

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ**

**з дисципліни  
“ЕКОНОМІКА ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ  
ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНИ”  
для студентів IV курсу  
Спеціальність „Гідрологія та гідрохімія”**

**Одеса – 2008**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до практичних занять  
з дисципліни  
“Економіка гідрометеорологічного забезпечення господарства України”  
для студентів IV курсу  
Напрямок підготовки „Гідрометеорологія”  
Спеціальність „Гідрологія та гідрохімія”**

**Затверджено  
на засіданні методичної комісії  
гідрометеорологічного інституту  
протокол № 9 від 23.06.2008 р.**

**Одеса – 2008**

Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни “Економіка гідрометеорологічного забезпечення господарства України” для студентів IV курсу за спеціальністю “Гідрологія та гідрохімія”, рівень підготовки - бакалавр / Укладачі: Сербов М.Г., Шакірманова Ж.Р. – Одеса, ОДЕКУ, 2008, 54 с., укр.мова.

## Загальна частина

Небезпечні гідрометеорологічні явища і несприятливі погодні умови при впливі їх на господарську діяльність наносять економічні збитки країні.

Головною організацією системи державної гідрометеорологічної служби з питань аналізу та прогнозування гідрометеорологічних умов, гідрометеорологічного забезпечення і обслуговування, збору, обробки та розповсюдження гідрометеорологічної інформації, проведення агрометеорологічних спостережень є Український гідрометеорологічний центр (УкрГМЦ) Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи. Повний обсяг гідрометеорологічної інформації по території України може бути наданий лише УкрГМЦ. Гідрометеорологічна інформація представляється у вигляді щоденних бюлетенів погоди (випускаються у робочі дні), оперативних інформацій, штормових попереджень, довідок, декадних агрометеорологічних бюлетенів, оглядів, які надаються електронною поштою, факсом, на паперових носіях, кур'єром користувача.

**Мета** цих методичних вказівок полягає в придбанні студентами практичних навиків по отриманню, обробки, розповсюдженні гідрометеорологічної інформації, у тому числі прогностичної; визначенні ефекту покращення якості та завчасності представлення гідрометеорологічної інформації та послуг на рівень економічних втрат через вплив небезпечних гідрометеорологічних явищ на господарську діяльність.

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

- представляти гідрологічну інформації у різних видах і формах, визначати основні завдання та засоби гідрометеорологічного забезпечення при розвитку небезпечних гідрологічних явищ і несприятливих умов погоди;
- визначати критерії та показники оцінки якості окремих прогнозів та ефективності методики прогнозу; розраховувати допустиму похибку прогнозу елементу водного режиму річки;
- представляти гідрологічний прогноз у формі, яка зрозуміла та корисна споживачу;
- узагальнювати та розраховувати економічні втрати (або визначати корисність) при використанні нормативної і прогностичної гідрометеорологічної інформації за допомогою критеріїв оптимізації господарських рішень.

Практичні завдання входять складовою частиною у вивчення загального курсу дисципліни „Економіка гідрометеорологічного забезпечення народного господарства України”, захищаються і оцінюються за прийнятою шкалою контролюючих модулів.

## Практичне завдання 1

### 1. Форми гідрологічного забезпечення та види інформації. Задачі гідрометзабезпечення при розвитку стихійних явищ і процесів

**Мета роботи:** розглянути форми і види гідрологічної інформації, основні завдання та форми гідрометзабезпечення при розвитку небезпечних явищ і процесів.

**При виконанні практичного завдання необхідно:**

- 1) розглянути теоретичні положення, які використовуються в роботі;
- 2) дати відповіді на контрольні запитання.

#### 1.1 Форми гідрологічного забезпечення та види гідрологічної інформації

**Гідрологічне забезпечення споживачів** як комплекс робіт підрозділів державної гідрометеорологічної служби України направлений на найбільш повне і своєчасне забезпечення виробництва та інших господарських заходів гідрометеорологічною інформацією має такі форми [2, 5]:

1. оперативну форму гідрологічного забезпечення,
2. нормативну форму гідрологічного забезпечення.

**Оперативне гідрологічне забезпечення** є сукупність робіт, спрямованих на повсякденне забезпечення гідрометеорологічними даними і, насамперед, прогнозами майбутнього стану водних об'єктів різноманітних господарських організацій та установ (споживачів). Воно здійснюється оперативними підрозділами гідрометеорологічної служби. До них відносяться: відділи гідрологічних прогнозів, гідрометеорологічні обсерваторії та бюро, гідрометеорологічні станції.

**Нормативне гідрологічне забезпечення** полягає у визначенні і впровадженні в оперативну практику гідрологічних даних статистичного характеру. Отримані норми та ймовірнісні характеристики гідрологічних величин застосовуються у гідротехнічному, 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, з одного боку, більш довговічним, тобто найменш залежним від гідрометеорологічних умов, із з найменшою витратою коштів.

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

Та чи інша форма гідрологічного забезпечення можлива на основі інформації про стан водних об'єктів.

Існують такі **види гідрологічної інформації** :

1) Оперативна гідрологічна інформація: регулярна, епізодична і екстрена.

**Регулярна інформація** забезпечує спеціалістам оперативної гідрометслужби можливість здійснювати безперервний контроль за станом водних об'єктів та передбачати подальший розвиток геологічних явищ і процесів. Регулярна інформація складає основу гідрологічного бюлетеня, який щодня випускає ГМЦ та Управління гідрометеорологічних служб.

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

**Екстерна інформація** (про стихійні гідрологічні явища) подається усіма гідрологічними постами і станціями, які діють на водних об'єктах, наносять значні матеріальні збитки господарству районів узбережжя під час настання екстремальних умов.

2) Режимна і нормативна гідрологічна інформація.

**Режимна.** Цей вид інформації використовується для поповнення матеріалів режимних видань про стан водних об'єктів.

Отримана на постах опорної гідрологічної мережі інформація, після первинної її перевірки і обробки, кодується та вноситься на технічний носій для наступного пересилання в регіональні (територіальні) гідрометеорологічні центри, де вона систематизується та зводиться у Державний водний кадастр країни.

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

**Нормативна інформація** – основа гідрологічного обґрунтування будь-якого проекту, зв'язаного з водокористуванням.

До нормативної гідрологічної інформації відносяться відомості про статистичні характеристики гідрологічних елементів, які мають прикладний, в першу чергу економічний напрямок розрахункових гідрологічних систем.

Джерелами нормативної гідрологічної інформації є:

- Довідники, які вміщують гідрографічні характеристики водних об'єктів, матеріали про періоди і склад спостережень на опорній мережі Держкомгідромету та засобах збереження цієї інформації ("Гідрологічна вивченість СРСР" та інших);
- "Основні гідрологічні характеристики" (ОГХ), де показані 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;
- СніП 2.01.14-83 – нормативний документ для розрахунку статистичних характеристик елементів режиму річок, в тому числі й невивчених [4].

3) Прогностична гідрологічна інформація: прогноз і консультація.

Гідрологічний прогноз – науково обґрунтоване завбачення майбутнього стану водного об'єкту, представленого споживачу в кількісному вигляді [1].

Прогнози випускаються за методиками, відповідаючими критерію якості або ефективності, який використовується в оперативній практиці Держкомгідромету. Прогнози діляться по *завчасності* (проміжку часу між складанням прогнозу та датою здійснення завбаченого явища). Якщо завчасність прогнозу складає:

- 1) менше 12-15 діб, то даний прогноз є короткостроковим;
- 2) від 12-15 діб до 3-х місяців – довгостроковим;
- 3) понад 3-х місяців – понаддовгостроковим.

Консультація – якісна оцінка майбутнього стану водного об'єкту. Методики, за якими складаються консультації мають більш низьку якість, але їх використання збільшує об'єм корисної інформації про режим водного об'єкту на період завчасності порівняно з постійним орієнтиром на норму.

В консультаціях розрізняють три градації майбутнього стану гідрологічної величини  $Y$  відносно її норми (середньобаторічного значення) величини -  $\bar{Y}$ :

- менше (нижче, раніше) норми, тобто за умови  $Y < 0.80 \bar{Y}$ ,
- в межах норми –  $0.80 \bar{Y} \leq Y \leq 1.20 \bar{Y}$ ,
- вище (більше, пізніше) норми –  $Y > 1.20 \bar{Y}$ .

## 1.2 Задачі і форми гідрометзабезпечення при розвитку стихійних явищ і процесів

Найбільш важливим видом оперативного гідрометеорологічного забезпечення є своєчасне попередження владних структур, галузей економіки, населення про загрозу та розвиток *небезпечних (НЯ) і стихійних гідрологічних явищ (СГЯ)*, які можуть призводити до різного масштабу негативних наслідків, наносити виробництву матеріальні збитки та викликати 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 [1,6,7].

Перелік стихійних гідрометеорологічних явищ для території України та критерії їх оцінювання наведені у додатку А.

**Основні критерії НЯ і СГЯ** викладаються відповідно нормативним положенням (керівництвам). Вони визначаються в кожному окремому випадку разом з організаціями, які обслуговуються і підрозділами гідрометслужби України. Їх перелік в обов'язковій мірі відмічається в планах-схемах гідрометобслуговування. Важливим документом оперативного підрозділу є каталог небезпечних та особливо небезпечних гідрологічних явищ – це *картки небезпечних явищ* і *картки господарських об'єктів (споживачів)*.

Оперативна прогностична інформація та попередження про загрозу наступу СГЯ і консультації про небезпечний характер розвитку гідрологічного явища вміщається в спеціальному розділі гідрологічного бюлетеня і по можливості негайно доводиться до відома споживачів гідрологічної інформації.

### **1.3 Перелік контрольних запитань до практичного завдання №1**

1. Назвіть форми гідрологічного забезпечення та їх зміст. Які основні потреби пред'являються до прогнозів на сучасному рівні?
2. Назвіть види оперативної гідрологічної інформації. Який склад даних вони містять?
3. Що включає режимна та нормативна гідрологічна інформація? Що є джерелами нормативної гідрологічної інформації?
4. Що таке прогностична інформація? Як поділяються прогнози по завчасності?
5. В яких випадках гідрологічна інформація представляється замовнику у вигляді консультації?
6. Які гідрологічні явища віднесені до категорії стихійних та які критерії їх визначення?
7. Про які стихійні метеорологічні явища слід екстрено повідомляти владні структури?

### **1.4 Перелік навчальної літератури до практичного завдання №1**

1. Аполлов Б.А., Калинин Г.П., Комаров В.Д. Курс гидрологических прогнозов. – Л.: Гидрометеоздат, 1974. – 419 с.
2. Воробьев Б.В., Косолапов Л.А. Водотоки и водоемы: взаимосвязь экологии и экономики. – Л.: Гидрометеоздат, 1987. – 271с.
3. Методичні вказівки з курсу “Економіка гідрологічного забезпечення народного господарства України” для студентів ІУ курсу, спеціальності – гідрологія суши / Сербов М.Г.- Одеса, ОГМІ, 1996. –83 с.



4. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 448 с.

5. Руководство по оперативному гидрометеорологическому обеспечению народнохозяйственных организаций, 4.1. – М.: Гидрометеиздат, 1972. – 142с.

6. Угренинов Г.Н. Гидрометеорологическое обеспечение народного хозяйства./ Учебно-методическое пособие. – Л.: Издательство ЛПИ, 1986. – 83 с.

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

## Практичне завдання 2

**2. Визначення критеріїв оцінки якості прогнозів та ефективності методики прогнозування гідрологічного елементу. Допустима похибка прогнозу. Форми вираження прогнозів**

*Мета роботи:* вивчення критеріїв та показників оцінки якості окремих прогнозів та ефективності методики прогнозу. Визначення допустимої похибки прогнозу елементу водного режиму річки.

*При виконанні практичного завдання необхідно:*

- 1) розглянути теоретичні положення, які використовуються в роботі;
- 2) дати відповіді на контрольні запитання;
- 3) виконати розрахунки допустимої похибки прогнозу для довгострокових та короткострокових прогнозів водного режиму річок.

**2.1 Критерії оцінки ефективності методики та якості прогнозів водного режиму річок**

Гідрологічний прогноз – це науково обґрунтоване передбачення майбутнього стану водних об'єктів (річок, озер, водосховищ) – рівнів та витрат води, кількісних характеристик стоку у різні фази його формування, льодових явищ та ін [1].

1. *Оцінка якості прогнозів водного режиму річок.*

Згідно «Настанові по службі прогнозів» [4] оцінка прогнозу зводиться до визначення справджуваності даного прогнозу шляхом співставлення похибки прогнозу з допустимою похибкою.

Похибка прогнозу це різниця між фактичним значенням величини  $Y$  і значенням, отриманим у прогнозі  $Y'$

$$\delta = Y - Y' . \quad (2.1)$$

При цьому для оцінки справджуваності прогнозу необхідно мати критерій оцінки, який повинен бути об'єктивним і дозволяти порівнювати точність прогнозів будь-яких гідрологічних явищ. Ці потреби можуть бути виконані, якщо оцінка основана на методах математичної статистики.

Виходячи з припущення про те, що похибка будь-якого прогнозу випадкова, а розподіли похибок підпорядковуються нормальному закону, за допустиму похибку  $\delta_{\text{дон}}$  приймається ймовірне відхилення значень прогнозованого елементу від середнього у вигляді

$$\delta_{\text{дон}} = \pm 0.674 \cdot \sigma, \quad (2.2)$$

де  $\sigma$  - середнє квадратичне відхилення прогнозової величини від норми:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n-1}}, \quad (2.3)$$

де  $Y_i$  – значення прогнозової величини;

$\bar{Y}$  – середнє багаторічне значення прогнозової величини;

$n$  – кількість членів ряду.

Визначення  $\delta_{\text{дон}}$  за формулою (2.2) відбувається звичайно при довгострокових прогнозах водного режиму (наприклад, прогноз шару стоку чи максимальних витрат води весняного водопілля).

Якщо прогнозується не сама величина  $Y$ , а її зміна за період завчасності прогнозу (звичайно, короткострокові прогнози), то допустима похибка прогнозу визначається в залежності від варіації відхилення елементу за період завчасності

$$\delta_{\text{дон}} = \pm 0.674 \cdot \sigma_{\Delta}, \quad (2.4)$$

де  $\sigma_{\Delta}$  – середнє квадратичне відхилення зміни прогнозової величини за період завчасності прогнозу від норми цієї зміни

$$\sigma_{\Delta} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta_i - \bar{\Delta})^2}{n-1}}, \quad (2.5)$$

де  $\Delta_i$  – зміна прогнозової величини за період завчасності прогнозу (різниця між кінцевим і початковим значенням, наприклад,  $\Delta H = H_{t+1} - H_t$ );

$\bar{\Delta}$  - середнє значення цих змін;

$n$  – кількість членів ряду.

Прогноз враховується справджуваним, якщо абсолютна величина його похибки менша або дорівнює допустимій

$$\delta \leq \delta_{\text{доп}}. \quad (2.6)$$

## 2. Оцінка ефективності методики гідрологічного прогнозу.

Для оцінки ефективності методики прогнозу існують два критерії:

1) Забезпеченість методики (забезпеченість допустимої похибки), під якою розуміють кількість випадків – прогнозів, які є справджуваними, від загальної кількості складених прогнозів, у відсотках:

$$P = \frac{m}{n} 100\%, \quad (2.7)$$

де  $m$  – кількість випадків (прогнозів), похибка яких не перевищувала допустимої;

$n$  – загальна кількість прогнозів, які складені за даною методикою.

Методика прогнозу вважається ефективною, якщо забезпеченість допустимої похибки за методикою не менш, ніж на 10% перевищує забезпеченість прогнозів по нормі (50%), тобто мінімальне значення  $P\%$  перевірених прогнозів повинне бути [2,4]

$$P \geq 60\%.$$

2) Критерій якості (ефективності) методики. Мірою точності методики є середня квадратична похибка перевірених прогнозів

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - Y'_i)^2}{n}}, \quad (2.8)$$

де  $Y'_i$  - прогнозне значення величини  $Y_i$ .

Критерієм якості та ефективності методики є відношення  $S/\sigma$  або  $S/\sigma_{\Delta}$ . Величина відношення показує в скільки разів варіація функції (прогносної змінної  $Y$ ) менша варіації аргументу (вихідної змінної).

Середнє квадратичне відхилення  $\sigma$  можна взагалі розглядати як середню квадратичну похибку прогнозу за нормою (природний метод прогнозу).

Прогноз за розробленою методикою буде більш ефективний, ніж прогноз за нормою, якщо  $S < \sigma$ .

Оцінити тісноту будь-якого зв'язку можна за коефіцієнтом парної кореляції (у випадку лінійного зв'язку). Якщо залежність криволінійна, то використовують кореляційне відношення

$$\rho = \sqrt{1 - \left(\frac{S}{\sigma}\right)^2}, \quad (2.9)$$

де  $S$  – критерій тісноти зв'язку або точності методики.

При  $S/\sigma=0.8$  маємо нижню межу забезпеченості допустимої похибки  $P=60\%$  (при  $\rho=0.6$ ), тобто на 10% вище ніж ймовірного відхилення величини від середнього.

Якщо зв'язок функціональний  $\rho=1.0$  ( $S=0$ ), тобто зміна  $Y$  повністю враховується факторами, які визначають прогнозну величину.

Якщо зв'язок відсутній  $\rho=0$  ( $S=\sigma$ ), тобто вихідні фактори не впливають на прогнозну величину  $Y$ .

Тому потрібно, щоб

$$0 < \rho \leq 1.$$

**Методика буде ефективною**, якщо

$$\rho \rightarrow 1,$$

$$0 \leq \frac{S}{\sigma} \leq 0.8,$$

тобто збільшення величини  $\rho$  чи  $S/\sigma$  говорить про підвищення якості методики прогнозу.

Похибки визначення  $\rho$  будуть тим більшими, чим менша довжина ряду  $n$ . Тому  $S/\sigma$  є дійсним:

- при  $n \geq 25$   $\frac{S}{\sigma} \leq 0.80$ ;

- при  $15 < n < 25$   $\frac{S}{\sigma} \leq 0.75$ ;

- при  $n \leq 15$   $\frac{S}{\sigma} \leq 0.70$ .

Виходячи з точності спостережень гідрометеорологічних величин і опису розробки методик прогнозу прийнята така шкала оцінок точності методики (при  $n \geq 25$ ):

$S/\sigma$	$P \%$	Категорія методики
$\leq 0.5$	$\geq 82$	добра
0.51-0.80	81-60	задовільна

Слід відзначити, що оцінка точності методики може не співпадати з оцінкою степені тісноти кореляційної залежності, по якій складаються прогнози.

## 2.2 Форми представлення прогнозів

Представлення прогнозів для споживачів має бути вірним, чітким для розуміння, відповідати сучасному стану, давати представлення про можливі похибки прогнозу та їх забезпеченості. Існують різні форми вираження короткострокових та довгострокових прогнозів [1,3,4], але наведемо ти з них, які частіше використовуються при гідрометеорологічному забезпеченні [2].

**Перша форма випуску прогнозу:** указуються значення прогнозованої величини і діапазон, рівний допустимій похибки прогнозу:  $Y' \pm \delta_{доп}$ . Наприклад, шар стоку весняного водопілля очікується рівним 60 мм при ймовірній похибки  $\pm 10$  мм. Це основна форма представлення прогнозів.

**Друга форма випуску прогнозу.** Прогноз випускається у вигляді діапазону очікуваної величини з вказівкою ймовірності того, що ця величина буде в зазначеному діапазоні. Наприклад, з ймовірністю, що дорівнює 50%, стік очікується в межах 50-70 мм. Розрахунки виконуються виходячи з посилки, що погрішності прогнозу мають розподіл близький до нормального. Тоді їх ймовірність визначається як

$$\delta_p = k_p S_{Y-Y'}, \quad (2.10)$$

де  $k_p$  - нормоване відхилення величини при заданій забезпеченості  $P$  (визначається за спеціальною таблицею);

$S_{Y-Y'}$  - погрішність окремого прогнозу, що залежить від точності методики  $S$  та нормованого відхилення основної незалежної змінної  $x$ . Для визначення  $S_{Y-Y'}$  розроблені спеціальні таблиці

$$S_{Y-Y'} = S \cdot f\left(\frac{\Delta}{\sigma_x}\right), \quad (2.11)$$

де  $S$  визначається за (2.8);

$\Delta = x_i - \bar{x}$  - розраховується для основної змінної  $x$ , за якою випускається прогноз;

$\sigma_x$  - середнє квадратичне відхилення для величини  $x$ ;

$n$  – кількість членів ряду.

При ймовірності влучення прогнозованої величини в заданий діапазон, рівний 50%, крайні величини діапазону знаходяться за таким виразом:

$$Y' + 0.674 \cdot S_{Y-Y'} \quad (2.12)$$

Ймовірність того, що дійсна величина, що прогнозується за даною методикою не вийде за ці межі, дорівнює 50%, а забезпеченість крайніх значень діапазону складає 75 і 25%.

**Третя форма випуску прогнозу** гідрологічного явища полягає у вказівці ряду величин різної забезпеченості (ймовірнісна форма прогнозу). Наприклад, весняний стік очікується 50 мм з забезпеченістю 75%, 60 мм – з 50% і 70 мм – з забезпеченістю 25% і т.д.

Визначення крайніх значень прогнозованої величини у прийнятому діапазоні виконується за формулою:

$$Y_p = Y' \pm \delta_p = Y' \pm k_p \cdot S_{Y-Y'}, \quad (2.13)$$

де  $Y'$  - значення величини  $Y$ , але знімається з прогнозованої залежності;

$\delta_p$  - похибка заданої забезпеченості  $P\%$ .

Величина  $P$  дорівнює різниці  $P_2-P_1$ , тобто різниці забезпеченості нижнього та верхнього значень прогнозованої величини. Похибка  $P=50\%$  називається ймовірною.

Забезпеченість похибки є кількість випадків у відсотках, коли похибка була менше даної.

Прогноз в ймовірній формі можна також виразити у вигляді кривої забезпеченості прогнозованих величин.

**Четверта форма випуску прогнозу.** У сучасних моделях, які використовуються для прогнозу елементів водного режиму річок, зокрема шарів стоку та максимальних витрат води весняного водопілля, формою представлення 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 [5,6].

Не менше важливим питанням, особливо для невивчених річок, є встановлення забезпеченості або ймовірності перевищення прогнозних величин у багаторічному розрізі. Величини забезпеченості також можуть бути представлені у карто-схемах, що дає змогу оцінити ймовірності перевищення прогнозних величин на території, незалежно від стану її гідрометеорологічної вивченості.

При прогнозах стоку на невивчених річках стає задача визначення допустимої похибки прогнозів. Так, наприклад, при довгострокових прогнозах шарів весняного стоку  $\delta_{дон}$  (мм) може бути отримана на основі залежності

$$\delta_{дон} = a(\varphi + 50), \quad (2.14)$$

де  $\varphi$  - географічна широта геометричних центрів тяжіння водозборів (в долях градуса п.ш.),  
а для максимальних витрат води весняного водопілля по залежностях

$$\delta_{дон} = b \cdot F, \quad (2.15)$$

де  $F$  – площа водозборів, км<sup>2</sup>.

### 2.3 Порядок виконання практичної частини

#### 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,  $F=1400$  км<sup>2</sup>.

**Вихідні дані:** Таблиці багаторічних рядів характеристик весняного водопілля на р. Інгулець - с.Олександро-Степанівка (табл. 2.1).

#### Послідовність виконання розрахунків

При довгостроковому прогнозуванні характеристик весняного водопілля допустима похибка визначається як ймовірне відхилення значень прогнозованого елемента від середнього за формулою (2.2). При цьому послідовність розрахунків наступна.

1) За даними табл.2.1 по багаторічному ряду значень шарів стоку весняного водопілля на р. Інгулець-с.Олександро-Степанівка розраховуємо середнє його значення за багаторічний період (табл.2.2).

2)Розраховуємо відхилення прогнозної величини  $Y$ ,мм від середнього за багаторічний період  $\bar{Y}$ , мм.

3) Розраховуємо середнє квадратичне відхилення прогнозної величини від норми:

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

Таблиця 2.1 – Багаторічні характеристики рядів спостережень за весняним водопіллям р. Інгулець - с.Олександро-Степанівка, F=1400 км<sup>2</sup>

№	Рік	Дата			Тривалість водопілля, діб	Найбільша витрата води, $Q_m, \text{м}^3/\text{с}$	Сумарний шар стоку $Y, \text{мм}$
		початку	$Q_m$	кінця			
1	1955	11.Січ	17.Січ	31.Бер	80	40,7	11
2	1956	24.Бер	01.Кві	08.Тра	46	102	41
3	1957	23.Січ	10.Лют	03.Тра	101	14,6	12
4	1958	11.Лют	17.Лют	27.Бер	45	48	21
5	1959	24.Бер	10.Бер	21.Кві	46	15,9	4,7
6	1960	12.Лют	17.Лют	04.Кві	53	70,7	55
7	1961	02.Бер	11.Бер	01.Кві	31	6,65	3,8
8	1962	02.Бер	05.Бер	27.Кві	57	1,18	1,4
9	1963	07.Бер	15.Бер	23.Кві	48	65,7	56
10	1964	11.Бер	24.Бер	16.Кві	37	19,3	9
11	1965	2.Бер	6.Бер	6.Кві	35	31,7	6
12	1966	09.Січ	13.Січ	07.Бер	58	18,2	11
13	1967	18.Бер	27.Бер	14.Кві	28	46	25
14	1968	03.Бер	21.Бер	17.Кві	46	20,7	16
15	1969	08.Бер	19.Бер	06.Тра	60	101	105
16	1970	11.Лют	09.Бер	30.Бер	48	189	95
17	1971	14.Бер	23.Бер	24.Кві	42	128	55
18	1972	14.Бер	30.Бер	11.Кві	29	3,56	2,4
19	1973	12.Лют	05.Бер	24.Бер	41	20,5	18
20	1974	05.Лют	05.Бер	06.Кві	61	2,82	5,4
21	1975	10.Бер	22.Бер	15.Кві	37	4,1	5
22	1976	10.Бер	15.Бер	03.Кві	25	34,7	14
23	1977	31.Січ	19.Лют	07.Бер	36	53,6	36
24	1978	15.Лют	04.Бер	31.Бер	45	103	51
25	1979	14.Січ	01.Лют	12.Бер	58	88,7	79
26	1980	11.Лют	23.Бер	24.Кві	45	57,8	77
27	1981	13.Лют	18.Лют	10.Кві	57	4,81	9,9
28	1982	26.Лют	22.Бер	25.Кві	59	6,78	14
29	1983	06.Бер	06.Кві	13.Кві	39	2,21	4,8
30	1984	04.Бер	07.Бер	15.Кві	43	4,9	4,5
31	1985	11.Бер	20.Бер	25.Кві	46	70,3	32
32	1986	03.Бер	12.Бер	07.Кві	36	59,7	48
33	1987	28.Бер	12.Кві	19.Кві	23	28,3	17
34	1988	01.Бер	14.Бер	03.Кві	34	31,9	21



Таблиця 2.2 – Розрахунок допустимої похибки при довгостроковому прогнозуванні шару стоку весняного водопілля на р. Інгулець - с.Олександр-Степанівка, F=1400 км<sup>2</sup>

№	Рік	Сумарний шар стоку, Y 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

$$\bar{Y} = 28 \text{ мм}$$

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

4) За допустиму похибку  $\delta_{\text{доп}}$  приймаємо

$$\delta_{\text{доп}} = \pm 0.674 \cdot \sigma = \pm 19 \text{ мм.}$$

5) Формулюємо висновок.

Вихідні дані для розрахунку допустимої похибки прогнозу при довгострокових прогнозах шарів стоку та максимальних витрат води весняного водопілля по річках наведені у додатку Б.

### **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 (дод.В).

#### **Послідовність виконання розрахунків**

При короткострокових прогнозах щоденних рівнів води допустима похибка визначається в залежності від варіації відхилення елемента за період завчасності прогнозу за формулою (2.4). При цьому послідовність розрахунків наступна.

1) За даними щоденних рівнів води у липні 1976 р. на р.Дністер – м.Заліщики (дод.В) розраховуємо зміну прогнозної величини за період завчасності прогнозу (2 доби), як різницю між кінцевим і початковим значенням рівня води

$$\Delta H = H_{t+1} - H_t.$$

Результати розрахунків наводимо у табл. 2.3.

2) Розраховуємо середнє значення цих змін  $\bar{\Delta H}$  з урахуванням знаку отриманої величини (табл.2.3).

3) Обчислюємо середнє квадратичне відхилення зміни прогнозної величини за період завчасності прогнозу  $\Delta H_i$  від норми цієї зміни  $\bar{\Delta H}$

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

Таблиця 2.3 – Розрахунок допустимої похибки при короткострокових прогнозах щоденних рівнів води р.Дністер – м.Заліщики, 1976 р.

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

$$\bar{\Delta H} = 2 \text{ см}$$

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

4) За допустиму похибку  $\delta_{дон}$  приймаємо

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

5) Формулюємо висновок.

Вихідні дані для розрахунку допустимої похибки при короткострокових прогнозах щоденних рівнів води наведені у дод.В.

## **2.4 Перелік контрольних запитань до практичного завдання №2**

1. Що таке гідрологічний прогноз? Як визначити похибку прогнозу і його справджуваність?

2. Що таке допустима похибка прогнозу? Як вона визначається для різних видів прогнозів?

3. Що є критерієм якості методики прогнозів? При якому значенні критерію якості методику можна використовувати в оперативній практиці?

4. Які існують форми випуску короткострокових та довгострокових прогнозів? Як представляються замовнику територіальні прогнози?

## **2.5 Перелік навчальної літератури до практичного завдання №2**

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. Методичні вказівки з курсу “Економіка гідрологічного забезпечення народного господарства України” для студентів ІУ курсу, спеціальності – гідрологія суші / Сербов М.Г.- Одеса, ОГМІ, 1996. – 83 с.

4. Наставление по службе прогнозов, разд. 3, ч. 1. – Л.: Гидрометеиздат, 1962.-194 с.

5. Руководство по гидрологическим прогнозам. – Л.: Гидрометеиздат, вып. 1, 1989. – 357 с.

6. Руководство по гидрологическим прогнозам. – Л.: Гидрометеиздат, вып. 2, 1989. – 246 с.

## Практичне завдання 3

### 3. Пошук оптимального господарського рішення на основі нормативної та прогностичної гідрологічної інформації

**Мета практичного завдання:** виконати оптимізаційні розрахунки на основі байєсової стратегії для визначення найбільш економічно вигідного господарського рішення при використанні того чи іншого виду гідрометеорологічної інформації.

**При виконанні практичного завдання необхідно:**

- 1) розглянути теоретичні положення, які використовуються в роботі;
- 2) дати відповіді на контрольні запитання;
- 3) виконати оптимізаційні розрахунки при використанні нормативної і прогностичної інформації для досягнення максимального економічного ефекту.

#### 3.1 Теоретичні положення

Якщо в процесі господарської діяльності приймається рішення  $I_k$ , в точності збіжне з здійсненим значенням гідрологічної величини  $Y_i$ , тобто  $I_k=Y_i$ , то корисність такого рішення буде найвищою. Якщо рівняння  $I_k=Y_i$  не виконуються, корисність такого рішення ( $\ominus Y_i, I_k$ ) завжди знижена за причиною невідповідності прийнятих в розрахунок (прогноз) та реально здійснених гідрологічних явищ. В першому випадку, прийняте рішення є – **ідеальним**, в другому – **безпідставним** (довільним). Отже, в результаті помилки рішення ( $I_k - Y_i$ ) виникає зниження корисності. Таке зниження господарського рішення прийнято називати **витратами**.

Витрати задані комбінацією значень гідрологічної величини  $Y_i$  і рішення  $I_k$ . Тому існує поняття функції витрат  $R(Y, I)$ , яка описує економічні наслідки різноманітних комбінацій рішення  $I$  та здійсненого значення величини  $Y$ . Конкретний вид функції витрат в аналогічному вигляді залежить від особливостей виробничого процесу або іншого виду господарської діяльності впливу на них гідрометеорологічних факторів і може бути достатньо складним [1,2].

Для наближеної оцінки явищ в деякому порівняно вузькому інтервалі зміна величини  $Y$  і  $(Y-I)$  застосовується схематизація функції витрат: лінійна, квадратична, степенева і показова, логарифмічна.

Наприклад, функції витрат, які виникають в результаті помилки рішення про захист від затоплювання промислових об'єктів, населених пунктів та інше, є залежностями з чітко вираженою властивістю асиметрії. В загальному випадку **симетричність функції витрат** – це залежність від

знаку, як помилки рішення, так і відхилення фактичного значення  $Y$  від норми.

Другою важливою властивістю функції витрат є відмінність цих залежностей. **Відмінність** – це незалежність витрат від аномалії фактичного значення  $Y$ , тобто від відхилення  $(Y - Y_{\text{сер}})$ .

Реальні функції витрат  $R(Y, I)$  в аналітичній формі висловити надзвичайно важко. Більш зручний підхід до вираження функції витрат є табличний, де числові значення відносяться до деякого набору комбінацій – рішень  $I_k$  – фактичне значення  $(Y_i)$ , де  $Y_i$  – середньо-інтервальне значення гідрологічної величини  $Y$ . Такі таблиці називають **матрицями витрат**  $R = \|R_{Y_i, I_k}\|$ . "Діагональні" значення витрат  $R_{11}, R_{22}, R_{33}, R_{44}$  дорівнюють нулю, так як відповідають комбінаціям, які характеризують збіг рішень та реалізованих значень  $Y$  (ідеальні рішення). Вся решта витрат  $R_{Y_i, I_k} > 0$ .

**Платіжна матриця витрат** – таблиця економічних витрат, які виникають в результаті невідповідності між прийнятими в розрахунок і фактичними характеристиками гідрологічного явища або процесу.

Якщо в оптимізаційних розрахунках використовується прогностична інформація, то ймовірність подання в кожний із інтервалів носить умовний характер, так як, дозволяє оцінити гідрологічне явище лише в межах конкретного випуску прогнозу.

**Матриця умовних ймовірностей** – це таблиця, яка показує ймовірність реалізації деякого гідрологічного явища або процесу з урахуванням різноманітних початкових умов. Позначення матриці умовних ймовірностей таке  $p = \|p((Y_i \pm \Delta Y) / Y_i')\|$ , де  $\Delta Y$  – половина інтервалу гідрологічної величини.

Ймовірність прийняття ідеального господарського рішення дуже мала і максимум корисності  $\theta$  в кожному окремому випадку практично недопустимий. Процес прийняття найбільш вигідного рішення називається **оптимізацією**, а вишукане рішення – **оптимальним**.

В одних і тих же обставинах оптимізація приводить до неоднакових рішень в залежності від прийнятого критерію, як, наприклад, **критерій мінімакса, байєсова стратегія, критерій мінімальної дисперсії витрат** та інш.

Найбільш широке застосування при виконанні гідролого-економічних розрахунків при оптимізації господарських рішень найшла **байєсова стратегія**.

**Стратегія**, на відмінну від **рішення** – неодноразовий захід, а принцип (алгоритм дії), за яким споживач йде слідом при прийнятті господарських рішень на протязі достатньо довгого процесу господарювання [3]. Байєсова стратегія зводиться до мінімізації середніх статистичних витрат:

$$R_{\text{ср}}(l_0) = \min_{\langle k \rangle} R_{\text{ср}}(l_k), \quad (3.1)$$

де  $\min R_{\text{ср}}(\mathbf{1})$  – мінімальне із значень середньостатистичних витрат, підрахованих при умові прийняття усіх можливих рішень  $\mathbf{l}$ ;  $\mathbf{l}_0$  – оптимальне рішення.

Необхідно відмітити, що оптимізація може здійснюватися не тільки в напрямку мінімізації витрат, але і в напрямку, наприклад, максимізації виграшу  $\mathbf{G}$  [3].

В загальну схему оптимізаційного розрахунку на основі прогностичної інформації для виробки загальної стратегії господарювання, на основі прогнозів  $\mathbf{Y}'$  і виявленої функції витрат  $\mathbf{R}(\mathbf{Y}, \mathbf{1})$  складається матриця стратегій - середніх витрат  $\mathbf{R}_{\text{ср}}(\mathbf{Y}', \mathbf{l}_k)$  [2,4].

Оптимізація господарського рішення на основі режимних узагальнень або нормативної гідрологічної інформації виконується за матрицею безумовних (багаторічних) ймовірностей  $\mathbf{p} = \mathbf{p}(\mathbf{Y}_j \pm \Delta \mathbf{Y})$ .

Оцінка таких витрат дуже важлива, так, як є показником найбільш сприятливого по економічному ефекту стратегії споживача без урахування прогностичної інформації.

**Оптимальним** буде рішення при якому, відповідно байєсової стратегії, витрати мінімальні. Використання гідрологічних прогнозів припускає значне зниження середньостатистичних витрат споживача порівняно з використанням нормативної гідрологічної інформації.

### 3.2 Порядок виконання практичної частини

**Завдання:** В конкретній виробничій задачі за байєсовою стратегією знайти оптимальне господарське рішення  $l_{0_i}$  для кожної прогностичної величини  $Y'_i$  і оцінити середні витрати за період використання прогностичної інформації  $R_{\text{ср}_{Y'_i, l}}$ . При цьому витрати  $R_{\text{ср}_{Y'_i, l}}$  порівнюються з середніми витратами при постійній орієнтації на норму гідрологічної величини  $R_{\text{ср}_{l^*}}$ .

**Вихідні дані.** Для господарської задачі у конкретних умовах дано:

- платіжна матриця витрат  $\| R_{y_i} \|$ ;
- матриця умовних ймовірностей  $\| p((y_j \pm \Delta y) | y'_j) \|$ ;
- матриця безумовних ймовірностей;
- матриця ймовірностей випуску прогнозу.

Вихідні дані наведені у додатку Г.

**Послідовність виконання розрахунків:**

1) виконується розрахунок ймовірнісних середніх втрат при кожному з  $\ell$  рішень, з урахуванням усіх початкових умов  $Y'_i$  за формулою вигляду [1, 4]:

$$R_{\text{сеп}}_{\ell_k, Y'_i} = \sum_j p[(Y_i \pm \Delta Y) / Y'_i] R_{Y_j, \ell_k}, \quad (3.2)$$

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

Результати розрахунків середніх втрат  $R_{\text{сеп}}_{\ell_k, Y'_i}$  зводимо до матриці стратегій (табл.3.1).

Таблиця 3.1 – Матриця стратегій (середніх втрат)  $R_{\text{сеп}}_{\ell_k, Y'_i}$

$Y'_i$	$\ell_k$		
	$\ell_1$	$\ell_2$	$\ell_3$
$Y'_1$	$R_{\text{сеп}11}$	$R_{\text{сеп}12}$	$R_{\text{сеп}13}$
$Y'_2$	$R_{\text{сеп}21}$	$R_{\text{сеп}22}$	$R_{\text{сеп}23}$
$Y'_3$	$R_{\text{сеп}31}$	$R_{\text{сеп}32}$	$R_{\text{сеп}33}$

Мінімальне значення втрат типу  $\min R_{\text{сеп}}_{\ell_k, Y'_i}$  вказує на те, що в  $i$ -тих умовах прийняте оптимальне рішення  $\ell_k = \ell_{o,i}$ ;

2) розраховуються середні (ймовірнісні) втрати за період оптимального використання прогностичної інформації за формулою:

$$R_{\text{сеп}}_{Y'_i, \ell_{o,i}} = \sum_i R_{\text{сеп}}_{\ell_{o,i}, Y'_i} p(Y'_i \pm \Delta Y), \quad (3.3)$$

де  $\ell_{o,i}$  - оптимальне рішення при прогнозі  $Y'_i$ ;

3) визначаються середні (в ймовірнісному значенні) втрати при постійному орієнтуванні на норму ( $\ell^* = Y_{\text{сеп}}^*$ ) за схемою:

$$R_{\text{сеп}}_{\ell^*} = \sum_j p(Y_i \pm \Delta Y) R_{Y_j, \ell^*}; \quad (3.4)$$



4) виконується розрахунок зниження середніх втрат за рахунок оптимального використання прогностичної інформації за формулою:

$$\Delta R_{\text{сер}Y',\ell_0} = f(R_{\text{сер}\ell^*} - R_{\text{сер}Y',\ell_0}). \quad (3.5)$$

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

$$R_{\text{сер}}(\ell_0) = \min_{\langle k \rangle} R_{\text{сер}}(\ell_k). \quad (3.6)$$

5) Надається висновок відносно економічно вигідного використання тої чи іншої вихідної гідрометеорологічної інформації при вирішенні господарської задачі. Оцінюється в кошторисах можливі втрати, якщо використовувати середні багаторічні значення гідрометеорологічних величин (норми) або прогностичні величини. Встановлюється яке рішення буде оптимальним за використанням критерієм оптимізації господарських рішень.

### 3.3 Перелік контрольних запитань до практичного завдання №3

- 1) Що таке корисність і витрати при прийнятті господарського рішення?
- 2) Що є ідеальним, довільним і оптимальним рішенням?
- 3) Назвіть основні властивості функції витрат?
- 4) Які існують критерії оптимізації господарських рішень? У чому зміст байєсової стратегії?
- 5) Що включає до себе платіжна матриця втрат, матриця умовних ймовірностей, матриця стратегій (середніх втрат)?
- 6) В чому відміна у виконанні оптимізаційних розрахунків на основі нормативної і прогностичної гідрологічної інформації?

### 3.4 Перелік навчальної літератури до практичного завдання №3

1. Угренинов Г.Н. Гидрометеорологическое обеспечение народного хозяйства./ Учебно-методическое пособие. – Л.: Издательство ЛПИ, 1986. – 83 с.
2. Хандожко Л.А. Практикум по экономике гидрометеорологического обеспечения народного хозяйства. – С-Пб.: Гидрометеиздат, 1993. – 311с.
3. Хандожко Л.А. Метеорологическое обеспечение народного хозяйства. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 232 с.
4. Методичні вказівки з курсу “Економіка гідрологічного забезпечення народного господарства України” для студентів ІУ курсу, спеціальності – гідрологія суші / Сербов М.Г.- Одеса, ОГМІ, 1996. –83 с.

## **ДОДАТКИ**

Додаток А – Перелік стихійних гідрометеорологічних явищ та їх критерії

а) Стихійні гідрологічні явища

№ 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

№ п/п	Назва явища	Визначення	Критерії
5.	Маловоддя	а) Витрати води в період межені, що утримуються більше одного місяця; об'єми (витрати) води весняного водопілля головних річок України (природні, скидні через гідровузли), які можуть завдати значних збитків водогосподарським комплексам, гідротехнічним спорудам, населенню	Повторюваністю 1 раз на 10 років; Забезпеченістю 95 % та нижче
6.	Назва явища	Стрімкий потік великої руйнівної сили на басейнах невеликих гірських річок та сухих балок зі значними похилами, що складається із суміші води та крихких, ламких порід і виникає в наслідок дощів чи танення снігу, а також прориву завалів і морен.	Місце та наслідки проходження визначаються спеціалістами Держгідромету незалежно від інтенсивності і площі розповсюдження явища
7.	Високі рівні води	Швидкий, раптово виникаючий рух снігу по крутим схилам гір, який завдає шкоди населеним пунктам, спортивним та санаторно-курортним комплексам, автомобільним шляхам, залізницям, лініям електропередач, зв'язку та іншим господарським об'єктам	-"-
8.	Низькі рівні води	Вітрове хвилювання на водосховищах дніпровського каскаду	Висота хвилі 3 м та більше

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	≥20 мм	≤ 12 год
	б) дощ, мокрий сніг	≥50 мм	≤ 12 год
	в) дощ в селенебезпечних районах	≥30 мм ≥30 мм	≤ 12 год ≤ 1 год
г) сильна злива	≥100 мм	1–3 доби (крім селенебезпечних районів)	
д) тривалі дощі			
2.	Вітер (в т.ч. шквал, смерч): максимальна швидкість – високогір'я Карпат та гори Криму	≥25 м/с	будь-яка
		≥40 м/с	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

№ п/п	Метеорологічні явища	Критерії СГЯ	
		інтенсивність	тривалість
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 <sup>0</sup>	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 Б  
Варіант 1

Багаторічні характеристики рядів спостережень за весняним водопіллям на  
р. Інгулець - Кривий Ріг,  $F=8600 \text{ км}^2$

№	Рік	Дата			Тривалість водопілля, діб	Найбільша витрата води, $Q_m, \text{ м}^3/\text{с}$	Сумарний шар стоку $Y, \text{ мм}$
		початку	$Q_m$	кінця			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1955	09.01	20.01	20.03	71	91,1	10
2	1956	04.03	04.04	30.04	58	236	28
3	1957	01.03	08.03	26.03	26	18	0,8
4	1958	12.02	17.02	23.03	40	11,4	1,1
5	1959	09.02	10.02	11.04	62	25,4	1,4
6	1960	01.01	09.03	11.04	60	25,3	3,6
7	1961	02.02	05.02	26.02	53	13,6	2,6
8	1962	05.03	30.03	21.04	48	37,7	5,6
9	1963	07.03	29.03	28.04	53	250	34
10	1964	04.03	06.03	16.04	44	84,7	15
11	1965	03.03	07.03	06.04	35	17,5	1,7
12	1966	03.02	03.03	24.03	50	18,8	2,9
13	1967	01.03	02.04	12.04	43	209	21
14	1968	11.03	22.03	17.04	67	33,8	2,9
15	1969	08.03	28.03	10.04	34	166	13
16	1970	16.02	09.03	31.03	44	649	66
17	1971	18.02	12.03	12.04	54	134	22
18	1975	05.03	10.03	24.03	20	5,81	0,6
19	1976	28.02	24.03	03.04	36	12,1	0,6
20	1977	28.02	11.03	02.04	34	60,3	5,6
21	1978	09.02	03.03	25.04	76	578	60
22	1979	11.01	31.01	06.03	55	138	27
23	1980	24.02	04.04	30.04	38	288	43
24	1981	15.02	21.02	12.04	57	105	9,8
25	1982	04.04	06.04	30.04	58	62,2	5,2
26	1983	07.03	23.03	19.04	44	47,2	3,8
27	1984	04.03	08.03	17.04	45	5,48	0,9
28	1985	16.03	24.03	03.05	49	369	31
29	1986	03.03	14.03	10.04	39	135	18
30	1987	29.03	10.04	26.04	29	15,9	2,1
31	1988	29.02	15.04	20.04	52	61,5	6,7
32	1989	водопілля не виражено					
33	1990	06.03	18.03	03.04	29	45,2	5,4

### Варіант 2

Багаторічні характеристики рядів спостережень за весняним водопіллям на  
р. Інгулець - Могилівка,  $F=9280\text{км}^2$

№	Рік	Дата			Тривалість водопілля, діб	Найбільша витрата води, $Q_m, \text{м}^3/\text{с}$	Сумарний шар стоку $Y, \text{мм}$
		початку	$Q_m$	кінця			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1955	10.01	24.01	23.03	73	80,3	9,5
2	1956	04.03	05.04	16.05	74	164	23
3	1957	01.02	06.03	26.03	54	16,5	1,7
4	1958	11.02	18.02	24.03	42	11	1
5	1959	10.02	11.02	11.04	61	8,25	1
6	1960	07.02	18.02	20.04	74	21,7	3,6
7	1961	03.02	05.02	28.03	54	18,9	19
8	1962	11.03	31.03	28.04	49	32	4,8
9	1963	07.03	30.03	29.04	54	153	26
10	1964	03.03	14.03	17.04	46	106	18
11	1965	02.03	08.03	04.04	34	15,6	2,2
12	1966	03.02	11.02	11.03	37	13,1	2,6
13	1967	01.03	04.03	12.04	43	141	17
14	1968	09.02	10.03	28.03	49	10,8	3
15	1969	08.03	29.03	12.04	36	109	14
16	1970	16.02	09.03	01.04	45	502	56
17	1971	18.02	07.03	12.04	54	149	24
18	1972	11.02	17.03	13.04	63	45,1	6,1
19	1973	05.02	22.02	24.03	48	26,4	3,8
20	1974	07.02	14.02	23.03	45	15,5	3,4
21	1975	26.02	11.03	28.03	31	9,45	1,7
22	1976	28.02	25.03	04.04	37	14	2,4
23	1977	28.02	11.03	02.04	34	46,8	6
24	1978	09.02	04.03	26.04	77	383	63
25	1979	02.01	01.02	06.03	55	241	39
26	1980	25.03	05.04	02.05	39	239	26
27	1981	18.02	23.02	16.04	58	129	15
28	1982	04.03	08.04	02.05	60	54,8	7,6
29	1983	07.03	24.03	20.04	45	51,2	5,6
30	1984	04.03	10.03	19.04	47	11,7	3,7
31	1985	16.03	24.03	05.05	51	378	29
32	1986	04.03	15.03	10.04	38	136	17
33	1987	04.04	07.04	29.04	26	17,2	3
34	1988	02.03	16.04	24.04	24	61	7,6



### Варіант 3

Багаторічні характеристики рядів спостережень за весняним водопіллям на  
р.Південний Буг - с.Піроговці,  $F=827 \text{ км}^2$

№	Рік	Дата			Тривалість водопілля, днів	Найбільша витрата води, $Q_m, \text{ м}^3/\text{с}$	Сумарний шар стоку $Y, \text{ мм}$
		початку	$Q_m$	кінця			
1	1964	23.03	03.04	15.05	53	19,2	27
2	1965	01.03	01.04	09.05	70	27,5	69
3	1966	16.02	28.02	26.03	39	30,5	41
4	1967	03.03	16.03	19.04	48	27,7	45
5	1968	16.03	24.03	04.04	20	34,6	33
6	1969	14.03	06.04	04.05	53	92,2	89
7	1970	02.03	29.03	03.04	33	22	48
8	1971	17.03	26.03	20.04	35	30,7	50
9	1972	20.02	12.03	16.04	57	7,25	17
10	1973	21.03	28.03	11.04	22	32	35
11	1974	10.03	16.03	26.03	17	5,4	6,6
12	1975	02.03	17.03	24.03	23	6,3	12
13	1976	24.03	05.04	26.04	34	28,6	53
14	1977	18.02	17.03	22.03	33	4,43	10
15	1978	02.03	13.03	13.04	43	10,1	31
16	1979	06.03	23.03	06.05	62	36,5	75
17	1980	28.03	09.04	01.05	35	36,2	52
18	1981	09.03	20.03	08.04	31	25,1	42
19	1982	12.03	21.03	05.04	25	9,81	20
20	1983	06.03	14.03	30.03	25	3,94	8,9
21	1984	27.03	05.04	26.04	31	15	25
22	1985	18.03	03.04	25.04	39	17,8	30
23	1986	18.03	26.03	27.04	41	7,74	23
24	1987	21.03	03.04	23.04	34	26,7	36
25	1988	14.03	29.03	24.04	42	18,2	43
26	1989	20.03	05.03	19.03	28	4,69	11
27	1990	18.03	03.03	21.03	32	4,93	12
28	1991	12.03	05.04	17.04	37	5,59	19
29	1992	01.03	10.03	31.03	31	8,33	20
30	1993	18.03	10.04	29.04	43	17,9	57
31	1994	01.03	17.03	10.04	41	7,36	26
32	1995	23.02	28.02	26.03	32	5,26	15
33	1996	02.04	10.04	03.05	32	21,5	46
34	1997	11.02	28.02	26.03	44	6,6	24

### Варіант 4

Багаторічні характеристики рядів спостережень за весняним водопіллям на  
р.Південний Буг - с.Тростяничк  $F=17400 \text{ км}^2$

№	Рік	Дата			Тривалість водопілля, діб	Найбільша витрата води, $Q_m, \text{ м}^3/\text{с}$	Сумарний шар стоку $Y, \text{ мм}$
		початку	$Q_m$	кінця			
<i>l</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
1	1955	10.03	07.04	16.05	71	55,8	22
2	1956	24.03	14.02	03.04	54	212	76
3	1957	01.02	18.02	22.05	62	1430	19
4	1958	07.02	04.03	30.04	105	277	23
5	1959	18.02	27.02	30.04	72	141	14
6	1960	16.02	27.02	30.04	75	403	33
7	1961	20.02	17.03	30.04	70	126	20
8	1962	01.03	05.04	30.04	61	963	56
9	1963	01.02	13.03	30.04	89	552	71
10	1964	09.03	06.04	17.05	70	137	8,1
11	1965	05.03	30.03	13.05	70	587	42
12	1966	12.02	03.03	08.05	86	545	46
13	1967	05.03	16.03	24.04	51	836	48
14	1968	17.03	27.03	21.04	36	749	30
15	1969	14.03	06.04	24.05	72	1110	73
16	1970	04.03	08.03	24.04	52	649	56
17	1971	19.03	22.04	22.04	35	350	24
18	1972	20.02	25.03	19.04	60	86,3	18
19	1973	16.03	27.03	17.04	33	758	30
20	1974	09.02	25.02	25.03	45	77	11
21	1975	02.03	16.03	27.03	26	88	8,4
22	1976	23.03	05.04	27.04	36	306	26
23	1977	12.02	26.02	23.03	40	461	38
24	1978	02.03	17.03	15.04	45	368	41
25	1979	05.03	22.03	09.05	66	740	70
26	1980	27.03	06.04	06.05	41	945	53
27	1981	09.03	24.03	15.04	38	372	33
28	1982	06.03	06.04	11.04	37	78,3	12
29	1983	08.03	15.04	15.04	39	79,3	11
30	1984	06.03	04.04	27.04	53	207	18
31	1985	19.03	02.04	27.04	40	469	25
32	1986	11.03	30.03	29.04	50	223	16
33	1987	21.03	02.04	26.04	37	473	13
34	1988	15.03	20.03	05.05	52	229	24

### Варіант 5

Багаторічні характеристики рядів спостережень за весняним водопіллям на  
р.Згар - пгт Літін,  $F=692 \text{ км}^2$

№	Рік	Дата			Тривалість водопілля, діб	Найбільша витрата води, $Q_m, \text{ м}^3/\text{с}$	Сумарний шар стоку $Y, \text{ мм}$
		початку	$Q_m$	кінця			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1965	14.03	02.04	21.05	69	27,8	52
2	1966	20.02	26.02	26.03	35	61,1	49
3	1967	28.02	18.03	19.04	51	53,2	66
4	1968	18.03	26.03	06.04	20	41,7	26
5	1969	17.03	08.04	19.05	64	79	75
6	1970	05.03	13.03	11.04	38	34,6	61
7	1971	15.03	24.03	14.04	31	31,3	30
8	1972	22.03	31.03	19.04	29	8,65	20
9	1973	22.03	31.03	17.04	27	48,7	58
10	1974	05.03	20.03	25.03	21	0,31	0,7
11	1975	02.03	13.03	24.03	23	9,18	12
12	1976	15.03	08.04	26.04	43	11,8	41
13	1977	12.02	22.02	11.03	28	16,2	31
14	1978	02.03	17.03	10.04	40	14,4	40
15	1979	12.03	24.03	03.05	53	37,7	86
16	1980	27.03	08.04	27.04	32	42,7	52
17	1981	08.03	27.03	13.04	37	15,5	40
18	1982	16.03	26.03	07.04	23	5,46	12
19	1983	08.03	11.03	28.03	21	6,88	12
20	1984	08.03	01.04	25.04	49	17,8	36
21	1985	17.03	03.04	23.04	38	22,6	37
22	1986	18.03	27.03	19.04	33	15	31
23	1987	21.03	30.03	12.04	23	15,8	17
24	1988	14.03	30.03	30.04	48	21,9	52
25	1989	водопілля не виражено					
26	1990	23.02	08.03	24.03	30	5,1	8,9
27	1991	15.03	29.03	17.04	34	6,2	8,5
28	1992	01.03	14.03	25.03	25	3,06	6,9
29	1993	17.03	09.04	29.04	44	15,2	38
30	1994	15.03	25.03	11.04	28	8,19	17
31	1995	водопілля не виражено					
32	1996	03.04	18.04	06.05	34	32	65
33	1997	27.02	30.03	30.03	32	8,18	19

### Варіант 6

Багаторічні характеристики рядів спостережень за весняним водопіллям на  
р.Синюха - с.Синюхин Брід,  $F=16700 \text{ км}^2$

№	Рік	Дата			Тривалість водопілля, діб	Найбільша витрата води, $Q_m, \text{ м}^3/\text{с}$	Сумарний шар стоку $Y, \text{ мм}$
		початку	$Q_m$	кінця			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1970	09.02	08.03	14.04	65	1250	55
2	1971	15.03	27.03	23.04	40	108	9,7
3	1972	21.02	20.03	15.04	55	43,6	6,9
4	1973	13.02	27.03	16.04	63	495	24
5	1974	03.02	11.02	14.03	40	75	7,9
6	1975	28.03	31.03	03.04	35	28,9	3,4
7	1976	27.02	03.03	23.04	57	85,6	11
8	1977	11.02	19.02	16.03	34	473	25
9	1978	01.02	04.03	17.04	48	353	34
10	1979	05.03	26.03	04.05	61	92,3	17
11	1980	26.03	01.04	08.05	44	1690	87
12	1981	08.03	21.03	17.04	41	64,4	9,9
13	1982	27.02	06.03	03.04	36	58,7	7,4
14	1983	09.03	27.03	05.04	28	42,8	5,1
15	1984	04.03	06.04	16.04	44	74,9	12
16	1985	19.03	30.03	30.04	43	549	37
17	1986	08.03	10.03	28.04	52	191	26
18	1987	20.03	01.04	26.04	38	150	13
19	1988	02.03	04.03	26.04	56	84,1	14
20	1989	22.02	09.03	25.03	32	45,6	5
21	1990	водопілля не виражено					
22	1991	15.03	17.03	17.04	34	45,8	6,9
23	1992	01.03	25.03	04.04	35	47,1	7,5
24	1993	17.03	22.03	04.05	49	61,3	8,9
25	1994	02.03	07.04	17.04	47	28,2	5,6
26	1995	09.02	13.02	27.03	47	43,6	7
27	1996	20.03	03.04	02.05	44	557	28
28	1997	13.02	06.03	01.04	48	41	5,9

### Варіант 7

Багаторічні характеристики рядів спостережень за весняним водопіллям на  
р.Гнилий Тікіч - пгт Лисянка,  $F=1450 \text{ км}^2$

№	Рік	Дата			Тривалість водопілля, дів	Найбільша витрата води, $Q_m, \text{ м}^3/\text{с}$	Сумарний шар стоку $Y, \text{ мм}$
		початку	$Q_m$	кінця			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1965	28.02	07.03	08.05	70	59,3	22
2	1966	13.02	02.03	04.05	81	74,3	31
3	1967	08.03	18.03	21.04	45	114	51
4	1968	15.03	23.03	18.04	35	136	55
5	1969	09.03	01.04	16.04	39	108	42
6	1970	04.03	06.03	01.04	29	153	43
7	1971	15.02	24.03	21.04	38	45,7	17
8	1972	22.02	12.03	22.04	61	4,96	10
9	1973	17.02	25.03	14.04	57	151	38
10	1974	07.02	10.02	07.03	29	10,7	8,6
11	1975	30.01	17.02	29.03	59	2,68	3,9
12	1976	27.02	02.04	06.04	40	17,8	10
13	1977	12.02	18.02	13.03	30	122	44
14	1978	01.03	16.03	03.04	34	42,5	32
15	1979	12.03	24.03	25.04	45	17	25
16	1980	28.03	04.04	22.04	26	430	126
17	1981	12.03	20.03	01.04	21	8,92	7,2
18	1982	27.02	16.03	25.03	27	4,73	5,7
19	1983	08.03	23.03	31.03	24	4,73	4,3
20	1984	11.03	25.03	25.04	46	21,5	19
21	1985	16.03	31.03	20.04	36	164	59
22	1986	11.03	27.03	24.04	45	21,6	24
23	1987	16.03	06.04	26.04	42	75,5	17
24	1988	01.03	21.03	22.04	53	13,3	15
25	1989	26.02	13.03	26.03	29	2,13	2,8
26	1990	14.02	26.02	20.03	35	1,98	3,2
27	1991	13.03	26.03	19.04	38	4,63	6,1
28	1992	01.03	01.04	04.04	35	2,45	4,1
29	1993	18.03	21.03	24.04	38	2,41	4
30	1994	03.03	17.03	04.04	33	2,04	3
31	1995	09.02	20.02	20.03	40	2,12	3,8
32	1996	28.03	03.04	30.04	34	52,2	18
33	1997	03.03	27.03	05.04	34	0,98	1,8

### Варіант 8

Багаторічні характеристики рядів спостережень за весняним водопіллям на  
р.Ятрань - с.Покотилово,  $F=2140 \text{ км}^2$

№	Рік	Дата			Тривалість водопілля, діб	Найбільша витрата води, $Q_m, \text{ м}^3/\text{с}$	Сумарний шар стоку $Y, \text{ мм}$
		початку	$Q_m$	кінця			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1965	01.03	07.03	02.05	63	147	27
2	1966	13.02	24.02	26.04	73	35,7	18
3	1967	02.03	20.03	09.04	39	36,7	19
4	1968	15.03	23.03	19.04	36	133	29
5	1969	07.03	02.04	19.05	74	173	57
6	1970	15.02	06.03	06.04	51	241	52
7	1971	13.03	15.02	23.04	42	14,1	9,9
8	1972	09.02	24.03	13.04	65	6,97	11
9	1973	14.02	05.03	14.04	60	99,6	33
10	1974	04.02	25.03	04.03	29	10,8	5,7
11	1975	24.01	27.02	10.02	18	3,94	2,2
12	1976	27.02	07.03	06.04	40	23,2	13
13	1977	12.02	18.02	11.03	28	12,1	6,1
14	1978	01.03	15.03	11.04	42	66	32
15	1979	11.03	23.04	30.04	51	5,85	7,4
16	1980	26.03	04.04	04.05	40	458	97
17	1981	08.03	22.03	07.04	31	11,8	10
18	1982	27.02	06.03	25.03	27	9,63	7,1
19	1983	06.03	08.03	03.04	29	5,4	5,7
20	1984	03.03	07.03	18.04	47	16,6	16
21	1985	16.03	30.03	15.04	31	147	33
22	1986	09.03	18.03	22.04	45	19,7	16
23	1987	20.03	01.04	20.04	32	24,3	12
24	1988	01.03	03.03	27.04	58	16,4	16
25	1989	25.02	07.03	27.03	31	5,72	5,5
26	1990	14.02	23.02	21.03	36	4,3	4,8
27	1991	13.03	22.03	12.04	31	5,72	5,6
28	1992	28.02	01.03	27.03	29	5,14	5,6
29	1993	17.03	27.03	23.04	38	6,64	8,6
30	1994	28.02	01.04	20.04	52	6,17	8,4
31	1995	07.02	27.02	09.03	31	5,14	4,9
32	1996	26.03	02.04	04.05	40	115	27
33	1997	11.02	13.02	29.03	47	4,17	6,6

### Варіант 9

Багаторічні характеристики рядів спостережень за весняним водопіллям на  
р.Інгул-с.Седнівка,  $F=4770 \text{ км}^2$

№	Рік	Дата			Тривалість водопілля, днів	Найбільша витрата води, $Q_m, \text{ м}^3/\text{с}$	Сумарний шар стоку $Y, \text{ мм}$
		початку	$Q_m$	кінця			
1	1965	04.03	07.03	12.04	40	343	23
2	1966	05.02	11.02	01.03	25	31	4,3
3	1967	01.03	24.03	23.04	54	139	26
4	1968	11.03	21.03	25.04	46	80	14
5	1969	06.03	15.03	18.05	74	633	63
6	1970	09.02	07.03	24.03	44	757	57
7	1971	15.03	24.03	22.04	39	96	11
8	1972	13.03	22.03	15.04	34	5,87	2,3
9	1973	11.02	25.03	11.04	60	61	15
10	1974	05.02	09.02	06.03	30	17,7	3,9
11	1975	17.02	25.02	10.04	53	2,75	2,1
12	1976	27.02	25.03	08.04	42	11	4,5
13	1977	10.02	13.02	14.03	33	155	23
14	1978	01.03	03.03	14.04	45	284	44
15	1979	10.03	16.03	09.05	61	45,8	13
16	1980	26.03	03.04	21.04	27	420	64
17	1981	08.03	10.03	02.04	26	20,9	6,2
18	1982	26.02	28.02	11.04	45	16,8	7,7
19	1983	04.03	13.03	04.04	32	10,2	3,8
20	1984	03.03	07.03	18.04	47	27,6	8,6
21	1985	11.03	21.03	23.04	39	418	52
22	1986	06.03	10.03	18.04	44	126	25
23	1987	21.03	30.03	25.04	36	130	17
24	1988	29.03	03.03		47	74,8	12
25	1989	водопілля не виражено					
26	1990	13.02	23.02	28.03	44	8,22	4,2
27	1991	10.03	09.04	18.04	40	7,17	4,6
28	1992	29.02	22.03	27.03	28	8,64	3,4
29	1993	18.03	25.03	23.04	37	33,2	9,4
30	1994	03.03	30.03	04.04	33	9,67	3,6
31	1995	10.02	20.02	02.03	21	17,3	4,5
32	1996	27.03	02.04	25.04	30	139	24
33	1997	15.02	03.03	20.03	34	14	6,3

### Варіант 10

Багаторічні характеристики рядів спостережень за весняним водопіллям на  
р.Інгул-с.Новогорожене,  $F=6670 \text{ км}^2$

№	Рік	Дата			Тривалість водопілля, діб	Найбільша витрата води, $Q_m, \text{ м}^3/\text{с}$	Сумарний шар стоку $Y, \text{ мм}$	
		початку	$Q_m$	кінця				
1	1970	12.02	08.03	25.03	42	575	46	
2	1971	21.03	25.03	21.04	32	98,8	9	
3	1972	13.03	06.04	11.04	30	4	0,4	
4	1973	18.02	26.03	14.04	56	54,5	15	
5	1974	07.02	11.02	02.03	24	12,4	2,8	
6	1975	25.02	02.03	10.04	45	9,8	2,7	
7	1976	27.02	06.03	15.04	49	33,1	5,8	
8	1977	09.02	14.02	16.03	36	164	21	
9	1978	27.02	05.03	15.04	48	275	35	
10	1979	11.03	17.03	10.05	61	71,7	17	
11	1980	25.03	04.04	19.04	26	431	64	
12	1981	08.03	13.03	02.04	26	35,6	5,5	
13	1982	26.02	05.03	15.04	49	25,1	8,5	
14	1983	04.03	12.03	11.04	39	11,1	4,3	
15	1984	03.03	09.03	19.04	48	33,5	7,8	
16	1985	17.03	21.03	25.04	40	431	50	
17	1986	07.03	11.03	20.04	45	152	24	
18	1987	21.03	31.03	26.04	37	118	17	
19	1988	03.03	05.03	26.04	55	71,2	9,5	
20	1989	водопілля не виражено						
21	1990	13.02	25.02	05.04	52	6,32	2,7	
22	1991	09.03	27.03	23.04	46	6,32	3,2	
23	1992	05.03	25.03	01.04	28	7,04	2	
24	1993	18.03	27.03	23.04	37	38,1	4,9	
25	1994	03.03	01.04	05.04	34	2,48	0,8	
26	1995	04.02	22.02	06.03	31	7,8	1,7	
27	1996	26.03	03.04	29.04	35	170	27	
28	1997	15.02	06.03	25.03	39	3,24	1	



Додаток В

*Варіант 1*

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

Число	Щоденні рівні води, см			
	VI	VII	VIII	IX
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	

## Варіант 2

Щоденні рівні води на р.Дністер - м. Заліщики, 1977 р.

Число	Щоденні рівні води, см			
	VI	VII	VIII	IX
1	10	72	12	44
2	17	50	12	28
3	38	46	36	11
4	38	29	55	8
5	30	16	44	6
6	50	11	35	16
7	36	32	24	22
8	22	47	17	22
9	14	34	12	12
10	11	86	8	12
11	6	197	4	18
12	4	148	-1	74
13	4	276	-3	58
14	25	206	12	36
15	46	122	19	28
16	57	84	20	24
17	64	99	14	14
18	92	121	12	14
19	125	84	10	15
20	141	62	8	15
21	162	56	7	23
22	132	64	14	27
23	112	56	21	57
24	90	36	56	99
25	60	34	116	89
26	40	23	91	75
27	28	15	58	62
28	18	20	38	49
29	119	30	26	35
30	121	30	18	28
31		22	28	

### Варіант 3

Щоденні рівні води на р.Дністер - м. Заліщики, 1978 р.

Число	Щоденні рівні води, см			
	VI	VII	VIII	IX
1	205	231	40	1
2	158	261	32	12
3	116	190	24	154
4	94	147	18	117
5	77	125	18	96
6	62	96	17	100
7	57	77	16	68
8	60	90	16	72
9	59	152	14	91
10	53	140	10	180
11	60	116	12	150
12	50	114	10	117
13	51	119	8	114
14	47	95	4	161
15	48	77	3	138
16	48	68	4	108
17	54	60	2	72
18	54	52	-1	64
19	74	46	-4	56
20	193	48	0	50
21	148	143	5	41
22	94	179	8	44
23	67	208	6	48
24	54	270	7	38
25	44	225	1	35
26	38	178	-3	38
27	32	126	-4	40
28	32	100	-4	38
29	38	73	1	42
30	76	59	2	154
31		47	-1	

**Варіант 4**

Щоденні рівні води на р.Дністер-м.Заліщики,1981р.

Число	Щоденні рівні води, см			
	VI	VII	VIII	IX
1	44	25	305	31
2	34	14	221	28
3	30	12	174	33
4	22	10	139	119
5	16	10	110	102
6	12	10	99	70
7	12	26	80	50
8	26	34	62	38
9	43	17	47	29
10	52	18	38	20
11	70	127	34	16
12	61	216	32	13
13	70	124	48	11
14	44	74	96	20
15	30	48	75	16
16	22	44	45	11
17	17	49	30	10
18	16	56	24	13
19	22	40	19	22
20	25	33	39	24
21	30	27	42	14
22	48	18	28	11
23	48	19	18	10
24	41	12	10	10
25	51	10	10	10
26	131	8	8	18
27	112	11	10	29
28	78	14	12	24
29	52	30	17	30
30	38	268	30	17
31		360	34	

### Варіант 5

Щоденні рівні води на р.Дністер-м.Заліщики,1982 р.

Число	Щоденні рівні води, см			
	VI	VII	VIII	IX
1	334	350	338	280
2	316	360	326	284
3	314	391	313	284
4	306	365	310	280
5	294	346	326	281
6	293	338	324	286
7	289	390	310	286
8	286	377	300	280
9	292	362	295	275
10	295	368	291	278
11	292	358	292	272
12	290	617	294	277
13	294	644	296	280
14	288	516	288	278
15	300	448	282	274
16	378	421	280	273
17	396	397	290	273
18	355	386	294	271
19	334	365	306	269
20	320	344	301	268
21	310	326	293	268
22	306	318	288	268
23	316	313	287	268
24	336	309	341	268
25	348	308	348	270
26	374	302	325	266
27	378	300	308	269
28	348	300	296	292
29	342	302	293	284
30	359	330	286	275
31		369	282	

## Додаток Г

### Варіант № 1

Пошук оптимального господарського рішення при вирішенні питання про створення насосної станції для забезпечення водопостачання у меженний період;

$Y=N$  - рівні води (см);  $l_1=Y_3=Y_{cp}$

Таблиця 1 – Платіжна матриця втрат  $\| R_{y'} \|$

$L_k$	$Y_j$				
	$Y_1=300$	$Y_2=200$	$Y_3=100$	$Y_4=0$	$Y_5=-100$
$l_1=100$	0	0	0	50	70
$l_2=0$	7	6	5	0	40
$l_3=-100$	8	7	6	3	0

Таблиця 2 - Матриця умовних ймовірностей  $\| p((y_j \pm \Delta y) | y'_j) \|$

$Y'_i$	$Y_j$				
	$Y_1=300$	$Y_2=200$	$Y_3=100$	$Y_4=0$	$Y_5=-100$
$Y'_1=200$	0,22	0,58	0,22		
$Y'_2=100$		0,22	0,58	0,22	
$Y'_3=0$			0,22	0,58	0,22

Таблиця 3 - Матриця безумовних ймовірностей

$Y_j$	300	200	100	0	-100
$P(Y_j \pm \Delta Y)$	0,07	0,26	0,45	0,26	0,07

Таблиця 4 - Матриця ймовірностей випуску прогнозу

$Y'_j$	200	100	0
$P(Y'_j \pm \Delta Y)$	0,28	0,50	0,28

## Варіант № 2

Пошук оптимального господарського рішення при вирішенні питання про строки закінчення навігації з урахуванням дати встановлення льодоставу;  $Y=D_{л}$ - дата встановлення льодоставу;  $l_3=Y_3=Y_{cp}$

Таблиця 1 – Платіжна матриця втрат  $\| R_{yl} \|$

$L_k$	$Y_j$				
	$Y_1=10/X$	$Y_2=20/X$	$Y_3=31/X$	$Y_4=10/XI$	$Y_5=20/XI$
$l_1=10/X$	0	1	3	10	25
$l_2=20/X$	120	0	1	3	10
$l_3=31/X$	400	120	0	1	3
$l_3=10/XI$	1000	400	120	0	1

Таблиця 2 - Матриця умовних ймовірностей  $\| p((y_j \pm \Delta y) | y'_j) \|$

$Y'_i$	$Y_j$				
	$Y_1=10/X$	$Y_2=20/X$	$Y_3=31/X$	$Y_4=10/XI$	$Y_5=20/XI$
$Y'_1=20/X$	0,22	0,56	0,22		
$Y'_2=31/X$		0,22	0,56	0,22	
$Y'_3=10/XI$			0,22	0,56	0,22

Таблиця 3 - Матриця безумовних ймовірностей

$Y_j$	10/X	20/X	31/X	10/XI	20/XI
$P(Y_j \pm \Delta Y)$	0,08	0,23	0,38	0,23	0,08

Таблиця 4 - Матриця ймовірностей випуску прогнозу

$Y'_j$	20/X	31/X	10/XI
$P(Y'_j \pm \Delta Y)$	0,23	0,54	0,23

### Варіант № 3

Пошук оптимального господарського рішення при вирішенні задачі про об'єми холостих скидів в створі ГЕС;

$Y=Q_m$  – максимальні витрати припливу води до водосховища ( $m^3/c$ );

$$l_3=Y_3=Y_{cp}$$

Таблиця 1 – Платіжна матриця втрат  $\| R_{y_l} \|$

$L_k$	$Y_j$				
	$Y_1=5500$	$Y_2=5000$	$Y_3=4500$	$Y_4=4000$	$Y_5=3500$
$l_1=5500$	0	0,5	3	10	20
$l_2=5000$	50	0	2	8	15
$l_3=4500$	70	40	0	1,5	6
$l_3=4000$	100	60	25	0	0

Таблиця 2 - Матриця умовних ймовірностей  $\| p((y_j \pm \Delta y) | y_j) \|$

$Y_i$	$Y_j$				
	$Y_1=5500$	$Y_2=5000$	$Y_3=4500$	$Y_4=4000$	$Y_5=3500$
$Y_1=5000$	0,16	0,68	0,16		
$Y_2=4500$		0,16	0,68	0,16	
$Y_3=4000$			0,16	0,68	0,16

Таблиця 3 - Матриця безумовних ймовірностей

$Y_j$	5500	5000	4500	4000	3500
$P(Y_j \pm \Delta Y)$	0,05	0,23	0,44	0,23	0,05

Таблиця 4 - Матриця ймовірностей випуску прогнозу

$Y_j$	5000	4500	4000
$P(Y_j \pm \Delta Y)$	0,24	0,52	0,24



### Варіант № 4

Пошук оптимального господарського рішення при плануванні днопоглиблювальних робіт на фарватері з урахуванням рівнів води на перекаті;

$Y=N$ - рівні води (см);  $l_3=Y_3=Y_{cp}$

Таблиця 1 – Платіжна матриця втрат  $\| R_{y_l} \|$

$L_k$	$Y_j$				
	$Y_1=500$	$Y_2=400$	$Y_3=300$	$Y_4=200$	$Y_5=100$
$l_1=300$	1,0	0,5	0	20	100
$l_2=200$	2,0	1,5	1,0	0	70
$l_3=100$	3,-	2,5	2,0	1,5	0

Таблиця 2 - Матриця умовних ймовірностей  $\| p((y_j \pm \Delta y) | y_j) \|$

$Y_i$	$Y_j$				
	$Y_1=500$	$Y_2=400$	$Y_3=300$	$Y_4=200$	$Y_5=100$
$Y_1=400$	0,28	0,64	0,28		
$Y_2=100$		0,28	0,64	0,28	
$Y_3=0$			0,28	0,64	0,28

Таблиця 3 - Матриця безумовних ймовірностей

$Y_j$	500	400	300	200	100
$P(Y_j \pm \Delta Y)$	0,06	0,24	0,40	0,24	0,06

Таблиця 4 - Матриця ймовірностей випуску прогнозу

$Y'_j$	400	300	200
$P(Y'_j \pm \Delta Y)$	0,26	0,48	0,26

## Варіант № 5

Пошук оптимального господарського рішення при вирішенні питання про початок лісосплаву;

$Y=D$  – дата максимальної витрати води;  $l_3=Y_3=Y_{cp}$

Таблиця 1 – Платіжна матриця втрат  $\| R_{y'} \|$

$L_k$	$Y_j$				
	$Y_1=25/Y$	$Y_2=30/Y$	$Y_3=5/Y$	$Y_4=10/Y$	$Y_5=15/Y$
$l_1=30/Y$	20	0	18	40	65
$l_2=5/Y$	45	25	0	19	43
$l_3=10/Y$	70	50	30	0	20

Таблиця 2 - Матриця умовних ймовірностей  $\| p((y_j \pm \Delta y) | y'_j) \|$

$Y'_i$	$Y_j$				
	$Y_1=25/Y$	$Y_2=30/Y$	$Y_3=5/Y$	$Y_4=10/Y$	$Y_5=15/Y$
$Y'_1=30/Y$	0,10	0,80	0,10		
$Y'_2=5/Y$		0,10	0,80	0,10	
$Y'_3=10/Y$			0,10	0,80	0,10

Таблиця 3 - Матриця безумовних ймовірностей

$Y_j$	25/Y	30/Y	5/Y	10/Y	15/Y
$P(Y_j \pm \Delta Y)$	0,05	0,26	0,48	0,26	0,05

Таблиця 4 - Матриця ймовірностей випуску прогнозу

$Y'_j$	30/Y	5/Y	10/Y
$P(Y'_j \pm \Delta Y)$	0,20	0,48	0,20

## Варіант № 6

Пошук оптимального господарського рішення при плануванні робіт по нарощуванню захисних дамб з урахуванням максимальних рівнів води;  
 $Y = H_{max}$  - максимальні рівні води (см);  $l_3 = Y_3 = Y_{cp}$

Таблиця 1 – Платіжна матриця втрат  $\| R_{y_l} \|$

$L_k$	$Y_j$				
	$Y_1=1000$	$Y_2=800$	$Y_3=600$	$Y_4=400$	$Y_5=200$
$l_1=1000$	0	0,8	1,8	2,0	2,0
$l_2=800$	40	0	1,0	1,2	1,2
$l_3=600$	150	100	0	0,2	0,2
$l_4=400$	400	300	150	0	0

Таблиця 2 - Матриця умовних ймовірностей  $\| p((y_j \pm \Delta y) | y'_j) \|$

$Y'_i$	$Y_j$				
	$Y_1=1000$	$Y_2=800$	$Y_3=600$	$Y_4=400$	$Y_5=200$
$Y'_1=800$	0,15	0,70	0,15		
$Y'_2=600$		0,15	0,70	0,15	
$Y'_3=400$			0,15	0,70	0,15

Таблиця 3 - Матриця безумовних ймовірностей

$Y_j$	1000	800	600	400	200
$P(Y_j \pm \Delta Y)$	0,04	0,23	0,46	0,23	0,04

Таблиця 4 - Матриця ймовірностей випуску прогнозу

$Y'_j$	800	600	400
$P(Y'_j \pm \Delta Y)$	0,25	0,56	0,25

## Вариант № 7

Пошук оптимального господарського рішення при вирішенні питання евакуації населення із зони можливого затоплення;

$Y = H_{max}$  - максимальні рівні води (см);  $l_1 = Y_3 = Y_{cp}$

Таблиця 1 – Платіжна матриця втрат  $\| R_{y_i} \|$

$L_k$	$Y_j$				
	$Y_1=100$	$Y_2=80$	$Y_3=60$	$Y_4=40$	$Y_5=20$
$l_1=100$	0	5	15	20	20
$l_2=80$	300	0	10	15	15
$l_3=60$	500	250	0	5	5
$l_4=40$	700	400	100	0	0

Таблиця 2 - Матриця умовних ймовірностей  $\| p((y_j \pm \Delta y) | y'_j) \|$

$Y'_i$	$Y_j$				
	$Y_1=100$	$Y_2=80$	$Y_3=60$	$Y_4=40$	$Y_5=20$
$Y'_1=80$	0,15	0,70	0,15		
$Y'_2=60$		0,15	0,70	0,15	
$Y'_3=40$			0,15	0,70	0,15

Таблиця 3 - Матриця безумовних ймовірностей

$Y_j$	100	80	60	40	20
$P(Y_j \pm \Delta Y)$	0,04	0,23	0,46	0,23	0,04

Таблиця 4 - Матриця ймовірностей випуску прогнозу

$Y'_j$	800	600	400
$P(Y'_j \pm \Delta Y)$	0,23	0,54	0,23

## Варіант № 8

Пошук оптимального господарського рішення при плануванні режиму наповнення водосховища на основі даних про корисний приплив до нього;  
 $Y=W$  – об'єм корисного припливу ( $m^3$ );  $I_2=Y_3=Y_{cp}$

Таблиця 1 – Платіжна матриця втрат  $\| R_{y_l} \|$

$L_k$	$Y_j$				
	$Y_1=700$	$Y_2=600$	$Y_3=500$	$Y_4=400$	$Y_5=300$
$I_1=600$	1	0	40	80	100
$I_2=500$	8	2	0	60	90
$I_3=400$	15	10	3	0	70
$I_4=300$	20	17	12	4	0

Таблиця 2 - Матриця умовних ймовірностей  $\| p((y_j \pm \Delta y) | y'_j) \|$

$Y'_i$	$Y_j$				
	$Y_1=700$	$Y_2=600$	$Y_3=500$	$Y_4=400$	$Y_5=300$
$Y'_1=600$	0,10	0,80	0,10		
$Y'_2=500$		0,10	0,80	0,10	
$Y'_3=400$			0,10	0,80	0,10

Таблиця 3 - Матриця безумовних ймовірностей

$Y_j$	700	600	500	400	300
$P(Y_j \pm \Delta Y)$	0,05	0,24	0,42	0,24	0,05

Таблиця 4 - Матриця ймовірностей випуску прогнозу

$Y'_j$	600	500	400
$P(Y'_j \pm \Delta Y)$	0,27	0,46	0,27

## Варіант № 9

Пошук оптимального господарського рішення при вирішенні питання про початок навігації з урахуванням дати очищення водного об'єкту від льоду;

$Y=D$  - дата очищення водного об'єкту від льоду;  $l_2=Y_3=Y_{cp}$

Таблиця 1 – Платіжна матриця втрат  $\| R_{y_i} \|$

$L_k$	$Y_j$				
	$Y_1=31/III$	$Y_2=5/IY$	$Y_3=10/IY$	$Y_4=15/IY$	$Y_5=20/iY$
$l_1=5/IY$	200	0	10	25	45
$l_2=10/IY$	550	250	0	10	25
$l_3=15/IY$	1000	650	300	0	10

Таблиця 2 - Матриця умовних ймовірностей  $\| p((y_j \pm \Delta y) | y'_j) \|$

$Y'_i$	$Y_j$				
	$Y_1=31/III$	$Y_2=5/IY$	$Y_3=10/IY$	$Y_4=15/IY$	$Y_5=20/IY$
$Y'_1=5/IY$	0,21	0,53	0,21		
$Y'_2=10/IY$		0,21	0,53	0,21	
$Y'_3=15/IY$			0,21	0,53	0,21

Таблиця 3 - Матриця безумовних ймовірностей

$Y_j$	31/III	5/IY	10/IY	15/IY	20/IY
$P(Y_j \pm \Delta Y)$	0,04	0,24	0,44	0,24	0,04

Таблиця 4 - Матриця ймовірностей випуску прогнозу

$Y'_j$	5/IY	10/IY	15/IY
$P(Y'_j \pm \Delta Y)$	0,25	0,50	0,25

## Варіант № 10

Пошук оптимального господарського рішення при плануванні заходів по захисту ділянка шосе, на якому можливе затоплення;

$Y = H_{max}$  - максимальні рівні води (см);  $l_3 = Y_3 = Y_{cp}$

Таблиця 1 – Платіжна матриця втрат  $\| R_{y_l} \|$

$L_k$	$Y_j$				
	$Y_1=900$	$Y_2=700$	$Y_3=500$	$Y_4=300$	$Y_5=100$
$l_1=900$	0	0,40	0,90	1,0	1,0
$l_2=700$	20	0	0,50	0,60	0,60
$l_3=500$	30	50	0	0,10	0,20
$l_4=300$	200	150	75	0	0

Таблиця 2 - Матриця умовних ймовірностей  $\| p((y_j \pm \Delta y) | y_j) \|$

$Y_i$	$Y_j$				
	$Y_1=900$	$Y_2=700$	$Y_3=500$	$Y_4=300$	$Y_5=100$
$Y_1=700$	0,16	0,68	0,16		
$Y_2=500$		0,16	0,68	0,16	
$Y_3=300$			0,16	0,68	0,16

Таблиця 3 - Матриця безумовних ймовірностей

$Y_j$	900	700	500	300	100
$P(Y_j \pm \Delta Y)$	0,05	0,23	0,44	0,23	0,05

Таблиця 4 - Матриця ймовірностей випуску прогнозу

$Y_j$	700	500	300
$P(Y_j \pm \Delta Y)$	0,24	0,52	0,24

## ЗМІСТ

	Стор.
<b>Загальна частина</b> .....	3
Практичне завдання 1.....	4
<b>1 Форми гідрологічного забезпечення та види інформації. Задачі гідрометзабезпечення при розвитку стихійних явищ і процесів</b> .....	4
1.1 Форми гідрологічного забезпечення та види гідрологічної інформації.....	4
1.2 Задачі і форми гідрометзабезпечення при розвитку стихійних явищ і процесів.....	6
1.3 Перелік контрольних запитань до практичного завдання №1.....	7
1.4 Перелік навчальної літератури до практичного завдання №1.....	7
Практичне завдання 2.....	8
<b>2 Визначення критеріїв оцінки якості прогнозів та ефективності методики прогнозування гідрологічного елементу. Допустима похибка прогнозу. Форми вираження прогнозів</b> .....	8
2.1 Критерії оцінки ефективності методики та якості прогнозів водного режиму річок.....	8
2.2 Форми представлення прогнозів.....	12
2.3 Порядок виконання практичної частини.....	14
Приклад 1.....	14
Приклад 2.....	17
2.4 Перелік контрольних запитань до практичного завдання №2.....	19
2.5 Перелік навчальної літератури до практичного завдання №2.....	19
Практичне завдання 3.....	20
<b>3 Пошук оптимального господарського рішення на основі нормативної та прогностичної гідрологічної інформації</b> .....	20
3.1 Теоретичні положення.....	20
3.2 Порядок виконання практичної частини.....	22
3.3 Перелік контрольних запитань до практичного завдання №3.....	24
3.4 Перелік навчальної літератури до практичного завдання №3.....	24
Додатки.....	25
Додаток А.....	26
Додаток Б.....	30
Додаток В.....	40
Додаток Г.....	45



**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
**до практичних занять**  
**з дисципліни**  
**“Економіка гідрометеорологічного забезпечення господарства України”**  
**для студентів IV курсу**

Укладачі: Сербов Миколай Георгійович, к.г.н. , доцент  
Шакірманова Жанна Рашидівна, к.г.н. , доцент

Підп. до друку            Формат            Папір друк. №

Умовн. друк. Арк.    Тираж    Зам. №

Надруковано з готових оригіналів – макетів

---

Одеський державний екологічний університет  
65016, Одеса, вул. Львівська, 15

---