K\phi}$. Матриця безумовних

(багаторічних) ймовірностей $p = \left\| p(y_j \pm \Delta y) | y'_i \right\|$ трансформується в табл.7.3.

Розрахунок середніх втрат $R_{сер}(y'_i, l_k)$ та $R_{сер}(l_k)$ відбувається аналогічно за схемами (4.20) і (4.24). середньоквадратичні втрати вироблення електроенергії при прогнозі гідрографа $\Gamma'_{iQik\phi}$ і рішення $l_{kQkk\phi}$ складають

$$\begin{aligned}
 R_{сер}(\Gamma'_{iQik\phi}, l_{kQkk\phi}) = \\
 = \sum_{j_Q} \sum_{j_{k\phi}} p((Q_{i_Q} \pm \Delta Q) | Q'_{i_Q} \cdot p(k\phi_j \pm \Delta k\phi) | k\phi'_i, Q'_{i_Q}, Q_{j_Q}) \times \\
 \times R_{\Gamma_{j_Q j_{k\phi}, LkQkk\phi}} = \sum_{j_Q} \sum_{j_{k\phi}} P_{i_{\frac{Q}{k\phi}} \frac{j}{j_{k\phi}}} \cdot R_{k_{\frac{Q}{k\phi}} \frac{j}{j_{k\phi}}}
 \end{aligned} \quad (7.5)$$

Таблиця 7.3 - Матриця умовних ймовірностей здійснення очікуваного гідрографа:

$$\begin{aligned}
 p(\Gamma_{j_Q j_{k\phi}} | \Gamma'_{i_Q i_{k\phi}}) = p((Q_{j_Q} \pm \Delta Q) | Q'_{i_Q}) \times \\
 \times (p((k\phi_j \pm \Delta k\phi) | k\phi'_i, Q_{i_Q}, Q_{j_Q}) = p_{i_{\frac{Q}{k\phi}} \frac{j}{j_{k\phi}}}
 \end{aligned}$$

Q_k	$K_{k\phi}$	Q_1			....	Q_b		
		$K_{k\phi 1}$	....	$K_{k\phi b'}$		$K_{k\phi 1}$	....	$K_{k\phi b'}$
Q_1	$K_{k\phi 1}$	$R_{11/11}$	....	$R_{11/1b'}$	....	$R_{1b/11}$	....	$R_{1b/1b'}$
								
	$K_{k\phi e}$	$R_{11/c1}$	....	$R_{11/eb'}$	....	$R_{1b/e1}$	....	$R_{1b/eb'}$
....								
Q_c	$K_{k\phi 1}$	$R_{e1/11}$	....	$R_{e1/1b'}$	....	$R_{eb/11}$	....	$R_{eb/1b'}$
								
	$K_{k\phi c}$	$R_{e1/e1}$	....	$R_{e1/eb'}$	....	$R_{eb/e1}$	....	$R_{eb/eb'}$

Продовження табл.7.3 - Матриця безумовних ймовірностей здійснення гідрографа припливу у водосховище

$$p(\Gamma_{j_Q j_{k\phi}}) = p(Q_{j_Q} \pm \Delta Q) p((k\phi_j \pm \Delta k\phi) | Q_{j_Q}) = p'_{j_Q, j_{k\phi}}$$

Q_{j_Q}	Q_1			....	Q_b		
$k\phi_i$	$k\phi_1$	....	$k\phi_{b'}$	....	$k\phi_1$	....	$k\phi_{b'}$
$p(\Gamma_{j_Q j_{k\phi}})$	p'_{11}$	....	p'_{1b'}$	....	p'_{b1}$	....	p'_{bb'}$

Повна економічна ефективність методу прогнозування гідрографа розраховується згідно з (5.11) і (7.5) за виразом

$$R_{сер Q, \Gamma'} = \min_{<1>} \sum_{i_Q} \sum_{i_{kf}} \sum_{j_Q} \sum_{j_{kf}} p_{i_Q i_{kf}} \cdot P_{i_Q j_Q} \cdot R_{k_Q j_Q} \cdot R_{k_{kf} j_{kf}} \quad (7.6)$$

Середньостатистичні втрати вироблення електроенергії при оптимальному використанні багаторічної інформації про гідрограф притоку обчислюється аналогічно із (4.26)

$$R_{сер}(l) = \min_{<1>} \sum_{j_Q} \sum_{j_{kf}} P'_{j_Q j_{kf}} \cdot R_{k_Q j_Q} \cdot R_{k_{kf} j_{kf}}, \quad (7.7)$$

де K_Q, K_{kf} – конкретні рішення l_k відносно об'єму і форми гідрографа.

Економічний ефект застосування прогностичного методу залежить від характеру попередніх виробничих втрат та оцінюються за формулами типу (5.13), наприклад

$$E_z = \beta [R_{сер}(l_0) - R_{0, \Gamma'}] - 3_{nn}. \quad (7.8)$$

7.4 Залізничний та автомобільний транспорт

Залізничний і автомобільний транспорт, як і інші галузі народного господарства, мають свою специфіку роботи, з чим і пов'язані особливості впливу на нього погодних умов. Експлуатація великої мережі доріг пов'язана із подоланням багатьох труднощів, в тому числі і гідрометеорологічного характеру.

Розмиття річок шкодить насипам, шляховим полотнам, місткам та іншим гідрологічним спорудам, снігові лавини перегороджують рух в горах, а ожеледиця призводить до суттєвих ускладнень в експлуатації залізничного обладнання та технічного парку. Залежність стану залізничних та автомобільних доріг від гідрометеорологічних умов, навіть, при відсутності яких-небудь аномальних (СГЯ) природних явищ, можна ілюструвати таким прикладом. Кожна пліть безстикових рельсів мають довжину 800 метрів. В багатьох регіонах країн СНД (в тому числі і на Україні) річний діапазон коливання температури рейок перевищує 10°C (в сонячну погоду температура рейок перевищує на $15-20^{\circ}\text{C}$ температуру повітря). В результаті довжина пліті суттєво змінюється протягом року. Для кожної пліті є комплекс зрівнюючих рельсів; найбільш довгі рейки цього комплексу (12 м - 50 см) використовують взимку, найкоротші (12 м - 38 см) – влітку.

Розірвання рейок в сильні морози, “викидання” в спеку утруднюють рух залізничного транспорту, що в свою чергу зумовлює матеріальні втра-

ти галузі. Оперативне гідрометеорологічне забезпечення залізничного і автомобільного транспорту складається із:

- а) інформації про поточний стан водних об'єктів і погоди;
- б) штормових попереджень (особливо при хуртовині);
- в) прогнозів погоди (стан водного об'єкта) на дату, три доби, період та місяць;
- г) гідрометеорологічних бюлетенів по району обслуговування, різноманітних довідок та консультацій.

Необхідно відмітити, що особливу небезпеку для роботи усіх видів транспорту несуть хуртовини, які супроводжуються снігом та сильним вітром (загальна хуртовина).

Рух потягів без всіляких труднощів відбувається при наявності на коліях м'якого снігу висотою від підшви рейок не більше 30 см. Однак після кожної хуртовини на залізничних коліях знаходиться велика кількість снігу, який перешкоджає руху потягів. До числа «виключно гідрологічних» особливо небезпечних явищ відносяться, в першу чергу, різке підвищення рівнів води, в зв'язку із проходженням дощових зливів, повені і т.п. Катастрофічне підняття рівнів води до визначних критичних позначок призводить до затоплення різних споруд та обладнання, які забезпечують нормальну роботу залізничного і автомобільного транспорту, а в ряді випадків призводить до зруйнування насипів, мостів, водопропускних споруд. Значною мірою ускладнюється робота транспорту в гірських районах, внаслідок виникнення ряду небезпечних явищ.

Так, деякі ділянки залізничних і шосейних доріг через особливості топографії місцевості є снігозаносними, сильні дощі можуть спричинити розмивання шляху, а сильні вітри - обвали гірських порід на залізничне полотно або автомобільну трасу. На деяких ділянках залізничних та шосейних доріг відмічається сходження снігових лавин. Особливо небезпечними є селеві потоки, вони спричиняють значні пошкодження магістральних шляхів на ділянках, розміщених біля гірських річок. Все це потребує спеціального гідрометеорологічного забезпечення, а також активної дії з метою штучного сходу лавин.

Відповідно із розробками Монахова І.К., Петрової А.А. і Циркунова В.С. [49,50] в табл. 7.4 наведені характеристика основних небезпечних і особливо небезпечних явищ погоди для залізничного та автомобільного транспорту.

7.5 Рибне господарство

Розвиток рибного господарства, підвищення продуктивності річок, озер та ставків здійснюється на основі надійної нормативної інформації про режим водних об'єктів, їх гідрологічних особливостей. Отримання по-

вного комплексу такої інформації складна задача. Так, при створенні водосховищ деякі характеристики можуть бути визначені лише розрахунковим шляхом або аналогічно із існуючими водоймищами.

Необхідно підкреслити, що інтерес даної галузі береться до уваги уже на стадії проектування гідротехнічних споруд. Позначка нормального підпірного рівня вибирається із урахуванням, для рибників, площі мілководдя (літораль), а рівень мертвого об'єму повинен забезпечувати достатній «життєвий простір» для зимування риби, при цьому набирає особливого значення інформація про льодовий режим водоймищ (товщина льодового накриття, термін льодоставу) і хімічний склад води в зимовий період (вміст кисню у воді).

Потреби рибного господарства накладають визначні обмеження на режим регулювання стоку гідровузлом. Наприклад, весняний розпуск повинен бути достатньо потужним і довготривалим.

Таблиця 7.4 - Характеристика небезпечних та особливо небезпечних явищ погоди для залізничного і автомобільного транспорту

Метеорологічне явище	Категорія небезпеки*	Кількісні характеристики	Примітки
1	2	3	4
Снігопад (слабкий вітер)	НЯ НЯ СГЯ	5-9 мм за добу 10-19 мм за добу Більше 20 мм за добу	Є загроза для великих станцій та вузлів
Мокрий сніг	НЯ НЯ СГЯ	3-7 мм за добу 7-14 мм за добу Більше 15 мм за добу	Розрив контактної мережі. Перепалювання устаткування. Зрив стрілков перемикачів.
Мокрий сніг із знижуванням температури повітря	СГЯ	7 мм та більше	Небезпечний для всіх категорій станцій, вузлів, доріг.
Хуртовини	НЯ НЯ СГЯ	3 год, вітер 10 м/с 3-12 год, вітер 10-14 м/с 12 год і більше, вітер 15 м/с і більше	Значні матеріальні втрати для очищення стрілков перемикачів. Небезпека для всіх категорій станцій та вузлів. Можливе повне паралізування всіх видів транспорту

Продовження табл.7.4

1	2	3	4
Ожеледь, мряка	НЯ НЯ СГЯ	Ожеледь 5 мм, мряка 20 мм Ожеледь 16-19 мм, мряка 20 мм Ожеледь 20 мм і більше, мряка 50 мм і більше	Порушена робота за- собів зв'язку. Перепалювання устат- кування. Зрив проводів, зупинка руху всіх видів транс- порту.
Морози	НЯ	-25°C і нижче	
Жара	НЯ	+25°C і вище	
Значний вітер	НЯ	15 м/с і більше	
Дощі	НЯ	30 мм	Виплиски на рельсах і сповзання ґрунту.
Зливи	СГЯ	50 мм і більше	Руйнування інженер- них споруд, розмиван- ня доріг.

* „категорія небезпеки” наведена відповідно до [49,50].

Гідрологічне забезпечення риборозведення в штучних ставках, крім перерахованих відомостей, складається із воднобалансової і теплобалансової інформації, яка дозволяє створювати найбільш сприятливі умови для виживання та росту товарної риби.

На великих акваторіях гідрометеорологічне забезпечення рибаків включає до себе (перш за все) прогнози вітру і хвилювання.

При спрацюванні водосховищ до низьких горизонтів в ряді випадків набувають важливості дані про рівень води, який визначає глибини біля причалів. Часто в цю інформацію вносять суттєві порушення різного роду денівеляції рівнів, на мілководних водоймищах – це згінно-нагінні явища.

Інформація про терміку водоймищ – про розподіл температури на поверхні озерних і морських акваторій, є основою для пошуку районів вилову риби.

Гідрометеорологічне забезпечення підльодового виловлювання включає весь комплекс інформації про стан водного об'єкта (характеристика припаю, товщина та пружність льоду, наявність розколин і води на льоду, напрямок і швидкість вітру, ймовірність зламвання припаю та інше).

Оцінку корисності роботи мілкотонажного риболовного флоту на озері, водосховищі або морській затоці можна виконати за такою схемою. Прибуток від реалізації риби розраховується за формулою

$$\theta = \gamma \sum_{e=1}^{e=n} C_e D_e, \quad (7.9)$$

де C_e – закупочна вартість конкретного e -го продукту промислу; D_e – об'єм здобичі в тонах; γ – частка сумарної вартості продукту, який складає чистий прибуток.

Затрати на вплив та реалізацію продукції, згідно [13], приблизно дорівнює 50% її вартості, а значить, $\gamma = 0,50$.

Простій суден через штормову погоду або через неправильні попередження про сильний вітер і хвилювання зменшують корисність θ на величину

$$F_C = \sum_{m=1} \sum_{t=1}^{m=1, t=T} N_C G_m N_{mt}, \quad (7.10)$$

де T – число діб простою; N_C – вартість утримання судна за добу, відповідно до тони вантажопідйомності [53]; G і N – відповідно, тоннаж та кількість суден m -го типу; l – число типів суден.

Аварія судна m -го типу, а тим більше, катастрофа є збитками $F_{a,m}$ і $F_{z,m}$. Збиток $F_{a,m}$ включає втрату палива в штормовому рейсі, втрату снастей і інше; $F_{z,m}$ – збиток в результаті загибелі судна m -го типу. реальна користь експлуатації риболовного флоту за розглянутий період (добу, місяць, квартал, сезон навігації, рік) з використанням штормових попереджень оцінюється величиною [49, 53]

$$\theta_{y'1}^* = \theta_{y'1} - F_{cy'1} - \sum_{m=1}^{m=1} (F_{amy'1} + F_{rmy'1}), \quad (7.11)$$

де $\theta_{y'1}$ та $F_{cy'1}$ – прибуток від реалізації продукції і збиток від простою при орієнтуванні на прогнози погоди; $F_{amy'1}$ та $F_{rmy'1}$ – втрати в результаті аварії та загибелі суден m -го типу при безуспішних прогнозах, або у випадку занадто запізнених штормових попереджень.

Базовим варіантом може служити оцінка економічної діяльності за принципом роботи «по погоді» (орієнтація на інерційний прогноз $Y^\wedge$). Корисність такої стратегії складається:

$$\theta_{y^\wedge 1}^* = \theta_{y^\wedge 1} - F_{cy^\wedge 1} - \sum_{m=1}^{m=1} (F_{amy^\wedge 1} + F_{rmy^\wedge 1}). \quad (7.12)$$

Порівняємо $\theta_{y'1}^*$ та $\theta_{y^\wedge 1}^*$. В зв'язку з більш частими виходами на вилов не виключено, що здобуток риби, при роботі «за фактичною погодою» буде що більший (тобто можливо, що $\theta_{y^\wedge 1} \geq \theta_{y'1}$). Врахування штормових попереджень може трохи збільшити збитки від простоїв ($F_{cy'1} \geq F_{cy^\wedge 1}$).

Важливими факторами на користь запропонованим рекомендаціям гідрометеорологів є різке зменшення найбільш великого джерела втрат, а саме збитку від аварії та загибелі суден, тобто

$$\sum_{m=1}^{m=1} (\bar{F}_{amy'1} + \bar{F}_{rmy'1}) = \sum_{m=1}^{m=1} (\bar{F}_{amy^{\wedge}1} + \bar{F}_{rmy^{\wedge}1}), \quad (7.13)$$

де F – середньостатистичні збитки.

Для розрахунку втрат $R(y, l)$ значення $\theta_{y'1}^*$ та $\theta_{y^{\wedge}1}^*$ порівнюється з θ_y – корисністю роботи риболовного флоту в умовах точного знання майбутньої погоди, а тому, без аварії через гідрометеорологічні причини.

Орієнтовну оцінку EE можна дати при розгляді лише двох видів гідрометеорологічних умов: погода така, що вихід суден m -го типу на вилов риби дозволений (X_m) або заборонений (Z_m). Очевидно, що при такому допущенні спрощується обчислення умовних і безумовних ймовірностей здійснення X_m та Z_m , а також розрахунок частоти попереднього обчислення тієї або іншої комбінації «рішення-погода».

Література

1. [25] С.292-378.
2. [50] С. 359-412.

Запитання для самоперевірки

1. Які галузі є споживачами гідрометеорологічної інформації?
2. Яка гідрометеорологічна інформація використовується споживачами різних галузей господарства?
3. Який економічний ефект досягається від її використання?
4. Як визначити потенціальну (можливу) і фактичну (досягнуту) економічну ефективність гідрометеорологічного забезпечення галузей народного господарства?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Основна література

1. Аполлов Б.А., Калинин Г.П., Комаров В.Д. Курс гидрологических прогнозов. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 419 с.
2. Бефани Н.Ф., Калинин Г.П. Упражнения и методические разработки по гидрологическим прогнозам. – Л.: Гидрометеиздат, 1983.-390 с.
3. Бойко В.М. Сучасний стан гідрологічного прогнозування і забезпечення, розвиток моделей прогнозування. – Матеріали наради-семінару спеціалістів організацій служби Мінекоресурсів “Гідрологічне прогнозування та обслуговування споживачів”, м.Ужгород, 21-25 червня 2004 р. – С.4-12.
4. Воробьев Б.В., Косолапов Л.А. Водотоки и водоемы: взаимосвязь экологии и экономики. – Л.: Гидрометеиздат, 1987.- 271 с.
5. Код КН-15 для передачі даних гідрологічних спостережень на річках, озерах та водосховищах. – Л.: Гідрометеоіздат, 1984.
6. Наставление по службе прогнозов, разд. 3, ч. 1. – Л.: Гидрометеиздат, 1962. - 194 с.
7. Руководство по оперативному гидрометеорологическому обеспечению народнохозяйственных организаций, 4.1. – М.: Гидрометеиздат, 1972, - 142 с.
8. Руководство по гидрологическим прогнозам. Долгосрочные прогнозы элементов водного режима рек и водохранилищ. – Л.: Гидрометеиздат. – Вып. 1. – 1989. – 357 с.
9. Руководство по гидрологическим прогнозам. Краткосрочный прогноз расхода и уровня воды на реках. – Л.: Гидрометеиздат. – Вып. 2. – 1989. – 246 с.
10. Руководство по гидрологическим прогнозам. Прогноз ледовых явлений на реках и водохранилищах.-Л.: Гидрометеиздат.- Вып. 3.-1989. – 168 с.
11. Руководство по гидрологической практике. Сбор и обработка данных, анализ, прогнозирование и другие применения. Пятое издание. 1994. ВМО-№168. - 808 с.
12. Сербов М.Г., Шакірзанова Ж.Р. Конспект лекцій з дисципліни „Економіка гідрометеорологічного забезпечення народного господарства України (гідрологічні аспекти)”. – Одеса. - Одеський державний екологічний університет, 2008. – 123 с.
13. Угренинов Г.Н. Гидрометеорологическое обеспечение народного хозяйства / Учебно-методическое пособие. - Л.: Издательство ЛПИ, 1986.- 83 с.

14. Хандожко Л.А. Практикум по экономике гидрометеорологического обеспечения народного хозяйства. – С-Пб.: Гидрометеоиздат, 1993. – 311 с.

Рекомендована література

15. Багров Н.А. Про хозяйственную полезность гидрометеорологических прогнозов. – Труды ГМЦ СССР. - Вып. 159. - 1975. – С. 101-114.

16. Бойко В.М. Гидрологическое обеспечение водного хозяйства Украины / Серия «Гидрометеорологическое обеспечение народного хозяйства». – Обнинск: Гидрометеоиздат, 1986. – 5 с.

17. Бойко В.М. Опыт прогнозирования притока воды в Киевское водохранилище за второй квартал с распределением по месяцам / Серия «Гидрометеорологическое обеспечение народного хозяйства». – Обнинск: Гидрометеоиздат, 1986. – 4 с.

18. Георгиевский Ю.М., Шаночкин С.В. Гидрологические прогнозы. Учебник. – СПб., изд.РГГМУ, 2007. – 436 с.

19. Гидрометеорологическое обеспечение народного хозяйства СССР. – М.: Гидрометеоиздат, 1974. – С. 37-55, 91-102, 122-125.

20. Гидрометеорология и народное хозяйство. – М.: Гидрометеоиздат, 1976. – 352 с.

21. Гопченко Є.Д., Бойко В.М., Шакірзанова Ж.Р. Діагноз та просторовий довгостроковий прогноз характеристик весняного водопілля рівнинних річок (на прикладі басейну р.Сейм) // Матеріали наради-семінару спеціалістів організацій служби Мінекоресурсів “Гідрологічне прогнозування та обслуговування споживачів”, м.Ужгород, 21-25 червня 2004 р.- С.56-62.

22. Гопченко Е.Д., Шакирзанова Ж.Р. Территориальное долгосрочное прогнозирование максимальных расходов воды весеннего половодья: Учебное пособие. – К.: КНТ, 2005. - 240 с.

23. Гопченко Є.Д., Шакірзанова Ж.Р., Андреевська Г.М. Комп'ютерні засоби просторового узагальнення очікуваних характеристик максимального стоку весняного водопілля рівнинних річок (на прикладі басейну Десни) // Метеорологія, кліматологія та гідрологія.- 2005.- Вип. 49. – С. 406-413.

24. Гордиенко А.И., Дремлюг В.В. Гидрометеорологическое обеспечение судоходства: Учебник для вузов. М.: Транспорт, 1989.- 240 с.

25. Городецкий О.А., Сивопляс Г.Г. Экономика, организация и планирование гидрометеорологических работ. – Л.: Гидрометеоиздат, 1988. – 466 с.

26. Державні будівельні норми України. Проектування. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд. ДБН А.2.2.-1-2003. – К.:Держбуд України, 2004. – 21 с.

27. Жуковский Е.Е. Метеорологическая информация и экономические решения. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 304 с.
28. Коваленко В.В. Гидрологическое обеспечение надёжности строительных проектов при изменении климата. - Санкт-Петербург, 2009. -100 с.
29. Кочелаба Е.И., Окорский В.П., Соседко М.Н. Математическое моделирование процессов формирования половодного стока на территории Полесья с учетом оттепельных явлений // Труды УкрНИГМИ. – 1990. – Вып.235. – С.3-18.
30. Лобода Н.С. Расчёты и обобщения характеристик годового стока рек Украины в условиях антропогенного влияния: Монография. – Одесса: Экология, 2005. – 208 с.
31. Макаров В.А. Экономика гидрометеорологического обеспечения народного хозяйства (океанологические аспекты). – С-Пб.: Издательство РГГМУ, 1992. – 101 с.
32. Методика комплексной оценки эффективности научно-исследовательских работ в области гидрометеорологии и контроля природной среды. Л.: ГГО им. А.И. Воейкова, 1987. – 156 с.
33. Методические рекомендации по оценке экономического эффекта прогнозов температуры воздуха для теплоэнергоцентралей. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 19 с.
34. Методические указания по ведению государственного водного кадастра. Раздел 1, выпуск 6, части 1, 2. – Обнинск, 1980. – 112 с.
35. Методические указания. Руководящий документ «Проведение производственных (оперативных) исследований новых та усовершенствование методов гидрометеорологических и геофизических прогнозов», РД 52.27.284-91. – М.: Комитет по гидрометеорологии при Кабинете Министров СССР, 1991. – С. 108-126.
36. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни “Економіка гідрометеорологічного забезпечення господарства України” для студентів IV курсу за спеціальністю “Гідрологія і гідрохімія” / Укладачі: Сербов М.Г., Шакірманова Ж.Р. – Одеса, ОДЕКУ, 2008. – 54 с.
37. Методические рекомендации по оценке обеспеченных расходов проектируемых гидротехнических сооружений при неустановившемся климате. – Санкт-Петербург, 2010 – 51 с.
38. Монокревич Е.И. Гидрометеорологическая информация в народном хозяйстве. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 176 с.
39. Обухов Є.В. Водне господарство України: Підручник. – Одеса: «Поліграф», 2009. – 198 с.
40. Оптимізація природокористування в 5-ти т.: Навч. Посіб. Т. 1. Природні ресурси: еколого-економічна оцінка / Дорогунцов С.І., Муховиков А.М., Хвесик М.А. – К.: Кондор, 2004. – 291с.

41. Основи екології та економіка природокористування. - Навчальний посібник. – Суми: «Університетська книга». – 2007. – 592 с.
42. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 448 с.
43. Предоставление обслуживания и метеорологическое обслуживание населения – обзор Геральд Флеминг / Статья взята из Официального журнала Всемирной метеорологической организации "Бюллетень" том 57(4) за октябрь 2008 г. – Режим доступа: <http://meteo.com.ua/articles/8/>
44. Разработка базового метода численной оценки экономического эффекта и экономической эффективности использования гидрометеорологических прогнозов – методологические и концептуальные основы // Режим доступа: <http://method.hydromet.ru/economic/basic.rtf>
45. Рекомендации по определению себестоимости гидрометеорологической продукции (вторичной информации). – Л.: ГГО им. А.И. Воейкова, 1989. – 39 с.
46. Справочник базовых цен на инженерные изыскания для строительства. Инженерно-гидрографические работы. Инженерно-гидрометеорологические изыскания на реках/ Госстрой России. – М.: ПНИИИС Госстроя России, 2000. – 141 с.
47. Справочник по опасным природным явлениям в республиках, краях и областях Российской Федерации. – Изд. 2-е. Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, 1997. – 588 с.
48. Сусідко М.М., Лук'янець О. І. Районування території України за ступенем гідрологічної небезпеки. Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут. – Київ, 2004. – 8 с.
49. Хандожко Л.А. Метеорологическое обеспечение народного хозяйства. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 232 с.
50. Хандожко Л.А. Экономическая метеорология. Учебник. – СПб.: Гидрометеиздат, 2005. – 491с.
51. Экологический менеджмент / Н.В. Пахомова, А. Эндрес, К. Рихтер. – СПб.: Питер, 2003. – 544с
52. Эндрес А., Квернер И. Экономика природных ресурсов. – 2-е изд. – Рынки, технологии и инновации. Аспекты развития. – Изд-во «Питер». – 2004. – 256 с.
53. Эффективность гидрометеорологического обслуживания народного хозяйства. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – С. 69-77, 103-127.

Додаток А

Міністерство України з питань надзвичайних ситуацій та у справах
захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи

УКРАЇНСЬКИЙ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИЙ ЦЕНТР

вул.Золотоворітська, 6, м.Київ-34

239-93-60, 234-05-28 (ф)

bojko@ukrweather.kiev.ua

ГІДРОЛОГІЧНИЙ БЮЛЕТЕНЬ № 169 8 вересня 2010 року

Попередження про найважливіші гідрологічні явища та процеси в Україні

Небезпечних гідрологічних явищ не очікується

Зміна рівнів води (см) з 08 години 7 вересня до 08 години 8 вересня у створах гідрологічних постів на водних об'єктах України



0 – рівень без змін; “-” – рівень знизився; “без знака” – рівень підвищився

ВІДОМОСТІ ПРО РЕЖИМ РІЧОК СТАНОМ НА 8 годину 8 вересня 2010 року

Річка, пункт	Рівень води		Зміна рівня води за добу, см	Перевищення, не досягнення (-), відмітки заплави	Рівень води (багато-річні дані) за вересень, см над нулем поста		Температура води, °С
	над нульом поста, см	м БС			максимальний	мінімальний	
Дніпро, Неданчичі	287	103,45	0	-163	400	224	17
Дніпро, Херсон	483	-0,17	+6		550	407	22
Прип'ять, Мозир	132	112,25	+2	-208	327	62	15
Стир, Луцьк	366	176,53	+2	-101	548	181	15
Горинь, Оженин	95	186,02	+8	-55	190	14	15
Горинь, Дубровиця	272	140,56	+7	-78	395	148	15
Случ, Новоград-Волинський	144	188,04	+2	-276	306	115	15
Десна, Чернігів	108	103,52	+1	-572	366	106	16
Сейм, Мути	354	123,11	-1	-326	525	366	17
Сула, Лубни	159	85,01	-1	-201	421	106	16
Псел, Суми	173	123,21	-3	-137	213	128	15
Ворскла, Полтава	489	78,62	-29	-211	704	465	18
Інгuleць, Кривий Ріг	303	30,6	+1	-197	415	285	19
Сіверський Донець, Лисичанськ	231	45,01	+2	-209	289	137	15
Дністер, Галич	204	213,3	+9	-326	990	100	14
Дністер, Заліщики	338	144,07	+15	-312	794	241	15
Прут, Чернівці	100	156,89	+1	-315	626	40	16
Сирет, Сторожинець	286	348,14	+1	-314	573	278	15
Тиса, Тячів	-18	208,79	+4	-268	365	-57	13
Латориця, Мукачеве	215	117,75	-9	-95	437	164	13
Уж, Ужгород	-148	110,9	-10	-152	188	-184	13
Західний Буг, Кам"янка Бузька	174	203,53	+10	-26	257	64	14
Південний Буг, Первомайськ	338	58,31	+1	-422	502	309	18
Дунай, Ізмаїл	156	1,38	0		331	-2	21

ВІДОМОСТІ ПРО РЕЖИМ ВОДОСХОВИЩ СТАНОМ НА 8 вересня 2010 року

Пункт	Рівень води, м БС	Зміна рів- ня води за добу, см	Рівень води н/б, м БС		Середній за минулу добу м3/с		Температура води, °С
			max	min	Приплив	Скид	
Київське /НПР 103,0 м БС, РМО 101,5 м БС/							
Толокунь	102,6	+1					
Київська ГЕС, в/б	102,53	0			559		18
н/б	91,37	-4	92,01	91,4		498	
Канівське /НПР 91,5 м БС, РМО 91.0 м БС/							
Канівська ГЕС, в/б	91,4	-2			606		19
н/б	80,03	-12	81,3	80,15		568	
Кременчуцьке /НПР 81,0 м БС, РМО 75,75 м БС/							
Черкаси	80,01	-6					18
Кременчуцька ГЕС, в/б	79,97	-3			623		20
н/б	64,15	+11	64,56	63,9		810	
Дніпродзержинське /НПР 64,0 м БС, РМО 63,0 БС/							
Дніпродзерж. ГЕС, в/б	63,86	-2			831		20
н/б	51,38	+6	51,64	50,96		810	
Дніпровське /НПР 51,4 м БС, РМО 48,5 м БС/							
Дніпровська ГЕС, в/б	51,18	-5			821		
н/б	15,77	+21				738	
Каховське /НПР 16,0 м БС, РМО 12,7м БС/							
Нікополь	15,48	0					20
Каховська ГЕС, в/б	15,6	+2					22
н/б	-0,19	+5	0	-0,37		555	
Дністровське /НПР 121,0 м БС, РМО 102,5 м БС/							
Дністровська ГЕС, в/б	119,25	-2			291		
н/б	70,6	+30				303	
Печенізьке /НПР 100,5 м БС, РМО 94,5 м БС/							
Печенізька ГЕС, в/б	99,46	-1			4,4		
н/б	91,09	0				11	
Червонооскільське /НПР 72,5 м БС, РМО 66,0 м БС/							
Червонооскіл. ГЕС, в/б	71,24	0			12,8		
н/б	60,88	0	60,88	60,88		21,3	
1. м БС – абсолютна відмітка рівня води в метрах Балтійської системи висот 2. НПР – відмітка нормально підпорного (проектного) рівня води водосховища 3. РМО – відмітка рівня мертвого об’єму водосховища 4. в/б – верхній, н/б – нижній б’єфи водосховищ 5. Рівень води верхнього б’єфу водосховищ подано, як середній за минулу добу 6. max (максимальний) та min (мінімальний) рівень води н/б подано за минулу добу							
Інформація про фактичний режим водних об’єктів наведена за даними спостережень мережі станцій і постів Державної Гідрометеорологічної служби МНС України							

Огляд гідрологічного режиму водних об'єктів України станом на 08 год 8 вересня 2010 року

7 - 8 вересня на річках Карпат відновився спад рівнів води, тільки на рівнинних притоках Дністра, внаслідок дощів, та на Дністрі на ділянці Журавне - Заліщики, внаслідок попередніх підйомів на притоках, підвищення становили 3-20см за добу. На Пруті, Сіреті та їх притоках рівні утримуються на підвищених малозмінних позначках, на окремих ділянках спостерігається ріст рівнів води на 1-10см.

На рівнинних річках західної половини України (праві притоки Прип'яті, Західний Буг з притоками) продовжувався ріст рівнів з інтенсивністю 5-25см, на окремих ділянках (р.Рата - Межириччя, р. Родоставка - Трійця) 40 - 48см за добу, паводок розвивається у межах русла, тільки на р. Луга - м. Володимир-Волинський та р. Стохід - м. Любешів (Волинська область) збільшилось перевищення відміток виходу води на заплаву до 14 - 17см, на р. Солокія - Червоноград (Львівська область) вода вийшла на заплаву. На р. Вишня - водпост Твіржа (Львівська область) спостерігався різкий ріст рівня на 91см без негативних наслідків.

На Дніпрі вище Київського водосховища, Десні та її притоках продовжувався повільний ріст рівнів на 1-5см за добу.

На решті рівнинних річок рівні води стабілізувались, на окремих ділянках Сіверського Дінця переважало незначне їх підвищення на 1-3см за добу, на зарегульованих ділянках Південного Бугу спостерігались різкі добові підвищення на 20-40см, Синюхи 71см без негативних наслідків.

Рівень води р. Дніпро у Києві біля моста „Метро“ за минулу добу змінювався від 475 см до 445 см, а на 8 год.8 вересня становив 443 см над "0" поста (91,43 м БС), температура води 18,2° С.

Наповнення дніпровських водосховищ станом на 7 вересня дорівнювало 40,050 км³ (вільна ємність - 3,798 км³).

Гідрологічні прогнози параметрів водних об'єктів України

На Дністрі та його рівнинних притоках, річках басейнів Західного Бугу і Прип'яті 8-9 вересня переважатиме незначний ріст рівнів води, переважно у межах русел річок.

Прогноз припливу води до Київського, Канівського та Дністровського водосховищ на 1- 4 доби

9, 12 вересня приплив води до **Київського** водосховища становитиме (м³/с): **570, 620**; витрата води **р. Десна** у гирлі (пост Літки) очікується (м³/с): **110, 116**.

9 вересня витрата води **р. Дністер** біля Заліщиків дорівнюватиме **305 м³/с**, бічний приплив до водосховища **Дністровського** гідровузла на ділянці Заліщики - Дністер ГЕС **55 м³/с**.

Т.в.о. начальника Українського ГМЦ

А.Прокопенко

Додаток Б
Перелік стихійних гідрометеорологічних явищ та їх критерії
а) Перелік стихійних гідрологічних явищ

№ п/п	Назва явища	Визначення	Критерії
1.	Високі рівні води	Рівні води під час повені, дощових та тало-дощових паводків, заторів, зажорів, вітрових нагонів, форсування рівнів на водосховищах, при яких можливе затоплення (часткове затоплення), тривале обтоплення (оточення водою) частин міст, населених пунктів, автомобільних доріг, залізниць, сільськогосподарських угідь, пошкодження великих промислових та транспортних об'єктів.	Для кожного поста визначається окремо згідно „Відомостям про небезпечні позначки по гідрологічним постам”
2.	Низькі рівні води	Рівні води нижче проектних позначок водозабірних споруд та зрошувальних систем, граничних навігаційних рівнів на судноплавних річках і водоймах тривалістю більше 10 днів	-"-
3.	Ранні строки льодоутворення	Ранні строки осіннього льодоходу, встановлення льодоставу на судноплавних річках	Повторюваністю не частіше, ніж раз на 10 років
4.	Дуже великі витрати (об'єми) води	Витрати (об'єми) води весняного водопілля, дощового паводку головних річок України (природні, скидні через гідровузли або при прориві греблі), які можуть завдати значних збитків водогосподарським комплексам, гідротехнічним спорудам, населенню	Забезпеченістю 5 % та вище

Продовження додатка Б

№ п/п	Назва явища	Визначення	Критерії
5.	Маловоддя	Витрати води в період межені, що утримують- ся більше одного місяця.	Повторюваністю 1 раз на 10 років; Забезпеченістю 95 % та нижче
6.	Селі	Стрімкий потік великої руйнівної сили на ба- сейнах невеликих гірських річок та сухих балок зі значними похилами, що складається із сумі- ші води та крихких, ламких порід і виникає в наслідок дощів чи танення снігу, а також прори- ву завалів і морен.	Місце та наслідки проходження визначаються спеціалістами Держ- гідромету незалежно від інтенсив- ності і площі розповсюдження яви- ща
7.	Снігові лавини	Швидкий, раптово виникаючий рух снігу по крутим схилам гір, який завдає шкоди населе- ним пунктам, спортивним та санаторно- курортним комплексам, автомобільним шляхам, залізницям, лініям електропередач, зв'язку та іншим господарським об'єктам	-"
8.	Вітрове хвилю- вання	Вітрове хвилювання на водосховищах дніпров- ського каскаду	Висота хвилі 3 м та більше

Продовження додатка Б

б) Перелік різких змін погоди (РЗП)

№ з/п	Характеристика РЗП
1.	Тривалість відлиг (5 днів і більше)
2.	Перехід середньодобової температури через 0°C в бік від'ємних значень і утворення снігового покриву
3.	Ранній чи пізній перехід середньодобової температури через +8°C
4.	Зміна сухого (протягом 5 днів і більше) періоду погоди дощовою і дощового періоду сухим
5.	Зниження (підвищення) температури повітря на 10° і більше протягом доби
6.	Снігопади, хуртовини, ожеледь, сильні вітри, дощі і т. ін. після стійкої погоди

в) Перелік стихійних метеорологічних явищ

№ п/п	Метеорологічні явища	Критерії СГЯ	
		Інтенсивність	тривалість
1.	Опади а) сніг б) дощ, мокрий сніг в) дощ в селенебезпечних районах г) сильна злива д) тривалі дощі	≥20 мм ≥50 мм ≥30 мм ≥30 мм ≥100 мм	≤ 12 год ≤ 12 год ≤ 12 год ≤ 1 год 1–3 доби (крім селенебезпечних районів)
2.	Вітер (в т.ч. шквал, смерч): максимальна швидкість – високогір'я Карпат та гори Криму	≥25 м/с ≥40 м/с	будь-яка будь-яка
3.	Сильні хуртовини, пилові бурі за максимального вітру	≥15 м/с	≥12 год
4.	Налипання мокрого снігу, складні відкладення (діаметр)	≥35 мм	будь-яка

Продовження додатка Б

5.	Туман (видимість)	< 100 м	≥12 год
6.	Ожеледь (діаметр)	≥20 мм	будь-яка
7.	Град, діаметр	≥20 мм	будь-яка
8.	Заморозок (у повітрі або на поверхні ґрунту, а також на висоті 2 см у період вегетації)	<0°C	будь-яка
9.	Зниження температури повітря на Південному березі Криму	До -10°C і нижче	будь-яка
10.	Пожежна небезпека	>10000 ⁰	будь-яка
11.	Сильна спека	40°C і вище +35°C і вище	Дніпропетровська, Донецька, Запорізька, Кіровоградська, Луганська, Миколаївська, Одеська, Полтавська, Харківська, Херсонська обл., АР Крим, решта території
12.	Сильний мороз	-30°C і нижче -35°C і нижче	Дніпропетровська, Кіровоградська, Запорізька, Миколаївська, Одеська, Херсонська обл., АР Крим (крім Південного берега), решта території

Додаток В

ДЕРЖАВНИЙ КОМІТЕТ УКРАЇНИ З ПИТАНЬ ТЕХНІЧНОГО РЕГУ- ЛЮВАННЯ ТА СПОЖИВЧОЇ ПОЛІТИКИ

ПРИЙНЯТО ТА НАДАНО ЧИННОСТІ

Наказ Держспоживстандарту України

11.10.2010 N 457

НАЦІОНАЛЬНИЙ КЛАСИФІКАТОР УКРАЇНИ

КЛАСИФІКАТОР НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ДК 019:2010

Чинний від 01.01.2011

ВСТУП

Національний класифікатор ДК 019:2010 "Класифікатор надзвичайних ситуацій" (КНС) - один зі складників комплексу національних класифікаторів.

У класифікаторі зазначено впорядковані назви сучасних надзвичайних ситуацій (НС), які можуть виникнути в Україні, та їхні коди.

У класифікаторі наведено перелік НС, визначених у відповідних нормативно-правових актах і згрупованих за ознаками належності до відповідних типів НС (виявлені та можливі), які можуть виникнути на окремій території України чи об'єкті в різних галузях національного господарства країни.

Додаток А (Абетковий показник НС) і додаток Б (Бібліографія) - довідкові.

Ведення ДК 019:2010 здійснює Всеукраїнський науково-дослідний інститут цивільного захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру МНС України.

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Національний класифікатор "Класифікатор надзвичайних ситуацій" (КНС) застосовують для збирання адміністративних даних та організації взаємодії органів центральної виконавчої влади, відомств, організацій, підприємств під час вирішування питань, пов'язаних із надзвичайними ситуаціями (НС).

Класифікатор можна використовувати для машинного оброблення статистичної інформації в автоматизованих системах і забезпечення інформаційної сумісності задач органів різних рівнів керування.

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

У цьому класифікаторі є посилання на такі нормативні документи:

ДСТУ 1.10:2005 Національна стандартизація. Правила розроблення, побудови, викладання, оформлення, ведення національних класифікаторів

ДСТУ 2272:2006 Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять

ДСТУ 3041-95 Система стандартів у галузі охорони навколишнього середовища та раціонального використання ресурсів. Гідросфера. Використання і охорона води. Терміни та визначення

ДСТУ 3513-97 Метеорологія. Терміни та визначення основних понять

ДСТУ 3517-97 Гідрологія суші. Терміни та визначення основних понять

ДСТУ 3891-99 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Терміни та визначення основних понять

ДСТУ 3994-2000 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Надзвичайні ситуації природні. Чинники фізичного походження. Терміни та визначення

ДСТУ 4933:2008 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Техногенні надзвичайні ситуації. Терміни та визначення основних понять.

3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

У цьому класифікаторі використано терміни, визначені в ДСТУ 1.10, ДСТУ 2272, ДСТУ 3041, ДСТУ 3513, ДСТУ 3517, ДСТУ 3891, ДСТУ 3994, ДСТУ 4933, а також наведені нижче терміни та визначення позначених ними понять.

3.1 надзвичайна ситуація; НС

Порушення нормальних умов життя та діяльності людей на окремій території чи об'єкті на ній або на водному об'єкті, спричинене аварією, катастрофою, стихійним лихом чи іншою небезпечною подією, зокрема епідемією, епізоотією, епіфітотією, пожежею, що призвело (може призвести) до виникнення великої кількості постраждалих, загрози життю та здоров'ю людей, їх загибелі, значних матеріальних утрат, а також до неможливості проживання населення на території чи об'єкті, ведення там господарської діяльності.

Примітка 1. Епізоотія - широке вибухоподібне розповсюдження заразної хвороби тварин, що значно перевищує звичайний рівень захворюваності на цю хворобу на даній території. У разі епізоотії можлива реквізиція майна в населення, задля суспільної потреби.

Примітка 2. Епіфітотія - вибухоподібне розповсюдження заразної хвороби рослин, що значно перевищує звичайний рівень захворюваності на цю хворобу на даній території. Аналог епізоотії у тварин та епідемії у людей

3.2 класифікація надзвичайних ситуацій

Визначений на державному рівні порядок поділу надзвичайних ситуацій на класи і підкласи залежно від їхнього характеру

3.3 аварія

Небезпечна подія техногенного характеру, що спричинила ураження, травмування та/чи загибель людей або створює на об'єкті чи окремій території загрозу життю та здоров'ю людей і призводить до руйнування будівель, споруд, устаткування і транспортних засобів, порушення виробничого або транспортного процесу чи завдає шкоди довкіллю.

4 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ КЛАСИФІКАЦІЇ

Об'єкти класифікації в КНС - надзвичайні ситуації (НС).

Класифікації підлягають НС (виявлені й можливі), а також ті, що можуть виникнути на об'єкті в різних галузях національного господарства чи на окремій території України.

Класифікаційна ознака НС - технічна чи інша характеристика події, що її визначають установленим порядком і яка дає змогу віднести подію до надзвичайної ситуації.

Надзвичайні ситуації класифікують за характером походження, ступенем поширення, розміром людських втрат і матеріальних збитків.

Залежно від характеру походження подій, що можуть зумовити виникнення надзвичайних ситуацій на території України, визначають такі **види надзвичайних ситуацій**:

- техногенного характеру;
- природного характеру;
- соціального характеру;
- воєнного характеру.

Надзвичайна ситуація техногенного характеру - порушення нормальних умов життя та діяльності людей на окремій території чи об'єкті на ній або на водному об'єкті унаслідок транспортної аварії (катастрофи), пожежі, вибуху, аварії з викиданням (загрозою викидання) небезпечних хімічних, радіоактивних і біологічно небезпечних речовин, раптового руйнування споруд; аварії в електроенергетичних системах, системах життєзабезпечення, системах телекомунікацій, на очисних спорудах, у системах нафтогазового промислового комплексу, гідродинамічних аварій тощо.

Надзвичайна ситуація природного характеру - порушення нормальних умов життя та діяльності людей на окремій території чи об'єкті на ній або на водному об'єкті, пов'язане з небезпечним геофізичним, геологічним, метеорологічним або гідрологічним явищем, деградацією ґрунтів чи надр, пожежею у природних екологічних системах, зміною стану повітряного басейну, інфекційною захворюваністю та отруєнням людей, інфекційним захворюванням свійських тварин, масовою загибеллю диких тварин, ураженням сільськогосподарських рослин хворобами та шкідниками тощо.

Надзвичайна ситуація соціального характеру - порушення нормальних умов життя та діяльності людей на окремій території чи об'єкті на ній або на водному об'єкті, спричинене протиправними діями терористичного і антиконституційного спрямування, або пов'язане із зникненням (викраденням) зброї та небезпечних речовин, нещасними випадками з людьми тощо.

Надзвичайна ситуація воєнного характеру - порушення нормальних умов життя та діяльності людей на окремій території чи об'єкті на ній або на водному об'єкті, спричинене застосуванням звичайної зброї або зброї масового ураження, під час якого виникають вторинні чинники ураження населення, що її визначають в окремих нормативних документах. У цьому класифікаторі НС воєнного характеру не подано в подробицях, а лише зазначено на найвищому рівні деталізації з **кодом 40000**.

Залежно від обсягів заподіяних надзвичайною ситуацією наслідків, кількості постраждалих і загинув, обсягів технічних і матеріальних ресурсів, необхідних для ліквідації її наслідків, визначають такі **рівні надзвичайних ситуацій**:

- державний;
- регіональний;
- місцевий;
- об'єктовий.

За структурою класифікатор складається з трьох рівнів класифікації: клас, підклас, група.

Метод класифікації - ієрархічний, послідовний, п'ятизначний.

Позиція класифікатора має блок ідентифікації та блок назви класифікаційного угруповання.

Кодування НС на нижчому класифікаційному рівні (група) виконано за фасетною схемою, у якій фасети також структуровані. Це забезпечує усталеність структури класифікатора в процесі його ведення, оскільки оперативні зміни об'єктів класифікації відбуваються на цьому рівні.

Структура коду класифікатора має 5 розрядів і відповідає такій схемі:

Приклад

10000	НС ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРУ
10100	НС УНАСЛІДОК АВАРІЙ ЧИ КАТАСТРОФ НА ТРАНСПОРТІ (за винятком пожеж і вибухів)
10110	НС унаслідок аварії на транспорті з викиданням (загрозою викидання) небезпечних і шкідливих (забруднювальних) речовин
10111	НС унаслідок аварії на транспорті з викиданням (загрозою викидання) БНР

5 ПОЗНАКИ ТА СКОРОЧЕННЯ

У розділі 6 "Класифікація надзвичайних ситуацій" використано такі позначки та скорочення:

БНР - біологічно небезпечна речовина

ГДК - гранично-допустима концентрація

НХР - небезпечна хімічна речовина

РР - радіоактивна речовина.

6 КЛАСИФІКАЦІЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

Код	Назва
10000	НС ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРУ
10100	НС УНАСЛІДОК АВАРІЙ ЧИ КАТАСТРОФ НА ТРАНСПОРТІ (за винятком пожеж і вибухів)
10110	НС унаслідок аварій на транспорті з викиданням (загрозою викидання) небезпечних і шкідливих (забруднювальних) речовин
10111	НС унаслідок аварії на транспорті з викиданням (загрозою викидання) БНР
10112	НС унаслідок аварії на транспорті з викиданням (загрозою викидання) РР
10113	НС унаслідок аварії на транспорті з викиданням (загрозою викидання) НХР
10114	НС унаслідок аварії на транспорті з загрозою розливання паливно-мастильних матеріалів
10120	НС унаслідок аварії на транспорті, у яку потрапив державний чи громадський діяч
10130	НС унаслідок аварії на залізничному транспорті з тяжкими наслідками (катастрофи)
10131	НС унаслідок аварії в метрополітені
10140	НС унаслідок аварій на водному транспорті
10141	НС унаслідок аварії на вантажному судні
10142	НС унаслідок аварії нафтоналивного судна з загрозою розливання паливно-мастильних матеріалів
10143	НС унаслідок аварії на судні для перевезення хімічних речовин
10144	НС унаслідок аварії пасажирського судна
10145	НС унаслідок аварії на судні рибної промисловості
10150	НС унаслідок авіаційних аварій і катастроф
10151	НС унаслідок авіаційної аварії чи катастрофи в аеропорту або у населеному пункті
10152	НС унаслідок авіаційної аварії чи катастрофи поза аеропортом або населеним пунктом
10160	НС унаслідок аварій автомобільного транспорту

Код	Назва
10161	НС унаслідок аварії автомобільного транспорту на шляхах загального користування
10162	НС унаслідок аварії автомобільного транспорту на мосту, у тунелі, на залізничному переїзді
10170	НС унаслідок аварій на трубопроводах
10171	НС унаслідок аварії на магістральному газопроводі
10172	НС унаслідок аварії на нафтопроводі або продуктопроводі
10180	НС унаслідок аварій на міському транспорті
10181	НС унаслідок аварії на міському електротранспорті
10182	НС унаслідок аварії на міському пасажирському транспорті, іншому
10200	НС УНАСЛІДОК ПОЖЕЖ, ВИБУХІВ
10210	НС унаслідок пожеж, вибухів у будівлях і спорудах
10211	НС унаслідок пожежі, вибуху у споруді, на комунікації або технологічному устаткованні промислового об'єкта
10212	НС унаслідок пожежі, вибуху у будівлі або споруді нежитлової призначеності
10213	НС унаслідок пожежі, вибуху у будівлі або споруді житлової призначеності
10220	НС унаслідок пожежі, вибуху на об'єкті розвідування, видобування, перероблення, транспортування чи зберігання легкозаймистих, горючих, а також вибухових речовин
10230	НС унаслідок пожеж, вибухів на транспорті
10231	НС унаслідок пожежі, вибуху на залізниці
10232	НС унаслідок пожежі, вибуху на водному транспорті
10233	НС унаслідок пожежі, вибуху на повітряному транспорті
10234	НС унаслідок пожежі, вибуху на інших видах транспорту
10240	НС унаслідок пожежі, вибуху у шахті, підземних і гірничих виробках
10250	НС унаслідок пожежі, вибуху на радіаційно, хімічно або біологічно небезпечному об'єкті без виливання (викидання) небезпечних речовин

Код	Назва
10260	НС унаслідок пожежі, вибуху на арсеналі, складі боєприпасів або іншому об'єкті військової призначеності
10270	НС унаслідок пожежі, вибуху (можливості вибуху) виявлених вибухонебезпечних предметів (застарілих боєприпасів)
10300	НС УНАСЛІДОК АВАРІЙ З ВИКИДАННЯМ (ЗАГРОЗОЮ ВИКИДАННЯ) НХР, КОРИСНИХ КОПАЛИН НА ІНШИХ ОБ'ЄКТАХ (ОКРІМ АВАРІЙ НА ТРАНСПОРТІ)
10310	НС унаслідок аварії з викиданням (загрозою викидання), утворенням і розповсюдженням НХР під час їх вироблення, перероблення чи зберігання (захоронення)
10320	НС унаслідок аварії з викиданням (загрозою викидання) БНР на підприємстві промисловості або в науково-дослідній установі
10330	НС унаслідок аварії з викиданням корисних копалин, порід, гірничого удару у підземних виробках шахти
10400	НС УНАСЛІДОК НАЯВНОСТІ У НАВКОЛИШНЬОМУ СЕРЕДОВИЩІ ШКІДЛИВИХ (ЗАБРУДНЮВАЛЬНИХ) І РАДІОАКТИВНИХ РЕЧОВИН ПОНАД ГДК
10410	НС унаслідок наявності в ґрунті шкідливих (забруднювальних) речовин понад ГДК
10420	НС унаслідок наявності в повітрі шкідливих (забруднювальних) речовин понад ГДК
10421	НС унаслідок наявності в атмосферному повітрі шкідливих (забруднювальних) речовин понад ГДК
10422	НС унаслідок наявності в повітрі підземних і гірничих виробок шкідливих (забруднювальних) речовин понад ГДК
10423	НС унаслідок наявності в повітрі підземних і гірничих виробок РР понад ГДК
10430	НС унаслідок наявності у воді шкідливих (забруднювальних) речовин понад ГДК
10431	НС унаслідок наявності в поверхневих водах шкідливих (забруднювальних) речовин понад ГДК
10432	НС унаслідок наявності в питній воді шкідливих (забруднювальних) речовин понад ГДК
10433	НС унаслідок наявності в підземних водах шкідливих (забруднювальних) речовин понад ГДК

Код	Назва
10434	НС унаслідок наявності в підземних водах РР понад ГДК
10500	НС УНАСЛІДОК АВАРІЙ З ВИКИДАННЯМ (ЗАГРОЗОЮ ВИКИДАННЯ) РР (крім аварій на транспорті)
10510	НС унаслідок аварії з викиданням (загрозою викидання) РР на атомній станції, атомній енергетичній установці виробничої або дослідної призначеності
10520	НС унаслідок аварії з викиданням (загрозою викидання) РР на підприємстві ядерно-паливного циклу (крім атомних електростанцій)
10530	НС унаслідок аварії з джерелом іонізувального (іонізуючого) випромінювання (охоплюючи ядерно-паливний цикл)
10540	НС унаслідок аварії з радіоактивними відходами, що їх не виробляють атомні станції
10550	НС унаслідок аварії з радіоактивним джерелом іонізувального (іонізуючого) випромінювання або РР (на підприємстві)
10560	НС унаслідок ядерної чи радіаційної аварії за межами України із загрозою забруднення її території
10600	НС УНАСЛІДОК РАПТОВОГО РУЙНУВАННЯ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД
10610	НС унаслідок руйнування елементів транспортних комунікацій
10620	НС унаслідок руйнування будівлі чи споруди виробничої призначеності
10630	НС унаслідок руйнування будівлі чи споруди нежитлової призначеності
10640	НС унаслідок руйнування будівлі чи споруди житлової призначеності
10650	НС унаслідок руйнування підземних споруд систем життєзабезпечення
10660	НС унаслідок руйнування підземних споруд шахти, підземних і гірничих виробок
10700	НС УНАСЛІДОК АВАРІЙ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ
10710	НС унаслідок аварій (радіаційних) на атомних електростанціях
10711	НС унаслідок події на атомній електричній станції

Код	Назва
10720	НС унаслідок аварії на гідроелектростанції
10730	НС унаслідок аварії на теплоелектростанції
10740	НС унаслідок аварії на автономній електроенергетичній станції
10750	НС унаслідок аварії на інших електроенергетичних станціях
10760	НС унаслідок аварії в електричних мережах
10770	НС унаслідок втрати стійкості або розділення об'єднаної енергосистеми України на складові частини
10800	НС УНАСЛІДОК АВАРІЙ У СИСТЕМАХ ЖИТТЄЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
10810	НС унаслідок аварії в каналізаційній системі із скиданням забруднювальних речовин
10820	НС унаслідок аварії в теплових мережах (системах гарячого водопостачання) холодної пори року
10830	НС унаслідок аварії в системах забезпечення населення питною водою
10840	НС унаслідок аварії на газопроводі систем газопостачання та газифікації
10900	НС У НАСЛІДОК АВАРІЙ СИСТЕМ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ
11000	НС У НАСЛІДОК АВАРІЙ НА ОЧИСНИХ СПОРУДАХ
11010	НС унаслідок аварії на очисних спорудах стічних вод із скиданням забруднювальних речовин
11020	НС унаслідок аварії на установці газоочищення джерел забруднення атмосфери з викиданням забруднювальних речовин в атмосферу
11100	НС УНАСЛІДОК ГІДРОДИНАМІЧНИХ АВАРІЙ
11110	НС унаслідок прориву греблі (дамби, шлюзу тощо) з утворенням хвилі прориву та катастрофічного затоплення
11120	НС унаслідок прориву греблі (дамби, шлюзу тощо) з утворенням проривної повені
11130	НС унаслідок аварійного спрацювання водосховища гідроелектростанції у зв'язку із загрозою прориву гідроспоруди
11200	НС УНАСЛІДОК АВАРІЙ У СИСТЕМАХ НАФТОГАЗОВОГО ПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ

Код	Назва
11210	НС унаслідок аварії на буровій установці з виникненням відкритих нафтового та/чи газового фонтанів
11220	НС унаслідок аварії на свердловині із виникненням газонафтоводо- явлень
11230	НС унаслідок аварії на робочій свердловині з виникненням відкритих нафтового та/чи газового фонтанів
11240	НС унаслідок аварії на законсервованій свердловині з виникненням відкритих нафтового та/чи газового фонтанів
11250	НС унаслідок аварії на нафтобазі чи нафтосховищі
20000	НС ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРУ
20100	ГЕОФІЗИЧНІ НС
20110	НС, пов'язана з землетрусом
20200	ГЕОЛОГІЧНІ НС
20210	НС, пов'язана з виверженням грязьового вулкана
20220	НС, пов'язана зі зсувом
20230	НС, пов'язана з обвалом або осипом
20240	НС, пов'язана з осіданням (проваллям) земної поверхні
20250	НС, пов'язана з карстовими провалами
20260	НС, пов'язана з підвищенням рівня ґрунтових вод (підтопленням)
20300	МЕТЕОРОЛОГІЧНІ НС
20310	Метеорологічні НС, пов'язані з атмосферними опадами
20311	НС, пов'язана з сильною зливою (кількість опадів 30 мм і більше, тривалістю 1 година і менше)
20312	НС, пов'язана з крупним градом (діаметром 20 мм і більше)
20313	НС, пов'язана з дуже сильним снігопадом (кількість опадів 20 мм і більше, тривалістю 12 годин і менше)
20314	НС, пов'язана з дуже сильним дощем (дощ і мокрий сніг) (кількість опадів 50 мм і більше, тривалістю 12 годин і менше; для гірських районів 30 мм і більше, тривалістю 12 годин і менше)
20320	Метеорологічні НС температурні
20321	НС, пов'язана з дуже сильним морозом (температура повітря мінус 30° С і нижче)

Код	Назва
20322	НС, пов'язана з дуже сильною спекою (температура повітря 35° С і вище)
20323	НС, пов'язана з масовим засиханням та загибеллю посівів і створених 1 - 3-річних лісових культур, унаслідок засухи
20324	НС, пов'язана з масовим пошкодженням і загибеллю посівів, незібраним урожаєм, унаслідок заморозків
20330	Метеорологічні НС, інші
20331	НС, пов'язана з сильним вітром (швидкістю 25 м/с і більше), охоплюючи шквали та смерчі
20332	НС, пов'язана з сильною пиловою бурею (за швидкості вітру 15 м/с і більше, тривалістю 12 годин і більше)
20333	НС, пов'язана з сильним налипанням снігу (шар мокрого замерзлого снігу на деревах, стовбурах, дротах електромереж тощо діаметром 35 мм і більше)
20334	НС, пов'язана з сильною ожеледдю (шар льоду на деревах, дротах електромереж тощо діаметром 20 мм і більше)
20335	НС, пов'язана зі сніговими заметами (повне припинення руху транспорту на шляхах)
20336	НС, пов'язана з сильною хуртовиною (за швидкості вітру 15 м/с і більше, тривалістю 12 годин і більше)
20337	НС, пов'язана з сильним туманом (видимість менше 100 м, тривалістю 12 годин і більше)
20400	ГІДРОЛОГІЧНІ МОРСЬКІ НС
20410	НС, пов'язана з сильним (високим) хвилюванням моря та на водосховищі
20420	НС, пов'язана з високим або низьким рівнем моря
20430	НС, пов'язана з раннім льодоставом або припаєм
20440	НС, пов'язана з загрозливим обледенінням суден
20500	ГІДРОЛОГІЧНІ НС ПОВЕРХНЕВИХ ВОД
20510	НС, пов'язана з високим рівнем води (водопілля, паводки)
20520	НС, пов'язана з маловоддям/посухою (маловоддя)
20530	НС, пов'язана з заторами, зажорами
20540	НС, пов'язана з селем

Код	Назва
20550	НС, пов'язана зі сходом снігової лавини
20560	НС, пов'язана з низьким рівнем води
20570	НС, пов'язана з раннім льодоставом та появою льоду на судноплавних водоймах і річках
20580	НС, пов'язана з інтенсивним льодоходом
20590	НС, пов'язана з затопленням
20600	НС, ПОВ'ЯЗАНІ З ПОЖЕЖАМИ В ПРИРОДНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ СИСТЕМАХ
20610	НС, пов'язана з лісовою пожежею
20620	НС, пов'язана з пожежею степовою
20630	НС, пов'язана з пожежею польовою (на сільськогосподарських угіддях)
20640	НС, пов'язана з пожежею на торфовищі
20700	МЕДИКО-БІОЛОГІЧНІ НС
20710	НС, пов'язані з інфекційним захворюванням людей
20711	НС, пов'язана з екзотичним та особливо небезпечним інфекційним захворюванням людей (окремі випадки)
20712	НС, пов'язана з небезпечною інфекційною хворобою (групові випадки)
20713	НС, пов'язана з епідемічним спалахом небезпечних інфекційних хвороб
20714	НС, пов'язана з епідемією
20715	Пандемія
20716	НС, пов'язана з інфекційним захворюванням людей невизначеної етіології
20720	НС, пов'язані з отруєнням людей
20721	НС, пов'язана з отруєнням людей у результаті споживання неякісних продуктів харчування
20722	НС, пов'язана з отруєнням людей у результаті споживання неякісної питної води
20723	НС, пов'язана з отруєнням людей токсичними або іншими речовинами (окремі випадки)

Код	Назва
20724	НС, пов'язана з отруєнням людей токсичними або іншими речовинами (групові випадки)
20725	НС, пов'язана з отруєнням людей токсичними або іншими небезпечними речовинами (масові випадки)
20730	НС, пов'язані з інфекційними захворюваннями сільськогосподарських тварин
20731	НС, пов'язана з окремим випадком екзотичного та особливо небезпечного інфекційного захворювання сільськогосподарських тварин
20732	НС, пов'язана з ензоотією
20733	НС, пов'язана з епізоотією
20734	Панзоотія
20735	НС, пов'язана з інфекційним захворюванням сільськогосподарських тварин невизначеної етіології
20736	НС, пов'язана з інфекційним захворюванням риб невизначеної етіології
20740	НС, пов'язана з масовим отруєнням сільськогосподарських тварин
20750	НС, пов'язана з масовою загибеллю диких тварин
20760	НС, пов'язана з ураженням сільськогосподарських рослин хворобами та шкідниками
20761	Панфітотія
20762	НС, пов'язана з прогресивною епіфітотією
20763	НС, пов'язана з хворобою сільськогосподарських рослин невизначеної етіології
20764	НС, пов'язана з масовим розповсюдженням шкідників сільськогосподарських рослин
30000	НС СОЦІАЛЬНОГО ХАРАКТЕРУ
30100	ЗБРОЙНІ НАПАДИ, ЗАХОПЛЕННЯ Й УТРИМУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ ДЕРЖАВНОГО ЗНАЧЕННЯ (НАЙВАЖЛИВІШИХ І ВАЖЛИВИХ ДЕРЖАВНИХ ОБ'ЄКТІВ) АБО РЕАЛЬНА ЗАГРОЗА ЗДІЙСНЕННЯ ТАКИХ АКЦІЙ
30110	Збройний напад, захоплення й утримування органу державної влади або реальна загроза здійснення такої акції
30120	Збройний напад, захоплення й утримування дипломатичної чи консульської установи або реальна загроза здійснення такої акції

Код	Назва
30130	Збройний напад, захоплення й утримування установи правоохоронних органів або реальна загроза здійснення такої акції
30140	Збройний напад, захоплення й утримування телерадіоцентру чи вузла зв'язку або реальна загроза здійснення такої акції
30150	Збройний напад, захоплення й утримування органу військового управління, військової частини, військового навчального закладу, установи та організації Збройних Сил України або реальна загроза здійснення такої акції
30160	Збройний напад, захоплення й утримування державного закладу або реальна загроза здійснення такої акції
30170	Збройний напад, захоплення й утримування об'єкта атомної енергетики, хімічної промисловості та об'єкта, на якому виробляють чи зберігають біологічно небезпечні речовини, або реальна загроза здійснення такої акції
30200	ПОСЯГАННЯ НА ЖИТТЯ ДЕРЖАВНОГО ЧИ ГРОМАДСЬКОГО ДІЯЧА
30300	НАПАД, ЗАМАХ НА ЖИТТЯ ЧЛЕНІВ ЕКІПАЖУ ПОВІТРЯНОГО АБО МОРСЬКОГО (РІЧКОВОГО) СУДНА, ВИКРАДЕННЯ (СПРОБА ВИКРАДЕННЯ), ЗНИЩЕННЯ (СПРОБА ЗНИЩЕННЯ) ТАКОГО СУДНА, ЗАХОПЛЕННЯ ЗАРУЧНИКІВ З-ПОМІЖ ЧЛЕНІВ ЕКІПАЖУ ЧИ ПАСАЖИРІВ
30400	УСТАНОВЛЕННЯ ВИБУХОВОГО ПРИСТРОЮ У БАГАТОЛЮДНОМУ МІСЦІ, УСТАНОВІ (ОРГАНІЗАЦІЇ, ПІДПРИЄМСТВІ), ЖИТЛОВОМУ СЕКТОРІ, ТРАНСПОРТ!
30500	НС, ПОВ'ЯЗАНІ ЗІ ЗНИКНЕННЯМ ЧИ ВИКРАДЕННЯМ ЗБРОЇ ТА НЕБЕЗПЕЧНИХ РЕЧОВИН З ОБ'ЄКТІВ ЇХ ЗБЕРІГАННЯ, ВИКОРИСТАННЯ, ПЕРЕРОБЛАННЯ АБО ПІД ЧАС ТРАНСПОРТУВАННЯ
30510	НС, пов'язана зі зникненням чи викраденням технічних одиниць вогнепальної зброї з об'єкта зберігання, використання, перероблення або під час транспортування
30520	НС, пов'язана зі зникненням чи викраденням боєприпасів з об'єкта зберігання, використання, перероблення або під час транспортування
30530	НС, пов'язана зі зникненням чи викраденням бронетехніки з об'єкта зберігання, використання, перероблення або під час транспортування

Код	Назва
30540	НС, пов'язана зі зникненням чи викраденням артозброєння з об'єкта зберігання, використання, перероблення або під час транспортування
30550	НС, пов'язана зі зникненням чи викраденням вибухових матеріалів з об'єкта зберігання, використання, перероблення або під час транспортування
30560	НС, пов'язана зі зникненням чи викраденням РР (приладів або устаткування, з використанням РР) з об'єкта зберігання, використання, перероблення та під час транспортування
30570	НС, пов'язана зі зникненням чи викраденням небезпечних хімічних речовин (приладів або устаткування, де їх використовують) з об'єкта зберігання, використання, перероблення або під час транспортування
30580	НС, пов'язана зі зникненням чи викраденням наркотичних речовин, препаратів і наркотичної сировини з об'єкта зберігання, використання, перероблення або під час транспортування
30600	НС, ПОВ'ЯЗАНІ З НЕЩАСНИМИ ВИПАДКАМИ З ЛЮДЬМИ
30610	НС, пов'язана з нещасним випадком під час виконання трудових обов'язків
30620	НС, пов'язана з нещасним випадком у лісних, гірських масивах, печерах та інших важкодоступних місцях
30630	НС, пов'язана з нещасним випадком з людьми на воді
30640	НС унаслідок відриву прибережного льоду з людьми
30650	НС, пов'язана з викраденням людей
30660	НС, пов'язана з захопленням заручників
30670	НС, пов'язана зі зникненням людей
30680	НС, пов'язана з нещасним випадком, іншим
40000	НС ВОЄННОГО ХАРАКТЕРУ

ПЕРЕЛІК
скорочень, які прийняті у тексті

АМСЦ	– авіаметеорологічна станція;
АРМГ	– автоматизоване робоче місце гідролога-прогнозіста;
ВНДГМІ СЦД	– Всеросійський науково-дослідний гідрометеорологічний Інститут - Світовий центр даних;
Г	– гідрометеорологічна станція;
ГМБ	– гідрометеорологічне бюро;
ГМО	– гідрометеорологічна обсерваторія;
ГМЦ ЧАМ	– гідрометцентр Чорного та Азовського морів;
ЕВЗ	– екстремально високі рівні забруднення;
КримЦГМ	– Кримський республіканський центр по гідрометеорології;
М	– метеорологічна станція;
МВ УкрНДГМІ	– морське відділення УкрНДГМІ;
МГС	– морська гідрометеорологічна станція;
НЯ	– небезпечні явища;
О	– озерна станція;
РЗП	– різкі зміни погоди;
Росгідромет	– Федеральна служба Росії по гідрометеорології і моніторингу навколишнього середовища;
РЦСПС	– Республіканський центр спостережень за станом природного середовища;
СГЯ	– стихійні гідрологічні явища;
УкрГМЦ	– Український Гідрометцентр;
УкрНДГМІ	– Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут;
ЦГМ	– центр по гідрометеорології;
ЦО	– цивільна оборона.

ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК

Андреєвська – 30, 34, 38
Аполлов – 21, 21, 26, 38, 48
Багров – 59, 66, 76
Бефані – 33, 35, 48, 87
Бойко – 7, 16, 26, 30, 34, 38
Воробйов – 74, 82
Георгієвський – 33, 34
Гопченко – 30, 34, 38
Гордієнко – 7
Городецький – 7, 71, 76, 97
Дорогунцов – 48
Дремлюг – 7
Жуковський – 71, 76
Калінін – 21, 21, 26, 33, 35, 38, 48, 87
Квернер – 7
Коваленко – 7
Комаров – 21, 21, 26, 38, 48
Косолапов – 74, 82
Кочелаба – 38
Лобода – 15
Лук'янець – 38
Макаров – 38, 51, 56, 80
Монокревич – 82
Муховіков – 48
Обухов – 16
Окорський – 38
Пахомова – 7
Сербов – 34, 48
Сивопляс – 7, 71, 76
Сусідко – 38
Угрєнінов – 16, 36, 38, 59, 64, 66, 68, 70, 74, 88, 89, 90, 96
Хандожко – 35, 38, 51, 66, 67, 70, 71, 76, 85, 93, 95, 96
Хвесик – 48
Шакірзанова – 30, 34, 38, 48
Шаночкин – 33, 34
Ендрес – 7

ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

Базис:

- нульовий – 70

Втрати:

- споживача – 48

Вкладення:

- капітальні – 68

Гідрологічна (-ий; -е):

- бюлетень – 21
- інформація – 17, 18, 21, 23,25,29
- забезпечення – 4,7,12
- код КН-15 – 20
- консультація – 29
- прогноз – 29
- явища – 40

Інформація:

- оперативна – 17, 18, 21
- нормативна – 25
- прогностична – 29
- режимна – 23

Забезпечення:

- гідрологічне – 7,12
- гідрометеорологічне – 7
- нормативне гідрологічне споживачів – 16
- оперативне гідрологічне споживачів – 16

Завчасність:

- гідрологічного прогнозу – 29

Затрати:

- допоміжні споживача – 69
- виробничі – 68

Ефективність:

- економічна використання нормативної гідрологічної інформації – 74
- економічна гідрологічного забезпечення – 67
- економічна методів прогнозування – 73

Картка:

- господарських об'єктів (споживачів) – 40
- небезпечного гідрологічного явища – 40

Каталог:

- показників небезпечних гідрологічних явищ – 39

Корисність:

- споживача – 49
- потенційна гідрометеорологічної інформації – 67

Критерії:

- безпеки гідрометеорологічних величин - 15
- оптимізації господарських рішень – 56
- оцінки ефективності і якості гідрологічного прогнозу – 33
- оцінки ефективності і якості методики гідрологічного прогнозу – 32

Матриця:

- безумовних (багаторічних) ймовірностей – 60
- втрат споживача – 53
- ймовірностей випуску прогнозу – 60, 73
- стратегій середніх втрат - 59
- умовних ймовірностей – 54
- платіжна втрат – 53

Оптимізація:

- господарського рішення - 53
- економічних втрат споживача – 53

Оцінка:

- економічного ефекту гідрологічних прогнозів – 76
- повторюваності господарського рішення – 72
- прогнозу – 30
- якості гідропрогностичної інформації – 30

Прогноз:

- гідрологічний – 29
- завчасність – 29
- оцінка – 30
- форми випуску – 34

Похибка:

- гідрологічного прогнозу – 31

- допустима – 31

Рішення (господарське):

- ідеальне – 48

- безпідставне (довільне) – 49

- оптимальне – 53, 58, 61

Собівартість:

- продукції (виробництва) – 68, 82

Функції:

- втрат споживача – 50

Явища:

- гідрологічні небезпечні (НЯ) - 40

- гідрологічні стихійні (СГЯ) – 40

ЗМІСТ

Передмова.....	3
1 Принципи побудови гідрометеорологічного забезпечення господарського комплексу України.....	6
2 Організація та склад гідрометеорологічного забезпечення галузей господарства України.....	7
2.1 Задачі гідрометеорологічного забезпечення.....	7
2.2 Організація оперативного гідрологічного забезпечення.....	9
2.3 Організаційні основи взаємодії підрозділів гідрометеорологічної служби із споживачами при їх гідрометеорологічному забезпеченні.....	13
2.4 Оперативна і нормативна форми гідрологічного забезпечення.....	16
3 Види і категорії гідрологічної інформації форми гідрометеорологічного забезпечення.....	17
3.1 Гідрологічна інформація.....	17
3.2 Оперативна гідрологічна інформація.....	18
3.2.1 Зміст інформації мережі станцій і постів.....	19
3.2.2 Обробка даних інформаційної мережі.....	20
3.2.3 Гідрометеорологічний код КН-15.....	20
3.2.4 Види оперативної гідрологічної інформації.....	21
3.2.5 Автоматизовані технології оперативно-прогностичної діяльності служби гідрологічних прогнозів.....	22
3.3 Режимна і нормативна гідрологічна інформація.....	23
3.4 Фонд науково-оперативних матеріалів з гідрологічних прогнозів.....	25
3.4.1 Зміст і об'єм матеріалів, що включаються до фонду науково-оперативних матеріалів.....	25
3.4.2 Матеріали гідрологічних спостережень.....	26
3.4.3 Матеріали метеорологічних спостережень.....	27
3.4.4 Графічні і картографічні матеріали.....	28
3.5 Прогностична гідрологічна інформація.....	29
3.5.1 Види прогностичної інформації та методична база для складання прогнозів.....	29
3.5.2 Оцінка якості гідропрогностичної інформації.....	30
3.5.3 Форми випуску гідрологічних прогнозів.....	34
3.6 Форми випуску гідрологічних прогнозів.....	38
3.6.1 Попередження про загрозу настання стихійного гідрологічного явища.....	38
3.6.2 Каталог показників небезпечних гідрологічних явищ.....	39

Практичний приклад 1 . Розрахунок допустимої похибки при довгострокових прогнозах водного режиму річок.....	42
Практичний приклад 2. Розрахунок допустимої похибки при короткострокових прогнозах водного режиму річок.....	45
4 Пошук оптимального господарського рішення на основі нормативної і прогностичної гідрологічної інформації.....	48
4.1 Поняття про "втрати".....	48
4.2 Функції втрат. Властивості функцій втрат.....	50
4.3 Матриця втрат.....	53
4.4 Матриця умовних ймовірностей.....	54
4.5 Критерії оптимізації господарських рішень.....	56
4.6 Оптимізаційний розрахунок в матричній формі.....	58
Практичний приклад. Пошук оптимального господарського рішення при використанні нормативної і прогностичної гідрологічної інформації.....	62
5 Економічна ефективність (ЕЕ) гідрологічного забезпечення народного господарства	67
5.1 Потенційна корисність гідрометеорологічної інформації	67
5.2 Загальна схема розрахунків економічної ефективності	68
5.3 Оцінка повторюваності господарського рішення	72
5.4 Повна економічна ефективність методів прогнозування	73
5.5 Економічна ефективність використання нормативної гідрологічної інформації.....	74
5.6 Умови оцінки економічного ефекту гідрологічних прогнозів.....	76
6 Економіко-екологічні аспекти гідрометеорологічного забезпечення різних галузей економіки.....	78
7 Аналіз методів оцінки економічної ефективності гідрометеорологічного забезпечення різноманітних галузей України.....	82
7.1 Сільське та міське господарство.....	82
7.2 Водний транспорт	85
7.3 Енергетика	87
7.4 Залізничний та автомобільний транспорт	92
7.5 Рибне господарство	93
Список літератури	98
Додатки	102
Перелік скорочень, які прийняті у тексті.....	125
Іменний покажчик	126
Предметний покажчик.....	127

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

**Сербов Микола Георгійович,
Шакірзанова Жаннетта Рашидівна,
Бойко Вікторія Михайлівна**

**ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГОС-
ПОДАРСТВА УКРАЇНИ
(ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ)**

Навчальний посібник

Підп. до друку 9.07.12 р. Формат 60x84/16
Папір офсетний. Ум.друк.арк.7,67
Наклад 100 прим. Замовлення 748
Видавництво та друкарня «ТЕС»
(Свідоцтво ДК №771) Одеса, Канатна 81/2
Тел.: (0482)429098, (0482)42-89-72

Надруковано з готового оригінал - макета

Одеський гідрометеорологічний інститут
65016, Одеса-16, вул.Львівська, 15
