

Міністерство екології та природних ресурсів України

Державна екологічна академія  
післядипломної освіти та управління

**БІБЛІОТЕКА ЕКОЛОГІЧНИХ ЗНАНЬ**

# **ЕКОЛОГІЧНІ ОСНОВИ УПРАВЛІННЯ ВОДНИМИ РЕСУРСАМИ**

Навчальний посібник

*Видано на замовлення  
Державної екологічної академії  
післядипломної освіти та управління*

Київ  
2017

**УДК 504.03:504.4.062.2:556.55(477)(075.8)**  
**Е 45**

Схвалено до друку рішенням Вченої ради  
Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління  
(протокол № 7-17 від 14 грудня 2017 року)

**Рецензенти:**

**О.С. Волошкіна**, д. т. н., професор

**В.П. Гандзюра**, д. б. н., професор

**Екологічні основи управління водними ресурсами** : навч. посіб. / А.І. Томільцева,  
**Е 45** А.В. Яцик, В.Б. Мокін та ін. – К. : Інститут екологічного управління та збалансованого природокористування, 2017. – 200 с. (Бібліотека екологічних знань)

ISBN 978-617-7640-00-3

У підручнику наведено комплекс питань з екологічних основ управління водними ресурсами України, висвітлено: характеристику водних ресурсів, їх проблеми в XXI сторіччі, визначено шляхи поліпшення екологічної ситуації у сфері водних ресурсів і механізми реалізації екологічної політики у водному господарстві, стратегія екологічно-безпечного користування, забезпечення безпеки гідротехнічних споруд, моніторинг стану водних об'єктів, використання дистанційного зондування Землі для дослідження стану екосистем, нормативно-правові акти із раціонального використання та охорони водно-земельних ресурсів, надано розрахунки з оцінки якості природних вод.

**УДК 504.03:504.4.062.2:556.55(477)(075.8)**

---

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	<b>8</b>
<b>1. ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ</b> .....	<b>9</b>
1.1. Формування водних ресурсів в річкових басейнах.....	9
1.1.1. Поверхневі водні ресурси.....	10
1.1.2. Підземні водні ресурси.....	10
1.2. Динаміка використання води основними галузями економіки України.....	14
1.3. Екологічний стан та система класифікації якості поверхневих вод в Україні.....	15
1.3.1. Якість води та система класифікації оцінки якості поверхневих вод в Україні.....	15
1.3.2. Картографування екологічного стану поверхневих вод України.....	23
1.3.3. Оцінка якості вод за гідрохімічними показниками.....	28
1.3.4. Радіологічний стан поверхневих вод.....	32
1.4. Забруднення поверхневих та підземних вод.....	33
1.4.1. Забруднення поверхневих вод.....	33
1.4.2. Забруднення підземних вод.....	34
1.4.3. Транскордонне забруднення поверхневих вод України.....	36
<i>Література до Розділу 1</i> .....	37
<i>Питання для самоперевірки Розділ 1</i> .....	38
<b>2. ПРОБЛЕМИ ВОДНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ В ХХІ СТОРІЧЧІ</b> .....	<b>39</b>
2.1. Напрями вирішення водогосподарсько-екологічних проблем в Україні.....	39
2.2. Антропогенне навантаження на водні екосистеми.....	40
2.3. Функціонування водогосподарської галузі економіки України.....	41
2.3.1. Дніпровський каскад водосховищ.....	42
2.3.1.1. Дніпровські водосховища – їх екологічний стан та економічно-господарське значення.....	42
2.3.1.2. Основна інформація про минуле, сучасне, майбутнє дніпровських водосховищ.....	44
2.3.2. Дністровський каскад ГЕС і ГАЕС, транскордонне використання водних ресурсів.....	48
2.3.2.1. Перспективне використання водних і гідроенергетичних ресурсів у басейні Дністра.....	48
2.3.2.2. Транскордонне використання водних ресурсів у басейні Дністра.....	50
2.3.3. Південно-Бузький каскад малих ГЕС.....	51
2.3.4. Проблеми басейну р. Сіверський Донець.....	53
2.3.5. Транскордонне використання водних ресурсів р. Західний Буг.....	54
2.3.6. Вирішення проблем водних ресурсів у басейні р. Рось.....	60

2.4. Водозабезпечення та водоспоживання в Україні.....	65
2.4.1. Водоспоживання та водовідведення.....	65
2.5. Формування якості питних підземних вод.....	68
2.5.1. Оцінка впливу порових розчинів регіональних слабопроникних шарів на формування якості ресурсів питних підземних вод.....	68
2.5.2. Геохімічні процеси у зоні аерації – фактор формування хімічного складу підземних вод ґрунтових та субґрунтових горизонтів.....	70
2.5.3. Фактори погіршення якості підземних вод у процесі експлуатації водозаборів в Україні.....	73
<i>Література до розділу 2.....</i>	<i>74</i>
<i>Питання для самоперевірки Розділ 2.....</i>	<i>77</i>

### **3. ШЛЯХИ ПОЛІПШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СИТУАЦІЇ У СФЕРІ ВОДНИХ РЕСУРСІВ..... 78**

3.1. Басейн водойми (річки, водосховища, озера, канали, ставки, болота) – єдиний об’єкт екосистемного управління.....	78
3.2. Гідрографічне та водогосподарське районування України.....	79
3.2.1. Загальна методологія та технологія районування.....	79
3.3. Побудова водогосподарських балансів басейнів річок України.....	87
3.3.1. Загальні теоретичні відомості.....	87
3.3.2. Методологія побудови водогосподарських балансів басейну річки.....	88
3.3.3. Автоматизація розрахунку водогосподарського балансу ділянок басейнів річок.....	90
3.4. Екологізація господарської діяльності.....	94
3.4.1. План управління річковим басейном – крок до інтегрованого управління водними ресурсами (на прикладі р. Південний Буг).....	94
3.4.1.1. Результати діяльності Басейнової Ради Південного Бугу.....	97
3.4.2. Комплексні водогосподарсько-екологічні заходи.....	98
3.5. Нормування водокористування з урахуванням екологічної та економічної ситуації на річковому басейні.....	105
3.6. Платне водокористування – основа екологічно повноцінних водних ресурсів.....	105
3.7. Дотримання прозорості дій у сфері використання водних ресурсів.....	106
<i>Додатки до Розділу 3.....</i>	<i>106</i>
<i>Література до Розділу 3.....</i>	<i>114</i>
<i>Питання для самоперевірки Розділ 3.....</i>	<i>116</i>

### **4. МЕХАНІЗМИ РЕАЛІЗАЦІЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ ПОЛІТИКИ У СФЕРІ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА..... 117**

4.1. Правові акти у нормативному регулюванні водних відносин.....	117
---	-----

4.2. Нормування водоспоживання, лімітів водокористування, скидів забруднюючих речовин.....	117
4.3. Контроль – складова механізму управління.....	118
4.4. Економічні та фінансові механізми.....	119
4.4.1. Міжнародне співробітництво у галузі охорони навколишнього природного середовища.....	120
4.5. Організаційні механізми.....	121
4.6. Очищення та доочищення стічних вод.....	122
4.6.1. Вибір прийомів і методів очищення стічних вод.....	123
4.6.2. Наявні технологічні схеми доочищення біологічно очищених міських і промислових стічних вод під час повторного використання їх в різних галузях промисловості.....	124
4.6.3. Синергетичні фітотехнології очищення води, охорони водних ресурсів та відновлення природних властивостей прісних вод.....	126
<i>Література до Розділу 4.....</i>	<i>134</i>
<i>Питання для самоперевірки Розділ 4.....</i>	<i>136</i>
<b>5. ВОДНЕ ГОСПОДАРСТВО ТА СТАЛИЙ РОЗВИТОК ДЕРЖАВИ.....</b>	<b>137</b>
5.1. Основні етапи становлення галузі та проблеми водного господарства.....	137
5.2. Система оптимізації управління водними ресурсами гідроенергетичними комплексами в басейнах Дніпра та Дністра.....	137
5.3. Екологічні компенсаторні заходи експлуатації водних ресурсів (на прикладі Карпатського регіону).....	139
5.4. Розроблення заходів з продовження строку експлуатації водосховищ у зв'язку з їх замуленням.....	141
<i>Література до Розділу 5.....</i>	<i>143</i>
<i>Питання для самоперевірки Розділ 5.....</i>	<i>144</i>
<b>6. СТРАТЕГІЯ ЕКОЛОГІЧНО-БЕЗПЕЧНОГО ВОДОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.....</b>	<b>145</b>
6.1. Перспектива управління водними ресурсами.....	145
6.2. Захист від шкідливої дії вод.....	145
6.2.1. Проблема шкідливої дії вод та її структурний аналіз.....	145
6.2.2. Види прояву шкідливої дії вод та відповідні заходи захисту.....	146
6.2.3. Основні етапи визначення ефективності заходів захисту від шкідливої дії вод.....	148
6.3. Захист територій на основі інтегрованого управління паводковим стоком в умовах глобальних кліматичних змін.....	148
6.3.1. Коротка характеристика основних документів із оцінки впливу кліматичних змін на Землі.....	148
6.3.2. Зміни клімату та наслідки потепління на Землі.....	149
6.3.3. Протипаводковий захист і дослідження з регулювання русел.....	150

6.4. Концепція протипаводкового захисту в Україні .....	151
6.4.1. Обґрунтування необхідності будівництва акумулюючих ємкостей.....	152
6.4.2. Особливості проектування акумулюючих ємкостей.....	152
6.4.3. Протипаводковий захист і мала гідроенергетика.....	153
6.5. Енергоощадність під час укріплення берегів водосховищ.....	154
6.5.1. Актуальність проблеми укріплення берегів.....	154
6.5.2. Види та типи споруд для укріплення берегів водосховищ.....	155
<i>Література до Розділу 6.....</i>	<i>155</i>
<i>Питання для самоперевірки Розділ 6.....</i>	<i>157</i>
<b>7. МОНІТОРИНГ СТАНУ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ.....</b>	<b>158</b>
7.1. Стан питання.....	158
7.2. Гідрологічні спостереження та вимірювання.....	159
7.3. Система оптимізації управління водними режимами гідроенергетичних комплексів.....	159
7.3.1. Стан моніторингу гідрометеорологічних параметрів, що використовується для управління каскадами водосховищ.....	160
7.3.2. Прогнозування припливів води до каскадів дніпровських і дністровських водосховищ за сезонами року.....	161
7.4. Екологічна оцінка якості води та комплексний гідроекологічний моніторинг.....	162
7.5. Державний моніторинг підземних вод.....	163
7.6. Моніторинг на транскордонних створах (на прикладі р. Сіверський Донець).....	166
7.6.1. Стан питання.....	166
7.6.2. Характеристика моніторингу стану р. Сіверський Донець.....	166
7.6.3. Аналіз сучасного екологічного стану басейну ріки Сіверський Донець з оцінкою впливів у транскордонному контексті.....	170
<i>Література до Розділу 7.....</i>	<i>173</i>
<i>Питання для самоперевірки Розділ 7.....</i>	<i>173</i>
<b>8. ВИКОРИСТАННЯ ДАНИХ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ (ДЗЗ) ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ.....</b>	<b>174</b>
8.1. Напрями використання аерокосмічної інформації .....	174
8.2. Міждисциплінарний підхід у дослідженні водних екосистем засобами ГІС/ДЗЗ-технологій.....	174
8.3. Дистанційна оцінка змін основних компонентів біоти.....	175
8.3.1. Оцінка змін вищої водної рослинності .....	175
8.3.2. Комплексна оцінка екологічного стану водойм.....	177
8.3.3. Оцінка евтрофікації водойм (виявлення ділянок «цвітіння» води).....	179
8.4. Дослідження температури поверхні водойми.....	179
8.5. Вплив гідрологічних умов на складові компоненти екосистем.....	180

---

8.6. Вплив заростання водойм вищою водною рослинністю на формування гідрохімічного режиму води.....	182
8.7. Дослідження літоральної міграції донних відкладів і розподілу радіонуклідів.....	183
8.8. Історична реконструкція гідрографічної мережі та оцінка її трансформації.....	184
8.9. Оцінка стану водоохоронних територій із використанням методів дистанційного зондування Землі (на прикладі Дністровського каскаду ГЕС і ГАЕС).....	185
<i>Література до Розділу 8.....</i>	<i>192</i>
<i>Питання для самоперевірки Розділ 8.....</i>	<i>193</i>
<b>9. НОРМАТИВНО-ПРАВОВІ АКТИ ІЗ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ТА ОХОРОНИ ВОДНО-ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ.....</b>	<b>194</b>
<i>Література до Розділу 10.....</i>	<i>201</i>
<i>Питання для самоперевірки Розділ 9.....</i>	<i>202</i>
<b>10. РОЗРАХУНКИ З ОЦІНКИ ЯКОСТІ ПРИРОДНИХ ВОД.....</b>	<b>203</b>
10.1. Порядок екологічної оцінки якості поверхневих вод.....	203
10.2. Приклад розрахунків з екологічної оцінки якості природних вод.....	205
<i>Література до Розділу 10.....</i>	<i>212</i>
<i>Питання для самоперевірки Розділ 10.....</i>	<i>212</i>
<b>ТЕРМІНОЛОГІЯ, ВИЗНАЧЕННЯ, СКОРОЧЕННЯ.....</b>	<b>213</b>

---

## ВСТУП

---

Екологічні основи управління водними ресурсами України – важлива складова проблеми забезпечення вирішення водогосподарсько-екологічних проблем нашої країни у XXI столітті.

Зважаючи на складність зазначеної проблеми до її розв'язання потрібне комплексне вирішення багатозгалужених питань, для здійснення яких потрібна участь усіх галузей економіки України, тобто всіх напрямів водоспоживання та водокористування. Ці питання вирішуються з урахуванням особливостей головних великих та малих річок в їх басейнах.

Проаналізувавши стан водних ресурсів, їх кількість та якість, забруднення поверхневих і підземних вод, у тому числі на транскордонних ділянках, запропоновано шляхи поліпшення екологічної ситуації у сфері водних ресурсів на основі гідрографічного й водогосподарського районування з використанням новітніх методологічних підходів та технологій побудови водогосподарського балансу ділянок басейнів річок, екологізації господарської діяльності та управління водними ресурсами.

Комплексні водогосподарсько-екологічні заходи із застосуванням: промивок русел річок за рахунок накопичення об'ємів водних ресурсів у верхів'ї або середній частині басейнів; нормування водокористування з урахуванням екологічної та економічної ситуації; платного водокористування, що є основою екологічно повноцінних водних ресурсів із дотриманням прозорості дій у сфері використання водних ресурсів. Усі ці логічно обґрунтовані екологічні заходи та механізми реалізації екологічної політики (правові акти, нормування водоспоживання, ліміти та нормативи водокористування, скидів забруднюючих речовин) із застосуванням контролю, економічних та фінансових механізмів, залучаючи міжнародне співробітництво у галузі охорони навколишнього природного середовища, організаційні механізми, очищення води та відновлення природних властивостей прісних вод із застосуванням синергетичних фітотехнологій, дають можливість забезпечити вирішення проблем водного господарства, з метою досягнення сталого розвитку держави. Це стає можливим у разі: системної оптимізації управління водними ресурсами, гідроенергетичними комплексами на прикладі басейнів Дніпра та Дністра; здійснення екологічних компенсаторних заходів з експлуатації водних ресурсів (на прикладі Карпатського регіону), з продовженням строку експлуатації водосховищ у зв'язку з їх замуленням і вирішення питань з перспективного використання водних та гідроенергетичних ресурсів у басейні Дністра.

Розробляючи стратегію екологічно безпечного водокористування Держводагентство України вирішує перспективні питання управління водними ресурсами та проблеми протидії шкідливій дії вод та від-

повідні заходи із захисту на основі: інтегрованого управління паводковим стоком в умовах глобальних кліматичних змін; протипаводкового захисту шляхом проектування та будівництва акумулюючих емкостей та досліджень з регулювання русел річок; застосування енергоощадливості під час укріплення берегів водосховищ з удосконаленням видів і типів берегоукріплювальних споруд з еколого-економічною оцінкою їх ефективності.

Звернуто увагу щодо вирішення перспективних питань із забезпечення безпеки гідротехнічних споруд на основі аналізу руйнівних наслідків гідродинамічної небезпеки. Наголошено, що забезпечення безпеки греблі Київської ГЕС є запорукою недопущення екологічної катастрофи на сотні років. На основі розгляду таких важливих питань, як здійснення заходів щодо запобігання гідродинамічної небезпеки в Україні та перспективних питань щодо підвищення безпеки гідротехнічних споруд, обґрунтовується актуальність завершення розроблення першої редакції Закону України «Про безпеку гідротехнічних споруд».

Найважливішим питанням є моніторинг стану водних об'єктів, а саме: сучасна ситуація з вирішенням зазначеного питання; розгляд гідрологічних спостережень та вимірювань; гідрометеорологічних особливостей водних об'єктів України; стан моніторингу гідрометеорологічних параметрів, що використовуються для управління каскадами водосховищ; прогнозування припливів води до каскадів дніпровських і дністровських водосховищ за сезонами року; стан питання з екологічної оцінки якості води із застосуванням методу біоіндикації та комплексного гідроекологічного моніторингу; питання щодо державного моніторингу підземних вод з розглядом моніторингу на транскордонних створах (на прикладі р. Сіверський Донець).

Детально розглянуто новітні технології із використанням дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) для дослідження стану екосистем з апробацією на таких цікавих об'єктах, як Київське та Дністровське водосховища та озеро Світязь.

Висвітлюючи нормативно-правові акти з раціонального використання та охорони водно-земельних ресурсів, наголошується на необхідності гармонізації законодавства України із директивами ЄС та результати вирішення зазначеного питання.

Приділено увагу щодо ролі громадських організацій у вирішенні водогосподарсько-екологічних проблем.

Отже, послідовно та логічно на конкретних водних об'єктах розглянуто зазначене питання щодо екологічних основ управління водними ресурсами України для впровадження у практику й подальшої розбудови галузі водного господарства та забезпечення належної охорони водних ресурсів України.



# 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ

Водні ресурси України складаються зі стоку річок та прісних підземних вод. Ресурси місцевого річкового стоку, тобто стоку, що формується у річковій мережі на території країни, у середній за водністю рік становлять 52,4 млрд. м<sup>3</sup>, а в дуже маловодний рік 95 %-ої забезпеченості – 29,7 млрд. м<sup>3</sup>. Приплив із сусідніх територій річкового стоку в такі роки становить відповідно 157,4 і 121,7 млрд. м<sup>3</sup>, з яких 122,7 і 95,5 млрд. м<sup>3</sup> надходять Кілійським рукавом р. Дунай. Сумарні водні ресурси річкового стоку в середній за водністю рік становлять 209,8 млрд. м<sup>3</sup>, а в дуже маловодний рік – 151,4 млрд. м<sup>3</sup> [16].

Доступні для широкого використання водні ресурси формуються, в основному, в басейнах Дніпра, Дністра, Сіверського Дінця, Південного та Західного Бугу, а також малих річок Приазов'я та Причорномор'я.

Озера на території України займають 0,3 % території країни. Великі озера розташовані у пониззях Дунаю та на узбережжі Чорного моря (Сасик, Ялпуг, Катлабуг, Кагул, Китай); у басейні Західного Бугу – Світязь, з гірських озер найбільше – Синевир. За наближеними оцінками, об'єм води у прісних озерах досягає 2,3 млрд. м<sup>3</sup>.

Прісні озера використовуються для місцевого водопостачання, зрошення, розведення риби, водоплавної птиці та цінних хутрових звірів, а також як акумулятори прісної води [16].

## 1.1. ФОРМУВАННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ В РІЧКОВИХ БАСЕЙНАХ

Водні ресурси в природних умовах формуються за басейновим принципом, коли річки є динамічною системою, підпорядкованою зональним закономірностям [21, 22]. Згідно зі Статтею 13 Водного кодексу України державне управління у галузі використання та охорони вод й відтворення водних ресурсів здійснюється за басейновим принципом на основі державних, міждержавних і регіональних програм використання та охорони вод й відтворення водних ресурсів [23].

Спираючись на природне формування водних ресурсів та для поліпшення системи екологічного управління водами згідно з принципами Інтегрованого управління водними ресурсами, рекомендованими для впровадження міжнародним співтовариством на Всесвітньому саміті в Йоханнесбурзі у серпні 2002 року в Україні створено 9 басейнових регіональних управлінь водних ресурсів, а саме:

1. Басейнове управління водних ресурсів річки Рось (БУВР Росі).
2. Басейнове управління водних ресурсів річки Тиси (БУВР Тиси).
3. Деснянське басейнове управління водних ресурсів (Деснянське БУВР).

4. Дніпровське басейнове управління водних ресурсів (Дніпровське БУВР).

5. Дністровсько-Прутське басейнове управління водних ресурсів (Дністровсько-Прутське БУВР).

6. Дунайське басейнове управління водних ресурсів (Дунайське БУВР).

7. Західно-Бузьке басейнове управління водних ресурсів (Західно-Бузьке БУВР).

8. Південно-Бузьке басейнове управління водних ресурсів (Південно-Бузьке БУВР).

9. Сіверсько-Донецьке басейнове управління водних ресурсів (Сіверсько-Донецьке БУВР).

Така реформа системи управління водними ресурсами має за мету поліпшення соціальних умов життя населення й водопостачання в державі та зменшення збитків від шкідливих наслідків впливу вод.

За багаторічними спостереженнями в середній за водністю рік потенційні ресурси річкових вод в Україні становлять 88 млрд. м<sup>3</sup> (без стоку р. Дунай), з яких лише 52 млрд. м<sup>3</sup> формуються у межах України. У маловодний рік ці запаси є значно меншими й становлять 56 млрд. м<sup>3</sup> і 32 млрд. м<sup>3</sup> відповідно. У більшості регіонів України транзитний стік перевищує місцевий [18].

Найбільшу кількість водних ресурсів (58 %) зосереджено в річках басейну Дунаю у прикордонних районах України. Найменш забезпечені водними ресурсами Донбас, Криворіжжя, Крим та інші південні регіони України, де зосереджено найбільші споживачі води.

Проблема забезпечення водними ресурсами в Україні є особливо гострою, оскільки за запасами води, що формуються на території країни й є доступними для використання, вона є однією з найменш забезпечених країн Європи. Мінімальний рівень водозабезпеченості, визначений ООН, становить 1,7 тис. м<sup>3</sup> на рік на 1 людину. В Україні цей показник становить лише 1,0 тис. м<sup>3</sup>.

Заміжнародною класифікацією, лише Закарпатська область належить до середньозабезпечених місцевим стоком регіону (6,3 тис. м<sup>3</sup> на 1 людину). Низька забезпеченість у Чернігівській, Житомирській, Волинській та Івано-Франківській областях (3,3–2,0 тис. м<sup>3</sup>), в інших областях – дуже низька й надзвичайно низька (1,98–0,12 тис. м<sup>3</sup> на 1 людину).

Враховуючи різні природно-кліматичні умови регіонів України, проблема їх водозабезпечення вирішується Держводагентством України за рахунок територіального та сезонного перерозподілу водних ресурсів. У забезпеченні маловодних регіонів водними ресурсами значну роль відіграють великі державні магістральні канали комплексного призначення, якими щороку подається близько 3 млрд. м<sup>3</sup> води.

З метою забезпечення населення та галузей економіки необхідною кількістю води в Україні збудовано 1103 водосховища із загальним об'ємом понад 55 млрд. м<sup>3</sup> та близько 49 тис. ставків, 7 великих каналів довжиною 1021 км та 10 водоводів великого

діаметра, якими вода надходить у маловодні регіони України [18].

Більша частина зарегульованого стоку в Україні припадає на дніпровський каскад водосховищ – загальним об'ємом 43,8 млрд. м<sup>3</sup> і корисним об'ємом – 18,5 млрд. м<sup>3</sup>. Всі 6 водосховищ дніпровського каскаду мають комплексне призначення. Потенційний об'єм води, що можна використати із каскаду дніпровських водосховищ, у тому числі перекидати у маловодні регіони, становить 17 млрд. м<sup>3</sup> за рік, або 49 % річкового стоку розрахункового маловодного року. Однак, фактичний обсяг забору води є значно меншим. Найбільше води із русла Дніпра було забрано для різних потреб та передано в басейні інших річок у 1989 та 1990 роках – близько 16 млрд. м<sup>3</sup>. В останні роки об'єми забору води із Дніпра (каскаду водосховищ) зменшилися до 5,3 млрд. м<sup>3</sup>, а у 2016 році – до 4,9 млрд. м<sup>3</sup>.

Також до найбільших водосховищ належать Дністровське водосховище на р. Дністер об'ємом 3,0 млрд. м<sup>3</sup>, Червонооскільське на р. Оскол об'ємом 477 млн. м<sup>3</sup>, Печенізьке на р. Сіверський Донець – 384 млн. м<sup>3</sup>, Карачунівське на р. Інгулець – 308,5 млн. м<sup>3</sup> тощо [18].

Найбільшу кількість водних ресурсів (58 %) зосереджено в річках басейну Дунаю у прикордонних районах України, де потреба у воді не перевищує 5 % від її загальних запасів. Найменш забезпеченими водними ресурсами є Донбас, Криворіжжя, Крим та південні області України, де є найбільші споживачі води. В останні роки внаслідок глобальної зміни клімату щодо накопичення поверхневих водних ресурсів, починаючи з 2015 року простежуються ознаки маловоддя. Наприклад, гідрологічна ситуація на річках України у літній період 2016 року характеризувалася як несприятлива, внаслідок низьких межених рівнів води та локальних (короткочасних) зливових опадів, що спричинили негативні наслідки на водних об'єктах.

В окремих басейнах гідрологічна ситуація наближалася до критеріїв маловоддя (зокрема на річках Південний Буг та Дністер). Це стало причиною обмеження скидів із зарегульованих ділянок річок відповідно до санітарно-екологічних вимог. Внаслідок цього відзначалося значне заростання русел річок, наявність ділянок стоячої води, пересихання малих річок. Незважаючи на зміну погодних умов, зменшення температури повітря та локальних опадів, водогосподарський стан залишався вкрай складним.

Погіршення екологічної ситуації протягом літніх місяців спостерігалось також на річках Хомора, Случ, Остер, Сула, Саксагань, Стугна, Самоткань і цей перелік можна продовжити.

Причинами погіршення якості води та надзвичайних ситуацій із явищами замору риби є природні та антропогенні чинники.

### 1.1.1. Поверхневі водні ресурси

Поверхневі прісні водні об'єкти України розташовано на площі 24,1 тис. км<sup>2</sup> або на 4,0 % загальної території (603,7 тис. км<sup>2</sup>) держави. До цих об'єктів належать річки, озера, водосховища, ставки, канали тощо [17].

Найважливіші водні об'єкти України це річки. В Україні є 63119 річок, з них великих (площа водо-

збору більше ніж 50 тис. км<sup>2</sup>) – 9, середніх (від 2 до 50 тис. км<sup>2</sup>) – 81 і малих (менше ніж 2 тис. км<sup>2</sup>) – 63029. Загальна довжина річок становить 206,4 тис. км, з них 90 % припадає на малі річки.

До великих річок належать Дунай, Дніпро, Дністер, Тиса, Південний Буг, Прип'ять, Десна, Сіверський Донець, Західний Буг.

Більшість річок знаходиться у басейнах Чорного та Азовського морів і лише 4,4 % – у басейні Балтійського моря. Найбільша кількість річок знаходиться у басейні Дніпра – 27,7 %, Дунаю – 26,3 %, Дністра – 23,7 % і Південного Бугу – 9,3 % [17].

Річок довжиною понад 10 км є 3,3 тисячі; загальна довжина їх – 94,4 тис. км. Середня густина річкової мережі становить 0,34 км/км<sup>2</sup>.

Найбільша густина річкової мережі – у Карпатах, тут вона досягає 2,0 км/км<sup>2</sup>. Значним цей показник є також у Кримських горах, насамперед, на Південному березі Криму. Найменша густина річок – у Херсонській області, де значні площі є безстічними.

Серед усіх річок України найбільшу водозбірну площу має Дніпро – 504 тис. км<sup>2</sup>. За цією характеристикою річка посідає третє місце в Європі. З усієї площі водозбору українська ділянка становить 292,7 тис. км<sup>2</sup>, білоруська – 118,4 тис. км<sup>2</sup>, російська – 92,9 тис. км<sup>2</sup>.

Серед річок, що мають дуже велику площу водозбору, виділяється Дунай – 817 тис. км<sup>2</sup>. Найбільша українська частина водозбору річки Тиса має площу 12,8 тис. км<sup>2</sup>.

Із загальної площі водозбору Дністра (72,1 тис. км<sup>2</sup>) українська частина становить 52,7 тис. км<sup>2</sup>, Сіверського Дінця (98,9 тис. км<sup>2</sup>) – 54,5 тис. км<sup>2</sup> [17].

За багаторічними спостереженнями потенційні ресурси річкових вод України становлять 209,8 км<sup>3</sup> (разом з р. Дунай), з яких лише 25 % формуються у межах України, решта надходить із Російської Федерації, Республіки Білорусь, Румунії [17].

### 1.1.2. Підземні водні ресурси

За результатами регіональної оцінки, здійсненої у 1975 – 1980 роках, прогнозні ресурси підземних вод України становлять 61689,2 тис. м<sup>3</sup>/добу, з яких з мінералізацією до 1500 мг/дм<sup>3</sup> – 57499,9 тис. м<sup>3</sup>/добу [19]. Розподілені прогнозні ресурси підземних вод за регіонами нерівномірно, що зумовлено відмінністю геолого-структурних та фізико-географічних умов різних регіонів України. Переважаючу частину прогнозних ресурсів зосереджено у північних та західних областях України, ресурси південного регіону обмежено. Найбільшу кількість прогнозних ресурсів підземних вод зосереджено в Чернігівській області – 8326,7 тис. м<sup>3</sup>/добу, найменша – у Кіровоградській (404,6 тис. м<sup>3</sup>/добу), Чернівецькій (405,3 тис. м<sup>3</sup>/добу) і Миколаївській (441,6 тис. м<sup>3</sup>/добу) областях.

У розрахунку на 1 мешканця найбільша кількість підземних вод (5,54 м<sup>3</sup>/добу) припадає на Чернігівську область, а мінімальна (0,28 – 0,43 м<sup>3</sup>/добу) – на Дніпропетровську, Одеську, Кіровоградську, Донецьку, Миколаївську, Житомирську та Вінницьку області.

Розвіданість прогнозних ресурсів підземних вод у країні є незначною – 26 %. Станом на 01.01.2017 розвідано та затверджено ДКЗ СРСР, УкрТКЗ і ДКЗ України 635 родовищ підземних вод, що включа-

ють 1354 ділянки з експлуатаційними запасами 16330,859 тис. м<sup>3</sup>/добу, у тому числі за категоріями А+В+С<sub>1</sub> – 15384,459 тис. м<sup>3</sup>/добу, за категорією С<sub>2</sub> – 946,400 тис. м<sup>3</sup>/добу.

Найвищим рівнем розвіданості прогнозних ресурсів підземних вод відзначаються центральні та південні регіони України, де розвіданість прогнозних ресурсів підземних вод перевищує 50 %. Максимальний відсоток розвіданості прогнозних ресурсів підземних вод відзначено в Одеській (66 %), Дніпропетровській (64 %), Кіровоградській (57 %) областях та АР Крим (92 %).

Серед основних річкових басейнів найбільші величини прогнозних ресурсів знаходяться в басейнах Дніпра (61 %), Сіверського Дінця (12 %) і Дністра (9 %). Частка інших басейнів становить менше ніж 18 % таких вод: 4,6 % – для басейнів річок Приазов'я, 0,5 % – для басейнів річок межиріччя Дністер-Південний Буг.

Підземні води становлять 13,8 % у загальному водоспоживанні держави. Вони визначають забезпечення водою питної якості населення міст і селищ міського типу в Луганській, Львівській, Волинській, Закарпатській, Житомирській, Кіровоградській, Рівненській, Полтавській, Сумській, Тернопільській, Херсонській, Хмельницькій, Чернівецькій, Чернігівській областях та Автономній Республіці Крим, де використання підземних вод для цих потреб досягає 30–70 %. На використанні вод із підземних джерел базується також сільськогосподарське водопостачання.

Головним чином підземні води використовуються для господарсько-питного водопостачання, сільськогосподарства та виробничо-технічних цілей.

Сільськогосподарське водопостачання практично повсюди в локальних системах здійснюється за рахунок ресурсів підземних вод.

Освоєння прогнозних ресурсів підземних вод найінтенсивніше у густонаселених регіонах із високим господарським потенціалом, особливо у разі невеликої кількості прогнозних ресурсів. Максимальний рівень освоєння прогнозних ресурсів підземних вод (13–18 %) припадає на Донецьку (18 %), Кіровоградську (14 %) та Чернівецьку (13 %) області; мінімальний (14 %) – на Чернігівську (1 %), Івано-Франківську (2 %), Рівненську, Тернопільську та Харківську (по 3 % у кожній), Сумську (4 %) області.

Видобуток підземних вод у 2016 році в Україні становив 3324,424 тис. м<sup>3</sup>/добу, що є 6 % від суми прогнозних ресурсів підземних вод (наведено без урахування ресурсів у АР Крим). Найбільший видобуток відзначено в Донецькій (450,713 тис. м<sup>3</sup>/добу), Львівській (407,909 тис. м<sup>3</sup>/добу) та Луганській (276,222 тис. м<sup>3</sup>/добу) областях, найменший – в Івано-Франківській (16,561 тис. м<sup>3</sup>/добу), Миколаївській (35,307 тис. м<sup>3</sup>/добу) та Житомирській (39,152 тис. м<sup>3</sup>/добу) областях (таблиця 1.1, рисунок 1.1).

За період 2001–2016 роки загальний видобуток питних підземних вод зменшився на 5070,806 тис. м<sup>3</sup>/добу (60,4%), із розвіданих запасів – на 2013,493 тис. м<sup>3</sup>/добу (57,3 %) (рис. 1.2). За останні 5 років (2012–2016 роки) зменшення загального видобутку становило 1906,544 тис. м<sup>3</sup>/добу (36,4 %), із розвіданих запасів – на 720,968 тис. м<sup>3</sup>/добу (32,5 %). Тенденція до скорочення видобутку підземних вод зумовлена переважно економічними причинами, зменшенням кількості водоспоживачів та частки використання підземних вод у загальному

Таблиця 1.1

**Видобуток питних та технічних підземних вод та їх використання за 2016 рік за басейнами підземних вод України**

Басейни підземних вод	Видобуток підземних вод, тис. м <sup>3</sup> /добу	Використання підземних вод, тис. м <sup>3</sup> /добу							Скід підземних вод без використання, тис. м <sup>3</sup> /добу
		Всього	господарсько-питні	виробничо-технічні	сільськогосподарські	зрошення	виготовлення напоїв	промисло-вий розлив	
Гідрогеологічна провінція складчастої області Українських Карпат	226,605	218,276	166,267	9,520	42,461			0,028	8,329
Волино-Подільський артезіанський басейн	715,678	667,523	513,760	51,717	101,703	0,002	0,011	0,330	48,155
Область тріщинних вод Українського щита	295,233	219,134	126,627	30,122	58,841	1,293	0,441	1,810	76,099
Дніпровсько-Донецький артезіанський басейн	983,199	872,365	659,318	147,561	55,002	5,555	0,554	4,375	110,834
Гідрогеологічна провінція Донецької складчастої області	637,601	166,315	88,855	73,968	0,974	2,515	0,003		471,286
Причорноморський артезіанський басейн*	466,108	384,520	304,407	35,137	13,494	30,770	0,523	0,189	81,588
<b>Всього за Україною</b>	<b>3324,424</b>	<b>2528,133</b>	<b>1859,234</b>	<b>348,025</b>	<b>272,475</b>	<b>40,135</b>	<b>1,532</b>	<b>6,732</b>	<b>796,291</b>

\* – у Причорноморському артезіанському басейну не враховано видобуток підземних вод за Степовим Кримом

балансі водокористування в Україні, а також проведенням АТО у межах Донецької та Луганської областей та анексією АР Крим.

Видобуток підземних вод за адміністративними областями України з 2016 року наведено на рис. 1.3. Загальне використання підземних вод України за 2016 рік наведено на рис. 1.4, а використання розвіда-

них експлуатаційних запасів підземних вод за 2016 рік наведено на рис. 1.5.

Прогнозні ресурси та видобуток підземних питних і технічних вод за 2016 рік за адміністративними областями України, балансові експлуатаційні запаси й видобуток питних та технічних підземних вод наведено на рис. 1.6–1.7.

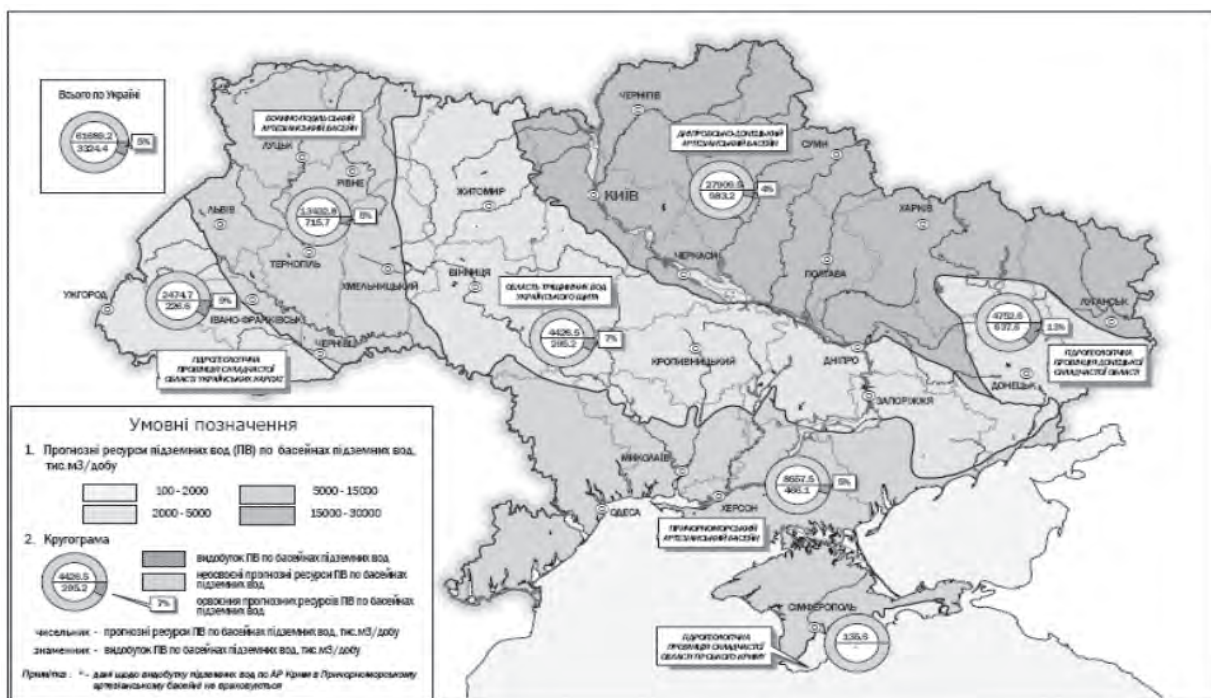


Рис. 1.1. Прогнозні ресурси й видобуток питних та технічних підземних вод за басейнами підземних вод України

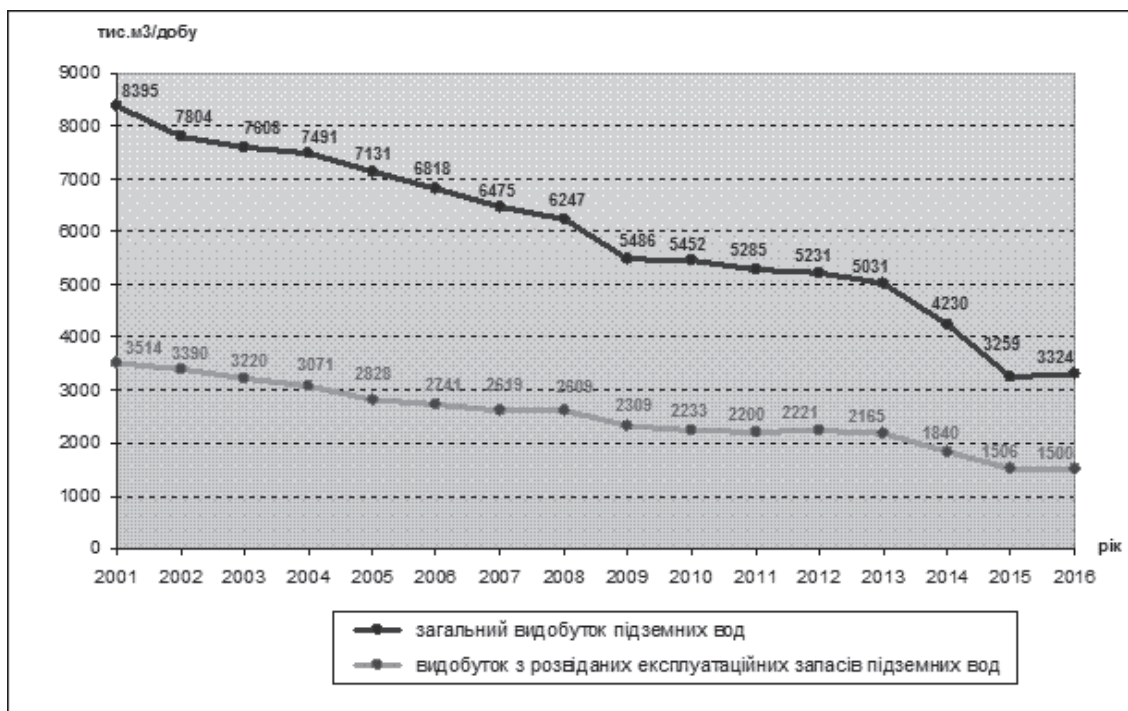


Рис. 1.2. Динаміка видобутку підземних вод в Україні впродовж 2001–2016 років

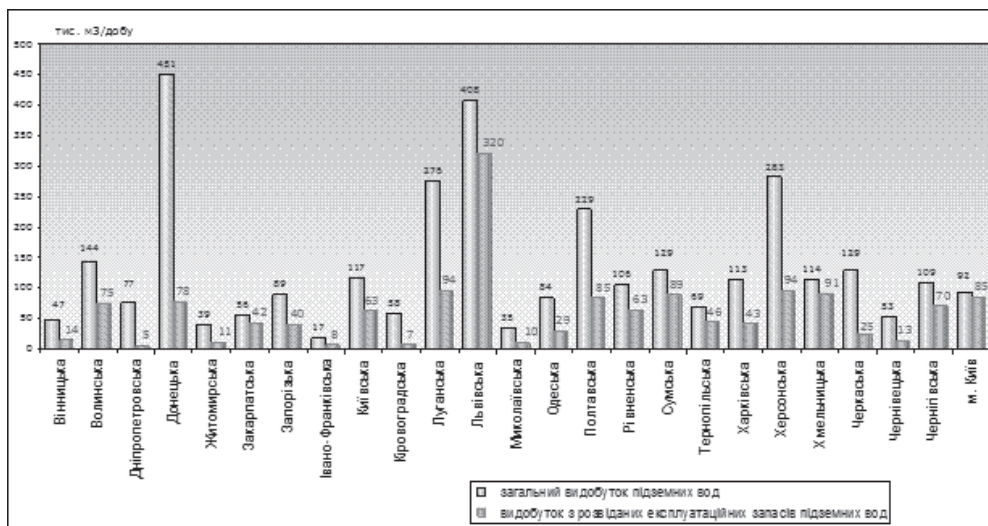


Рис. 1.3. Видобуток підземних вод за адміністративними областями України за 2016 рік

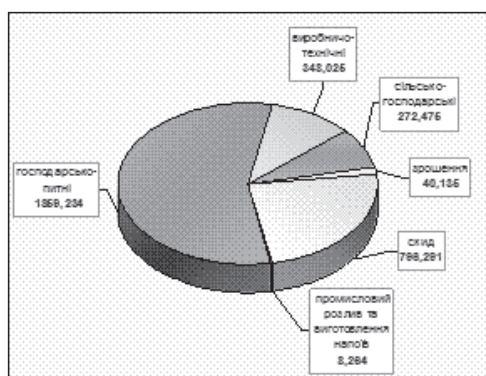


Рис. 1.4. Загальне використання підземних вод України за 2016 рік, тис. м³/добу

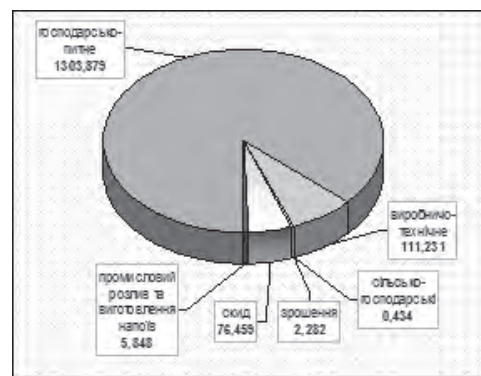


Рис. 1.5. Використання розвіданих експлуатаційних запасів підземних вод за 2016 рік, тис. м³/добу



Рис. 1.6. Прогнозні ресурси та видобуток підземних питних та технічних вод за 2016 рік за адміністративними областями України

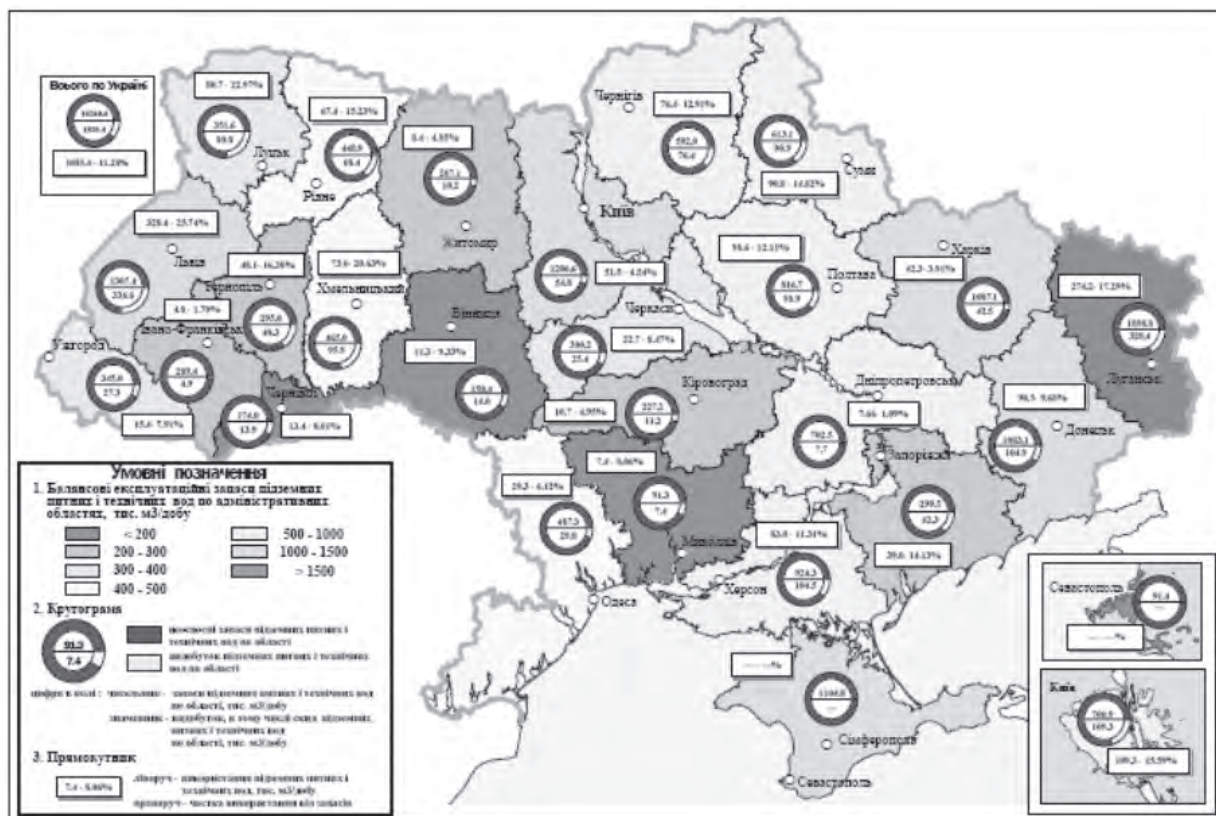


Рис. 1.7. Балансові експлуатаційні запаси та видобуток питних і технічних підземних вод

**1.2. ДИНАМІКА ВИКОРИСТАННЯ ВОДИ ОСНОВНИМИ ГАЛУЗЯМИ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ**

Динаміка використання води основними галузями економіки України наведено за даними Держводагенції України за період з 1990 по 2014 роки (табл. 1.2) [16].

Основні показники використання водних ресурсів в Україні за 2016 рік зазначено без урахування даних водокористувачів тимчасово окупованих територій та територій, на яких органи державної влади тимчасово не здійснюють свої повноваження (далі – без тимчасово окупованих та неконтрольованих територій).

У 2016 році з природних джерел забрано 9907 млн. м<sup>3</sup> води (прісної – 9325 млн. м<sup>3</sup>), з них

1270 млн. м<sup>3</sup> – із підземних водних джерел, у тому числі 403,3 млн. м<sup>3</sup> шахтно-кар’єрних вод.

Найбільше води забрано у Дніпропетровській (1286 млн. м<sup>3</sup>), Донецькій (1501 млн. м<sup>3</sup>), Запорізькій (1094 млн. м<sup>3</sup>), Київській (680,3 млн. м<sup>3</sup>), Херсонській (1432 млн. м<sup>3</sup>), Одеській (981,6 млн. м<sup>3</sup>) областях, тобто 70 % сумарного об’єму забору води.

У басейновому розрізі найбільше води забрано у басейні Дніпра – 6271 млн. м<sup>3</sup> (18 % від загального об’єму стоку в маловодний рік), Сіверського Дінця – 1094 млн. м<sup>3</sup> (51 % від загального об’єму стоку в маловодний рік), Південного Бугу – 285,4 млн. м<sup>3</sup> (23 % від загального об’єму стоку в маловодний рік) та Дністра – 458,0 млн. м<sup>3</sup> (7 % від загального об’єму стоку в маловодний рік).

Таблиця 1.2

**Використання водних ресурсів в Україні в 1990–2014 роках**

Напрями використання	Роки, млн. м <sup>3</sup>			2014 р. до 1990 р., %
	1990	2000	2014	
1	2	3	4	5
Забір води, разом	35615	18282	11505	32
у тому числі з поверхневих джерел	29294	14479	9396	32
з підземних джерел	5200	2987	1503	29
морської	1121	817	606	54
Втрати під час транспортування	2424	2477	1150	47
Використано води, разом	30201	12992	8709	29
у тому числі на: господарськопитні потреби	4646	3311	1500	32

Закінчення таблиці 1.2

1	2	3	4	5
виробничі потреби	16255	6958	4871	30
зрошення	6958	1699	1218	18
сільгосподопостачання	1697	512	143	8
ставкове рибне господарство	405	399	945	233
інші потреби	240	113	32	13
Скинуто стічних вод у водні об'єкти, разом	19329	10517	6354	33
у тому числі забрудненої	3199	3920	923	29
Безповоротне водоспоживання	14630	5962	4185	29
Оборотне та повторно-послідовне водопостачання	67661	41523	43049	64
Валові водопотреби	103276	59805	54554	53
Частка оборотного та повторно-послідовного водопостачання в об'ємі валових водопотреб, %	65	69	79	121
Потужність очисних споруд	8131	7992	7190	88

У галузевому розрізі у 2016 році основними водоспоживачами є підприємства промисловості, якими забирається 4273 млн. м<sup>3</sup> води, або 43 % води від загального забору в країні (у тому числі найбільші з них: теплоелектростанції, атомні електростанції, підприємства чорної металургії та вугільної промисловості), сільського господарства – 3166 млн. м<sup>3</sup> води (32 %), комунального господарства – 2423 млн. м<sup>3</sup> води (25 %) [18].

У цілому використання прісної води у 2016 році на різні потреби становило 6608 млн. м<sup>3</sup>, із них питної – 1684 млн. м<sup>3</sup> та технічної – 4924 млн. м<sup>3</sup>. До цього 401,1 млн. м<sup>3</sup> води питної якості використано на виробничі потреби, із них 145,4 млн. м<sup>3</sup> із комунальних водопроводів (тобто води спеціально підготовленої до питної якості).

У 2016 році використано 350,3 млн. м<sup>3</sup> стічних вод, 69,96 млн. м<sup>3</sup> колекторно-дренажних вод та 52,83 млн. м<sup>3</sup> шахтно-кар'єрних вод.

У системах оборотного та повторно-послідовного водопостачання налічувалось 39619 млн. м<sup>3</sup> води.

Втрати під час транспортування на власні потреби становили 1143 млн. м<sup>3</sup> (11,54 % від забраної).

Більше половини об'ємів води, що витрачаються, припадає на житлово-комунальну галузь (778,0 млн. м<sup>3</sup> води, або 68,07 % від всіх втрат). Більшість води, що витрачається у житлово-комунальній галузі, вже підготовлена для споживання.

За результатами узагальнення звітів щодо використання води за 2016 рік у галузевому розрізі найбільшими забруднювачами є промислові підприємства (327,3 млн. м<sup>3</sup>), із них найбільші – підприємства чорної металургії (282,4 млн. м<sup>3</sup>), енергетики (14,05 млн. м<sup>3</sup>) та вугільної промисловості (14,94 млн. м<sup>3</sup>) [18].

### 1.3. ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ТА СИСТЕМА КЛАСИФІКАЦІЇ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД В УКРАЇНІ

#### 1.3.1. Якість води та система класифікації оцінки якості поверхневих вод в Україні

Якість води – характеристика складу та властивостей води як компоненти водної екосистеми й життєвого середовища гідробіонтів, а також з точки зору придатності її для конкретних цілей використання.

На сьогодні в світі та в Україні чітко окреслилося 2 суттєво різних розуміння якості води, що умовно можна назвати **екологічним та водогосподарським**.

**Екологічне розуміння якості води** ґрунтується на тому, що природна поверхнева вода є, по-перше, найважливішою складовою частиною водних екосистем, а її якість – результатом їх функціонування, по-друге, вода водойм та водотоків є єдиним можливим середовищем життя водних рослин і тварин.

**У водогосподарському розумінні якість води** – ресурс для галузей економіки, що є придатним або не придатним за своїм складом та властивостями для окремих видів водокористування.

Ґрунтуючись на цих 2 розуміннях поняття «якість води», систему класифікацій та нормативів оцінки якості водних об'єктів можна поділити на 3 основні групи: екологічну, санітарно-гігієнічну та водогосподарську (табл. 1.3). У кожній із груп є визначальні характеристики, що відповідають призначенню нормативів й різко розмежовують групи між собою, бо уособлюють їх специфіку, а саме:

**в екологічній групі** – галобність, трофічність, сапробність, токсичність води. Головне призначення екологічних класифікацій та нормативів – охорона водних екосистем від атропогенного тиску, поліпшення їх стану шляхом використання екологічних класифікацій та нормативів якості води під час планування та здійснення водоохоронних заходів, збереження біологічного різноманіття у водних об'єктах;

**у санітарно-гігієнічній групі** – критерії, що забезпечують надійну охорону здоров'я громадян;

**у водогосподарській групі** – різноманітні вимоги галузей економіки, що використовують або споживають воду природних та штучних водних об'єктів суші. Групу водогосподарських класифікацій та нормативів оцінки якості води можна чітко поділити на 3 підгрупи: для потреб рибного господарства, промисловості та сільського господарства (табл. 1.2).

#### 1. Екологічна система класифікацій оцінки якості поверхневих вод

**Екологічна оцінка якості поверхневих вод** здійснюється із застосуванням Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями (далі – Методика) [1], основні положення

якої ґрунтуються на вітчизняному та світовому досвіді класифікації та оцінки якості поверхневих вод в еко-

логічному аспекті, а також враховує нові вимоги ЄС та ООН стосовно поліпшення якості води [11].

Таблиця 1.3

**Система класифікацій оцінки якості поверхневих вод України**

Екологічна (охорона та відновлення екосистем водних об'єктів, поліпшення умов життя людей)	Санітарно-гігієнічна (охорона здоров'я людини)	Водогосподарська (охорона та раціональне використання водних і біологічних ресурсів)		
		Промисловість	Сільське господарство	
			Рибне господарство	Зрошення
Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями [1]	СанПіН № 4680-88 «Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения» [4]	Відомчі нормативні документи	Нормативи екологічної безпеки водних об'єктів, що використовуються для потреб рибного господарства щодо гранично допустимих концентрацій органічних та мінеральних речовин у морських та прісних водах (біохімічного споживання кисню (БСК-5), хімічного споживання кисню (ХСК), завислих речовин та амонійного азоту) [7]	ДСТУ 7286:2012 «Якість природної води для зрошення. Екологічні критерії» [9]
Методика картографування екологічного стану поверхневих вод України за якістю води [2]	ДСТУ 4808:2007 «Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні і екологічні вимоги щодо якості води та правила вибирання» [5]		Перечень предельно-допустимых концентраций и ориентировочно-безопасных уровней воздействия вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов [8]	ВНД 33-5.5-02-97 «Якість води для зрошення. Екологічні критерії» [10]
ДБН А.2.2-1-2003 «Державні будівельні норми України. Проектування. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд. Основні положення проектування» [3]	ГОСТ 17.1.5.02-80 «Охрана природы. Гидросфера. Гигиенические требования к зонам рекреации водных объектов» [6]		Відомчі нормативні документи	

Методику затверджено наказом Мінекобезпеки України від 31.03.1998 № 44 як міжвідомчий керівний документ, якому надано чинності з 01.01.1999.

Згідно зазначеного нормативного документу [1] процедура здійснення екологічної оцінки якості води складається з таких послідовних етапів:

визначення пунктів гідроекологічних спостережень;

групування та оброблення вихідної інформації;

визначення класів та категорій якості річкових вод за окремими показниками й окремими блоками;

визначення об'єднаної оцінки якості води окремих ділянок досліджуваного водного об'єкту;

картографічного подання результатів досліджень з екологічної оцінки якості води.

Критеріальною базою Методики екологічної якості поверхневих вод за відповідними категоріями є система екологічних класифікацій якості поверхневих вод (табл. 1.4–1.11).

Діапазони величин усіх показників якості вод поділено на 5 класів та 7 категорій якості води із певними

назвами, що характеризують відповідну якість води, а саме (табл. 1.11):

I клас з однією категорією (1) – «відмінні», «дуже чисті», оліготрофні, олігомезотрофні, β-олігосапробні води;

II клас – «добрі», «чисті», мезотрофні, олігосапробні, β-мезосапробні води з 2 категоріями: «дуже добрі», «чисті», мезотрофні, α-олігосапробні (2) та «добрі», «досить чисті», мезоевтрофні, β-мезосапробні (3) води;

III клас – «задовільні», «забруднені», евтрофні, β-мезосапробні, α-мезосапробні води з 2 категоріями: «задовільні», «слабко забруднені», евтрофні, β-мезосапробні (4) та «посередні», «помірно забруднені», евополітрофні, α-мезосапробні (5) води;

IV клас з однією категорією (6) – «погані», «брудні», політрофні, α-мезосапробні води;

V клас з однією категорією (7) – «дуже погані», «дуже брудні», гіпертрофні, полісапробні води.

**Картографічне подання результатів досліджень** є завершальним етапом виконання екологічної оцінки якості поверхневих вод суші та естуаріїв



України. Це найбільш наочний спосіб подання інформації про стан річкових екосистем у будь-якому районі України. Для картографування матеріалів досліджень використовується Методика картографування екологічного стану поверхневих вод України за якістю води [2], що є доповненням до Методики екологічної якості

поверхневих вод за відповідними категоріями [1]. В зазначеній Методиці [2] наведено основні положення створення карт екологічної оцінки якості поверхневих вод, рекомендовані масштаби карт, географічні основи способів розрахунків блокових та узагальнюючих (екологічних) індексів, зміст карт та етапи її складання.

Таблиця 1.4

**Класифікація якості поверхневих вод суші та естуаріїв за критеріями мінералізації**

Клас якості вод	Прісні води – I		Солонуваті води – II			Солоні води – III	
Категорія якості вод	Гіпогалінні – 1	Олігогалінні – 2	β-мезогалінні – 3	α-мезогалінні – 4	Полігалінні – 5	Еугалінні – 6	Ультрагалінні – 7
1	2	3	4	5	6	7	8
Величина мінералізації, г/дм <sup>3</sup> , ‰	менше 0,50	0,51–1,00	1,01–5,00	5,01–18,00	18,01–30,00	30,01–40,00	більше 40,00

Таблиця 1.5

**Класифікація якості поверхневих вод суші та естуаріїв за критеріями іонного складу\***

Класи	Гідрокарбонатні (С)			Сульфатні (S)			Хлоридні (Cl)		
Групи	Ca	Mg	Na	Ca	Mg	Na	Ca	Mg	Na
Типи	I II III	I II III	I II III	II III IV	II III IV	I II III	II III IV	II III IV	I II III

\* Класифікацію розроблено О.А. Альокіним [12]

Таблиця 1.6

**Класифікація якості прісних гіпо- та олігогалінних вод за критеріями забруднення компонентами сольового складу**

Класи якості вод	I	II		III		IV	V
Категорії	1	2	3	4	5	6	7
Показники, мг/дм <sup>3</sup>	1	2	3	4	5	6	7
Суми іонів	≤ 500	501–750	751–1000	1001–1250	1251–1500	1500–2000	> 2000
Хлориди	≤ 20	21–30	31–75	76–150	151–200	201–300	> 300
Сульфати	≤ 50	51–75	76–100	101–150	151–200	201–300	> 300

Таблиця 1.7

**Класифікація якості солонуватих β-мезогалінних вод за критеріями забруднення компонентами сольового складу**

Класи якості вод	I	II		III		IV	V
Категорії	1	2	3	4	5	6	7
Показники, мг/дм <sup>3</sup>	1	2	3	4	5	6	7
Суми іонів	1000–1500	1501–2000	2001–2500	2501–3000	3001–3500	3501–4000	> 4000
Хлориди	< 200	201–400	401–600	601–800	801–1000	1001–1200	> 1200
Сульфати	< 400	401–800	801–900	901–1000	1001–1100	1101–1200	> 1200

Таблиця 1.8

**Екологічна класифікація якості поверхневих вод суші та естуаріїв за трофо-сапробіологічними (еколого-санітарними) критеріями**

Класи якості вод	I	II		III		IV	V
Категорії	1	2	3	4	5	6	7
Показники	1	2	3	4	5	6	7
Гідрофізичні: Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	< 5	5–10	11–20	21–30	31–50	51–100	> 100
Прозорість, м	> 1,5	1,00–1,50	0,65–0,95	0,50–0,60	0,35–0,45	0,20–0,30	< 0,20

Класи якості вод	I		II		III		IV	V
Категорії	1	2	3	4	5	6	7	
Показники								
Гідрохімічні:								
pH	6,9–7,0 7,1–7,5	6,7–6,8 7,6–7,9	6,5–6,6 8,0–8,1	6,3–6,4 8,2–8,3	6,1–6,2 8,4–8,5	5,9–6,0 8,6–8,7	< 5,9 > 8,7	
Азот амонійний, мг N/дм <sup>3</sup>	< 0,10	0,10–0,20	0,21–0,30	0,31–0,50	0,51–1,00	1,01–2,50	> 2,50	
Азот нітритний, мг N/дм <sup>3</sup>	< 0,002	0,002– 0,005	0,006– 0,010	0,011– 0,020	0,021– 0,050	0,051– 0,100	> 0,100	
Азот нітратний, мг N/дм <sup>3</sup>	< 0,20	0,20–0,30	0,31–0,50	0,51–0,70	0,71–1,00	1,01–2,50	> 2,50	
Фосфор фосфатів, мг P/дм <sup>3</sup>	< 0,015	0,015– 0,030	0,031– 0,050	0,051– 0,100	0,101– 0,200	0,201– 0,300	> 0,300	
Розчинений кисень, мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	> 8,0	7,6–8,0	7,1–7,5	6,1–7,0	5,1–6,0	4,0–5,0	< 4,0	
% насичення	96–100 101–105	91–96 106–110	81–90 111–120	71–80 121–130	61–70 131–140	40–60 141–150	< 40 > 150	
Перманганатна окислюваність, мг O/дм <sup>3</sup>	< 3,0	3,0–5,0	5,1–8,0	8,1–10,0	10,1–15,0	15,1–20,0	> 20,0	
Біхроматна окислюваність, мг O/дм <sup>3</sup>	< 9	9–15	16–25	26–30	31–40	41–60	> 60	
БСК5, мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	< 1,0	1,0–1,6	1,7–2,1	2,2–4,0	4,1–7,0	7,1–12,0	> 12,0	
Гідробіологічні:								
Біомаса фітопланктону, мг/дм <sup>3</sup>	< 0,5	0,5–1,0	1,1–2,0	2,1–5,0	5,1–10,0	10,1–50,0	> 50,0	
Індекси самоочищення – самозабруднення (A/R)	1,0	0,9 1,1	0,8 1,2	0,7 1,3–1,5	0,6 1,6–2,0	0,5 2,1–2,5	< 0,5 > 2,5	
Бактеріологічні:								
Чисельність бактеріопланктону, млн. кл/см <sup>3</sup>	< 0,5	0,5–1,5	1,6–2,5	2,6–5,0	5,1–7,0	7,1–10,0	> 10,0	
Чисельність сапрофітних бактерій, тис. кл/см <sup>3</sup>	< 1,0	1,0–3,0	3,1–5,0	5,1–10,0	10,1–25,0	25,1–100,0	> 100,0	
Біоіндикація сапробності (індекси сапробності): за Пантле-Букком	< 1,0	1,0–1,5	1,6–2,0	2,1–2,5	2,6–3,0	3,1–3,5	> 3,5	
за Гуднайтом-Уїтлеєм	1–20	21–45	46–60	61–70	71–80	81–90	91–100	
Сапробність	Олігосапробні		β-мезосапробні		α-мезосапробні		Полісапробні	
	β-олігосапробні	α-олігосапробні	β'-мезосапробні	β''-мезосапробні	α'-мезосапробні	α''-мезосапробні	Полісапробні	
Трофність (переважаючий тип)	Оліготрофні	Мезотрофні		Евтрофні		Політрофні	Гіпертрофні	
	Оліготрофні-оліго-мезотрофні	Мезотрофні	Мезо-евтрофні	Евтрофні	Ев-політрофні	Політрофні	Гіпертрофні	

Таблиця 1.9

**Екологічна класифікація якості поверхневих вод суші та естуаріїв  
за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної дії**

Класи якості вод	I		II		III		IV	V
Категорії	1	2	3	4	5	6	7	
Показники, мкг/дм <sup>3</sup>	1	2	3	4	5	6	7	
Ртуть	< 0,02	0,02–0,05	0,06–0,20	0,21–0,50	0,51–1,00	1,01–2,50	> 2,50	
Кадмій	< 0,1	0,1	0,2	0,3–0,5	0,6–1,5	1,6–5,0	> 5,0	
Мідь	< 1	1	2	3–10	11–25	26–50	> 50	
Цинк	< 10	10–15	16–20	21–50	51–100	101–200	> 200	
Свинець	< 2	2–5	6–10	11–20	21–50	51–100	> 100	
Хром (загальний)	< 2	2–3	4–5	6–10	11–25	26–50	> 50	
Нікель	< 1	1–5	6–10	11–20	21–50	51–100	> 100	
Миш'як	< 1	1–3	4–5	6–15	16–25	26–35	> 35	
Залізо (загальне)	< 50	50–75	76–100	101–500	501–1000	1001–2500	> 2500	
Марганець	< 10	10–25	26–50	51–100	101–500	501–1250	> 1250	
Фториди	< 100	100–125	126–150	151–200	201–500	501–1000	> 1000	
Ціаніди	0	1–5	6–10	10–25	26–50	51–100	> 100	
Нафтопродукти	< 10	10–25	26–50	51–100	101–200	201–300	> 300	
Феноли (леткі)	0	< 1	1	2	3–5	6–20	> 20	
СПАР	0	< 10	10–20	21–50	51–100	101–250	> 250	

Таблиця 1.10

**Екологічна класифікація якості поверхневих вод суші та естуаріїв  
за критеріями специфічних показників радіаційної дії**

Класи якості вод	I		II		III		IV	V
Категорії	1	2	3	4	5	6	7	
Показники, Кц/дм <sup>3</sup>	1	2	3	4	5	6	7	
Сумарна бета-активність	$< 0,44 \times 10^{-11}$	$(0,44-0,55) \times 10^{-11}$	$(0,56-0,75) \times 10^{-11}$	$(0,76-1,0) \times 10^{-11}$	$(1,1-15,0) \times 10^{-11}$	$(15,1-27,0) \times 10^{-11}$	$27,0 \times 10^{-11}$	
<sup>90</sup> Sr	$< 6,2 \times 10^{-13}$	$(6,2-7,5) \times 10^{-13}$	$(7,6-9,9) \times 10^{-13}$	$(1,0-3,0) \times 10^{-12}$	$3,1 \times 10^{-12} - 4,0 \times 10^{-11}$	$(4,1-9,0) \times 10^{-11}$	$> 9,0 \times 10^{-11}$	
<sup>137</sup> Cs	$< 1,2 \times 10^{-13}$	$(1,2-2,5) \times 10^{-13}$	$(2,6-5,0) \times 10^{-13}$	$5,1 \times 10^{-13} - 5,0 \times 10^{-12}$	$5,1 \times 10^{-12} - 1,5 \times 10^{-10}$	$1,6 \times 10^{-10} - 1,5 \times 10^{-9}$	$> 1,5 \times 10^{-9}$	

Таблиця 1.11

**Класи та категорії якості поверхневих вод суші та естуаріїв за екологічною класифікацією**

Класи якості вод	I		II		III		IV	V
Категорії якості вод	1	2	3	4	5	6	7	
Назви класів та категорій якості вод за їх станом	Відмінні	Добрі		Задовільні		Погані	Дуже погані	
	Відмінні	Дуже добрі	Добрі	Задовільні	Посередні	Погані	Дуже погані	
Назви класів та категорій якості вод за ступенем їх чистоти	Дуже чисті	Чисті		Забруднені		Брудні	Дуже брудні	
	Дуже чисті	Чисті	Досить чисті	Слабко забруднені	Помірно забруднені	Брудні	Дуже брудні	
Трофічність (переважаючий тип)	Оліготрофні	Мезотрофні		Евтрофні		Політрофні	Гіпертрофні	
	Оліготрофні-олігомезотрофні	Мезотрофні	Мезо-евтрофні	Евтрофні	Ев-політрофні	Політрофні	Гіпертрофні	
Сапробність	Олігосапробні		β-мезосапробні		α-мезосапробні		Полісапробні	
	β-олігосапробні	α-олігосапробні	β'-мезосапробні	β''-мезосапробні	α'-мезосапробні	α''-мезосапробні	Полісапробні	

Склад та зміст матеріалів з оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС), згідно з ДБН А.2.2-1-2003 [3], включає: загальні відомості про водні об'єкти, основні дані щодо їх водозбірних басейнів та господарського використання, наявність пунктів спостережень за їх станом. Під час оцінки впливів окремих видів господарської діяльності на стан поверхневих вод та основних угруповань водних організмів розглядають якість води, включаючи фізичні, хімічні, санітарно-гігієнічні, токсикологічні, паразитологічні та радіологічні характеристики. Крім того, окремо наведено матеріали щодо якості води у місцях водокористування, відпочинку тощо. Основні положення та критеріальна база при оцінці впливів на водне середовище приймається за матеріалами методик [1, 2].

## 2. Санітарно-гігієнічна оцінка якості поверхневих вод

Санітарно-гігієнічна оцінка якості поверхневих вод базується на гігієнічних вимогах і нормативах якості для водних об'єктів господарсько-питного та культурно-побутового використання.

Оцінка якості поверхневих вод у районах репрезентативних питних водозаборів здійснюється за ДСТУ 4808:2007 «Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні і екологічні вимоги щодо якості води та правила вибирання» [5]. Класифікація якості води джерел централізованого питного водопостачання за гігієнічними і екологічними критеріями за ДСТУ 4808:2007 охоплює 80 показників й має 7 окремих груп (блоків): органолептичні, загальносанітарні хімічні, гідробіологічні, мікробіологічні, паразитологічні показники, показники радіаційної безпеки та токсикологічні показники хімічного складу води. Діапазон величин показників (критеріїв) якості води поділено на 4 класи: 1-й клас – відмінна, бажана якість води; 2-й клас – добра, прийнятна якість води; 3-й клас – задовільна, прийнятна якість води; 4-й клас – посередня, обмежено придатна, небажана якість води.

Згідно з ДСТУ 4808:2007 оцінка якості води поверхневих джерел за екологічними та гігієнічними критеріями здійснюється за 3 методичними підходами:

за величинами окремих показників шляхом зіставлення їх значень із відповідними критеріями якості води та визначення класу якості води для кожного показника окремо;

за величинами інтегральних блокових індексів на підставі арифметичного оброблення емпіричних величин усіх або декількох показників окремих груп (блоків);

за величинами інтегрального комплексного індексу, що встановлюють на підставі величин групових (блокових) індексів, обчислених за значеннями окремих показників якості води.

Здійснення еколого-гігієнічної оцінки якості поверхневих вод у місцях питних водозаборів дозволяє отримати уявлення про:

сучасний еколого-гігієнічний стан водного об'єкту; можливість його використання як джерела питного водопостачання та шляхи покращення якості питної води за пріоритетними показниками, що потребують застосування спеціальних технологічних прийомів кондиціонування;

проблеми питного водопостачання об'єктів водоспоживання залежно від умов функціонування водогосподарського комплексу та впровадження сучасних і перспективних водоохоронних заходів.

Іншим нормативним документом для санітарно-гігієнічної оцінки поверхневих вод України є СанПиН 4630-88 «Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения» [4]. Його метою є охорона здоров'я громадян шляхом встановлення та дотримання вимог до якості води водних об'єктів, що використовуються для різних категорій водокористування. Основні вимоги до якості води, що є в СанПиН 4630-88, наведено в таблиці 1.12. Крім того, за цим документом нормується вміст 1345 токсичних речовин у воді водних об'єктів, для яких встановлено ГДК.

Таблиця 1.12

### Гігієнічні вимоги до складу та властивостей води водних об'єктів у пунктах господарсько-питного та культурно-побутового водокористування за [4]

Показники складу та властивостей води водного об'єкту	Категорії водокористування	
	Для централізованого або нецентралізованого господарсько-питного водопостачання, а також для водопостачання харчових підприємств	Для купання, спорту та відпочинку населення, а також водойм у межах населених пунктів
Завислі речовини	Вміст завислих речовин не має збільшуватись більше, ніж на:	
	0,25 мг/дм <sup>3</sup>	0,75 мг/дм <sup>3</sup>
Плаваючі домішки (речовини)	Для водойм, що містять у межах 30 мг/дм <sup>3</sup> природних мінеральних речовин, дозволяється збільшення вмісту завислих речовин у межах 5 %	
	Не має бути плаваючих плівок, плям мінеральних масел та скупчень інших домішок	
Запах	Вода не має набувати непритаманних їй запахів інтенсивністю більше 1 бала, що фіксують:	
	безпосередньо або під час наступного хлорування	безпосередньо
Забарвлення	Не має відзначатися в стовпчику:	
	20 см	10 см

Температура	Літня температура води в результаті спуску стічних вод не має збільшуватись більше ніж на 30 С порівняно із середньомісячною температурою самого жаркого місяця за останні 10 років	
Водневий показник	6,5–8,5	6,5–8,5
Мінеральний склад	Не має перевищувати за сухим залишком 1000 мг/дм <sup>3</sup> , у тому числі хлоридів 350 мг/дм <sup>3</sup> , сульфатів 500 мг/дм <sup>3</sup>	
Розчинений кисень	Не має бути менше 4 мг/дм <sup>3</sup>	
БСКП	3,0 мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	6,0 мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>
ХСК	15,0 мг О/дм <sup>3</sup>	30,0 мг О/дм <sup>3</sup>
Збудники захворювань	Вода не має містити збудників захворювань	
Лактозопозитивні кишкові палички (ЛКП)	≤ 10000 в дм <sup>3</sup> *	≤ 5000 в дм <sup>3</sup>
Коліфаги (у бляшкоутворюючих одиницях)	≤ 100 в дм <sup>3</sup> *	≤ 100 в дм <sup>3</sup>
Життєздатні яйця гельмінтів, онкосфери теннід та життєздатні цисти патогенних кишкових найпростіших	Не мають міститися в 1 дм <sup>3</sup>	
Хімічні речовини	Не мають міститися у концентраціях, що перевищують ГДК	

\* не розповсюджується на джерела нецентралізованого господарсько-питного водопостачання

Санітарно-гігієнічні вимоги до зон рекреації наведено в ГОСТ 17.1.5.02-80 «Охрана природы. Гидросфера. Гигиенические требования к зонам рекреации водных объектов» [6] та СанПиН 4630-88 [4]. Вони встановлюють гігієнічні вимоги до зон рекреації водних об'єктів, що використовуються для організованого масового відпочинку та купання. За ГОСТ 17.1.5.02-80 нормуються 8 показників (плаваючі домішки, запах, присмак, колір, рН, розчинений кисень, БСК<sub>5</sub>, число лактозопозитивних кишкових паличок (ЛКП) в 1 дм<sup>3</sup>), більшість інших, особливо мінеральний склад, паразитологічні показники, важкі метали та токсичні речовини – за СанПиН 4630-88 [4].

### 3. Водогосподарська система класифікації оцінки якості поверхневих вод

Класифікація та нормативи оцінки якості поверхневих вод, що за своїм призначенням в економіці можуть сприяти охороні та раціональному використанню водних і біологічних ресурсів водних об'єктів, розподіляються на 2 відмінні між собою групи: для задоволення потреб промисловості та сільського господарства (рибне господарство та зрошення).

**Використання поверхневих водних об'єктів для промислового водопостачання.** Найбільш водоємними галузями економіки є енергетика, чорна металургія, хімічна та нафтохімічна промисловості, що використовують біля 86 % всієї води, забраної промисловістю. Оцінка якості води, що використовується у виробництві, здійснюється за відомчими нормативними документами, що застосовуються в кожному конкретному випадку залежно від призначення води та вимог технологічного процесу, з урахуванням сировини, що використовується, застосованого устаткування та готового продукту виробництва відповідної галузі промисловості тощо.

В цілому, відповідно до ролі, що виконує вода у системах виробничого водопостачання, її можна поділити на 4 категорії:

вода I категорії використовується для охолодження устаткування та продукту в теплообмінних апаратах (без контакту з продуктом); вода лише нагрівається й практично не забруднюється (у разі справних теплообмінних апаратів);

вода II категорії використовується як середовище, що поглинає та транспортує домішки, із нагріванням (збагачення корисних копалин, гідротранспорт); вода забруднюється механічними та розчиненими домішками, але не нагрівається;

вода III категорії використовується також як середовище, що поглинає та транспортує механічні й розчинені домішки, із нагріванням (уловлювання та очищення газів, гасіння коксу тощо);

вода IV категорії використовується як розчинник реагентів, наприклад, під час флотаційного збагачення копалин тощо.

Вимоги до якості води кожної категорії можуть бути різними й визначаються залежно від характеру виробництва [13]. У таблиці 1.13 наведено приблизні загальні вимоги до якості технічної води, що використовується на промислових підприємствах.

**Використання поверхневих водних об'єктів для потреб сільського господарства.** У сільському господарстві з поверхневих водних об'єктів забирають воду в основному для зрошення (65 %) та рибного господарства (32 %).

**Рибогосподарська оцінка якості поверхневих вод** здійснюється у межах загальної водогосподарської оцінки з позиції охорони та раціонального використання їх водних і біологічних ресурсів, у місцях риборозведення із застосуванням 2 нормативних документів: Нормативів екологічної безпеки водних об'єктів, що використовуються для потреб рибного господарства щодо гранично допустимих концентрацій органічних та мінеральних речовин у морських та прісних водах (біохімічного споживання кисню (БСК<sub>5</sub>), хімічного споживання кисню (ХСК), завислих речовин та амонійного азоту), затверджених нака-

зом Мінагрополітики України від 30.07.2012 № 471 [7], та Перечня предельно-допустимых концентраций и ориентировочно-безопасных уровней воздей-

ствия вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоёмов [8]. Нормативи екологічної безпеки водних об'єктів, що є визначальними, наведено у таблиці 1.14.

Таблиця 1.13

**Приблизні загальні вимоги до якості технічної води під час використання поверхневих водних джерел за [13]**

Показники	Одиниці виміру	Вода I категорії, що використовують для охолодження устаткування і технологічних продуктів у теплообмінних апаратах		Вода, що використовують як транспортуючого, поглинаючого, екстрагуючого тощо середовища	
		охолодження без нагрівання поверхонь теплообміну	охолодження із нагріванням поверхонь теплообміну	II категорії, без нагрівання (збагачення руди, гідровидалення попелу тощо)	III категорії, з нагріванням (поглинання газів, гасіння коксу тощо)
1	2	3	4	5	6
Температура	°С	Визначається в залежності від технологічного процесу			
Завислі речовини	мг/дм <sup>3</sup>	50	20	10000 (за гравітації), 200 (за флотації)	
Ефіророзчинні	мг/дм <sup>3</sup>	20	10	не нормується	
Запах	бал	3	3	3	4
pH		6,5–8,5	6,5–8,5	не нормується	6,5–9,0
Жорсткість загальна карбонатна	ммоль/дм <sup>3</sup>	50	–	–	–
Лужність загальна	ммоль/дм <sup>3</sup>	3,5	2,5	не нормується	необхідне оброблення води
		4	3	не нормується	
Загальний солевміст	мг/дм <sup>3</sup>	2000	800	не нормується	не нормується
Хлориди	мг/дм <sup>3</sup>	350	150	не нормується	не нормується
Сульфати	мг/дм <sup>3</sup>	500	250	не нормується	не нормується
Залізо загальне	мг/дм <sup>3</sup>	1–4	0,5–1,0	не нормується	не нормується
ПО	мг О/дм <sup>3</sup>	20	20	10 (при флотації)	не нормується
ХСК	мг О/дм <sup>3</sup>	200	–	не нормується	не нормується
БСК <sub>5</sub>	мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	15–20	–	не нормується	не нормується
Біогенні елементи у воді, що додають: азот загальний фосфор (за Р <sub>2</sub> О <sub>5</sub> )	мг/дм <sup>3</sup>	150	150	не нормується	не нормується
	мг/дм <sup>3</sup>	5	–	не нормується	не нормується

Таблиця 1.14

**Нормативи екологічної безпеки водних об'єктів, що використовуються для потреб рибного господарства щодо гранично допустимих концентрацій органічних та мінеральних речовин за [7]**

Показники якості води	Одиниці вимірювання	Природні прісні води	Води рибницьких ставків
1	2	3	4
БСК	мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	3,0	3,0
ХСК	мг О/дм <sup>3</sup>	50,0	62,5
Завислі речовини	мг/дм <sup>3</sup>	25,0	25,0
Амонійний азот (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	мг N/дм <sup>3</sup>	0,5–1,0	1,0–2,0
Мінеральний фосфор (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	мг P/дм <sup>3</sup>	0,7	0,7

До переліку ГДК та орієнтовно-безпечних рівнів впливу токсичних речовин для води рибогосподарських водойм входять 912 показників, згрупованих за лімітуючими факторами шкідливості (санітарні, санітарно-токсичні, токсичні) [8].

**Нормування показників якості води для зрощення** здійснюється відповідно до агрономічних, екологічних та технічних критеріїв з урахуванням особливостей клімату, складу та властивостей ґрунтів; глибини залягання та хімічного складу підземних вод;

технології зрошення; солестійкості сільськогосподарських культур.

Оцінку якості води за екологічними критеріями наведено у ДСТУ 7286:2012 «Якість природної води для зрошення. Екологічні критерії» [9] та ВНД 33-5.5-02-97 «Якість води для зрошення. Екологічні критерії» [10]. Нормативи, наведені в цьому документі, взаємопов'язані із вимогами в ДСТУ 2730:2015 «Захист довкілля. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії» [14]. Ці критерії визначають якість води для зрошення за її впливом на: врожайність сільськогосподарських культур, якість сільськогосподарської продукції, якісний стан ґрунту з метою збереження та збільшення родючості та запобігання засолення, порушення біологічного режиму ґрунту.

Оцінка якості води для зрошення за екологічними критеріями здійснюється з метою попередження можливого негативного впливу на компоненти навколишнього природного середовища та на здоров'я громадян за 2 групами показників:

перша група – властивості води та вміст речовин, що в певній кількості є необхідними для нормального функціонування агроєкосистеми. Нормування показників здійснюється з позиції біологічної повноцінності та позитивного впливу на екологічне благополуччя об'єктів навколишнього природного середовища. До цієї групи входять такі загально-екологічні та еколого-гігієнічні показники: вміст азоту мінерального, мікроелементів (Mn, Cu, Fe, F, BSK<sub>5</sub>);

друга група – властивості води та вміст речовин, що негативно впливають на стан і функціонування агроєкосистеми та компонентів навколишнього природного середовища. Нормування показників здійснюється з позиції умов придатності води для зрошення. Група складається із таких показників:

а) еколого-токсикологічні – вміст важких металів (Cr<sub>заг.</sub>, Ni, Pb, Hg, Cd, As, Bi, Ba), пестициди, феноли, ціаніди, нафтопродукти, детергенти;

б) санітарно-бактеріологічні – наявність бактерій групи кишкової палички (колі-індекс), фагів кишкової палички (індекс колі-фагів), патогенної мікрофлори, життєздатних яєць гельмінтів;

в) радіоактивні речовини – стронцій-90, цезій-137.

Для показників першої групи встановлюється оптимальний діапазон і гранично-допустимі значення, а для показників другої групи – тільки гранично-допустимі значення.

Вода для зрошення за відповідністю нормативним величинам поділяється на 2 класи: I клас – «придатна» вода, II клас – «обмежено придатна» вода тощо.

### 1.3.2. Картографування екологічного стану поверхневих вод України

Аналіз вітчизняного та зарубіжного досвіду показав, що під час складання карт якості поверхневих вод використовуються теоретичні аспекти еколого-географічного картографування, що ґрунтуються на вивченні просторово-часових суб'єкт-об'єктних відношень, що виникають між всіма складовими досліджуваних водних об'єктів.

Метою карт є узагальнення та просторове відображення новітніх даних про екологічний стан поверхневих вод України. У процесі складання карти передбачено співставити інформацію різних відомств, доопрацювати наявні нормативні документи, запропонувати нове бачення оцінки екологічного стану поверхневих вод з інтенсивною апробацією пропозицій, виходячи з природних відмінностей вод у різних зонах України. Для цього запропоновано нові методичні підходи та інтегральну систему екологічної оцінки якості поверхневих вод, що, по-перше – надає змогу підвищити оперативність моніторингу водних об'єктів, по-друге – розширити використання картографічних засобів подання екологічної інформації.

Запропоновані методичні підходи, наведено в методиках [1, 2], ґрунтуються на таких 3 принципах: екосистемному; на підході, згідно з яким якість води розглядається як інтегральна характеристика функціонування водних екосистем, біогеофізичне районування; визначення еталону порівняння на основі біопродукційних властивостей первинної ланки трофічного ланцюга.

Досить ефективним способом вирішення проблеми є віднесення вод окремих водних об'єктів до певної градації відповідно до екологічної класифікації, наведеної у методиках [1, 15]. Запропонований варіант екологічної оцінки та класифікації річкових вод, що прийнято під час картографування екологічного стану поверхневих вод України, складається з 3 суб'єктивних класифікацій: за показниками сольового складу, трофо-сапробіологічними показниками, а також специфічними речовинами токсичної та радіаційної дії. Кожна з цих класифікацій передбачає 3 градації – рівні якісного стану водних екосистем: добрий, задовільний та поганий (таблиці 1.15–1.17).

Таблиця 1.15

#### Критерії екологічної оцінки якості поверхневих вод за показниками сольового складу

Показники сольового складу, мг/дм <sup>3</sup>	Рівні екологічного стану річкових вод за географічними зонами України					
	П*	ЛС	С	С1	Кр	К
1	2	3	4	5	6	7
Добрий						
Мінералізація	≤ 500	≤ 750	≤ 1500	≤ 2000	≤ 350	≤ 300
Сульфати	≤ 20	≤ 60	≤ 200	≤ 800	≤ 60	≤ 60
Хлориди	≤ 15	≤ 30	≤ 200	≤ 400	≤ 20	≤ 60
Задовільний						
Мінералізація	501 – 1000	751 – 1500	1501 – 1750	2001 – 3000	351 – 2000	301 – 1000
Сульфати	21 – 50	61 – 200	201 – 500	801 – 1200	61 – 350	61 – 100
Хлориди	16 – 50	31 – 200	201 – 500	401 – 1000	21 – 350	21 – 50

Закінчення таблиці 1.15

Поганий						
1	2	3	4	5	6	7
Мінералізація	> 1000	> 1500	> 1750	> 3000	> 2000	> 3000
Сульфати	> 50	> 200	> 500	> 1200	> 350	> 100
Хлориди	> 50	> 200	> 500	> 1000	> 350	> 50

Примітка: П – Полісся, ЛС – Лісостеп, С – Степ, С<sub>1</sub> – засушливий Степ; Кр – Кримські гори, К – Українські Карпати.

Таблиця 1.16

**Критерії екологічної оцінки якості поверхневих вод за трофо-сапробіологічними показниками**

Трофо-сапробіологічні показники, мг/дм <sup>3</sup>	Рівні екологічного стану річкових вод		
	добрий	задовільний	поганий
1	2	3	4
Завислі речовини	< 20,0	21,0–100,0	> 100,0
Азот амонійний	< 0,50	0,51–2,5	> 2,5
Азот нітратний	< 0,50	0,51–2,5	> 2,5
Азот нітритний	< 0,010	0,011–0,100	> 0,100
Фосфор фосфатів	< 0,050	0,051–0,300	> 0,300
Розчинений кисень	< 7,1	7,0–4,0	< 4,0
ХСК	< 25,0	26,0–60,0	> 60,0
БСКп*	< 3,0	3,1–7,0	> 7,0
Бактеріопланктон, млн. кл/см <sup>3</sup>	< 2,5	2,5–10,0	> 10,0
Індекс сапробності за фітопланктоном	< 2,0	2,0–3,5	> 3,5
Біомаса фітопланктону	< 3,0	3,0–50,0 (3,0–9,0)**	> 50,0 (> 9,0)

**Примітки:**

\* – величина БСК<sub>5</sub> для чистих вод становить 50–70 % величини БСК<sub>п</sub> або 1,5–2,1 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>;

\*\* – дані в дужках стосуються малих річок України.

Таблиця 1.17

**Критерії екологічної оцінки якості поверхневих вод за специфічними показниками токсичної і радіаційної дії**

Специфічні показники токсичної та радіаційної (Ки/дм <sup>3</sup> ) дії	Рівні екологічного стану річкових вод		
	добрий	задовільний	поганий
Феноли	< 0,001	0,001–0,020	> 0,020
Нафтопродукти	< 0,050	0,050–0,300	> 0,300
СПАР	< 0,020	0,021–0,250	> 0,250
Мідь	< 0,001	0,002–0,050	> 0,050
Цинк	< 0,010	0,011–0,200	> 0,200 (> 0,50)*
Свинець	< 0,010	0,011–0,100	> 0,100 (> 0,50)*
Хром	< 0,001	0,002–0,050	> 0,050
Нікель	< 0,010	0,011–0,100	> 0,100
Залізо	< 0,100	0,101–2,500	> 2,500
Фториди	< 0,150	0,151–1,000	> 1,000
Марганець	< 0,050	0,051–1,250	> 1,250
Миш'як	< 0,005	0,006–0,050	> 0,050
Стронцій-90	< n·10-13	< n·10-12	< n·10-11
Цезій-137	< n·10-13	< n·10-12	< n·10-11

Примітка: дані в дужках стосуються малих річок України.

Хорошим станом характеризувалися води із мінімальним ступенем антропогенної дії, що не змінює режиму функціонування водної екосистеми, а величини фізико-хімічних та гідробіологічних показників близькі до фонових значень цього району. Із задовільним станом вважалися води, на які діє значний антропогенний тиск, рівень впливу якого є близь-

ким до межі стійкості водних екосистем. Води поганого стану – води з порушеними екологічними параметрами, що відповідають різним стадіям у процесі деградації.

Отже, запропонована система екологічної оцінки якісного стану річкових вод України, прийнята під час здійснення картографування, має 3 блоки досліджень



(3 факторні індекси): А – мінеральний склад (сольовий фон), В – трофо-сапробіологічні характеристики і С – вплив речовин специфічної та радіаційної дії. Факторні індекси А, В, С визначають щодо середніх та найгірших значень характеристик якості води у кожній групі до еталона порівняння, а узагальнений екологічний індекс Е – як середньоарифметичне значення факторних індексів. Одержані таким чином величини інтегральних екологічних індексів відповідають такому якісному екологічному стану річкової води:

- еталон порівнянь – 1,0;
- добрий стан – 1,1–3,0;
- задовільний стан – 3,1–8,0;
- перехідний від задовільного до поганого – 8,1–13,0;
- поганий (кризовий) стан – понад 13,0.

**База даних.** Для картографування екологічного стану поверхневих вод України використано матеріали гідрохімічних, гідробіологічних, мікробіологічних, токсикологічних та радіологічних зйомок 227 створів, у тому числі, в басейнах річок: Дніпра – 79 створів, Дністра – 24, Дунаю – 31, Південного Бугу – 14, річок Приазов'я та Криму – відповідно 13 і 22. Проаналізовано близько 7 тис. проб поверхневих вод. Створи спостережень прив'язано до координатної мережі та становили основу під час створення карти екологічної оцінки якості поверхневих вод за показниками індексів А, В, С та Е. Слід відзначити, що блок А характеризується 3 показниками, блок В–11 та блок С–14 показниками якості води (їх перелік наведено у таблицях 1.14–1.16). Величини факторних та

інтегральних екологічних індексів дозволили визначити загальні тенденції зміни якості річкових вод, а також лімітуючі фактори формування якості води за регіонами та річковими басейнами.

Наочно результати екологічної оцінки якості річкових вод України за значеннями 28 показників (мінералізація, сульфати, хлориди, завислі речовини, азот амонійний, азот нітратний, азот нітритний, фосфор фосфатів, розчинений кисень, ХСК, БСК<sub>п</sub>, бактеріопланктон, індекс сапробності за фітопланктоном, біомаса фітопланктону, феноли, нафтопродукти, СПАР, мідь, цинк, свинець, хром, нікель, залізо, фториди, марганець, миш'як, стронцій-90, цезій-137) відображено на картах (рис. 1.8–1.11).

Отримані дані та їх аналіз. Головною особливістю територіального розподілу показників сольового складу є чітка гідрохімічна зональність із північного заходу на південний схід. Ця зональність не залежить від напрямку течії річок й добре узгоджується із фізико-географічними зонами. Середня річна мінералізація річкової води у напрямку з північного заходу на південний схід збільшується від 0,2–0,3 мг/дм<sup>3</sup> на Поліссі до 3,0 г/дм<sup>3</sup> і більше в Приазов'ї. Концентрація сульфатного іона збільшується від зони мішаних лісів (20–35 мг/дм<sup>3</sup>) та Лісостепу (25–75 мг/дм<sup>3</sup>) до степової зони (40–1500 мг/дм<sup>3</sup>). Концентрація хлоридного іона у зоні мішаних лісів коливається в межах 9–26 мг/дм<sup>3</sup>, у Лісостепу та Степу – 20–35 та 145–400 мг/дм<sup>3</sup> відповідно. На більшості створів спостережень стан якості за сольовим складом є добрим або задовіль-



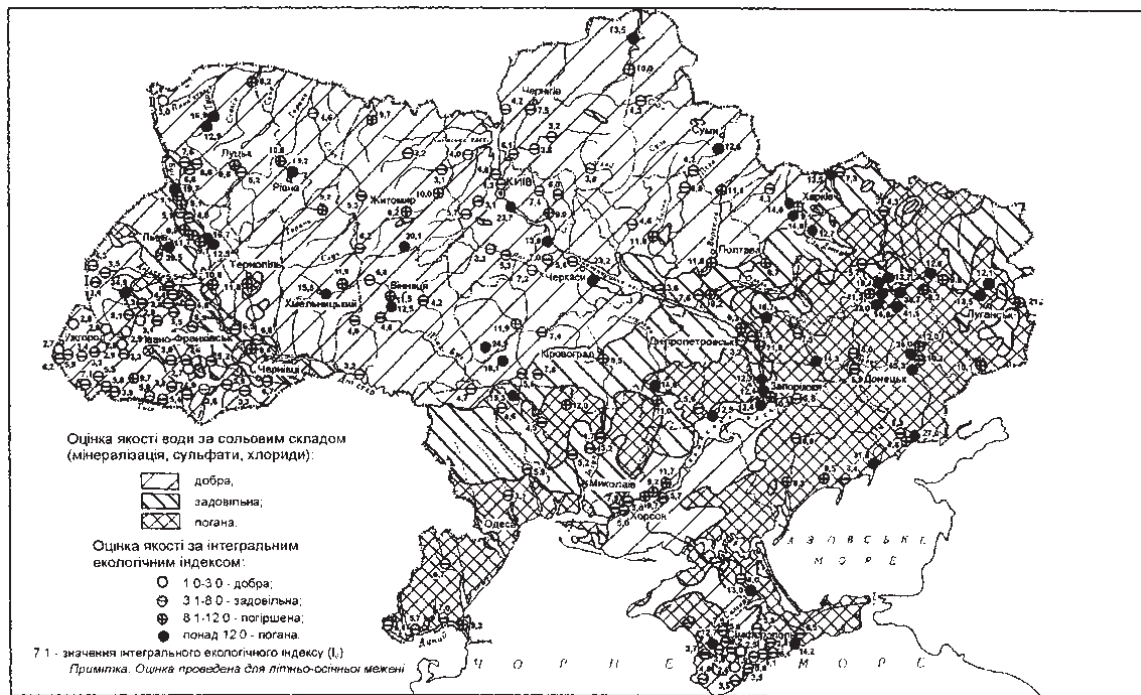
Рис. 1.8. Картографічне зображення результатів екологічної оцінки якості поверхневих вод за показниками сольового складу



Рис. 1.9. Картографічне зображення результатів екологічної оцінки якості поверхневих вод за трофо-сапробіологічними показниками



Рис. 1.10. Картографічне зображення результатів екологічної оцінки якості поверхневих вод за специфічними показниками токсичної та радіаційної дії



**Рис. 1.11. Картографічне зображення результатів екологічної оцінки якості поверхневих вод за інтегральним екологічним індексом (І<sub>Е</sub>)**

ним (рис. 1.8). Незначна кількість пунктів спостережень має стан якості води погіршений та поганий. Це, зокрема, регіони, що перебувають під впливом скиду шахтних та високомінералізованих промислових стічних вод (праві притоки Сіверського Дінця, річки Салгир, Тисмениця, Гнилоп'ять), та річки аридної зони (Приазов'я). Порівняно з 1960 роками дуже змінилися межі рівнів мінералізації та сольового фону у результаті збільшення концентрації хлоридів (засолення) та сульфатів (підкислення поверхневих вод). Останнє є наслідком порушення водного режиму ґрунтів у зоні водних меліорацій земель, а також прямого скиду стічних вод із територій житлово-комунальних комплексів.

За трофо-сапробіологічними даними більшу частину пунктів спостережень на річках України віднесено до таких, що мають «погіршену» або «погану» якість води (рис. 1.9). Це – басейни Західного Бугу, Десни, Псла, Ворскли, Орелі, Вовчої, Сіверського Дінця, Інгульця, Південного Бугу, а також річки Приазов'я та Північно-Західного Причорномор'я. Погіршення якості води пов'язане зі скидом у річкову мережу стічних вод, що містять значну кількість органічних речовин, азотних сполук, фосфатів, бактеріальних забруднень. Хороший стан якості вод за трофо-сапробіологією зберігається у районі Карпат, частково Передкарпаття, річках Гірського Криму. Це зумовлене не тільки сприятливим водним та температурним режимами, а й обмеженим антропогенним навантаженням.

Каскад Дніпровських водосховищ має воду хорошої якості (окремі ділянки Київського, Кременчуцького та Середньодніпровського (колишнього Дніпродзержинського водосховища) та зовсім поганої. Найбільше забруднено є вода нижче від м. Києва ( $I_B = 30,0$ ) та у районі м. Запоріжжя ( $I_B = 18,2$ ).

Процеси самоочищення у Канівському, Кременчуцькому та Дніпровському водосховищах значною мірою загальмовано. Спостерігається «цвітіння» води, що свідчить про високий рівень евтрофікації. Тут збільшилось число випадків різкого погіршення кисневого режиму та заморів риби.

Забруднення деякої частини річкових басейнів України специфічними речовинами токсичної та радіаційної дії можна віднести до впливу скидів шахтних вод (Львівсько-Волинський вугільний район, Донбас), стічних вод металургійної та хімічної промисловості, рудників (Кривий Ріг, Дніпро (колишній Дніпропетровськ), Кам'янське (колишній Дніпродзержинськ), Запоріжжя), аварії на ЧАЕС та післяаварійних заходів. Порівняння результатів оцінки якості води за показниками токсичної дії з оцінкою, що враховує трофо-сапробіологічний аспект якості води, дає змогу припустити наявність спільної причинно-наслідкової дії – порушення екологічної рівноваги (евтрофікація, токсикація, в тому числі підлугування та підкислювання) й утворення зон екологічної кризи (Західний Буг, Тисмениця, Дніпровське водосховище, Уди, Харків, Казенний та Кривий Торець, Лугань, деякі ділянки річок Приазов'я та Криму).

У результаті винесення, депонування, нагромадження у вищій водній рослинності наявність радіонуклідів у річкових системах України можна назвати мозаїчним. Найбільшу їх кількість виявлено у пригирлових ділянках річок. За матеріалами радіаційно-екологічного моніторингу, природний фон річок за стронцієм-90 та цезієм-137 становить  $10^{13}$  Кі/дм<sup>3</sup> і лише на гирловій ділянці Дніпра перевищує ці величини (рис. 1.10).

Як видно із даних, наведених у табл. 1.18, значна частина річок у період літньо-осінньої межени за вели-

чиною інтегрального індексу ( $I_E$ ) є на межі між задовільним та перехідним до поганого екологічного стану

(відповідно 53,7 і 20,3%), добрий стан спостерігається у 5,3% пунктів спостережень, а поганий – у 20,7%.

Таблиця 1.18

**Узагальнені дані про екологічний стан поверхневих вод у межах басейнів річок України (кількість пунктів спостережень / відсотки)**

Басейни річок	Кількість пунктів (створів)	Рівні екологічного стану			
		Інтервали значень інтегрального екологічного індексу			
		добрий 1,0–3,0	задовільний 3,1–8,0	погіршений 8,1–12,0	поганий > 12,0
Дніпро: без приток	21	–	9/42,8	5/23,8	7/33,4
правобережні притоки	29	1/3,5	15/51,7	9/31,0	4/13,8
лівобережні притоки	29	–	17/58,6	7/24,1	5/17,3
Дністер	24	2/8,3	18/75,0	3/12,5	1/4,2
Сіверський Донець	21	–	3/14,3	4/19,0	14/66,7
Південний Буг	23	–	13/56,6	5/21,7	5/21,7
Західний Буг	14	–	5/35,7	5/35,7	4/28,6
Приазов'я	13	–	3/21,3	6/46,2	4/30,7
Крим	22	3/13,6	16/72,8	–	3/13,6
Дунай	31	6/19,4	23/74,2	2/6,4	–
Разом	227	12/5,3	122/53,7	46/20,3	47/20,7

Дуже чутливим до екологічних порушень є Полісся. Тут основні річкові системи (за винятком р. Случ) характеризуються погіршеним та поганим екологічним станом ( $I_E > 8$ ). Це стосується й басейнів річок Західний Буг, Сіверський Донець, Самара, Вовча, Інгулець, річок Приазов'я. Якість води водосховищ Дніпровського каскаду значно погіршується у районі м. Києва нижче від скиду стічних вод Бортницької станції аерації, м. Кременчука ( $I_E = 23,2$ ) і м. Дніпро (раніше м. Дніпропетровськ) ( $I_E = 12,4$ ). Вода Каховського водосховища має перехідний від задовільного до погіршеного екологічний стан ( $I_E = 5,0-12,0$ ) (рис. 1.11).

Наведені інтегральна система та методики екологічної оцінки якості поверхневих вод України дають змогу підвищити оперативність здійснення гідроекоекологічного моніторингу водних об'єктів, створюють широкі можливості для використання картографічних способів подання екологічної інформації за різні періоди спостережень.

Визначені межі коливання екологічних індексів залежно від стану водного об'єкта дозволяють поліпшити процеси формування якості поверхневих вод, а також мають важливе значення для вирішення майже всіх питань водогосподарської діяльності, зокрема щодо пріоритетності інвестицій, реалізації природоохоронних та відновлювальних заходів, розмірів нормативів платні за воду тощо.

**1.3.3. Оцінка якості вод за гідрохімічними показниками**

Систематичні спостереження за станом поверхневих вод у контрольних створах у районах основних водозаборів комплексного призначення, водогосподарських систем міжгалузевого та сільськогосподарського водопостачання та забезпечення функціонування системи державного моніторингу навколишнього природного середовища у частині радіологічних і гідро-

хімічних спостережень на водних об'єктах здійснює Держводагентство України, як суб'єкт державної системи моніторингу навколишнього природного середовища. Згідно з Програмою моніторингу поверхневих вод, затвердженою наказом Держводагентства України, здійснюються спостереження за змінами якості води за фізичними та хімічними показниками виконано у 2016 році на 436 створах у басейнах річок Дніпро, Сіверський Донець, Дністер, Дунай, Південний Буг, Західний Буг, річок Приазов'я, Причорномор'я, у тому числі на 55 водосховищах, 170 річках, 29 зрощувальних системах, 1 лимані та 11 каналах комплексного призначення [18].

Інформацію щодо якісного стану поверхневих вод басейнів основних річок України за даними моніторингу у системі Держводагентства України за 2016 рік наведено нижче.

Результати моніторингу якісного стану вод водосховищ та основних водотоків **басейну Дніпра** свідчать, що якість поверхневих вод у притоках р. Дніпро у межах України здебільшого є гіршою, ніж у руслових створах Дніпра. Винятком є створ Канівського водосховища – 855,0 км, скидний канал БСА, де із 20 відібраних у 2016 році проб тільки у трьох показник ХСК був меншим 40 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Середньорічне значення ХСК у цьому створі становило 68,4 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> (за норматива екологічної безпеки водних об'єктів для природних прісних вод (далі – НЕБ) – 50 мгО/дм<sup>3</sup>). Середньорічні значення концентрацій показників, що значно пов'язані із антропогенним впливом, становили: амоній-іони – 7,3 мг/дм<sup>3</sup>, нітрит-іони – 2,6 мг/дм<sup>3</sup>, нітрат-іони – 55,1 мг/дм<sup>3</sup>, фосфат-іони – 4,0 мг/дм<sup>3</sup>, залізо загальне – 0,25 мг/дм<sup>3</sup>.

За розрахунками інтегральних індексів, зробленими за результатами лабораторних досліджень проб води, найгіршою у басейні Дніпра є якість води річок Самара, Вовча та Інгулець. У північній частині басейну Дніпра – річках Горинь, Десна, Сож – якість води оцінюється як найкраща.

Динаміки змін забруднення води у окремих створах Дніпровського каскаду водосховищ азотом амонійним (НЕБ 0,5 ÷ 1,0 мгN/дм<sup>3</sup>), фосфат-іонами у

перерахунку на фосфор (НЕБ 0,7 мгP/дм<sup>3</sup>), показника ХСК (НЕБ 50,0 мгО/дм<sup>3</sup>) наведено нижче на рис. 1.12–1.14 [18].

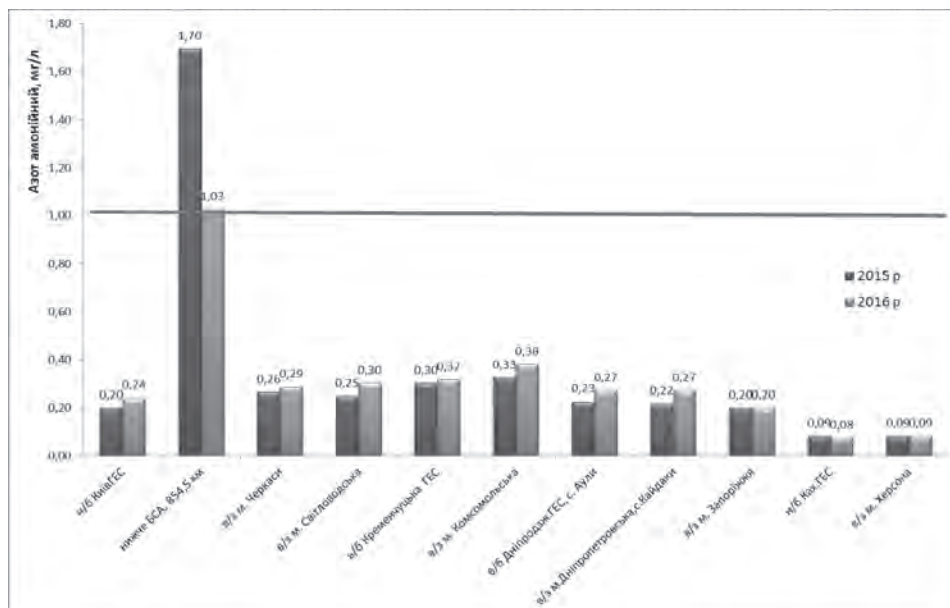


Рис. 1.12. Динаміка змін забруднення у окремих створах Дніпровського каскаду водосховищ азотом амонійним (НЕБ 0,5 ÷ 1,0 мгN/дм<sup>3</sup>)

Динаміку змін у окремих створах Дніпровського каскаду водосховищ забруднення води фосфат-іонами

у перерахунку на фосфор (НЕБ 0,7 мгP/дм<sup>3</sup>) наведено на рис. 1.13.

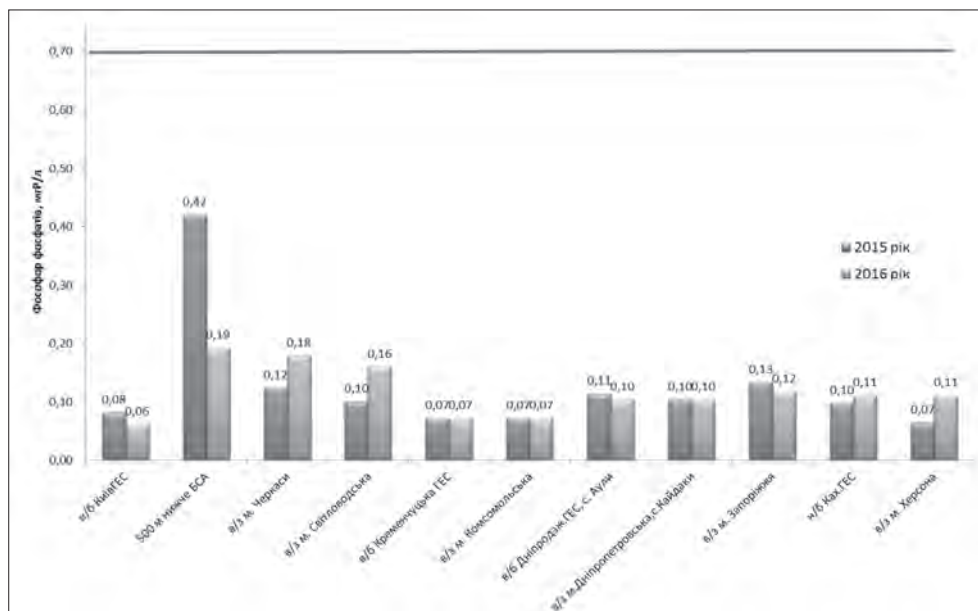


Рис. 1.13. Динаміка змін у окремих створах Дніпровського каскаду водосховищ забруднення води фосфат-іонами у перерахунку на фосфор (НЕБ 0,7 мгP/дм<sup>3</sup>)

Склад органічних речовин у поверхневих водах є досить різноманітним за хімічною природою та властивостями й формується під впливом багатьох факторів. Це – біохімічні процеси в середині водойми, надходження з інших водних об'єктів (поверхневих і підземних), з атмосферними опадами, із промисловими та господарсько-побутовими стоками.

Динаміку змін у окремих створах Дніпровського каскаду водосховищ показника ХСК (НЕБ 50,0 мгО/дм<sup>3</sup>) наведено на рис. 1.14.

У 2016 році, починаючи з кінця березня й до кінця липня, зафіксовано погіршення екологічної ситуації на річках України і, зокрема, у водних об'єктах басейну Дніпра.

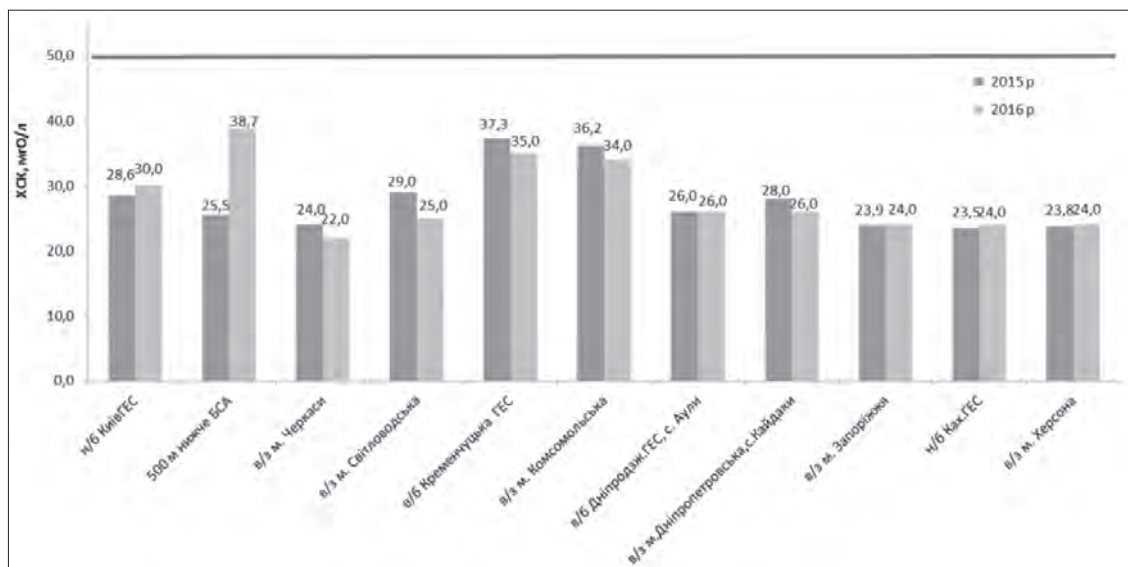


Рис. 1.14. Динаміка змін у окремих створах Дніпровського каскаду водосховищ показника ХСК (НЕБ 50,0 мгО/дм³)

У березні на річках Хомора та Случ, притоках 4-го та 3-го порядків р. Дніпро, на території Баранівського району виявлено масову загибель водних біоресурсів: риби, молюсків та інших водних організмів. За результатами кризового моніторингу виявлено значне погіршення якісних показників, зокрема:

- ХСК – до 80 мгО/дм³;
- БСК<sub>5</sub> – до 9,4 мгО<sub>2</sub>/дм³ (НЕБ – 3 мгО<sub>2</sub>/дм³);
- залізо загальне – до 0,72 мг/дм³ (норматив – 0,1 мг/дм³);
- марганець – до 1,00 мг/дм³ (норматив – 0,01 мг/дм³);
- кисень розчинений – до 0,2 мгО<sub>2</sub>/дм³ (норма – не < 6,0 мгО<sub>2</sub>/дм³).

Внаслідок великої кількості опадів у третій декаді червня у Лубенському, Чорнухинському та Лохвицькому районах Полтавської області було провано 4 дамби на ставках, розташованих у заплаві р. Сула. Вода з них через меліоративну систему (дренажні канали) пішла до русла ріки, змиваючи органічні речовини із підтоплених полів, садиб та населених пунктів. Високі температури повітря та води спричинили інтенсифікацію процесів окислення, що призвело до дефіциту розчиненого кисню у воді. За результатами кризового моніторингу ХСК становило 80 мгО/дм³, кисень розчинений у воді – до 0,3 мгО<sub>2</sub>/дм³. Значне погіршення якості води викликало масову загибель риби [18].

У червні у р. Остер біля с. Гламазди Берлозівської сільської ради та смт Козелець Козелецького району у Чернігівській області зафіксовано зміни стану води: кольору (до сірого), прозорості та загибелі риби. За

результатами кризового моніторингу встановлено значне погіршення якісних показників води:

- ХСК – до 82 мгО/дм³;
- залізо загальне – до 0,9 мг/дм³ (норматив – 0,1 мг/дм³);
- фосфати – до 3,9 мг/дм³ (НЕБ – 0,7 мгР/дм³);
- амоній – до 3,7 мг/дм³ (НЕБ – 1,0 мгN/дм³);
- кисень розчинений у воді – до 2,9 мгО<sub>2</sub>/дм³.

Ситуація на р. Остер, що впадає до р. Десна, становила загрозу стану Деснянського водозбору м. Київ, розташованому нижче гирла р. Остер.

Держводагентством України встановлено оптимальні режими роботи регулюючих гідротехнічних споруд на р. Остер та оперативного локалізовано розповсюдження забрудненої води, що дало можливість попередити негативний вплив на р. Десна.

Погіршення екологічної ситуації відзначено на річках Саксагань, Стугна, Самоткань [18].

Основними забруднюючими речовинами поверхневих вод **басейну р. Південний Буг** є органічні сполуки.

За результатами гідрохімічних вимірювань, найбільш забрудненими ділянками річки Південний Буг залишаються ті, що протікають територією Хмельницької та Вінницької областей.

За 12 останніх років (2005–2016) середньорічні концентрації окремих показників якісного стану р. Південний Буг у контрольних створах на території Хмельницької, Вінницької, Кіровоградської та Миколаївської областей знаходились у межах, наведених у таблиці 1.19.

Таблиця 1.19

Показники	ГДК	м. Хмельницький	Вище м. Вінниця	м. Гайворон	Південно-Бузька ЗС, с. Ковалівка
БСКп, мгО <sub>2</sub> /дм³	3,00	2,6–18,0	3,0–13,7	6,1–10,0	1,4–3,9
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мгN/дм³	2,0	0,13–6,71	0,03–0,32	0,08–0,14	0,01–0,07
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мг/дм³	3,30	0,04–4,65	0,01–0,21	0,04–0,11	0,02–0,07
Сухий залишок, мг/дм³	1000,0	198,0–685,0	380,0–549,9	418,1–528,7	410,0–639,7

У 2015–2016 роках у зв'язку з маловодністю спостерігалось збільшення середніх значень сухого залишку майже на 100 мг/дм<sup>3</sup> порівняно з попередніми роками.

У Гайворонському водосховищі порівняно з минулими роками спостерігається незначне зменшення БСК та концентрацій амонію сольового. За даними гідрохімічних вимірювань, спостерігається стабільність гідрохімічного стану поверхневих вод водосховища за більшістю показників. Кисневий режим задовільний, жорсткість середня.

Висока мінералізація вод у Миколаївській та Кіровоградській областях обумовлена природними факторами та живленням підземними водами.

Вміст біогенних елементів групи азоту у воді контрольних створів на території Хмельницької, Вінницької, Одеської та Кіровоградської областей зафіксовано переважно нижче ГДК для водойм господарсько-питного водокористування.

У Хмельницькій області перевищення нормативу вмісту у поверхневій воді азоту амонійного фіксувалося у створі с. Копистин нижче міста Хмельницький (максимально у 2 рази), у Меджибізьському та Щедрівському водосховищах [18].

Основними факторами, що впливали на стан поверхневих вод **басейну р. Сіверський Донець**, є надходження забруднюючих речовин зі зворотними водами промислових підприємств і комунальних господарств та поверхневий стік із забудованої території населених пунктів. Зміни якісних характеристик річкових вод протягом року відзначено залежно від змін фактичної водності та температур повітря й води.

Моніторинг якісного стану поверхневих вод басейну р. Сіверський Донець здійснюється за гідрохімічними показниками, радіологічними, бактеріологічними (індекс ЛКП – лактозопозитивної кишкової палички та ЗМЧ – загальне мікробне число), токсикологічними (хлорорганічні пестициди та триазинові гербіциди) та гідробіологічними (чисельність фітопланктону та вміст біомаси).

У гирлах основних приток верхньої частини басейну вміст сольових показників є у межах 1000 мг/дм<sup>3</sup>. У притоках середньої та нижньої частини басейну мінералізація води перевищувала значення 1000 мг/дм<sup>3</sup>. Жорсткість більше ніж 7 мг-екв/дм<sup>3</sup> відзначено у річках Казенний Торець, Бахмутка, Верхня Біленька та Нижня Біленька [18].

Води басейну Сіверського Дінця характеризуються високим природним рівнем мінералізації. У верхній частині басейну (Харківська область), розташованій у лісостеповій зоні, в умовах достатнього зволоження формуються прісні води, однак у межах Донецької та Луганської областей вміст солей у воді р. Сіверський Донець збільшується в середньому у 1,5 рази, що обумовлено гідрологічними умовами та впливом господарської діяльності.

Якісний стан вод за вмістом хлорорганічних пестицидів і триазинових гербіцидів у контрольованих створах басейну р. Сіверський Донець не змінився порівняно з минулими роками, перевищень нормативів не виявлено.

За результатами гідробіологічних досліджень, встановлено особливості таксономічного складу фітопланктону річки Сіверський Донець та його приток.

В цілому якісний стан фітопланктону є відносно небагатим і свідчить про евтрофікацію та недостатній водообмін на ділянках русла, захищених береговими виступами та спорудами. Виявлено 51 вид з 7 відділів водоростей.

У 2016 році за результатами гідробіологічних вимірювань відзначено 2 періоди «цвітіння» води. У квітні, у період бурхливого розвитку діатомових водоростей, вміст біомаси у пробі води річки Казенний Торець (гирло) становив понад 10 мг/дм<sup>3</sup>. У вересні – у пробі води р. Оскіл, Червонооскільське водосховище за рахунок розвитку ниток синьо-зелених водоростей *Oscillatoria planctonica*, *Oscillatoria limosa*, *Aphanizomenon flos-aquae*, *Anabaena flos-aquae* чисельність фітопланктону перевищила 100 клітин/см<sup>3</sup>. Період «цвітіння» синьо-зелених водоростей мав досить тривалий характер, що обумовлено аномально високими температурами повітря та води [18].

За результатами інструментально-лабораторних вимірювань вмісту забруднюючих речовин у воді водних об'єктів **басейну р. Дністер** та здійсненої на їх основі оцінки якісного стану вод, близько 81 % проб із контрольних створів протягом 2016 року характеризовано як чисті. Порівняно з 2015 роком цей відсоток зменшився. Відповідно, кількість проб поверхневих вод, що характеризовано як забруднені, збільшилась приблизно на 6 %.

До основних чинників, що вплинули на погіршення стану поверхневих вод, слід віднести гідрометеорологічні. 2016 рік у басейні р. Дністер був маловодним та посушливим.

За даними моніторингу у 2016 році найбільш забрудненою (за найгіршими значеннями показників) характерована вода у створах:

р. Дністер, с. Кучургани (солонуваті, бета-мезогалинні, брудні);

р. Тисмениця, м. Дрогобич (прісні, олігогалинні, евтрофні, забруднені);

р. Саджава, м. Долина (прісні, гіпогалинні, евтрофні, забруднені);

р. Кучурган, с. Степанівка (солонуваті, бета-мезогалинні, евтрофні, забруднені);

р. Ягорлик, с. Артирівка (прісні, олігогалинні, евтрофні, забруднені);

р. Окни, с. Лабушне (прісні, олігогалинні, евтрофні, забруднені);

р. Білоч, с. Шершенці (прісні, олігогалинні, евтрофні, забруднені).

У 11 створах з 13, розташованих у місцях питних водозаборів, протягом року зафіксовано перевищення нормативів за показниками БСК, ХСК. Відзначено високу жорсткість та вміст завислих речовин у воді.

За результатами лабораторних досліджень, виконаних протягом 2015 – 2016 років, здійснено розрахунки інтегральних індексів за Методикою екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями, наведеними на рис. 1.15 [18].

Незначне погіршення якісного стану поверхневих вод у створах поблизу питних водозаборів басейну р. Дністер обумовлено маловодним гідрологічним режимом та високими температурами повітря й води протягом весняно-літнього періоду 2016 року.

Найбільш забрудненою, як і в попередні роки, оцінено за результатами моніторингу води у створі питного водозабору м. Одеса (р. Дністер, 20 км, смт Біляївка). Порівняно з 2015 роком якісний стан

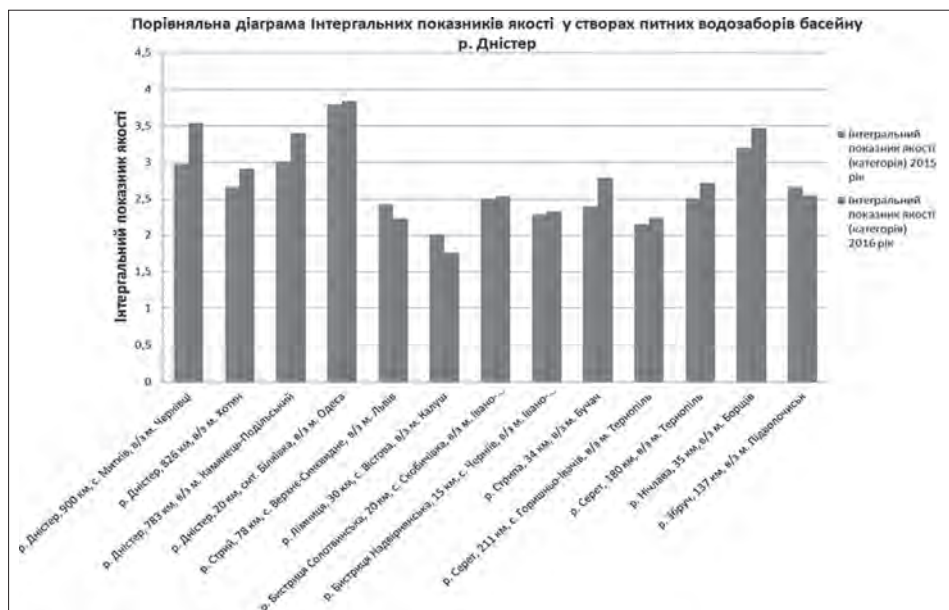


Рис. 1.15. Порівняльна діаграма інтегральних показників якості у створах питних водозаборів басейну р. Дністер

води у цьому створі погіршився, зокрема за показником ХСК.

Моніторинг поверхневих вод басейну р. Дунай (без р. Тиса) Держводагентством України здійснюється на 13 водних об'єктах: на ділянці р. Дунай довжиною 174 км від м. Рені до гирла, на придунайських озерах-водосховищах (Кагул, Ялпуг-Кугурлуй, Китай, Катлабух) та 8 малих річках. Програмою моніторингу поверхневих вод передбачено здійснення спостережень за змінами якості води у 37 контрольних створах [18].

У 80 % проб води, відібраних у 2016 році у пониззі р. Дунай, зафіксовано перевищення (до 4,8 раза) нормативу вмісту органічних легкоокисних сполук (за показником БСК). У 50 % відібраних проб зафіксовано підвищений вміст фенолів, у 15 % – підвищений вміст марганцю.

Стан поверхневих вод у місцях розташування питних водозаборів басейну річки Дунай істотно не змінився порівняно з 2015 роком.

У усіх створах у місцях розташування питних водозаборів у басейнах річок Прут та Серет (м. Коломия, смт Неполоківці, с. Ленківці, м. Сторожинець) вода характеризується як чиста. Значення показників вмісту забруднюючих речовин мали середні багатрічні значення.

У 2016 році за рівнем забрудненості 4 водні об'єкти: р. Дунай, озера Ялпуг-Кугурлуй, Кагул, Катлабух віднесено до категорії «слабко забруднені»; 8 водних об'єктів: озеро Китай, малі річки Ялпуг, Великий Катлабуг, Малий Катлабуг, Ташбунар, Єніка, Аліяга, Киргиз-Китай – до категорії «помірно забруднені».

Найгірша якість води – у річці Карасулак.

За результатами вимірювань гідрохімічних і радіологічних показників стан водних об'єктів басейну р. Тиса у місцях водозаборів, що використовуються як джерела питного водопостачання, порівняно з 2015 роком істотно не змінився. На притоках р. Уж порівняно з аналогічним періодом 2015 року спостері-

галось незначне зменшення вмісту легко окисних сполук, що визначаються показником БСК.

### 1.3.4. Радіологічний стан поверхневих вод

У рамках радіаційного моніторингу вод Держводагентством України здійснено контроль питомої активності радіонуклідів у поверхневих водах на 217 створах спостережень [18].

Радіологічний стан поверхневих вод басейну Дніпра протягом 2016 року не зазнав суттєвих змін порівняно з попередніми роками.

Вміст радіонуклідів у водах водосховищ Дніпровського каскаду та річках басейну у межах контрольованої території у цілому був стабільним, з незначним зменшенням рівнів забруднення порівняно з минулим роком. Під час повені 2016 року не відзначено суттєвого збільшення вмісту радіонуклідів у водах басейну.

Вміст радіонукліду цезію-137 у водах басейну р. Дніпро (без р. Прип'ять та її приток) за своїми середніми значеннями протягом 2016 року коливався на рівні показників 2 останніх років. Питома активність контрольних проб води коливалась у межах від 0,019 Бк/дм<sup>3</sup> до 0,037 Бк/дм<sup>3</sup>.

Вміст радіонукліду стронцію-90 у водах басейну р. Дніпро (без р. Прип'ять та її приток) за своїми значеннями дещо зменшився порівняно з минулим роком, що пояснюється зменшенням виносу радіонукліду водами р. Прип'ять під час повені 2016 року. Середня питома активність води, обумовлена вмістом стронцію-90 у воді Дніпровського басейну, протягом року становила 0,001 ÷ 0,062 Бк/дм<sup>3</sup> (у 2015 році – 0,004 ÷ 0,041 Бк/дм<sup>3</sup>, у 2014 році – 0,037 ÷ 0,033 Бк/дм<sup>3</sup>) [18].

У поверхневих водах басейну р. Південний Буг активність радіонуклідів цезію-137 та стронцію-90 значно менше допустимих рівнів. Радіаційний стан поверхневих вод басейну Південного Бугу є задовільним [18].



За даними радіологічного моніторингу поверхневих вод **басейну р. Сіверський Донець** з водосховищами та річок Приазов'я середньорічні значення радіонуклідів стронцію-90 та цезію-137 у поверхневих водах відкритих водойм варіювали (відповідно) від 0,020 Бк/дм<sup>3</sup> до 0,029 Бк/дм<sup>3</sup> та від 0,033 Бк/дм<sup>3</sup> до 0,045 Бк/дм<sup>3</sup>, що значно менше за встановлені нормативи допустимих рівнів вмісту радіонуклідів <sup>137</sup>Cs та <sup>90</sup>Sr у продуктах харчування та питній воді (2,0 Бк/дм<sup>3</sup>) [18].

Активність радіонуклідів цезію-137 у пробах води **нижнього Дунаю** у 2016 році була менше допустимих рівнів та вимірювалась від 0,9 пКі/дм<sup>3</sup> (у створі м. Вилкове) до 4,2 пКі/дм<sup>3</sup> (у створі м. Ізмаїл). За результатами вимірювань радіологічних показників у 2016 році стан поверхневих вод **басейнів річок Тиса та Західний Буг** порівняно з 2015 роком істотно не змінився [18].

#### 1.4. ЗАБРУДНЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ТА ПІДЗЕМНИХ ВОД

##### 1.4.1. Забруднення поверхневих вод

Основними причинами забруднення поверхневих вод є скиди неочищених та недостатньо очищених комунально-побутових і промислових стічних вод у водні об'єкти та через систему міської каналізації; надходження до водних об'єктів забруднюючих речовин у процесі поверхневого стоку води із забудованих територій і сільгоспугідь, а також ерозія ґрунтів на водозабірній площі.

Для переважної більшості підприємств промисловості та комунального господарства скиди забруднюючих речовин істотно перевищують встановлений рівень гранично допустимих скидів. Очисні споруди є технічно застарілими, часто працюють зі значним перевантаженням та аваріями, а подекуди у селищах із централізованим водопостачанням та селищах місь-

кого типу їх зовсім немає або вони є примітивними полями фільтрації, часто перевантаженими.

За результатами узагальнення даних державного обліку водокористування у 2016 році в поверхневій водні об'єкти скинуто 5399 млн. м<sup>3</sup> стічних вод, у тому числі: підприємствами промисловості – 3444 млн. м<sup>3</sup>, житлово-комунальної галузі – 1551 млн. м<sup>3</sup> та підприємствами сільського господарства – 336 млн. м<sup>3</sup> [18].

Із загального обсягу скинутих у водні об'єкти стічних вод забруднені становлять 698,3 млн. м<sup>3</sup> (13%), нормативно-очищені – 1381 млн. м<sup>3</sup> (25%), нормативно-чисті без очищення – 3120 млн. м<sup>3</sup> (58%) та шахтно-кар'єрні води, що не категоруються – 199,7 млн. м<sup>3</sup> (4%).

Всього підприємств, що забруднюють водні об'єкти – 558.

Влітку 2016 року нараховувалося 16 випадків забруднення річок, що призвели до негативних наслідків (загибелі водних живих ресурсів та погіршення екологічного стану).

На якість поверхневих вод негативно впливає також скид шахтно-кар'єрних вод, що практично без очищення скидаються у поверхневій водні об'єкти в об'ємі 295,3 млн. м<sup>3</sup>.

Разом зі стічними водами до поверхневих водних об'єктів у 2016 році скинуто 22,67 тис. т завислих речовин, 275,2 т нафтопродуктів, 5,6 тис. т азоту амонійного, 45,4 тис. т нітратів, 1,55 тис. т нітритів, 238,2 т СПАР, 431,1 т заліза, 4541 т фосфатів тощо. Крім того, сумарний показник ХСК становив 73,01 тис. т і БСК – 16,8 тис. т.

Скиди забруднюючих речовин галузями економіки України наведено у таблиці 1.2.

У басейновому розрізі об'єми скидів забруднених стічних вод розподіляються у такому порядку: у басейні Дніпра – 378,2 млн. м<sup>3</sup>, Сіверського Дінця – 42,85 млн. м<sup>3</sup>, Дністра – 19,76 млн. м<sup>3</sup>, Західного Бугу – 39,68 млн. м<sup>3</sup>, Дунаю – 20,67 млн. м<sup>3</sup>, Південного Бугу – 6,1 млн. м<sup>3</sup>.

Таблиця 1.20

Скиди забруднюючих речовин за галузями економіки у 2016 році

Назви видів діяльності	Азот амонійний	БСК	Завислі речовини	Нітрати	Нітрити	ХСК	Залізо	Нафтопродукти	СПАР	Фосфати
	тис. тон	тис. тон	тис. тон	тис. тон	тис. тон	тис. тон	тон	тон	тон	тон
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Всього в Україні</b>	<b>5,621</b>	<b>16,8</b>	<b>22,67</b>	<b>45,4</b>	<b>1,551</b>	<b>73,01</b>	<b>431,1</b>	<b>275,2</b>	<b>238,2</b>	<b>4541</b>
Промисловість	0,511	1,313	3,409	4,199	0,183	8,188	123,1	43,98	10,63	355,3
Енергетика	0,023	0,15	0,554	0,368	0,015	0,95	8,498	4,352	1,519	33,21
Паливна промисловість	0,002	0,013	0,037	0,085	0,001	0,082	0,119	0,068	0,107	6,797
Нафтодобувна промисловість	0	0,001	0,002	0	–	0,005	–	0	0	0,261
Нафтопереробна промисловість	0,001	0,01	0,032	0,084	0,001	0,071	0,096	0,061	0,086	6,293
Вугільна промисловість	0	0,002	0,003	0,002	–	0,013	0,193	0,014	0,013	0,203
Чорна металургія	0,275	0,305	1,639	1,051	0,1	2,228	96,98	28,57	0,295	28,38
Кольорова металургія	–	0	0,007	0,003	–	0,001	0,004	0,036	0,001	0,033
Хімічна та нафтохімічна промисловості	0,165	0,521	0,783	2,28	0,054	3,014	7,899	6,308	6,524	251
Легка промисловість	0,005	0,021	0,032	0,004	0	0,106	0,587	0,315	0,606	4,396

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Харчова промисловість	0,02	0,097	0,123	0,106	0,002	0,445	2,792	0,235	0,46	17,47
Сільське господарство	0,003	0,034	0,079	0,11	0,001	0,23	0,626	0,271	0,047	12,07
Лісове господарство	0	0	0	0	–	0,002	0,002	0,005	0,004	0,081
Транспорт	0,012	0,117	0,189	0,016	0,001	0,338	1,847	0,91	0,226	5,437
Будівництво	–	0,001	0,001	0	–	0,003	0,009	0,005	0,002	0,027
Торгівля та громадське харчування	0,011	0,095	0,259	0,097	0,003	0,003	14,64	5,765	0,513	11,07
Житлове та комунальне господарство	5,068	15,17	18,67	40,94	1,352	64,05	290,1	224,2	226,2	4150
Охорона здоров'я, фізкультура	0,006	0,031	0,033	0,015	0,011	0,088	0,476	0,055	0,192	3,815
Освіта	0,008	0,021	0,012	0,001	0	0,05	0,116	0,017	0,289	2,035

#### 1.4.2. Забруднення підземних вод

Головними чинниками забруднення ґрунтових вод на більшій частині території України є комунальні стоки, стоки тваринницьких комплексів, мінеральні добрива, продукти сільгоспхімії, свинець, марганець, нафтопродукти. Забруднення міжпластових підземних вод має локальний характер, залежить від техногенного навантаження на геологічне середовище та захищеності підземних вод. Ділянки забруднення напірних підземних вод знаходяться, переважно, у зоні впливу поверхневого комплексу утилізації дренажних вод гірничо-видобувних робіт, невпорядкованих складів зберігання промислових відходів, мінеральних добрив та отрутохімікатів, тваринницьких комплексів, нафтопереробних заводів та інших локальних об'єктів, що впливають на стан підземних вод.

Внаслідок концентрації місць захоронення відходів, обумовленої концентрацією промисловості та населення, спостерігається осередковий розвиток промислового забруднення підземних вод (промислова зона Донбасу, Західного Донбасу та Кривбасу – Луганська, Донецька, Дніпропетровська та Запорізька області). Використання мінеральних та органічних добрив і пестицидів під час освоєння сільськогосподарських угідь у південних областях України також призводить до погіршення якості підземних вод, але цей процес є менш інтенсивним та має регіональний характер (Херсонська, Миколаївська, Одеська, Полтавська області). Отже, значне техногенне навантаження на територію призвело до формування стійких осередків забруднення підземних вод. На території України станом на 1 січня 2017 року кількість облікованих площинних осередків забруднення підземних вод залишилась без змін й становила 200, локальних – 262. Підземні води у зоні впливу основних осередків забруднено хлоридами, сульфатами, нітратами, аміаком, роданідами, фенолами, нафтопродуктами, марганцем, свинцем, стронцієм у кількостях, що в окремих випадках, у декілька разів перевищували норми граничнодопустимої концентрації (далі – ГДК). У 2016 році на території Одеської області виявлено новий осередок органічного забруднення в неогенових відкладах. Підвищений вміст нітратів досягав 88,0 мг/дм<sup>3</sup> (ГДК – 45,0). Глибина залягання забрудненого водоносного горизонту – 36,0–42,8 м. У межах локальних осередків підземні води неогено-

вих, палеогенових, верхньокрейдяних та протерозойських відкладів в одиночних свердловинах мали, в основному, підвищений вміст нітратів, амонію, заліза тощо [19].

Наприклад, у районах промислових підприємств області забруднення підземних вод відбувалось за всією територією. Це пов'язано з інфільтрацією до ґрунтових вод промислових та побутових стоків.

Розроблення Полтавським ГЗК Горишне-Плавнинського родовища залістистих кварцитів здійснювалось відкритим способом із осушенням всіх водоносних горизонтів та комплексів, поширених тут. За даними попередніх років депресійна воронка у четвертинному водоносному горизонті у районі Полтавського ГЗК займала площу 40 км<sup>2</sup>, на площі близько 7,0 км<sup>2</sup> ґрунтовий водоносний горизонт осушено повністю, площа забруднення тут поширювалась на прилеглу частину русла р. Дніпро та пригирлової частину русла р. Псьол. Стійке хімічне забруднення водоносного горизонту у четвертинних алювіальних відкладах зафіксовано у районі Полтавського ГЗК в середині 1980 років, на площі приблизно 10 км<sup>2</sup>. Підземні води четвертинних відкладів тут забруднено залізом, вміст якого досягав 300 мг/дм<sup>3</sup> (ГДК 0,3), фтором до 2,5 мг/дм<sup>3</sup> (ГДК 0,7–1,5) та марганцем до 3,0 мг/дм<sup>3</sup> (ГДК 0,1).

Кременчуцький нафтопереробний завод, що є одним із головних забруднювачів навколишнього природного середовища, має свою спостережну мережу свердловин на території заводу та у межах розташування ставка-випаровувача. Роботи із дослідження геоекологічних проблем здійснює УкрНДІЕП м. Харків. За даними досліджень навкруги ставка-випаровувача, розташованого біля с. Бондарі Кременчуцького району, протягом багатьох років спостерігалась велика площа постійно існуючого фенольного (до 0,005 мг/дм<sup>3</sup>) та нафтопродуктового (до 3,9 мг/дм<sup>3</sup>) забруднень, що постійно переміщується в південно-західному напрямку до русла р. Псьол. У 2016 році дані спостережень не надано.

На території Харківської області є 4 осередки забруднення підземних вод, у межах яких підземні води четвертинних відкладів мають підвищену мінералізацію, високий вміст нітратів, нафтопродуктів тощо. У минулому році спостереження здійснено у межах осередка забруднення ґрунтових вод нафтопродуктами на території Андріївської селищної Ради Балаклійського

району Харківської області. Осередок утворено внаслідок діяльності Шебелинського відділення з переробки газового конденсату та нафти (ШВПГКН). У попередні роки в осередку здійснювались режимні спостереження на 79 свердловинах, моніторингові роботи здійснювались підприємством «УкрНДПГаз». Багаторічні дані свідчать, що на окремих частинах ділянки забруднення, концентрація нафтопродуктів за останні 20 років має загальну тенденцію до збільшення. Дані спостережень за минулий рік не надано.

У районі м. Первомайський (Харківська область) Первомайським об'єднанням «Хімпром» здійснено шляхом закачування промстоків у піщані відклади нижнього триасу. У 1996 – 1997 роки відзначено забруднення альбсеноманського водоносного комплексу на південно-західній околиці м. Первомайський внаслідок експлуатації полігону закачування промстоків у надра Первомайським ДП «Хімпром». У спостережних свердловинах на ділянці Сиваського водозабору, що забезпечує питною водою населення міста, зафіксовано збільшений вміст хлоридів та сульфатів, що перевищив ГДК згідно із ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». З 2008 року Первомайське ДП «Хімпром» не працює.

Забруднення підземних вод у Черкаській області зберігається на ділянках у селах Гельм'язів, Піщане, Косарі та на дослідно-промисловому полігоні у м. Черкаси. Основним джерелом забруднення підземних вод, у зв'язку із незахищеністю водоносного горизонту алювіальних відкладів, що експлуатується, є промислова зона південно-східної частини м. Черкаси, де розташовано великі підприємства – ВАТ «Азот», ВАТ «Черкаське хімволокно» тощо. Встановлено, що рівневий режим підземних вод у промисловій зоні

м. Черкаси формувався під впливом природних факторів (метеорологічні умови) та ряду факторів техногенного характеру: підпір ґрунтових вод, створений водосховищем, втрати води із міських комунікацій, фільтрація стічних вод тощо. Взаємодія цих факторів обумовила формування на фоні природного положення ґрунтових вод локальних ділянок, із високим заляганням рівня води. Основна увага під час виконання спостережних робіт приділялась вивченню впливу діяльності підприємств на якісний стан підземних вод. За даними попередніх років ґрунтові води на території промзони залягали на глибині від 2,5 до 6,28 м, але у районі накопичувачів стічних вод ВАТ «Черкаське хімволокно» та південно-західніше від них утворилась ділянка, де глибина залягання рівня води підвищувалась до 1,15–2,95 м. Саме з такою ділянкою пов'язана присутність у воді забруднюючих компонентів та підвищена мінералізація.

Розподіл основних осередків забруднення та водозаборів із розвіданими експлуатаційними запасами, де спостерігалось забруднення підземних вод, за адміністративними областями у 2016 році наведено на рис. 1.16.

Більшість водозаборів України, що експлуатують підземні води із розвіданими запасами, працювали у 2016 році у сталому гідродинамічному та гідрохімічному режимах без перевищення розрахункових величин. На окремих водозаборах зберігалось забруднення підземних вод експлуатаційних водоносних горизонтів, що виявлялось у збільшенні мінералізації, загальної жорсткості, підвищеного вмісту сполук групи азоту, марганцю, літію, свинцю тощо. Загальна кількість таких водозаборів в останні роки значно зменшилась і становила на 01.01.2017 – 94 одиниць (у 1998 році – 319 одиниць).

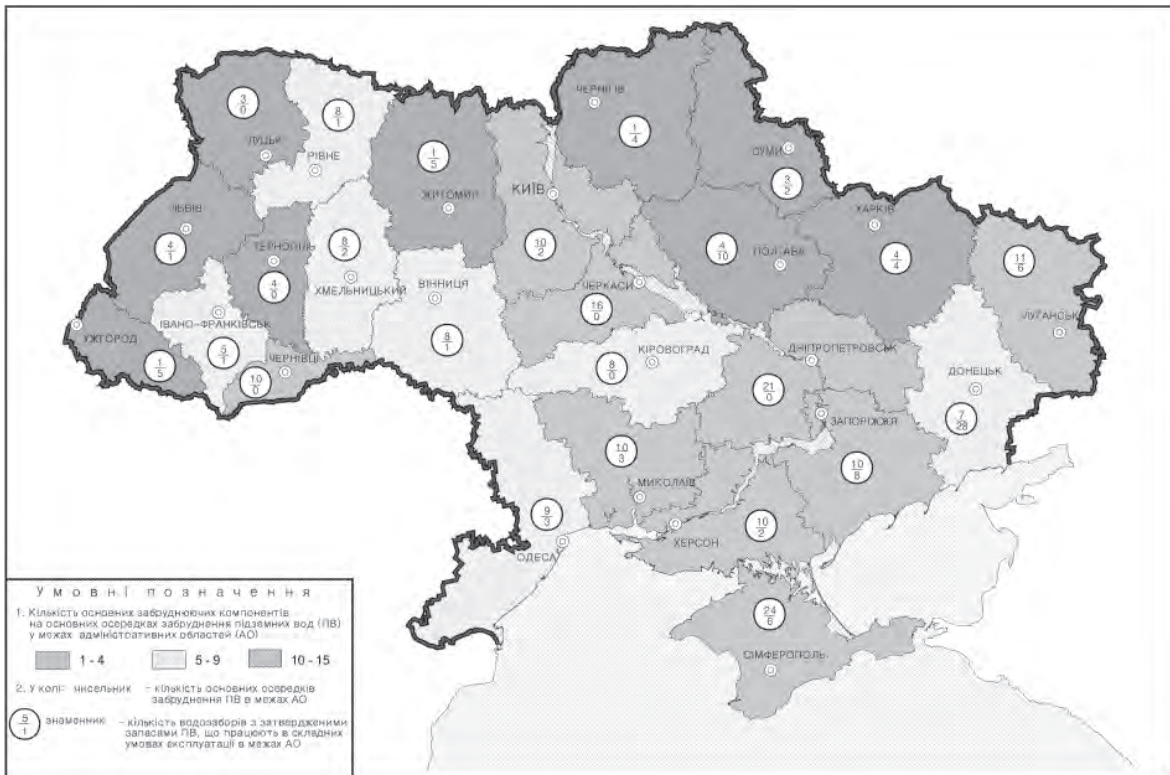


Рис. 1.16. Схематична карта забруднення підземних вод у межах адміністративних областей

### 1.4.3. Транскордонне забруднення поверхневих вод України

Транскордонний моніторинг стану поверхневих вод Держводагентством України здійснено у рамках Програми державного моніторингу вод.

На виконання зобов'язань України згідно з міжурядовими угодами із сусідніми країнами з питань водного господарства на прикордонних водних об'єктах організації, що належать до сфери управління Держводагентства України, беруть участь у виконанні домовленостей у рамках двосторонніх угод щодо спільного використання та охорони транскордонних водних об'єктів. Держводагентство України реалізує повноваження у галузі водного господарства на прикордонних водах з усіма сусідніми країнами у рамках виконання міжурядових та міжвідомчих угод, що за дорученням Кабінету Міністрів України укладено з Білоруссю, Молдовою, Росією, Румунією, Словаччиною, Польщею, Угорщиною в басейнах Дніпра, Десни, Сіверського Дінця, Дунаю, Тиси, Дністра, Західного Бугу.

Держводагентство України забезпечує виконання Технічного протоколу щодо співробітництва у сфері моніторингу та обміну інформацією щодо якісного стану поверхневих вод на транскордонних ділянках водних об'єктів між Україною та **Республікою Білорусь**. Спостереження за станом поверхневих вод здійснено у річках басейнів Прип'яті, Дніпра та Західного Бугу в 10 створах. Випадків перевищення порогових значень показників (встановлених за домовленістю Української та Білоруської сторін), що характеризують фізико-хімічний стан поверхневих вод у 2016 році, не виявлено.

Порівняно з 2015 роком спостерігалось зменшення середньорічних значень ХСК (показника, що відображає сумарний вміст важкоокислюваних органічних забруднюючих речовин у воді) майже у всіх контрольованих створах, окрім створу р. Уборть, 120 км, н. п. Хочине, де відзначено невелике (на 1,9 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>) збільшення середньорічного значення ХСК. У більшості контрольованих створів зменшилися середньорічні концентрації фосфат-іонів. Середньорічні показники вмісту легкоокислюваних органічних забруднюючих речовин (БСК) у більшості створів зафіксовано у межах показників 2015 року. Вміст розчиненого кисню у воді у більшості контрольованих створів зафіксовано на рівні більше 8 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. У окремих контрольованих створах зазначено невелике, порівняно з 2015 роком, збільшення вмісту у воді солей амонію (за цього середньорічні показники концентрацій не перевищували 1 мг/дм<sup>3</sup>). Вміст сполук металів у контрольованих водних об'єктах у 2016 році зафіксовано практично на рівні минулих років [18].

За програмою моніторингу спостереження за якістю поверхневих вод на прикордонних ділянках з Республікою Молдова здійснюються в транскордонних створах, розташованих у басейнах річок Дністер, Дунай та річок Причорномор'я.

На р. Дністер розташовано 7 транскордонних пунктів спостереження. Три з них (біля с. Наславча, м. Могилів-Подільський, с. Цикинівка) розташовані до входу дністровських вод на територію **Республіки Молдова** та 4 – на притоках Дністра після виходу з

території Республіки Молдова, на території Одеської області.

У створах р. Дністер, розташованих на українській території до кордону з Республікою Молдова, якісний стан води в 2016 році, як зазвичай, кращий ніж після перетину кордону з Республікою Молдова, на території Одеської області. Окрім створу на р. Білочі (с. Шершенці), де вода характеризується як чиста, транскордонні створи на території Одеської області характеризуються як забруднені.

Найбільш забрудненою з усіх транскордонних створів залишається вода у створі р. Дунай – 49 км, р. Киргиз-Китай, с. Малий Ярославець.

Найбільші забруднення води в річці зафіксовано в пробах, відібраних у вересні та листопаді 2016 року. Під час відбору вода в річці мала світло-сірий колір із опалесценцією та дуже сильний гнило-тухлий запах. У відібраній 08.11.2016 пробі вміст розчиненого кисню у воді взагалі не зафіксовано. За даними лабораторії вода в річці надмірно забруднена органічними речовинами, марганцем, сполуками фосфору та азоту, фенолами, нафтопродуктами. Це свідчить про те, що зі сторони Молдови продовжується скид забруднених стічних вод у річку Киргиз-Китай.

Майже на рівні 2015 року залишилися показники якості води у 4 транскордонних створах з **Румунією** на річках Прут, Серет, Тиса та Дунай. Протягом 2016 року в контрольних створах на транскордонних річках Прут та Серет ситуація щодо якісного стану поверхневих вод залишалася стабільною. Якість води в пунктах спостережень за категорією «слабкозабруднені». Перевищення зафіксовано за вмістом легкоокислюваних органічних забруднюючих речовин (БСК до 3,5 ГДК) [18].

Моніторинг якісного стану поверхневих вод на транскордонних з **Польщею** ділянках здійснено у створах річок Західний Буг та притоках р. Сян: Шкло, Вишня, Завадівка. У 2016 році поверхнева вода в контрольованих створах характеризувалася як «слабко забруднена». Зафіксовано перевищення нормативів за показниками БСК, азот амонійний, фосфати та підвищений вміст заліза загального.

Для вод у створі р. Шкло, смт Краківець притаманний високий вміст сульфатів і кальцію, що зумовлено природними чинниками.

Якість води в пункті р. Завадівка, с. Грушів найкраща, порівняно з якістю води в інших досліджених у 2016 році річках басейну р. Сян.

За програмою моніторингу спостереження за якісним станом водних об'єктів на транскордонних з **Угорщиною** та **Словаччиною** ділянках здійснено на 4 (по 2 з кожною країною) створах у басейні р. Тиса. Протягом 2016 року в басейні р. Тиса надзвичайних забруднень транскордонного характеру, що призвели б до погіршення якості води, не зафіксовано. За результатами гідрохімічних вимірювань якісного стану води в 2016 році, порівняно з минулим роком, істотних змін не встановлено.

Прикордонні створи між Україною та Російською Федерацією на водних об'єктах басейну р. Дніпро, а саме річках: Ворскла, Ворсклиця, Сейм, Псьол, Бобрик, Знобовка та струмку Знаменка в 2014 році перенесено на українську територію. Спільний українсько-російський відбір проб та обмін інформацією не здійснюється з II півріччя 2014 року.

Вміст забруднюючих речовин у відібраних у 2016 році пробах поверхневих вод, за результатами інструментально-лабораторних вимірювань, був стабільним, без різких коливань.

Основними забруднювачами поверхневих вод басейну у всіх транскордонних створах є природні біогенні елементи – гумінові, органічні та азотні сполуки, а також залізо. Ці речовини надходять із заболочених територій водозбору річок.

Моніторинг поверхневих вод у прикордонних створах річок басейну р. Сіверський Донець здій-

снено в односторонньому порядку за скороченою програмою: у 5 створах на кордоні Харківської (Україна) та Белгородської (Росія) областей на річках: р. Сіверський Донець (с. Огірцеве), р. Лопань (с. Казача Лопань), р. Вовча (с. Землянки), р. Уди (с. Окоп), р. Оскіл (с. Тополі). У 2016 році відібрано 28 проб води, здійснено 1040 визначень, із них гідрохімічних – 840, токсикологічних – 200. Перевищення зафіксовано переважно за показником БСК<sub>5</sub>. Зафіксовано підвищений вміст важких металів.

### Література до Розділу 1

1. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. – К.: «Символ-Т», 1998. – 28 с.
2. Методика картографування екологічного стану поверхневих вод України за якістю води. – К.: «Символ-Т», 1998. – 48 с.
3. Державні будівельні норми України. Проектування. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд. Основні положення проектування: ДБН А.2.2-1-2003. – [Чинний від 2004-04-01]. – К.: Держбуд України, 2004. – 21 с.
4. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения: СанПиН № 4630-88. – [Чинний від 1989-01-01]. – М.: Минздрав СССР. – 69 с.
5. Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні і екологічні вимоги щодо якості води та правила вибирання: ДСТУ 4808:2007. – [Чинний від 2012-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 36 с.
6. Охрана природы. Гидросфера. Гигиенические требования к зонам рекреации водных объектов: ГОСТ 17.1.5.02-80. – [Чинний від 1982-07-01]. – М.: Госстандарт СССР, 1985. – 6 с.
7. Нормативи екологічної безпеки водних об'єктів, що використовуються для потреб рибного господарства щодо граничного допустимих концентрацій органічних та мінеральних речовин у морських та прісних водах (біохімічного споживання кисню (БСК<sub>5</sub>), хімічного споживання кисню (ХСК), завислих речовин та амонійного азоту) / Наказ Мінагрополітики України від 30.07.2012 № 471.
8. Перечень предельно-допустимых концентраций и ориентировочно-безопасных уровней воздействия вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. – [Утв. Главрыбводом Минрыбхоза СССР 09.08.1990 № 12-04-11]. – М.: Минрыбхоз СССР, 1990. – 46 с.
9. Якість природної води для зрошування. Екологічні критерії: ДСТУ 7286:2012. – [Чинний від 2013-07-01]. – К.: Мінекономрозвитку України, 2012. – 23 с.
10. Якість води для зрошення. Екологічні критерії: ВНД 33-5.5-02-97. – [Чинний від 1998-04-01]. – Х.: Держводгосп України, 1998. – 15 с. – (Відомчий нормативний документ).
11. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення. – К.: 2006. – 240 с.
12. Алекин О.А. Общая гидрохимия. – Л.: Гидрометеиздат, 1948. – 208 с.
13. Укрупнённые нормы водопотребления и водоотведения для различных отраслей промышленности / СЭВ, ВНИИ ВОДГЕО Госстроя СССР. – М.: Стройиздат, 1978. – 590 с.
14. Захист довкілля. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії: ДСТУ 2730:2015. – [Чинний від 2016-07-01]. К.: Мінекономрозвитку України, 2015. – 25 с.
15. Методика встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуаріїв України. – К., 2001. – 48 с.
16. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища України у 2014 році. – Режим доступу: <https://menr.gov.ua/files/docs/%D0%A3%202014%20%D0%A0%D0%9E%D0%A6%D0%86.pdf>
17. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища України у 2015 році. – Режим доступу: <https://menr.gov.ua/news/31768.html>
18. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища України у 2016 році. – Режим доступу: <https://menr.gov.ua/news/31445.html>
19. Стан підземних вод України. Щорічник. Державна служба геології та надр України. Державне науково-виробниче підприємство. Державний інформаційний геологічний фонд України. ДНВП «Геоінформ України». К.: 2017.
20. Наукові засади раціонального використання водних ресурсів України за басейновим принципом: монографія / За редакцією В.А. Сташук; [В.А. Сташук, В.Б. Мокін, В.В. Гребінь, О.В. Чунарьов]. – Херсон: Гринь Д.С., 2014. – 320 с. – Режим доступу: <https://drive.google.com/open?id=1POSSrJf3ZONZZ9SBiAcVRL2-hJgqm03A>
21. Яцик А.В. Водогосподарська екологія у 4 томах. – К.: «Генеза», 2004.
22. Управление водными ресурсами в бассейне рек. РосНИИВХ, Екатеринбург, 1993.
23. Концепція Державної програми екологічного оздоровлення басейну р. Дністер.

**Питання для самоперевірки**  
**Розділ 1**

1. Принцип формування водних ресурсів у природних умовах.
2. Назвіть басейнові управління водних ресурсів, що створено в Україні.
3. Який мінімальний рівень водозабезпеченості (тис. м<sup>3</sup> на рік) на 1 людину, визначений ООН?
4. Як вирішується проблема водозабезпечення в регіонах України?
5. Наслідки глобальної зміни клімату щодо накопичення поверхневих водних ресурсів.
6. Причини скорочення видобутку підземних вод в останні роки.
7. Дайте визначення терміну «якість води» за екологічним та водогосподарським розумінням.
8. Які основні причини забруднення поверхневих вод?
9. Головні чинники забруднення підземних вод.
10. У басейнах яких річок здійснюється Держводагентством України транскордонний моніторинг стану поверхневих вод?

## 2. ПРОБЛЕМИ ВОДНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ В XXI СТОРІЧІ

### 2.1. НАПРЯМИ ВИРІШЕННЯ ВОДОГОСПОДАРСЬКО-ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ В УКРАЇНІ

Вирішення водогосподарсько-екологічних проблем в Україні є пріоритетами основних цілей державної політики у сфері використання, охорони та відтворення водних ресурсів і має здійснюватися за такими 5 напрямками, а саме [1]:

**Перший напрям** – охорона поверхневих і підземних вод від забруднення – має стратегічною метою досягнення екологічно безпечного використання водних ресурсів. Це гарантуватиме екологічну безпеку водних об'єктів, урівноважить шкідливий вплив на водні ресурси та забезпечить їх здатність до самоочищення й самовідновлення.

**Другий напрям** – екологічно безпечно використання водних ресурсів – має стратегічною метою забезпечення в процесі використання водних ресурсів пріоритету природоохоронних функцій над господарським використанням поверхневих і підземних вод, впровадження водозберігаючих технологій в усіх галузях економіки.

**Третій напрям** – відродження та підтримання сприятливого гідрологічного стану річок та заходи з протидії шкідливої дії вод (замулення, абразія берегів) – має стратегічною метою поліпшення загального екологічного стану водних об'єктів на основі басейнового підходу, що забезпечить стійке функціонування природних екосистем і гармонійний розвиток господарських комплексів.

**Четвертий напрям** – удосконалення системи управління охороною вод та використанням водних ресурсів – має на меті впровадження принципів поліпшення екологічного стану водних об'єктів на основі басейнового підходу, на засадах якого розроблятимуться та впроваджуватимуться водоохоронні програми регіонів, областей, окремих населених пунктів.

**П'ятий напрям** – зменшення впливу радіоактивного забруднення.

**Першочерговими заходами є впровадження та функціонування** басейнового принципу управління водними ресурсами, що на сьогодні є єдиним правильним з теоретичної, методологічної та практичної точок зору. Для цього необхідно.

1. Невідкладно відновити екологічні паспорти підприємств.

2. Здійснити паспортизацію річок на якісно новій методологічній базі, розпочавши з найбільш антропогенно перевантажених.

3. Здійснити інвентаризацію водосховищ та ставків, оскільки зарегульованість стоку річок перевищила верхні екологічно допустимі й економічно доцільні межі, що значно погіршило екологічний стан водних екосистем.

4. Організувати екологічну оцінку поверхневих вод з урахуванням гідрохімічних, токсикологічних, бактеріологічних, радіологічних показників – лише

тоді можна отримати інформацію щодо дійсного екологічного стану водних ресурсів.

5. Здійснити водогосподарсько-екологічне районування басейнів річок і на його основі встановити пріоритетність інвестицій у водоохоронні заходи.

6. Встановити диференційовану плату за використання водних ресурсів залежно від водозабезпечення регіону та якості води.

7. На всіх транскордонних річках встановити станції спостереження за якісними показниками водних ресурсів.

8. Розробити Плани управління річковими басейнами.

Щодо зазначеного заходу, то 18.05.2017 постановою Кабінету Міністрів України № 336 відповідно до Статті 13-2 Водного кодексу України затверджено Порядок розроблення плану управління річковим басейном, що визначає механізм розроблення з метою досягнення екологічних цілей, визначених для кожного району річкового басейну в установлені строки.

Стратегія екологічних цілей для всіх районів річкових басейнів є досягнення/підтримання «доброго» екологічного стану масивів поверхневих та підземних вод, а також «доброго» екологічного потенціалу штучних або істотно змінених масивів поверхневих вод. Розроблення перших планів управління річковим басейном для кожного району річкового басейну здійснюється в період виконання Загальнодержавної цільової програми розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення басейну річки Дніпро на період до 2021 року, затвердженої Законом України від 24.05.2012 № 4836-VI.

Мінприроди України:

визначає строк початку процесу розроблення проекту плану управління річковим басейном, затверджує план-графік його розроблення не пізніше ніж за 3 роки до завершення строку виконання діючого плану управління річковим басейном;

забезпечує здійснення стратегічної екологічної оцінки проектів планів управління річковими басейнами відповідно до Протоколу про стратегічну екологічну оцінку до Конвенції про оцінку впливу на навколишнє середовище у транскордонному контексті, ратифікованого Законом України 01.07.2015 № 562-VIII;

оприлюднює на веб-сайті інформацію про:

початок розроблення проекту плану управління річковим басейном та план-графік його розроблення не пізніше ніж за три роки до подання проекту плану управління річковим басейном до Кабінету Міністрів України для затвердження;

основні антропогенні впливи на кількісний та якісний стан поверхневих і підземних вод, у тому числі точкових та дифузних джерел, не пізніше ніж за два роки до подання проекту плану управління річковим басейном до Кабінету Міністрів України для затвердження;

подає проект рішення щодо затвердження плану управління річковим басейном до Кабінету Міністрів України не пізніше ніж за 3 місяці до завершення строку виконання діючого плану управління річковим басейном. Перші плани управління річковими басейнами для кожного району річкового басейну подаються до Кабінету Міністрів України для затвердження не пізніше 01.08.2024.

Держводагентство України разом з Держгеонадрами України, центральними та місцевими органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, іншими заінтересованими сторонами з урахуванням рішень відповідних басейнових рад розробляють плани управління річковими басейнами.

Мінприроди України разом з Держводагентством України здійснюють організаційні заходи щодо розроблення та виконання планів управління річковими басейнами.

Проекти планів управління річковими басейнами розглядаються та схвалюються відповідними басейновими радами і розміщуються на веб-сайтах Мінприроди України та Держводагентства України.

Громадське обговорення проекту плану управління річковим басейном та звіту про стратегічну екологічну оцінку проводиться протягом не менш як шість місяців з дня їх оприлюднення.

Фінансування заходів щодо:

розроблення перших планів управління річковими басейнами для кожного району річкового басейну здійснюється за рахунок коштів державного бюджету, що передбачено Загальнодержавною ціллювою програмою розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення басейну річки Дніпро на період до 2021 року, затвердженою Законом України від 24.05.2012 № 4836-VI, в межах видатків, передбачених Державним бюджетом України на відповідний рік, а також інших джерел, не заборонених законодавством;

передбачених у планах управління річковими басейнами, здійснюється за рахунок коштів державного і місцевих бюджетів, а також інших джерел, не заборонених законодавством. Фінансування зазначених заходів з державного бюджету здійснюється в межах видатків, передбачених Державним бюджетом України на відповідний рік.

Зазначені заходи з розроблення та втілення Планів управління річковими басейнами, а також вирішення питань з їх фінансування сприятимуть вирішенню актуальних і невідкладних проблем водних ресурсів України задля забезпечення сталого розвитку держави та екологічно-безпечного водовикористання для забезпечення життєдіяльності прийдешніх поколінь.

## 2.2. АНТРОПОГЕННЕ НАВАНТАЖЕННЯ НА ВОДНІ ЕКОСИСТЕМИ

Для оцінки антропогенного навантаження на водні екосистеми, рівня раціональності водокористування басейну ріки, системи управління водокористування доцільно мати на увазі такі показники [2]:

водозабезпечення вважається задовільним для існування екосистем за умов споживання менше 10 % річкового стоку;

у разі використання 20 % стоку виникає потреба обмежити водокористування та здійснити заходи із регулювання стоку;

якщо використання перевищує 20 % стоку, водний об'єкт не здатний забезпечити вимоги водокористувачів і соціально-економічний розвиток регіону;

критичною межею, що призводять до докорінного порушення стану водних систем, є 70 %.

Ці обмеження є особливо актуальними для малих річок, враховуючи те, що у разі збільшення безповоротного споживання помітно зменшується здатність водотоку до саморегуляції та порушуються природні взаємозв'язки екосистеми малої річки.

Критична ситуація з водними ресурсами настає тоді, коли об'єм річкового стоку не забезпечує принаймі 10-кратного розбавлення забруднених стоків.

Досліджуючи екологічний стан водних об'єктів та вплив антропогенного навантаження на водні екосистеми необхідно спиратися на вихідну інформацію щодо:

забруднення поверхневих вод точковими водокористувачами-забруднювачами та рівень ефективності технологій, що застосовуються на їх підприємствах:

забруднення сільськогосподарською галуззю, через площинне забруднення вод ґрунтом, що змивається з полів;

рівень організації моніторингу якості поверхневих вод басейну;

технічний стан очисних споруд каналізації та наявність власних очисних споруд в населених пунктах;

дотримання режиму водоохоронних зон і прибережних захисних смуг;

масштаби підтоплення населених пунктів і сільгоспугідь;

рівень паспортизації водних об'єктів;

наявність екологічно небезпечних об'єктів у басейні;

вплив енергокомплексів на навколишнє природне середовище;

стан природної структури ландшафтів річкового басейну;

площа розораності території басейну;

спрямування господарської діяльності на території басейну;

наявні проблеми збереження біологічного та ландшафтного різноманіття та формування екомережі в басейні річки;

обґрунтованість заходів із залісеності території з огляду на їх фізико-географічне розташування.

Наприклад, досліджуючи екологічні проблеми верхів'я Канівського водосховища, авторами [3, 4] зазначено, що результати досліджень свідчать, що основними забруднювачами води Канівського водосховища є підприємства комунального господарства. На них припадає 93 % загальних скидів забруднюючих речовин. Меншими за обсягом забруднювачами води Канівського водосховища є підприємства промисловості, переважно енергетичного напрямку. На сьогодні внаслідок нестабільної роботи вони забруднюють воду менше, ніж 15 років тому. Частка промисловості в забрудненні Канівського водосховища не перевищує 7 % від загального об'єму скиду забруднюючих речовин у водні об'єкти, а сільськогосподарства у зв'язку зі значним зменшенням обсягів зрошення не досягає 1 %.



В останні роки в басейні Канівського водосховища додалась ще одна водогосподарська складова формування якості води, пов'язана з наливом і забудовою заплави його прибережної зони. Можна прогнозувати різке погіршення якості води в численних заплавах водоемах, що раніше створювали сприятливі гідроекологічні умови в прибережній частині Канівського водосховища. Для запобігання надходження забруднень в екосистему водосховища від побудованих садиб необхідно передбачити в них упорядковану схему очищення стічних вод.

Отже, сучасний рівень формування якості води у верхів'ї Канівського водосховища на фоні малої швидкості води в ньому свідчить про необхідність невідкладного вирішення водогосподарсько-екологічних проблем для запобігання більшого поглиблення екологічної кризи. Першим етапом на цьому шляху має стати реалізація положень «Концепції щодо використання та охорони водних ресурсів у заплаві р. Дніпро на ділянці від гирла р. Десна до гирла р. Стугна» [4].

Слід пам'ятати, що дніпровська вода (нижче Києва) є джерелом питного водопостачання для 30 млн. громадян України.

Антропогенне навантаження на водні об'єкти останнім часом не зменшується. Недотримання норм екологічної безпеки розташованими на берегах річок комунальними, промисловими та сільськогосподарськими підприємствами призводить до загибелі риби, погіршення санітарного стану водних об'єктів.

Під час виникнення надзвичайних ситуацій на водних об'єктах водогосподарські організації співпрацюють з органами місцевої влади та державної екологічної інспекції із з'ясування причин і вжиття заходів з ліквідації шкідливих наслідків.

До того, Держводагентством України забезпечується почасний відбір проб поверхневих вод під час здійснення кризового моніторингу. Інформація щодо якості води надається органам виконавчої влади для прийняття управлінських рішень та оприлюднюється на веб-сайтах водогосподарських організацій.

### 2.3. ФУНКЦІОНУВАННЯ ВОДОГОСПОДАРСЬКОЇ ГАЛУЗІ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ

Водне господарство є складовою частиною економіки держави. Її **основні мета та завдання** – забезпечення громадян України та галузей економіки водою у потрібній кількості та відповідної якості, захист від шкідливої дії вод.

Для збалансованого екологічнобезпечного використання та збереження **водних ресурсів необхідно визначитися із основними принципами та механізмами реалізації державної водної політики [1], та найважливішими завданнями**, а саме:

- вирішення питань марнотратного водокористування та поліпшення якості води у водних об'єктах;
- здійснення заходів із захисту від шкідливої дії вод;
- збільшення обсягів інвестицій у водне господарство;

- покращення наукового та інформаційного забезпечення водогосподарської діяльності;

- застосування новітніх технологій із очищення стічних вод;

- впровадження науково обґрунтованих систем землеробства та підвищення екологічного рівня технології обробітку землі;

- дотримання екологічної межі зарегулювання річкового стоку;

- врахування природоохоронних правил і способів господарської діяльності;

- подальше удосконалення правових та економічних механізмів для стимулювання розвитку екологічно безпечних технологій і водоохоронних систем і недостатнього фінансового забезпечення витрат на оздоровлення водних об'єктів;

- поліпшення екологічних знань та екологічної освіти населення та культури громадян.

**Державна політика у сфері водного господарства має забезпечити:**

- реалізацію прав нинішнього й майбутніх поколінь на користування екологічно повноцінним водно-ресурсним потенціалом;

- збалансованість потреб економічного та соціального розвитку й можливостей відтворення екологічно повноцінних водних ресурсів.

Досягнення екологічної безпеки України, її збалансованого розвитку залежить значною мірою від стану водних ресурсів.

**Основними напрямками реалізації державної водної політики є такі:**

- створення умов для безперерйного задоволення господарсько-питних потреб громадян України в межах санітарно-гігієнічних норм;

- захист населення та виробничо-господарського комплексу від шкідливої дії повеней, паводків, водної ерозії, підтоплення, засух тощо;

- регулювання господарської діяльності для досягнення балансу між потребами економічного розвитку й можливостями відтворення екологічно повноцінних водних ресурсів;

- поетапне відновлення порушених водних екосистем, передусім їх самоочисну спроможність.

**На шляху досягнення цих цілей необхідно вирішити такі проблеми:**

- припинити забруднення водних об'єктів точковими та дифузними джерелами;

- мінімізувати непродуктивні витрати та втрати води під час здійснення господарської діяльності, екстенсивне водокористування;

- привести у відповідність використання технологій підготовки питної води до стану джерел води та зношеності водогосподарських об'єктів.

**Основними принципами державної водної політики є такі:**

- басейнове управління;

- збалансованість економічного розвитку та відтворення водних ресурсів;

- постійне та планомірне зменшення шкідливих впливів на водні об'єкти;

- самофінансування;

- планованість, етапність та ретельна обґрунтованість перетворень;

- відкритість інформації та участь громадськості у прийнятті рішень.

Для успішного функціонування водогосподарського комплексу, задоволення потреб населення та об'єктів економіки у воді, охорони водних ресурсів і запобігання шкідливому впливу вод необхідно

постійне здійснення на водних об'єктах господарських робіт, пов'язаних з регулюванням, оснащенням, утриманням та охороною від забруднення водних об'єктів, ремонтом, експлуатацією та наглядом за безпекою гідротехнічних споруд. Система має бути досить гнучкою та враховувати різноманіття природних умов та умов експлуатації. Як показує світовий досвід, управління водними ресурсами найефективнішим є тоді, коли побудоване на басейновому принципі, а всі витрати, пов'язані із використанням водних ресурсів, їх відтворенням та охороною, несуть водокористувачі.

### 2.3.1. Дніпровський каскад водосховищ

#### 2.3.1.1. Дніпровські водосховища – їх екологічний стан та економічно-господарське значення

Дніпро – третя після Дунаю та Волги за величиною ріка Європи. Його довжина – 2285 км, площа водозбору – 503 тис. км<sup>2</sup>. Починається Дніпро на Валдайській височині на території Російської Федерації, потім протікає по території Республіки Беларусь. За характером долини та русла Дніпро поділяють на 3 частини: верхній Дніпро – від витоків до м. Києва (1375 км); середній Дніпро – від м. Києва до м. Запоріжжя (570 км) та нижній Дніпро – від м. Запоріжжя до гирла (340 км).

Стік Дніпра зарегульовано греблями. Стрімке збільшення населення Землі призвело до необхідності накопичення водних ресурсів для споживання людиною та до створення у другій половині ХХ ст. близько 30 тисяч водосховищ об'ємом понад 1 млн. м<sup>3</sup>, що стали істотним компонентом навколишнього природного середовища.

В Україні, що належить до маловодних країн, зарегулювання стоку було розпочато в 1931 році біля м. Запоріжжя нижче дніпровських порогів. Тоді було створено найбільшу в СРСР ГЕС (ДніпроГЕС) та Дніпровське водосховище.

У період 1956–1965 роки на Дніпрі було побудовано ще 4 ГЕС та 4 водосховища. А саме: Київське на верхньому Дніпрі, Кременчуцьке та Дніпродзержинське

(нині Середньодніпровське) – на середньому Дніпрі та Каховське – на нижньому Дніпрі. Після побудови в 1972 році Канівської ГЕС та створення Канівського водосховища річку Дніпро було перетворено на каскад із 6 водосховищ із загальною площею водного дзеркала близько 7 тис. км<sup>2</sup> (Характеристики водосховищ Дніпровського каскаду ГЕС наведено у табл. 2.1) [6].

Створення в басейні Дніпра каскаду водосховищ та зростаюче забруднення води промисловими, сільськогосподарськими та комунально-побутовими скидами призвело до істотних змін його гідрохімічного та санітарно-біологічного режимів.

Вміст біогенних речовин у водних екосистемах може збільшуватись внаслідок **природної та антропогенної** евтрофікації.

У разі **природної** евтрофікації збільшення вмісту біогенних речовин відбувається внаслідок автохтонних процесів розпаду органічних речовин, азот фіксації та переходу у воду біогенних елементів з донних відкладів. У разі антропогенної евтрофікації джерелом збільшення вмісту біогенних речовин у водоймах є сільськогосподарський стік, скиди із тваринницьких ферм, комунально-побутові та промислові стічні води, що містять значну кількість азоту та фосфору. Причиною прискореної евтрофікації може стати зарегулювання стоку річок, коли велика кількість біогенних елементів вимивається із затоплених ґрунтів.

Основними ознаками евтрофікації водойм є збільшення біомаси фітопланктону до рівня «цвітіння» води та інших автотрофних організмів (нитчасті водорості, фітомікробентос). У разі масового відмирання водоростей та інших автотрофних організмів відбувається зменшення концентрації розчинного кисню, що використовується на мінералізацію фітомаси. Між продукцією автотрофних організмів та загальною деструкцією органічної речовини у результаті дихання гідробіонтів (біологічне окислення), а також хімічного окислення органічної речовини з'являється невідповідність. Органічної речовини у водоймах утворюється більше, ніж її можуть розкласти мікроорганізми. Залежно від кількості біогенів, що надходять у водну масу, може прискорюватись перехід **оліготрофних** водойм у **мезотрофні та ефтрофні**.

Таблиця 2.1

Характеристики водосховищ Дніпровського каскаду

Показники	Характеристики водосховищ Дніпровського каскаду					
	Київське	Канівське	Кременчуцьке	Середньодніпровське	Дніпровське	Каховське
1	2	3	4	5	6	7
Роки заповнення	1965–1966	1975–1976	1960–1961	1963–1964	1931–1934, 1947	1955–1956
НПР, м	103,0	91,5	81,0	64,0	51,4	16,0
Площі, тис. га	92,2	64,2	225,0	56,7	41,0	215,0
Об'єми, км <sup>3</sup> : повні корисні	3,73 1,2	2,60 0,3	13,50 8,9	2,40 0,3	3,30 1,0	18,20 6,8
Глибини, м: максимальні середні	15 4,0	12 3,9	24 6,0	14 4,3	45 8,0	32 8,4
Водообміни протягом року	12–13	17–18	2,5–4	18–20	12–14	2–3

Закінчення таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7
Площі мілководь (до 2 м), %	40	24	18	31	36	5
Спрацювання рівнів, м	0,5–1,0	0,5	4,0–6,0	0,5	0,5–1,0	3,0–4,0
Довжини берегових ліній, км	520,0	411,0	800,0	360,0	470,0	896,0
Дамби та берегоукріплення, км	100,1	136,2	145,3	108,3	61,8	206,7

**Примітка:** Дніпровське водосховище заповнювалось двічі, в друге – після Другої світової війни.

В евтрофних водоймах суттєво змінюються фізико-хімічні властивості середовища. У високоевтрофних водоймах видове різноманіття флори є збіднілим. Переважають представники 3 родів водоростей – **Microcystis**, **Aphanizomenon**, **Anabaena**, які утворюють великі біомаси. Це біологічне явище називається «цвітінням» тому, що внаслідок масового розвитку планктонних водоростей вода набуває забарвлення (синьо-зеленого, зеленого, червоного, бурого) залежно від пігментів видів-забруднювачів.

Найсприятливіші екологічні умови для «цвітіння» створюються під час зарегулювання рівнинних річок – Дніпра, Дністра, Волги, Дону, коли затоплено великі рівнинні площі (в минулому – ліси, луки, сільгоспугіддя), що привело до потрапляння у водні маси великої кількості біогенних речовин. У водосховищах Дніпра **Microcystis aeruginosa** може утворювати монокультуру з біомасою до 40 кг на 1 м<sup>3</sup>.

Зоопланктон під час «цвітіння» води є пригніченим і дуже збідненим, бо його живлення колоніями синьо-зелених водоростей роду **Microcystis** не є можливим внаслідок великого розміру та токсичних екзометаболітів колоній цих водоростей. Риби уникають скупчення синьо-зелених із тих самих причин. Представники аборигенної іхтіофауни Дніпра практично не споживають колонії синьо-зелених водоростей, що сприяє розмноженню цих водоростей до їх величезного біотичного потенціалу. Саме представники синьо-зелених водоростей роду **Microcystis** опанували життєвий простір внаслідок наявності спор у циклі їх розвитку, що робить цей вид водоростей стійким до змін умов середовища, а також відсутності відносно них споживача у трофічних ланцюгах.

У плямах «цвітіння» виникають замори риби, яка гине внаслідок забивання жабер, кисневого дефіциту та отруєння токсикантами водоростей. Найбільше водоростей наганяється вітровими хвилями у затоки та бухти, де вони утворюють настільки високі концентрації біомаси, що не дають рухатись човнам.

Для попередження та зменшення масштабів антропогенної евтрофікації необхідними є обмеження потрапляння у водойми **азоту та фосфору** зі стічними водами, застосування водоохоронних зон на берегах річок, озер, водосховищ. Перспективною є фітомеліорація – культивування вищої водяної рослинності у прибережних зонах з метою затримання та накопичення біогенних елементів з полів, ферм та населених пунктів.

**Отже, «цвітіння» води – екосистемне явище, пов'язане зі зміною гідрологічних та гідрохімічних умов у водоймах, що має місце у разі перетворинні річок у водосховища.**

Після аварії на ЧАЕС встановлено, що **Microcystis aeruginosa** є концентратором радіонуклідів з коефіцієнтом накопичення 10<sup>4</sup>, що в 10 тис. разів більше порівняно з концентрацією радіонуклідів у воді.

Значний вклад у з'ясування біологічної сутності явища «цвітіння» води, його причин та закономірностей зроблено колективом вчених Інституту гідробіології НАНУ на чолі з академіком О.В. Топачевським, що знайшло відображення у відповідних монографіях [35–39].

Значення дніпровських водосховищ для економіки України є величезним, оскільки в них зберігається понад 80 % водних ресурсів нашої країни.

Дніпровські водосховища використовуються для питного та технічного водопостачання, зрошення земель на півдні України, вироблення електроенергії, для водного транспорту, рибного господарства, видобутку алювію.

Різкі зміни природних умов, що сталися в результаті зарегулювання стоку Дніпра, істотно позначилися на структурі рибного стада. Наприклад, відбулось істотне зменшення чисельності осетрових, оскільки вони позбавлені можливості діставатися до нерестових ділянок.

З іншого боку, істотно збільшилась частка фітофільних видів, які нерестяться на рослинному субстраті. Отже, назрілим завданням є поліпшення стану нерестових ділянок. Більшість мілководних ділянок, де відбувається нерест, заросла повітряно-водною рослинністю (комиш, тростина, рогоз). На одних мілководдях здійснено наміви, інші відокремлено для спеціальних товарних рибних господарств.

Щодо рибних ресурсів, то слід зазначити здійснення зариблення водосховищ цінними промисловими видами. Насамперед, це білий та строкатий товстолобики, білий амур, які інтродуковані із Китаю та Далекого Сходу. Тепер ця риба має помітну складову у виловах, передусім у Каховському водосховищі.

Дніпро та його притоки є важливими водоприймачами стічних вод.

Очищення господарсько-побутових стічних вод м. Києва здійснюється на Бортницькій станції аерації, розміщеній у південно-східній частині міста. Перша черга станції збудована в 1965 році. Після будівництва другої та третьої черг загальна потужність досягла 1,8 млн. м<sup>3</sup> на добу. Окрім води із Києва, сюди надходять стічні води з міст Вишгорода та Вишневого. Ефективність Бортницької станції аерації перевищує 90 %. Разом з тим навіть після очищення вода, що потрапляє до Дніпра, є бруднішою, ніж у самому Дніпрі. Зменшення господарської діяльності з кінця 1990 років супроводжувалось і зменшенням надхо-

дження забруднюючих речовин. Як наслідок, якість води у Дніпрі має тенденцію до поліпшення, хоч і слабо виражену.

Особливо слід підкреслити значення дніпровських водосховищ у забезпеченні водою півдня України в результаті спорудження великих водопостачальних та іригаційних каналів: Дніпро – Донбас, Дніпро – Кривий Ріг, Червонознам'янський, який на 360 км переходить у Північно-Кримський канал.

Функціонування господарського комплексу Дніпра визначило те, що у сфері використання природних ресурсів ріки є правова база. На жаль, досить часто в ній протестуються комерційні інтереси та нехтування інтересами природи. Як наслідок, стан Дніпра залишається проблемним. Досягти поліпшення стану ріки можна шляхом удосконалення нормативно-правової бази, а головне – її дотримання. Важливе значення має екологізація виробництва та поліпшення очищення стічних вод. Певну роль у цьому може відіграти природоохоронне та патріотичне виховання.

Дніпро – невід'ємна складова України. Він заслуговує на бережливе ставлення для себе.

Зважаючи на значення господарського комплексу Дніпра в 2012 році прийнято Загальнодержавну цільову програму розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення басейну річки Дніпро на період до 2021 року [14], де зазначено кардинальні питання щодо здійснення перспективних заходів із раціонального використання та охорони водних ресурсів.

### 2.3.1.2. Основна інформація про минуле, сучасне, майбутнє дніпровських водосховищ

Дніпровські водосховища – позитивна та негативна роль у житті понад 30 млн. громадян України, які проживають на території водозбору, постійно споживають та користуються їх природними ресурсами (земельними, водними, біологічними, рекреаційними тощо).

Вкрай необхідним є знайти науково-обґрунтовані та практично необхідні шляхи подолання негативних наслідків будівництва водосховищ і визначитися на основі еколого-економічного оцінювання з розробленням Плану дій з подальшої експлуатації дніпровських водосховищ.

#### Головне про минуле Дніпровського каскаду водосховищ.

Дискутуючи щодо доцільності будівництва дніпровських водосховищ не потрібно забувати, що завжди є необхідність раціонального використання та охорони водних ресурсів, враховуючи їх обмеженість і постійно зростаючі потреби галузей економіки, це й досі є одним із найважливіших завдань сучасності.

Матеріальною основою для вирішення цієї проблеми є водосховища, що у комплексі із каналами та іншими спорудами перерозподіляють річковий сток у часі та території.

Дніпровські водосховища створено у 1930–1970-х роках в українській частині басейну Дніпра. Їх місткість становить 43,7 км<sup>3</sup>, що дорівнює 90 % від загального об'єму водосховищ України, а площа водного дзеркала становить 6941 км<sup>2</sup>. Корисний об'єм дніпровських водосховищ становить 18,5 км<sup>3</sup>. Є можли-

вість щорічно забирати 10 – 14 км<sup>3</sup> дніпровської води, а це є більшою частиною від загального водопостачання в Україні. Майже 50 % цієї води забирається на промислові потреби, решта по 25 % використовується на комунально-побутові та сільськогосподарські потреби.

У природних умовах (без водосховищ) у межений період витрати води Дніпра можуть зменшуватись до 200 – 300 м<sup>3</sup>/с. За таких умов південь України залишався би без води. **Із накопичення водних ресурсів у дніпровських водосховищах вода надходить у південні та південно-східні регіони України**, а саме: у Північно-Кримський канал вода подавалася з витратами 300 м<sup>3</sup>/с; у Головний Каховський магістральний канал – 530 м<sup>3</sup>/с; у канал Дніпро – Донбас – 120 м<sup>3</sup>/с; у канал Дніпро – Кривий Ріг – до 40 м<sup>3</sup>/с. З дніпровських водосховищ живляться водоводи на міста й інші населені пункти.

**Користуючись водою із дніпровських водосховищ ГЕС регулюють енергонавантаження в енергосистемі України під час покриття пікових навантажень впродовж доби.** Наприклад, за час експлуатації (включно до 1975 року) дніпровські ГЕС виробили більше 173 млрд. кВт-год. Це дало можливість заощадити 70 млн. т донецького вугілля та не забруднювати навколишнє природне середовище. Фактичне середньорічне виробництво електроенергії Дніпровським каскадом ГЕС (1980–1999 роки) становило 10058,6 млн. кВт-год.

Велике значення мають дніпровські водосховища для водного транспорту, рибного господарства та рекреації.

**Для водотранспортного використання водосховищ є такі переваги порівняно з річкою:** після досягнення рівня води до НПР збільшуються глибини у верхньому б'єфі, є можливість шлюзування, спрямлення судохідних трас, зменшення швидкості течії, збільшення габаритів шляху, зменшення об'ємів землечерпання для розчищення судового ходу. Наприклад, об'єм землечерпання для розчищення транзитного судового ходу зменшився з 1959 року по 1979 рік більше, ніж у 3,6 рази з 18,8 млн. м<sup>3</sup> до 5,1 млн. м<sup>3</sup>, об'єм позатранзитних робіт не змінився.

Створення трас із гарантованими глибинами дало можливість збільшити вантажомісткість суден із 2,0 до 5,3 тис. т, використовувати теплоходи вантажомісткістю 2,7 тис. т типу «ріка-море», двохсекційних суден вантажомісткістю 7,5 тис. т та танкерів – 5,0 тис. т.

За таких умов збільшилась інтенсивність розвитку водного транспорту в Україні з 1970 року по 1990 рік, де 90 % показників припадає на дніпровські водосховища, а саме:

перевезення вантажів становило у 1970 році 27,28 млн. т, вантажообіг 6,08 млрд. тонокілометрів, а в 1990 році відповідно 65,6 млн. тонокілометрів та 16,5 млрд. тонокілометрів;

перевезення пасажирів становило у 1970 році 21,38 млн. пасажирокілометрів, пасажирообіг 494,8 млн. пасажирокілометрів, а в 1975 році 27,91 млн. пасажирокілометрів, пасажирообіг 2605,8 млн. пасажирокілометрів.

Передбачалося подальше збільшення технологічного зв'язку водного транспорту з підприємствами гірничорудної, металургійної промисловості та енергетики, розташованими неподалік від водних магі-

стралей, для збільшення частки річкового транспорту у внутрішньому вантажообігу. Передбачалося також перевезення пасажирів на великих судах, що перемістилося би в сферу їх використання для туристичних потреб.

**Створення дніпровських водосховищ призвело до змін умов функціонування рибного господарства.** Зміни відбулися у відтворенні рибних запасів та у промислі цінних порід риб.

Збільшення акваторії, загальної довжини берегової смуги, площі мілководь, здійснення компенсаційних заходів (будівництво нерестово-виросних господарств, риборозплідників тощо) відкрили нові можливості для інтенсифікації рибного господарства на водосховищах. Разом з тим виникли труднощі у формуванні стад цінних порід риб у нових умовах, у забезпеченні міграції риб на каскаді дніпровських водосховищ. Надходження промислових стоків зменшує продуктивність зоопланктону та бентосу, збільшує біомасу водоростей (в тому числі у значній кількості синьо-зелених водоростей). За даними УкрНДРГ за період з 1956 року по 1982 рік загальний улов риби з дніпровських водосховищ становив 3788,28 тис. ц.

Найбільший улов риби з дніпровських водосховищ був у 1972 році – 230,89 тис. ц, у 1982 році – вже 155,56 тис. ц. Найбільший улов риби у Каховському водосховищі був також у 1972 році – 99,38 тис. ц, з ряду причин вже у 1981 році улов риби тут становив 65,43 тис. ц. До цього кількість цінних промислових риб зменшилася, а дрібної риби – збільшилася. Так у 1972 році у Кременчуцькому водосховищі яща виловлено 39,3 тис. ц, а в 1979 році – 7,4 тис. ц, у ті ж роки плотви виловлено відповідно 4,8 тис. ц та 23,9 тис. ц.

**Заповідні та мисливські господарства.** На акваторії та у прибережній території водосховищ було створено заповідні, заказні, мисливські та риболовні господарства, що сприяли відтворенню та охороні іхтіофауни, водоплавної та борової дичини. Наприклад, на Київському водосховищі площа 2 заповідних мисливсько-риболовних господарств у 1979 році становила 30,2 тис. га, з них водна площа 9,3 тис. га; на Канівському водосховищі загальна площа 6 мисливських та мисливсько-риболовних господарств на той же час становила 186,9 тис. га, з них водна площа – 32,6 тис. га.

На заплавах луках та заболоченій прибережній території водосховищ відбувалося гніздування птахів. У зв'язку з коливанням рівнів води у водосховищах застосовувалося штучне гніздування птахів. Поєднання сприятливого стану у зоні впливу водосховищ з біотехнічними заходами сприяє збільшенню чисельності диких тварин (лося, косулі, кабана, зайця та інших) та птахів (тетерева, крякві, чирків, лисухи та інших).

**Рекреаційне використання дніпровських водосховищ.** Кількість закладів (пансіонатів, дитячих таборів, будинків відпочинку, санаторіїв) становило більше 210 одиниць, з них 84% – бази відпочинку виробничих підприємств, учбових закладів тощо. Найбільше на той час використовувалися Кременчуцьке та Каховське водосховища, куди за даними Укргідропроєкта [12] на короткочасний відпочинок приїздило одночасно близько 160 тис. осіб, а в перспективі планувалося – більше 530 тис. осіб. За розрахунками інституту Гіпроград потенційна

рекреаційна ємкість зазначених 2 водосховищ становила 774 тис. осіб одночасно відпочиваючих [12]. Тобто рекреаційні ресурси було задіяно лише на 21%. Різними проектними інститутами здійснювалися розробки зі збільшення рекреаційного освоєння закладів рекреації.

**Організація туризму** відбувалася за 2 напрямками – організованим та самодіяльним. У 1980 році з організованого туризму на дніпровських водосховищах найпопулярнішим був транспортний туризм на судах та відпочинок на туристичних базах на узбережжі водосховищ. До теплохідних екскурсій на дніпровських водосховищах входили: круїзні маршрути, екскурсійні маршрути, «маршрути вихідного дня». Дніпровський маршрут обслуговувало 4 теплоходи загальною ємкістю 1067 посадочних місць, що здійснювали в середньому 56 рейсів за навігаційний період, тобто у разі 100% завантаження загальна кількість пасажирів становила близько 60 тисяч. Крім того, за дніпровським маршрутом із заходом у м. Очаків та м. Одесу курсувало 3 комфортабельних теплоходи, що обслуговували іноземних туристів.

Самодіяльний туризм та відпочинок мав такі складові: водно-спортивний туризм, аматорська риболовля, туристичні групи, короткочасний відпочинок у рекреаційних зонах одно-двогодинної доступності.

Найбільш інтенсивного розвитку водно-спортивного туризму отримав біля великих міст на узбережжі водосховищ. Наприклад, на початку 1980 року у районі Києва було 8 великих ремонтно-відстійних пунктів (РВП), де нараховувалося більше 17 тис. суден маломірного флоту. В екологічному аспекті експлуатація катерів та човнів спричиняє водному середовищу мінімальні збитки, хоча, як правило, прийнята зворотня думка. Прикладом може бути РВП у районі Видубецького озера. Тут, незважаючи на розміщення у 1980 році близько 4 тис. човнів на порівняно невеликій замкненій акваторії не було порушено екологічну рівновагу водойми. Індикатором цього була незмінна кількість рибних запасів у цьому озері, які як і раніше були кормом для перелітних та зимуючих зграй птахів.

**У сучасних умовах для вирішення питань щодо створення сприятливих науково-обґрунтованих умов з експлуатації дніпровських водосховищ створено правові, інструктивні та методологічні основи.**

**Потрібно зазначити, що є екологічні проблеми законодавчого урегулювання у водно-екологічній галузі.** Їх, перш за все, потрібно розглядати щодо необхідності внесення змін до Водного кодексу України з таких напрямів:

встановлення меж водоохоронних зон (ВЗ), прибережних захисних смуг (ПЗС) водних об'єктів (статті 87, 88) [7];

виділення певної частини коштів за водокористування (статті 29, 30, 32) для встановлення інженерно-біотехнічного упорядкування та експлуатації ПЗС водних об'єктів;

залучення широкого кола громадськості для підтримання у процесі експлуатації належного інженерно-технічного та екологічного стану відведених територій ВЗ та ПЗС (статті 11, 20, 41).

Незважаючи на значну роль щодо збереження водойм та водотоків України та врегулювання господарювання у зоні їх впливу, **Водний кодекс**

**України має ряд недоліків та недоопрацювань, зокрема з позиції визначення ВЗ та ПЗС.**

Керуючись Водним кодексом України щодо встановлення ПЗС навколо водойм уздовж урізу води (у межений період) для дніпровських водосховищ у разі фактичного спрацювання їх рівнів межі ПЗС потрапляють на прибережні території в акваторіальній частині водосховищ, а не навколо них.

Щоб уникнути цієї парадоксальної ситуації для водосховищ необхідно прийняти інший методологічний підхід для встановлення меж ВЗ та ПЗС.

Такі можливості є, якщо під час проектування застосовувати ВБН 33-4759129-03-05-92 «Проектування, упорядкування та експлуатація водоохоронних зон водосховищ», затверджені наказом Держводгоспу України від 25.01.1993 № 10, узгоджені з Міністерством охорони навколишнього природного середовища України.

У цьому нормативному документі визначено такий порядок встановлення меж ВЗ та ПЗС:

внутрішньою межею ВЗ є лінія, що проходить по акваторіальній межі мілководдя;

зовнішньою межею ВЗ є найвіддаленіша від НПР лінія розповсюдження несприятливих або небажаних інженерно-геологічних, гідрологічних, гідрогеологічних та гідрометеорологічних процесів;

внутрішньою межею ПЗС є акваторіальний рубіж мілководної зони;

зовнішньою межею ПЗС є рубіж найінтенсивнішого розвитку несприятливих процесів взаємовпливу акваторії та берегу.

Розміри ВЗ визначаються на основі системного підходу, що враховує взаємний вплив узбережжя на водосховище й водосховища на узбережжя, а водоохоронний режим спрямовується на недопущення або обмеження негативних процесів забруднення водойми.

Межі ВЗ та її елементів встановлюються з урахуванням місцевих умов цільового призначення водного об'єкту або окремих його ділянок та господарського значення земель прибережних територій, рельєфу, затоплення, підтоплення, інтенсивності берегоукріплення, конструкції інженерного захисту берегу.

До удосконалення Водного кодексу України шляхом визначення меж водоохоронних зон і прибережних захисних смуг є правова основа, зазначена у ДБН 360-92\*\* «Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень» [9], а саме у розділі 10 «Охорона навколишнього середовища» п. 10.17 зазначено, що вздовж берегів водойм прибережні смуги устанавлюються завширшки не менше 20 м від урізу води, що відповідає нормальному підпірному рівню водойми. Під час проектування нових населених пунктів розміри водоохоронних зон треба приймати для водосховищ не менше 500 м з метою охорони водних об'єктів від забруднення згідно з п. 10.18 поверхневі води (атмосферні опади) перед скиданням у відкриті водойми підлягають очищенню на спеціальних очисних спорудах або міських очисних спорудах.

До нормативно-інструктивного документа, що є основним для управління водогосподарським комплексом у басейні Дніпра, є Правила експлуатації водосховищ Дніпровського каскаду [6] (далі – Правила).

У Правилах враховано пріоритетність та особливість водокористування кожної галузі економіки України.

Особливістю розроблених (в Українському науково-дослідному інституті водогосподарсько-екологічних проблем (УНДІВЕП) за участю членів наукового творчого колективу галузей-водокористувачів, водоспоживачів) Правил було те, що з моменту затвердження їх попередньої редакції (1981 рік) минуло понад 3 десятиліття. За ці роки змінилася система водокористування, водоспоживання та водогосподарсько-екологічна ситуація у басейні головної водної артерії України. Тобто з'явився досвід експлуатації дніпровських водосховищ, що й враховано у Правилах в Основних розділах.

До методологічних основ щодо експлуатації дніпровських водосховищ слід віднести розроблену в УНДІВЕП за участю інших наукових закладів та галузей-водокористувачів і водоспоживачів Методику розрахунку збитків у галузях економіки України у басейні Дніпра в маловодні роки (далі – Методика) [10]. За загальними положеннями Методики в ній застосовано системний підхід до визначення збитків у галузях економіки України та додаткового навантаження на екосистему внаслідок дефіциту водних ресурсів у період маловодних років у басейні Дніпра, запропоновано заходи щодо запобігання їх виникненню. Наведено економіко-математичні формули оперативних розрахунків збитків, спричинених галузям-водокористувачам та водоспоживачам, внаслідок зменшення об'ємів водних мас, погіршення якості води та екологічного стану водних об'єктів у басейні Дніпра в період маловодних років, а також розрахунки збитків, пов'язаних зі збільшенням забруднення екосистеми Дніпра.

Розглянуто зазначене питання під кутом зору оцінювання екологічних, економічних і соціальних наслідків та оцінки заходів щодо запобігання виникненню цих збитків.

Розроблено відповідний комплекс заходів із запобігання шкоди навколишньому природному середовищу та збитків у галузях економіки України.

Ці методологічні підходи розроблено також з метою дати науково-обґрунтовану відповідь на питання щодо доцільності зміни рівневого режиму дніпровських водосховищ або навіть їх спуску, що час від часу порушуються у засобах масової інформації.

Користуючись зазначеними методологічними підходами у подальших дослідженнях в УНДІВЕП здійснено еколого-економічну оцінку впливу зменшення рівнів води на прикладі основного регулятора стоку Кременчуцького водосховища на природне середовище та галузі економіки України [10].

Розрахунки збитків, завданих галузям економіки України внаслідок передчасного спрацювання Кременчуцького водосховища у липні 1996 року, виконано за Методикою оцінки економічної ефективності комплексного використання водних ресурсів (на прикладі дніпровських водосховищ) [11] та Методикою розрахунку збитків [10] із використанням інформаційного матеріалу галузей-водокористувачів і водоспоживачів. За результатами розрахунків визначено, що: втрати річного чистого доходу внаслідок зрощення із дніпровських водосховищ у серпні – жовтні 1996 року під час зменшення лімітів водокористування у сільському господарстві на 20 % становлять 6,96 млн. грн.; вартість втраченої рибопродукції становить 669,75 тис. грн.;

витрати на оплату електроенергії для закачування води до ставків рибних господарств, розташованих у мілководній зоні Кременчуцького водосховища, становлять у липні 100 тис. грн.;

втрати річного чистого доходу внаслідок споживання води для промислових потреб у разі зменшення лімітів водокористування на 20 % становлять 2,48 млн. грн.;

пріоритетність у водоспоживанні надається водозабезпеченню населення міст та сільських населених пунктів. Тому збитків внаслідок обмеження водоспоживання під час водопостачання міст і населених пунктів не буде.

Загальна сума збитків, зазначених АСК «Укррічфлот», внаслідок понаднормативного спрацювання навігаційних рівнів дніпровських водосховищ і зменшення прохідних глибин на суднових ходах становить 9,3 млн. грн.

У результаті порівняння розрахунків режимів роботи ГЕС Дніпровського каскаду за 3 варіантами визначено додаткове енергетичне спрацювання Кременчуцького водосховища на 35 см нижче мінімально необхідного за вимогами екології.

Збитки, завдані галузям економіки України внаслідок спрацювання Кременчуцького водосховища у липні 1996 році, у разі додаткового виробництва електроенергії становлять 33,5 млн. грн.

Внаслідок передчасного спрацювання Кременчуцького водосховища погіршилися якість його води та екологічний стан.

Результати обстежень екологічного стану біоти та розрахунки можливих збитків, завданих гідростемі внаслідок погіршення екології під час передчасного спрацювання Кременчуцького водосховища свідчать про значні матеріальні збитки, спричинені погіршенням аераційної, берегозахисної, водоочищувальної, нерестової, рибогосподарсько-кормової та мисливсько-промислової функцій.

**Щодо майбутнього Дніпровського каскаду водосховищ**, то на наше тверде переконання, теперішнім і прийдешнім поколінням потрібно:

**по-перше** – завжди мати на увазі важливий аспект функціонування дніпровських водосховищ, їх здатність істотно зменшувати максимальний стік Дніпра у весняний період, Київське водосховище може зменшити максимальну витрату водопілля на 500–2000 м<sup>3</sup>/с, Канівське водосховище на 500–1000 м<sup>3</sup>/с, а робоча ємкість Кременчуцького водосховища у найкритичніші періоди має здатність до зниження максимальних витрат води на 4000–10000 м<sup>3</sup>/с, що є повного гарантією недопущень руйнівних дій повеней нижче м. Кременчука;

**по-друге** – відповідаючи на питання безпеки ГЕС на Дніпрі, а це є предметом постійної уваги не лише енергетиків, слід проінформувати, що на всіх 6 Дніпровських ГЕС і Київській ГАЕС регулярно впродовж вже багатьох років здійснюється детальне обстеження гідротехнічних та гідроенергетичних споруд комісією у складі висококваліфікованих спеціалістів: гідротехніків, будівельників, енергетиків, механіків, екологів, медиків та інших. Згідно з висновками комісії із обстеження гідротехнічні споруди Дніпровського каскаду ГЕС перебувають у безпечному робочому стані.

Про серйозне ставлення держави до питань безпеки ГЕС та гідротехнічних споруд свідчить розроб-

лення проекту Закону України «Про безпеку гідротехнічних споруд»;

по-третє – чітке ставлення до ідеї спуску Київського водосховища, що можна співставити за негативними наслідками, подібними до Чорнобильської катастрофи. Слід зазначити, що незважаючи на темпи такого спуску, більшість забруднень донних відкладів радіонуклідами перейде в усі інші дніпровські водосховища, ще є джерелом водопостачання більшості населення України. До того ж, радіонукліди, накопичені у мулі, у разі його висихання розвіються вітром в атмосферу, що призведе до забруднення значних територій. Різні ідеї щодо вивезення радіоактивного мулу, рекультивациі та відновлення осушених площ (більше 80 тис. га) є проблематичними з економічної, агротехнічної та екологічної точок зору.

Висновком із вищенаведеного може бути збереження й дбайливе ставлення до зазначених унікальних водних об'єктів у басейні Дніпра.

Для цього необхідно виконати всі водоохоронні заходи, передбачені в Загальнодержавній цільовій програмі розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення басейну річки Дніпро на період до 2021 року [14], що гарантує подальше безпечне функціонування дніпровських водосховищ, саме:

будівництво інженерних споруд з очищення стічних вод, що надходять із точкових та площинних джерел забруднення. Слід зазначити, що перспективне надання коштів іноземними інвесторами на реконструкцію Бортницької станції аерації є дієвою підтримкою для здійснення цієї життєво необхідної проблеми для громадян України з метою збереження джерела водопостачання з дніпровських водосховищ;

експлуатація дніпровських водосховищ та їх водоохоронних зон (прибережних захисних смуг) усіма водоспоживачами та водокористувачами згідно з правовими та методичними документами має бути під постійним контролем громадськості з метою раціонального використання та охорони водних ресурсів водосховищ;

вирішення проблеми збереження екологічної рівноваги водних та навколководних екосистем з урахуванням специфіки великих рівнинних дніпровських водосховищ, що належать до заплавного типу з наявністю 130 тис. га мілководних зон, де впродовж усього терміну експлуатації водосховищ сформувалися стабільні екосистеми на водно-болотних угіддях, що мають цінність для відновлення біорізноманіття флори та фауни [6];

маючи на увазі величезне значення дніпровських водосховищ, як об'єктів комплексного використання водних ресурсів, потрібно застосовувати новітні технології під час галузевого їх використання, здійснення природо- та водоохоронних заходів на акваторії й на прибережних територіях;

відродити транспортне використання водних шляхів водосховищ з метою зменшення забруднення атмосферного повітря автотранспортом, створення доступного для громадян пасажирського транспорту, що є більш комфортним і безпечним для їх життєдіяльності;

відродити рибогосподарську галузь на дніпровських водосховищах, застосовуючи усі системи заходів із раціонального використання та охорони рибних ресурсів, а саме: підвищення рибопродуктивності,

біологічного режиму шляхом меліорації природних нерестовищ, більш повного використання кормових ресурсів тощо;

впровадження дієвих заходів щодо поліпшення якості дніпровської води;

пришвидшення прийняття Закону України «Про безпеку гідротехнічних споруд», що посприє й надалі забезпеченню чітко окреслених у ньому обов'язків всіх, хто причетний до проектування, спорудження та експлуатації гідротехнічних споруд;

звернути увагу на повернення можливості для всіх громадян України рекреаційного використання прибережних територій водосховищ для цього: широко використовувати для захисту абразійних ділянок берегів інженерних споруд – локальних примивів, споруджених засобами гідромеханізації із місцевих піщаних ґрунтів [13];

не допускати подальшого замиву мілководних зон для забудови, що є порушенням правових актів [7–9];

підвищувати екологічну свідомість усіх громадян України щодо дбайливого ставлення до важливих з економічної, соціальної та екологічної точок зору рукотворних об'єктів – водосховищ Дніпровського каскаду [15].

### 2.3.2. Дністровський каскад ГЕС і ГАЕС, транскордонне використання водних ресурсів

#### 2.3.2.1. Перспективне використання водних і гідроенергетичних ресурсів у басейні Дністра

На основі наукових досліджень, проектних робіт та аналізу результатів міжнародних проектів всебічно обґрунтовано перспективне використання водних і гідроенергетичних ресурсів у басейні Дністра.

**Характеристика басейну Дністра.** Дністер – одна з найбільших річок України. Довжина річка – 1352 км, площа водозбору – 72100 км<sup>2</sup>. За умовами живлення, водного режиму та фізико-географічної особливості русло ріки можна розділити на 3 частини: верхню – Карпатську (від витoku до гирла р. Золота

Липа, довжиною 296 км), середню – Волинсько-Подільську (від с. Нижне до м. Дубосари, довжиною 705 км) і Нижню (від греблі Дубосарської ГЕС до гирла довжиною 351 км).

Карпатська частина басейну має дуже розвинуту гідрографічну мережу щільністю до 1–1,5 км/км<sup>2</sup> переважно розвиненої на правобережжі, де протікають річки Стрий, Свіча, Лімниця, Бистриця Солотвинська та Бистриця Надвірнянська. У цій частині формується близько 70 % стоку річки.

Волинсько-Подільська частина басейну також має добре розвинену гідрографічну мережу до 0,7–1,0 км/км<sup>2</sup>, тут річкова мережа складається винятково лівобережними притоками (річки Серет, Збруч, Стрипа, Смотрич, Ушиця, Лядова, Немія, Мурафа та інші).

Дністер має 385 притоків: правобережних – 177, лівобережних – 208, відповідно площа водозбору становить 31034,6 км<sup>2</sup> та 41065,4 км<sup>2</sup>.

У нижній частині загальне число річок на правобережжі, де протікають річки Реут, Бик і Ботна.

Для верхньої частини характерною є велика кількість паводків протягом усього року, внаслідок випадіння короткочасних та інтенсивних опадів у теплий період року, короткочасного танення в горах у період зимових відлиг і загального танення снігового покриву у весняний період.

Для середньої та нижньої течії характерною є наявність найчастіше одного основного паводка у весняний період (водопілля), зумовленого таненням снігового покриву. Дощові опади теплої періоду не такі рясні й не спричиняють інтенсивних паводків, як на карпатських річок. Притоки нижньої частини басейну не мають помітного впливу на режим стоку.

Найбільшу питому вагу паводкового стоку мають карпатські притоки. З басейну Верхнього Дністра до м. Заліщики, що займає трохи більше 30 % площі водозбору та визначає основний приплив до Дністровського водосховища, стікає в середньому 70 % усього стоку (табл. 2.2) остання частина води (близько 30 %) стікає з 70 % площі басейну середньої та нижньої течії річки.

Таблиця 2.2

**Характеристики видатних паводків у басейні р. Дністер (пост Заліщики)**

Показники	Роки, місяці									
	1893, червень	1900, липень	1906, червень	1913, липень	1927, вересень	1941, вересень	1948, липень	1969, червень	1980, липень	2008, липень
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Максимальний рівень води, см над «0»	950	860	800	895	891	1251	865	1078	907	1014
Максимальні витрати води, см над «0», м <sup>3</sup> /с	4440	3730	3070	4120	4070	8040	3420	5970	3910	5400

Плавнева система Дністра має довжину 57 км, ширину – 4–6 км. Важливим елементом ландшафту гирлової ділянки є плавневі озера кількістю близько 100, але основних озер – 10–15. Більшість плавневих озер з'єднано водотоками (ериками) із рукавами річки, що перерізають прирусловий вал, а далі проходять через зарості водної рослинності [18].

Лиманно-гирлові комплекси (ЛГК) Дністра є унікальними природними системами, що мають значний природно-ресурсний потенціал [19].

Унікальність басейну Дністра приваблює світових вчених.

**Дослідження басейну Дністра за міжнародними програмами** здійснювали за 3 великими міжнародними проектами, а саме:

2004–2006 роки ОБСЕ та ЄЕК ООН разом з представниками Республіки Молдова та України реалізовано проект «Транскордонне діагностичне дослідження басейну р. Дністер» (Дністер I) за підтримки урядів Швеції, Швейцарії та США;



2006–2007 роки проект Дністер II отримав підтримку Агенції з охорони навколишнього середовища (SEPA) та є частиною ініціативи «Навколишнє середовище та безпека» (ENVSEC), а ЮНЕП/GRID – Арендал за співробітництвом з органами влади та неурядовими організаціями Республіки Молдова та України й здійснив підтримку у реалізації компонента проекту з інформаційного менеджменту;

2009–2010 роки продовжено дослідження за програмою Дністер III «Навколишнє середовище та безпека» (ENVSEC) із подальшого молдовсько-українського співробітництва з управління басейном р. Дністер.

Потому здійснювалася реалізація міжнародного проекту «Транскордонний менеджмент ризику в басейні Дністра».

Аналіз завдань та результатів зазначених проектів засвідчив, що всі вони спрямовано на оцінку якості води басейну Дністра, інституціональні, законодавчі та регуляторні аспекти управління водними ресурсами.

На XII конференції 9 липня 2010 року у м. Одеса уловноваженими із реалізації Угоди між Кабінетом Міністрів України та Урядом Республіки Молдова щодо спільного використання та охорони прикордонних вод прийнято рішення щодо розроблення міждержавних, узгоджених сторонами, Правил експлуатації дністровських водосховищ, на територіях України та Молдови.

Зазначені дослідження є актуальними. Це визначено на міжнародному рівні під час розгляду моделі функціонування дністровських водосховищ, що розроблена Інженерним корпусом армії США в співробітництві з Міжнародним центром комплексного управління водними ресурсами та Альянсом з глобальної адаптації водних ресурсів. Модель розроблено в рамках проекту «Зміни клімату та безпека в басейні ріки Дністер», що здійснюється Міжнародною ініціативою «Навколишнє середовище та безпека». Ці питання розглянуто в Києві та Кишиневі у жовтні 2014 року.

Цікаво, що за основу для зазначеної Моделі було обрано другу редакцію Правил експлуатації дністровських водосховищ, що виконано на замовлення Укргідроенерго та розроблено спеціалістами різних профілей знань наукового творчого колективу під науковим керівництвом академіка Яценка А.В., директора Українського науково-дослідного інституту водогосподарсько-екологічних проблем. Зазначені матеріали передано Молдовською стороною, що є підтвердженням їх значущості, незважаючи на деякі зауваження під час їх узгодження з Молдовою.

Зараз здійснюється дослідження за проектом ініціативи «Навколишнє середовище та безпека» за фінансовою підтримкою ЄЕК та Уряду Австрії.

На 12-ій зустрічі Робочої групи ОБСЄ зі зменшення ризику паводків та адаптації до змін клімату у квітні 2016 року було також розглянуто питання з розроблення Правил експлуатації Дністровського каскаду ГЕС і ГАЕС. Доповідали спеціалісти Укргідропроекту та Українського науково-дослідного інституту водогосподарсько-екологічних проблем. Зазначено, що застосовуються:

басейновий комплексний та цільовий підходи до раціонального використання водних ресурсів на засадах визначення факту їх обмеженості та забруднення внаслідок господарської діяльності;

обґрунтовано процедуру здійснення екологічної оцінки якості поверхневих вод;

висвітлено екологічні вимоги до режиму експлуатації дністровських водосховищ;

оцінено тенденції трансформації ландшафтних комплексів водоохоронних територій Дністровського гідровузла в сучасних умовах, застосовуючи дані дистанційного зондування Землі та методи дешифрування космічних знімків за останні 30 років.

На 12-ій зустрічі Робочої групи ОБСЄ також розглянуто план впровадження стратегічних напрямків адаптації до змін клімату в басейні Дністра.

*Даючи коментарі до цього Плану слід підтримати заходи із розчищення єрика Застійний і рішення круглого столу «Звільнення плавнів – найважливіше збереження екосистеми дельти Дністра».*

До цього слід зазначити, що позитивні результати із обводнення плавнів можуть бути у разі наявності достатньої кількості водних ресурсів, що формуються на площі водозбору Дністра особливо у його верхів'ї – це малі водосховища ГЭС на притоках Дністра і 6 середніх ГЭС вище за течією від Дністровського водосховища.

Вивчення використання водних і гідроенергетичних ресурсів в Карпатському регіоні почалося з 1947 року Українським відділенням Гідроенергопроекту, Західноукраїнським та Українським філіалами Діпросільелектро, Укргідроводгоспом, науковими установами АН УРСР. Складено схеми енергетичного використання річок Стрий, Серет, Горинь, Прут. Досліджено можливість будівництва ГЕС середньої та малої потужності.

У Генеральній схемі регулювання та комплексного використання водних ресурсів гірських річок Закарпатської, Івано-Франківської, Львівської та Чернівецької областей, розроблений Укргідроводгоспом у 1961–1962 роках передбачалося розробити проект 24 водосховищ із загальною місткістю 2964 млн. м<sup>3</sup>.

У 1976 році за проектом Укргідроводгоспу та за участю УкрНДГідрометеорології для використання гідроенергетичного потенціалу верхньої частини Дністра передбачено будівництво 18 водосховищ на річках Стрий, Свіча, Лімниця, Бистриця Солотвинська та Бистриця Надвірнянська.

У 1977 році Львівдіпрводгоспом за Схемою комплексного використання і охорони водних і земельних ресурсів Івано-Франківської області визначено, що потенційна потужність річок Лімниця, Бистриця Солотвинська та Бистриця Надвірнянська становить 118,19 тис. кВт, а потенційна енергія – 1035,9 млн. кВт.

У 2012 році Законом України від 24 травня 2012 р. № 4836-VI затверджено Загальнодержавну цільову програму розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення басейну р. Дніпро на період до 2021 року.

На виконання цієї програми розроблено Комплексну регіональну цільову програму розвитку водного господарства на період до 2021 року. У цій програмі передбачено будівництво протипаводкових емкостей на притоках річки Лімниця із загальним об'ємом 38,1 млн. м<sup>3</sup>.

Існування водосховищ малих і середніх ГЕС у майбутньому дозволить забезпечити накопичення водних ресурсів для здійснення протипаводкового захисту від

затоплення земель і використання акумульованого в них стоку для здійснення гарантованих заходів із промивання русла та обводнення дністровських плавнів у достатніх об'ємах навіть в маловоді роки.

Зазначені заходи дозволяють вирішити передбачені Планом впровадження заходи зі «Зменшення збитків внаслідок екстремальних паводків», «Зменшення збитків внаслідок дефіциту води», «Зменшення збитків внаслідок погіршення якості води», «Підтримки та відновлення водних й навколоводних екосистем і видів».

Окрім цього нині склалися негативні наслідки погіршення соціальних умов місцевого населення у верхів'ї Дністра, що призводить до міграції населення, масового вирубування лісу в гористій місцевості Карпат, а також до незадовільних умов стану інфраструктури (у тому числі забезпечення безпечного транспортного сполучення на гірських річках).

Для визначення впливу перспективного використання водних і гідроенергетичних ресурсів у басейні Дністра та прогнозування можливих ризиків [20] вважаємо за доцільне:

дослідити зміни ландшафтного та рослинного різноманіття у Дністровській верхній частині басейну та гирловій області із використанням даних дистанційного моніторингу на зазначених крупних природних об'єктах, де виконувати регулярні польові дослідження важко та надзвичайно дорого;

після складання Правил експлуатації Дністровських ГЕС і ГАЕС з розглядом природоохоронних вимог перейти до розроблення міждержавних Правил експлуатації водосховищ у басейні Дністра.

Здійснення перерахованих вище заходів є можливим з урахуванням забезпечення міжнародної співпраці та технічної допомоги для природоохоронних й інфраструктурних програм і проектів, для впровадження стратегічних напрямів і заходів адаптації у басейні Дністра.

### 2.3.2.2. Транскордонне використання водних ресурсів у басейні Дністра

Транскордонне використання водних ресурсів за домовленістю Держав-Сторін ґрунтується на таких принципах:

оцінка значення водних об'єктів та пов'язаних з ними природних водних ресурсів для соціально-економічного розвитку Держав-Сторін, що домовляються;

обумовлення мети щодо досягнення раціонального використання водних та інших природних ресурсів та їх належної охорони [7];

оцінка сучасного стану водних та інших природних ресурсів і екосистем басейну річки, зазначаючи відповідні економічні, соціальні та екологічні наслідки для Держав-Сторін, що домовляються;

виявлення причин зміни гідрологічного режиму річок, в тому числі внаслідок будівництва гідротехнічних споруд на них;

формування підстави для здійснення дій зі зменшення (унікнення) шкідливого впливу на навколишнє природне середовище та екологічну ситуацію, що складається на водному об'єкті;

розгляд необхідних дій із захисту, збереження навколишнього природного середовища та сталого використання природних ресурсів басейну річки, як

невід'ємної частини процесу розвитку, що забезпечує нагальні потреби теперішнього та майбутніх поколінь.

#### **Підстави для досягнення угоди**

Державами-сторонами, що керуються принципом розумного та справедливого використання транскордонних водотоків;

визнання необхідності здійснення зобов'язань щодо міжнародних угод, таких, як Конвенція з охорони та використання транскордонних водотоків і міжнародних озер від 17 березня 1992 року та протоколів до неї, Конвенція щодо оцінки вилу на оточуюче середовище в транскордонному контексті від 25 лютого 1991 року, Конвенція щодо водно-болотних угідь, що мають міжнародне значення, головним чином, як місцепробування водоплавних птахів від 2 лютого 1971 року, та приймаючи до уваги положення Конвенції ООН щодо права несудноплавних видів використання міжнародних водотоків від 21 травня 1997 року і Директиви 2000/60/ЄС Європейського Парламенту та Ради із встановлення рамок діяльності Співтовариства в питанні водної політики від 23 жовтня 2000 року [21].

Розглядаючи питання на нарадах з охорони транскордонних водних об'єктів, наприклад, р. Дністер слід зазначити, що:

ці наради збираються згідно зі статтею 16 Угоди між Кабінетом Міністрів України та Урядом Республіки Молдова щодо спільного використання транскордонних вод, прийнятою 23 листопада 1994 року в м. Кишинів;

на таких нарадах Уповноважені України та Молдови обмінюються інформацією щодо виконання рішень попередніх нарад; робочих програм із виконання Угоди щодо спільного використання та охорони транскордонних вод; здійснюється постійна робота робочих груп та експертів;

робочі групи на зазначених водних об'єктах розглядають інформації керівників робочих груп із управління водними ресурсами, водно-екологічного моніторингу та контролю якості вод і груп біологічного різноманіття.

Щодо питання **управління водними ресурсами басейна р. Дністер** [18] розглядаються такі питання:

здійснення екологічних попусків та їх вплив на екосистему Дністра, а також визначення проблемних ділянок для здійснення спільних робіт із розчищення від наносів для вільного проходження води під час попуску; необхідність спільних заходів (узгоджених робіт) зі збільшення проточності Дністровських плавнів.

#### **Співпраця України та Молдови, організацій різного рівня**

На засідання Басейнової ради р. Дністер запрошуються представники органів виконавчої влади, місцевого самоврядування та неурядові організації. На цих зібраннях розглядаються питання стану водних ресурсів басейну Дністра та співпраця з управлінням річковим басейном спільно з Республікою Молдова.

Така співпраця, наприклад, відбувається на зустрічах робочої групи з управління водними ресурсами басейну р. Дністер, де розглядалися пропозиції Сторін із корегування Регламенту українсько-молдовського співробітництва щодо захисту від повеней на транскордонних водотоках і внутрішніх водах. Уточнення та корегування Регламенту відбувається за участю гідрометеорологічних служб України та Молдови.

Розглядаються питання щодо: рівномірного проходження попусків із буферного водосховища впродовж доби для запобігання різких коливань рівнів води;

необхідності реконструкції очисних споруд біля м. Сороки;

дослідження впливу Дністровського гідровузла на екосистему р. Дністер.

Робочі групи з обох держав, визначилися у необхідності продовження спільних відборів проб води у верхній та в нижній течії р. Дністер.

Група зі збереження біорізноманіття працює у галузі охорони рибних ресурсів та регулювання риболовлі в р. Дністер. Наприклад, у результаті співпраці у 2008–2009 роках розроблено та видано карту біорізноманіття Нижнього Дністра. Уповноваженими зазначено необхідність продовження подальшого співробітництва у галузі збереження та охорони біорізноманіття.

На нашу думку вже створилася необхідність спільних експедиційних досліджень на р. Дністер від витоків до гирла за участю українських і молдовських спеціалістів різних галузей знань для обґрунтування подальшого напрямку дій у розробленні заходів щодо збереження біорізноманіття у р. Дністер.

Робочими групами України та Молдови розглянуто питання щодо розроблення Правил експлуатації дністровських водосховищ, що можуть мати статус міждержавного документа.

#### **Міждержавні угоди**

У листопаді 2012 року розроблено Договір між Урядом Республіки Молдова та Кабінетом Міністрів України щодо співробітництва у галузі охорони та сталого розвитку басейну р. Дністер [4].

У договорі висвітлено: загальні положення; принципи та сфера співробітництва; організаційний меха-

нізм; заключні положення. У додатках наведено: контрольовані види діяльності та забруднювачі; дифузійні джерела забруднення в сільському та лісовому господарствах; санкціонування скидів; визначено щодо найкращої наявної технології отримання інформації та найкращої екологічної практики співробітництва.

Зазначено, що цей Договір вступає в силу з дня отримання останнього письмового повідомлення щодо виконання внутрішньодержавних процедур, необхідних для введення його в дію, та діє впродовж 5 років [22].

#### **2.3.3. Південно-Бузький каскад малих ГЕС**

Басейн Південного Бугу має значні гідроенергетичні ресурси. Теоретичні запаси енергії річок басейну за потужністю становлять 154 тис. кВт, за виробітком – 1,35 млрд. кВт/год. Основні гідроенергоресурси мають Південний Буг, Синюха та Інгул – відповідно 124, 11,5 та 6,6 тис. кВт, тобто 92 % від енергоресурсів басейну. Малі ГЕС розташовано на таких річках басейну: Рів, Сільниця, Соб, Дохна, Гірський Тікич, Гнилий Тікич, Ятрань та деякі інші [23, 24].

На сьогодні на території басейну експлуатується 32 малих ГЕС із загальною встановленою потужністю понад 50 тис. кВт й середньорічним виробітком електричної енергії близько 150 млн. кВт/год. До найбільших із них належать: Ладизинська, Глибочокська, Гайворонська, Олександрівська гідроелектростанції.

Природні умови долини Південного Бугу є дуже сприятливими для енергетичного використання, особливо на ділянці від м. Вінниця до смт Олександрівка Миколаївської обл. На сьогодні енергію Південного Бугу використовують 16 малих гідроелектростанцій із загальною потужністю 41 тис. кВт. Їх основні характеристики наведено в табл. 2.3.

Таблиця 2.3

#### **Перелік та характеристики діючих малих гідроелектростанцій на р. Південний Буг**

№ з/п	Найменування малих ГЕС	Місця розташування	Відстані від гирла, км	Площі водозбору, км <sup>2</sup>	Середні багаторічні витрати води, м <sup>3</sup> /с	Роки введення в експлуатацію	Встановлені потужності, кВт
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Щедрівська	Хмельницька обл., Летичівський р-н, смт Летичів	681	2682	10,5	1958	700
2	Новокостянтинівська	Хмельницька обл., Летичівський р-н, с. Новокостянтинів	678	3018	10,8	1950	520
3	Сандрацька	Вінницька обл., Хмельницький р-н, с. Широка Гребля	640	4240	14,3	1953, відновлена 1999	450
4	Сабарівська	м. Вінниця	571	8960	29,1	1953	1250
5	Сутиська	Вінницька обл., Тиврівський р-н, смт Сутиски	537	10780	33,4	1958	1400
6	Брацлавська	Вінницька обл., Немирівський р-н, смт Брацлав	458	12340	36,6	1951	400
7	Ладизинська	Вінницька обл., м. Ладизин	400	13300	38,5	1964	7500

1	2	3	4	5	6	7	8
8	Глибочанська	Вінницька обл., Тростянецький р-н, с. Глибочок	372	17130	48,2	1960	6600
9	Чернятська	Вінницька обл., Бершадський р-н, с. Чернятка	346	18700	51,2	1953	1500
10	Гайворонська	Кіровоградська обл., Гайворонський р-н, м. Гайворон	316	20260	53,8	1962	5700
11	Березівська*	Кіровоградська обл., Гайворонський р-н, с. Березівка	288	20850	54,8	1954, від- новлена 2011	330
12	Савранська*	Одеська обл., Савранський р-н, смт Саврань	288	20850	54,8	1950, відновлена 2013	900
13	Первомайська	Миколаївська обл., м. Первомайськ	196	27300	64,0	1929, рекон- струкція 1951	1750
14	Мигійська	Миколаївська обл., Первомайський р-н, с. Мигія	187	44200	88,0	1951, реконструк- ція 1961, 2017	1110
15	Костянтинівська	Миколаївська обл., Доманівський р-н, с. Богданівка	156	45200	89,0	1955	800
16	Олександрівська	Миколаївська обл., Вознесенський р-н, смт Олександрівка	135	46200	91,4	1999	10000

\* – Березівська та Савранська ГЕС розташовано на греблі Савранського водосховища

У каскаді гідроелектростанцій на Південному Бугу створено водосховища для регулювання стоку. Особливо велике значення для регулювання стоку під час літньо-осінньої межени мають Шедрівське, Ладжинське та Олександрівське водосховища із загальною місткістю 250 млн. м<sup>3</sup>. Завдяки попускам із цих водосховищ у маловодний період на р. Південний Буг підтримуються санітарні витрати води майже за всією довжиною річки.

Є екологічна проблема зі збереження постійної санітарної витрати води у річці нижче за течією малих ГЕС. У період маловоддя приплив води є недостатнім для роботи більшості ГЕС. Тому вони працюють за такою схемою: накопичення води у водосховищі, спрацювання його для вироблення електроенергії на 0,2–0,4 м нижче гребеня переливної греблі (фото 2.1), зупинка ГЕС для накопичення води без пропуску в нижній б'єф навіть санітарного попуску (фото 2.2).



Фото 2.1. Переливна гребля Брацлавської ГЕС



**Фото 2.2. Південний Буг нижче за течією Брацлавської ГЕС під час зупинки**

У результаті нижче за течією більшості ГЕС певний час (від декілька годин до 1–2 діб) стоку води взагалі немає, і Південний Буг перетворюється в окремі заводі. У зв'язку із несприятливим прогнозом щодо водності в басейні Південного Бугу в найближчі 40–60 років [25], екологічна проблема збереження санітарного попущу нижче за течією малих ГЕС підлягає вирішенню у Правилах експлуатації Південно-Бузького каскаду малих ГЕС (в частині природоохоронних вимог).

Поруч із діючими ГЕС у басейні Південного Бугу на основній річці та її притоках є 21 малих ГЕС, виведених з експлуатації, загальна потужність їх становить 8 тис. кВт. Вони законсервовані або списані й перебувають у незадовільному стані, на частині із них здійснюється реконструкція [24].

#### **2.3.4. Проблеми басейну р. Сіверський Донець**

Проблемами басейну р. Сіверський Донець є наявні ризики транскордонних водно-екологічних ускладнень особливо у промислово розвинених містах, на території яких розташовано екологічно-небезпечні об'єкти.

Територія ділянки басейну річки Сіверський Донець у Харківській, Луганській та Донецькій областях є високо урбанізованим та індустріально-розвиненим регіоном України з інтенсивним сільським господарством. Промислово-виробничий потенціал цього регіону перевищує 30% від загального потенціалу України, а за паливною галуззю та чорною металургією понад 55 і 40% відповідно. У той же час водно-ресурсний потенціал регіону становить лише 7,9% від загальнодержавного. Водозабезпеченість населення місцевим стоком характеризується як «низька» та «надзвичайно низька». Вона у 3 рази є нижчою за середню в Україні, а без урахування транзитного стоку – майже у 8 разів. Інтенсивність (кратність) використання місцевого річкового стоку досягає 1,2 рази, а у маловодні роки збільшується до 3,5 разів,

тоді як в середньому в Україні вона становить відповідно 0,6 та 1,4 рази. У маловодні роки дефіцит водних ресурсів басейну сягає 1 км<sup>3</sup>. За цього, на тлі обмеженості водних ресурсів в областях відзначено високі показники водоспоживання та водовідведення, обумовлені наявністю великої кількості водоемких виробництв.

Для характеристики сучасного стану води річок басейну р. Сіверський Донець використано дані спостережень Українського гідрометеорологічного центру України за 1997, 2000, 2002 та 2003 роки. Якщо проаналізувати один із показників, наприклад, мінералізацію, можна зробити такі висновки.

У 1997 році мінералізація змінювалась від 408 до 2354 мг/л. За хімічним складом вода у річці належить до гідрокарбонатного класу – від с. Огірцеве до м. Ізюм, гідрокарбонат-хлоридного класу – від м. Лисичанськ до с. Кружилівка.

Мінералізація річки Сіверський Донець у 2000 році змінювалась у межах від 636 до 2463 мг/л. Мінералізація річок Казенний Торець, Сухий Торець, Бахмут, Красна, Борова, Біленька, Лугань перевищувала гранично допустимі норми та змінювалась від 702 до 2463 мг/л.

У 2002 році мінералізація річки Сіверський Донець змінювались у межах від 646 до 1372 мг/л. Мінералізація річок Вовча, Уди, Лопань, Харків, Оскіл змінювалась від 651 до 866 мг/л.

Мінералізація річок Казенний Торець, Сухий Торець, Бахмут, Красна, Борова, Біленька, Лугань перевищувала ГДК та коливалась від 1570 до 2639 мг/л.

У 2003 році мінералізація річки Сіверський Донець змінювалась у межах 304 – 1300 мг/л.

Мінералізація притоків Сіверського Донця – річок Вовча, Уди, Лопань, Харків, Оскіл змінювалась від 588 до 744 мг/л.

Мінералізація річок Казенний Торець, Сухий Торець, Бахмут, Красна, Борова, Біленька, Лугань перевищувала гранично допустиму концентрацію.

Максимальну концентрацію зафіксовано у р. Бахмут – 2018 мг/л.

Усі ці зміни наведено на рисунку 2.1.

Значний антропогенний тиск на басейн Сіверського Дінця зумовлює підвищений рівень значення показника мінералізації вздовж річки, що значно перевищує норму.

Аналізувати вплив гірничо-видобувних районів Донбасу на басейн р. Сіверський Донець допомагають також дані Державної статистичної звітності 2 ТП (водгосп). Це основна достовірна інформація про фактичне використання водних ресурсів в Україні. Дані обліку є базою для прийняття управлінських рішень, основою для здійснення розрахунків зборів за спеці-

альне використання водних ресурсів, що надходять до державного та місцевого бюджетів та спрямовуються на державні потреби.

Використовуючи потужні можливості інструментарію геоінформаційної системи ARC MAP-8.3 створено такі шари, виражені точковими об'єктами:

працюючі шахти (за 1997, 2000, 2002, 2003 роки);

шахти на стадії закриття (за 1997, 2000, 2002, 2003 роки);

закриті шахти (за 1997, 2000, 2002, 2003 роки).

Кожний із цих шарів містить інформацію за даними звітності 2 ТП (водгосп), а саме загальної кількості використаної води, нормально очищеної та недостатньо очищеної.

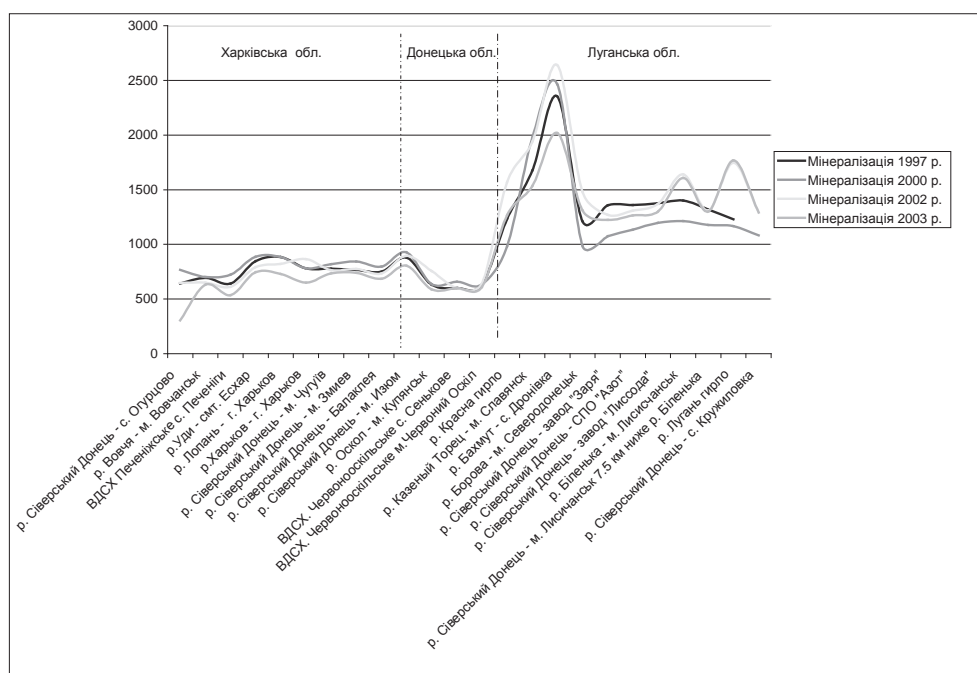


Рис. 2.1. Динаміка змін мінералізації басейну р. Сіверський Донець у 1997, 2000, 2002, 2003 роках

Маючи згадану вище інформацію, можна здійснювати:

оцінку якості водних об'єктів у часі та просторі;  
аналіз діяльності користувачів водних ресурсів;  
нормування екологічного навантаження на водні об'єкти;

формування документації за запитом користувачів;  
модельовання поширення забруднюючих речовин.

Аналіз пріоритетних екологічних проблем у басейні річки Сіверський Донець та порядок здійснення екологічного моніторингу дозволяє зробити такі висновки:

1. З метою реалізації заходів, спрямованих на екологічне оздоровлення басейну р. Сіверський Донець доцільно здійснити комплексні натурні дослідження сучасного гідрохімічного режиму стоку р. Сіверський Донець та інвентаризацію основних об'єктів впливу на його еколого-санітарні показники. За отриманими результатами здійснити екологічний аудит природно-технологічного комплексу східних областей України.

2. Враховуючи те, що річка Сіверський Донець має транскордонне значення, необхідно інтенсифікувати спостереження саме на пунктах, розташованих на

кордоні Російська Федерація – Україна (с. Огірцеве), а в цьому випадку ще й ввести додаткові пункти спостережень на витоці річки з України до Російської Федерації (с. Попівка). Необхідно скласти конкретні програми для кожного нового пункту та виду спостережень, що регламентують перелік показників, що вивчаються, щільність та строки цих спостережень.

### 2.3.5. Транскордонне використання водних ресурсів р. Західний Буг

Вивчення екологічного стану природних вод має важливе практичне та теоретичне значення, оскільки дає змогу раціонально використовувати водні об'єкти та забезпечувати їх охорону від забруднення. Водні ресурси басейну ріки Західний Буг використовує не лише Україна, а й Республіка Польща та Республіка Беларусь. З огляду на це, виникає потреба наукового обґрунтування раціонального водокористування та розробки заходів щодо охорони вод транскордонної ділянки р. Західний Буг від забруднення.

Довжина річки Західний Буг на території України становить 404 км. По Західному Бугу проходить дер-

жавний кордон між Республікою Польща та Україною довжиною 220 км.

Загальна площа басейну р. Західний Буг у межах України становить 11205 км<sup>2</sup> (28,4% від загальної площі басейну), в тому числі у Волинській області – 4619 км<sup>2</sup>, у Львівській області – 6586 км<sup>2</sup>. Середньорічний поверхневий стік, що формується у межах України, становить 1317 млн. м<sup>3</sup>. Головні притоки р. Західний Буг у межах України, де здійснюється моніторинг якості поверхневих вод, це річки Рата, Полтва, Луга та Гапа [26].

Поверхневі води басейну для питного водопостачання не використовуються. Запаси та якість підземних вод придатні для використання їх для забезпечення потреб громадян у питній воді. За результатами досліджень якості поверхневих вод можна зробити висновок, що поверхневі води басейну характеризуються за II та III класами якості [27].

Основний вплив на якість поверхневих вод басейну здійснюють комунальні та промислові підприємства Львівської області, в першу чергу, підприємство «Львівводоканал». Неefективна робота очисних споруд цих підприємств спричинила потрапляння у 2016 році в р. Західний Буг та її притоки 39,66 млн. м<sup>3</sup> забруднених, недостатньо очищених стічних вод, у тому числі підприємством «Львівводоканал» у р. Полтва було скинуто 36,6 млн. м<sup>3</sup> забруднених зворотних вод. Тому якість води річки Західний Буг у верхній течії у межах Львівської області за більшістю показників не відповідає нормам ГДК.

Вплив підприємств Волинської області на якість води р. Західний Буг є незначним тому, що об'єм відведених у поверхневі водойми зворотних вод від об'єктів Волинської області становить 5% від загального водовідведення у поверхневі водойми басейну, а забруднених зворотних вод підприємствами-водокористувачами Волинської області у поверхневі водойми не було скинуто.

Таблиця 2.4

**Показники скиду зворотних вод у поверхневі водойми басейну р. Західний Буг у 2015–2016 роках**

Області	Об'єм скиду зворотних вод у водні об'єкти (2015/2016)	в тому числі, млн. м <sup>3</sup>		
		забруднені	нормативно очищені	нормативно чисті без очищення
Волинська	7,924/8,411	0,00/0,00	6,424/3,874	1,501/1,333
Львівська	169,7/170,2	39,15/39,664	127,7/127,4	2,895/3,120
Всього за басейном	177,624/178,6	39,15/39,664	134,124/131,274	4,396/4,453

Таблиця 2.5

**Показники скиду забруднюючих речовин у поверхневі водні об'єкти басейну р. Західний Буг**

Роки	Кількість забруднюючих речовин, скинутих у водні об'єкти, тис. тон		
	Волинська область	Львівська область	Всього за басейном
2006	7,64	135,89	143,53
2007	7,07	140,69	147,76
2008	7,46	161,99	169,45
2009	7,54	164,09	171,63
2010	6,72	164,32	171,04
2011	6,91	175,02	181,93
2012	6,13	156,86	162,99
2013	6,825	135,00	141,825
2014	5,67	113,57	119,24
2015	5,52	104,05	109,57
2016	3,23	138,29	141,52

Аналіз показників скиду забруднюючих речовин у поверхневі водні об'єкти показав, що у 2016 році продовжилось зменшення кількості забруднюючих речовин, скинутих у поверхневі водойми водокористувачами басейну. Досить значним є зменшення кількості скинутих забруднюючих речовин підприємствами Львівської області. У 2016 році підприємствами-водокористувачами скинуто забруднюючих речовин на 31,95 тис. тон більше, порівняно з 2015 роком. Основна маса забруднюючих речовин надходить від підприємства «Львівводоканал». У 2016 році 98% від

загальної кількості забруднюючих речовин потрапило у поверхневі води від підприємств-водокористувачів Львівської області.

Необхідно відзначити, що у Волинській області скидів забруднених зворотних вод у 2016 році не відбувалось.

У Львівській області об'єм забруднених стоків, скинутих у поверхневі водойми, у 2016 році збільшився порівняно з 2015 роком на 0,514 млн. м<sup>3</sup> [28].

Нижче наведено діаграму динаміки кількості забруднюючих речовин, що потрапили зі стічними водами у поверхневі водойми басейну р. Західний Буг в розрізі областей протягом 2006–2015 років [29].

Мережа державного моніторингу якості вод басейну р. Західний Буг складається із затверджених пунктів (створів) спостережень, розташованих на р. Західний Буг та її притоках. Вимірювання показників якості води за пунктами державного моніторингу



**Рис. 2.2. Динаміка кількості забруднюючих речовин, що потрапили зі стічними водами у поверхневі водойми басейну р. Західний Буг у розрізі областей протягом 2006–2015 років**

здійснюються систематично протягом року та дані передаються у Держводагентство України.

Державний моніторинг поверхневих вод на території басейну р. Західний Буг здійснюють вимірвальні лабораторії, що є структурними підрозділами Волинського та Львівського облводресурсів.

Радіаційний контроль вмісту радіонуклідів у поверхневих водах Західного Бугу здійснюється лабораторіями Волинської гідрогеолого-меліоративної партії (відбір проб), Рівненської (здійснення вимірювань) та Львівської гідрогеолого-меліоративних експедицій.

Вимірювання показників якості води за пунктами державного моніторингу здійснюються періодично (щоквартально) за визначеними параметрами, результати надаються для узагальнення управлінню.

Узагальнення отриманої інформації щодо стану поверхневих вод басейну здійснюються системою «Моніторинг», наданою Держводагентством України й призначеною для автоматизації моніторингу якості води, та «Інтегрованою системою підтримки транскордонного моніторингу (ІС ПТМ)», розробленою в

рамках проекту ТАСІС «Управління басейнами річок Буг, Латориця та Уж».

Моніторинг якісного стану поверхневих вод у басейні р. Західний Буг у 2016 році здійснено за 13 затвердженими створами [29].

Вимірювання якості поверхневих вод у басейні Західного Бугу здійснено лабораторіями Волинської гідрогеолого-меліоративної партії та Львівської гідрогеолого-меліоративної експедиції.

Згідно з результатами вимірювань, протягом IV кварталу 2016 року найгіршими значеннями показників вмісту забруднюючих речовин характеризуються створи Львівської області. Найбільші перевищення нормативних значень ГДК для рибогосподарських водойм зафіксовано в пункті спостереження р. Полтва, с. Кам'янопіль за вмістом амонію сольового (перевищення у 23 рази), фосфатів (перевищення у 5 разів), нітритів (перевищення у 15 разів), БСК5 (перевищення у 16 разів), ХСК (перевищення у 6 разів), розчиненого кисню (вміст становить 0,9 мгО<sub>2</sub>/л). Причиною такого забруднення р. Полтва є неефективна робота каналізаційних очисних споруд м. Львова.

Таблиця 2.6

**Пункти державного моніторингу якості вод басейну р. Західний Буг**

№ з/п	Назви створів	км	Водні об'єкти	Області
1	р. Полтва, с. Кам'янопіль	30	р. Полтва	Львівська
2	м. Кам'янка-Бузька	704	р. Західний Буг	Львівська
3	Добровірське водосховище, нижній б'єф	689	р. Західний Буг	Львівська
4	м. Великі Мости	22	р. Рата	Львівська
5	м. Сокаль	637	р. Західний Буг	Львівська
6	с. Старгород	632	р. Західний Буг	Львівська
7	с. Литовеж	631	р. Західний Буг	Волинська
8	с. Амбуків, 500 м нижче впадіння р. Хучва	584	р. Західний Буг	Волинська
9	м. Устилуг, 500 м нижче впадіння р. Луга	569	р. Західний Буг	Волинська
10	с. П'ятидні	6	р. Луга	Волинська
11	р. Гапа, нижче озера Ягодинське	2	р. Гапа	Волинська
12	с. Забужжя	468	р. Західний Буг	Волинська
13	оз. Світязь, с. Світязь, Шацький район	385	р. Західний Буг	Волинська

На виході з території Львівської області у воді р. Західний Буг (с. Старгород Львівської області) спостерігаються перевищення нормативів ГДК за вмістом нітритів (перевищення у 5 разів), фосфатів (перевищення у 2 рази), амонію сольового (перевищення до 3 разів) та незначні – по ХСК та БСК5.

У всіх пунктах спостережень є межах ГДК вміст сухого залишку, хлоридів, нітратів, водневий показник.

У кінцевому створі на виході з території України (с. Забужжя) спостерігались незначні перевищення нормативних показників за вмістом амонію сольового та БСК5.

У поверхневих водах басейну Західного Бугу також спостерігаються перевищення за вмістом важких металів (залізу загальному, марганцю).

Радіаційний моніторинг у 2016 році в басейні Західного Бугу здійснювався на 7 пунктах моніторингу (1 – на території Волинської області, 6 – у межах Львівської області). Вміст радіонуклідів у поверхневих водах Західного Бугу нижчий за допус-

тимі рівні (Cs-137 – 0,29–2,0 пікокурі/л, Sr-90 – 0,17–0,26 пікокурі/л) [29].

**Якісний стан приток та озер басейну річки Західний Буг**

Моніторинг якісного стану поверхневих вод приток та озер басейну Західного Бугу у 2016 році здійснено за затвердженими створами, а саме:

- р. Полтва, с. Кам'янопіль, після скиду очисних споруд Львівводоканалу, Львівська область;
- р. Рата, м. Великі Мости, Львівська область;
- р. Луга, с. П'ятидні, Волинська область;
- р. Гапа, нижче озера Ягодинське, Волинська область;
- озеро Світязь, с. Світязь, Волинська область.

У 2016 році найгіршими значеннями показників вмісту забруднюючих речовин характеризуються води р. Полтва. Найбільші перевищення нормативних значень ГДК для рибогосподарських водойм зафіксовані за вмістом азоту амонійного, нітритів, фосфору загального, сульфатів, БСК5, ХСК, розчиненого кисню та заліза загального. Причиною такого



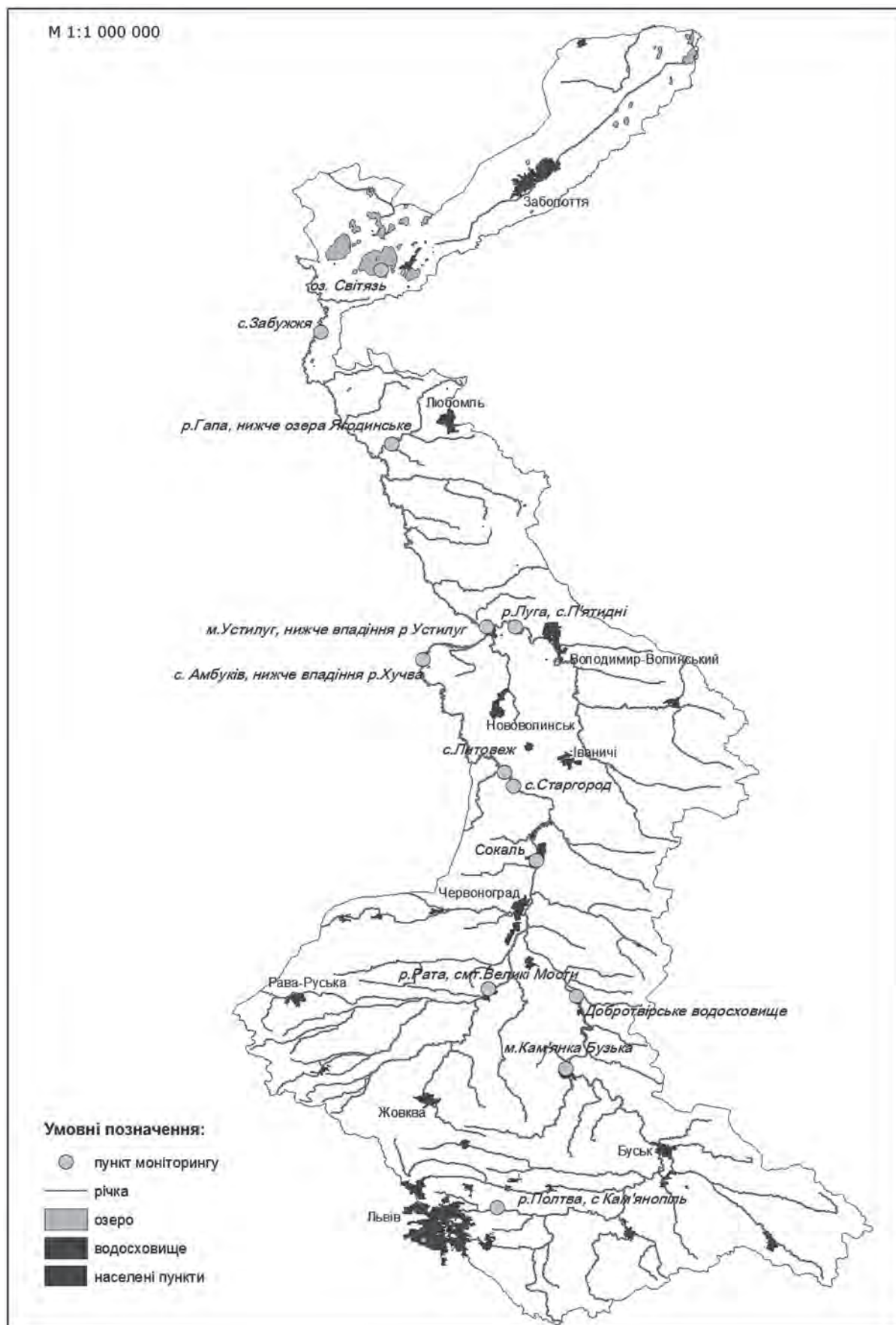


Рис. 2.3. Схема розташування пунктів державного моніторингу в басейні р. Західний Буг

забруднення р. Полтва є неефективна робота каналізаційних очисних споруд м. Львова.

У воді р. Рата зафіксовано перевищення нормативу ГДК за вмістом нітритів, фосфатів та заліза загального. Всі інші показники – в межах нормативного значення. На якість води р. Рата у створі здійснюють вплив стічні води водоканалів: м. Великі Мости, а також м. Рава-Руської і м. Жовкви через р. Свиня, що є притокою р. Рата.

У воді р. Луга спостерігались перевищення за вмістом азоту амонійного, нітритів, заліза загального та БСК<sub>5</sub>. На якість води р. Луга здійснюють вплив Володимир-Волинське УВКГ, Іваничівське ВУЖКГ та Локачинське ВУЖКГ.

У воді р. Гапа у 2016 році спостерігались перевищення ГДК за вмістом азоту амонійного, нітритів, заліза загального та БСК<sub>5</sub>. Основний вплив на якість води р. Гапа здійснює КП «Любомльське ЖКГ».

У воді озера Світязь у 2016 році спостерігались перевищення ГДК лише за вмістом заліза загального, що пояснюється високим фоновим значенням цього показника. Основний вплив на якість води озера Світязь здійснюють КП «Будинкоуправління» (смт Шацьк) та пансіонат «Шацькі озера».

Якісний стан поверхневих вод басейну Західного Бугу на транскордонній ділянці

Моніторинг якісного стану вод на транскордонній ділянці Західного Бугу здійснено на затверджених пунктах державного моніторингу якості вод (табл. 4). За вихідні дані для розрахунків прийнято усереднені результати гідроекологічних спостережень за якістю води на р. Західний Буг, що здійснюються Волинською ГТМП облводресурсів [29, 33].

Таблиця 2.7  
**Пункти державного моніторингу якості вод на транскордонній ділянці басейну р. Західний Буг**

№ з/п	Назва створу	км	Кордон
1	с. Амбуків (500 м нижче впадіння р. Хучва)	584	із Республікою Польща
2	м. Устилуг (500 м нижче впадіння р. Луга)	569	
3	с. Забужжя	468	

Загалом на екологічний стан поверхневих вод басейну р. Західний Буг впливають різноманітні чинники, що водночас є тісно взаємопов'язаними. Здебільшого найбільший вплив на поверхневі водні ресурси р. Західний Буг на цій ділянці, завдають скиди стічних вод у поверхневі водойми без належного очищення, що й спричиняють забруднення поверхневих вод.

Під час аналізу та узагальнення даних моніторингових спостережень (за 2016 рік) на транскордонній ділянці, що проходить руслом річки Західний Буг, зафіксовано перевищення ГДК по вмісту: БСК<sub>5</sub> (2,1–5,47 мгО<sub>2</sub>/л); амонію сольового (0,35–1,67 мг/л); нітритів (0,048–0,66 мг/л); фосфатів (0,074–1,38 мг/л).

Встановлено, що причиною такого перевищення ГДК на транскордонній ділянці є надходження

забруднюючих речовин з території Львівської області [30].

Також, здійснено оцінку стану поверхневих вод басейну р. Західний Буг (у межах транскордонної ділянки) за рівнем забрудненості. Визначення забрудненості поверхневих вод басейну р. Західний Буг здійснено шляхом розрахунку коефіцієнту забрудненості для всіх розрахункових створів відповідно до КНД 211.1.1.106-2003 [31]. Коефіцієнт забрудненості (КЗ) є узагальненим показником, що характеризує рівень забрудненості сукупно за низкою показників якості води, що багаторазово виміряно у кількох пунктах (створах) спостережень водних об'єктів. Результати розрахунків наведено у табл. 2.8.

Величина КЗ характеризує кратність перевищення нормативів у долях ГДК. Будь-які значення КЗ, що перевищують одиницю, свідчать про порушення норм якості води. Тотожність КЗ одиниці означає, що для цього водного об'єкта всі нормовані показники якості води в усіх пунктах (створах) спостережень під час всіх вимірювань протягом періоду досліджень відповідають нормам якості води. Значень менше одиниці коефіцієнту забрудненості приймати не може.

Якщо водний об'єкт призначено для кількох видів водокористування, то під час розрахунку КЗ слід враховувати ті нормативи, що висувають найвищі вимоги до якості води. Звичайно, такими є нормативи якості води для водойм рибогосподарського призначення.

Таблиця 2.8

**Оцінка якісного стану поверхневих вод транскордонної ділянки басейну Західного Бугу відповідно до коефіцієнтів забрудненості**

№ з/п	Найменування контрольних пунктів (створів)	Характеристики коефіцієнтів забрудненості		Класи якості
		кількісні	якісні	
1	2	3	4	5
1	с. Амбуків	2,18	слабко забруднені	II
2	м. Устилуг	1,66	слабко забруднені	II
3	с. Забужжя	2,27	слабко забруднені	II
В цілому за транскордонною ділянкою		2,04	слабко забруднені	II

Отже, згідно з усередненими результатами лабораторних досліджень та здійснених розрахунків щодо визначення коефіцієнта забруднення встановлено, що поверхневі води транскордонної ділянки басейну Західного Бугу в цілому належать до слабо забруднених (II клас якості).

Для покращення екологічної ситуації на цій ділянці запропоновано здійснити ряд заходів, що сприятимуть поліпшенню екологічного стану водних ресурсів:

- 1) реконструкція наявних та будівництво нових очисних споруд;
- 2) припинення скиду неочищених стоків у річку;
- 3) неухильне виконання водокористувачами водоохоронного законодавства.

**Екологічна оцінка якості поверхневих вод за відповідними категоріями**

Екологічну оцінку якості поверхневих вод за відповідними категоріями здійснено згідно з Методикою екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями, затвердженою наказом Мінекобезпеки України від 31.03.1998 № 44 як міжвідомчий керівний нормативний документ [32].

Екологічну оцінку якості поверхневих вод здійснено із застосуванням системи класифікації нормативів оцінки якості поверхневих вод України. На основі єдиних екологічних критеріїв методика дозволяє порівняти якість води на окремих ділянках водних об'єктів, у водних об'єктах різних регіонів. Розрахунок екологічної оцінки якості води здійснено у межах 3 блоків:

блоку сольового складу ( $I_1$ ),

блоку трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних) показників ( $I_2$ ),

блоку показників вмісту специфічних речовин токсичної дії ( $I_3$ ).

Значення для 3 блокових індексів якості води визначено шляхом обчислення середнього значення номерів категорій за всіма показниками кожного блоку. Результати подаються у вигляді об'єднаної екологічної оцінки, що ґрунтується на заключних висновках за 3 блоками та полягає в обчисленні інтегрального екологічного індексу ( $I_E$ ) [32, 34].

Використовуючи зазначену вище методику [32] та усереднені результати здійснених вимірювань якості поверхневих вод лабораторіями Волинського та Львівського облводресурсів за 2016 рік, здійснено екологічну оцінку якості поверхневих вод за відповідними категоріями у басейні річки Західний Буг.

На підставі здійснених розрахунків встановлено, що:

поверхневі води у басейні Західного Бугу належать до II та III класів якості, III клас – у створах р. Полтва,

с. Кам'янопіль, р. Західний Буг, м. Кам'янка-Бузька, Добротвірське водосховище, м. Сокаль та с. Амбуків, нижче впадіння р. Хучва;

за показниками сольового блоку поверхневі води басейну належать до I та II класів якості;

за показниками трофо-сапробіологічного блоку поверхневі води басейну належать до II–IV класів якості, IV клас – у створі р. Полтва, с. Кам'янопіль, після скиду з очисних споруд;

за показниками блоку специфічних показників токсичної дії води басейну Західного Бугу належать до III класу якості;

здійсненими розрахунками визначення класу якості води встановлено, що найбільше впливають на погіршення класу якості води показники азотної групи (азот амонійний, нітратний та нітритний) та прозорість.

На підставі здійснених розрахунків (табл. 2.9) встановлено, що:

поверхневі води у басейні Західного Бугу належать до II та III класів якості, III клас – у створах: р. Полтва, с. Кам'янопіль; р. Західний Буг, м. Кам'янка-Бузька; Добротвірське водосховище, с. Сокаль та с. Амбуків, нижче впадіння р. Хучва;

за показниками сольового блоку поверхневі води басейну належать до I та II класів якості;

за показниками трофо-сапробіологічного блоку поверхневі води басейну належать до II–IV класів якості, IV клас – у створі р. Полтва, с. Кам'янопіль, після скиду зворотних вод з очисних споруд;

за показниками блоку специфічних показників токсичної дії води басейну Західного Бугу належать до III класу якості;

здійсненими розрахунками визначення класу якості води встановлено, що найбільше впливають на погіршення якості води показники азотної групи (азот амонійний, нітратний та нітритний) та прозорість.

Таблиця 2.9

**Результати розрахунків екологічної оцінки якості поверхневих вод р. Західний Буг за величиною інтегрального екологічного індексу ( $I_E$ ) (за даними спостережень у 2016 році)**

Пункти/ показники	Величини	Категорії	Суб-категорії	Словесні характеристики	Класи якості води
1	2	3	4	5	6
р. Полтва, с. Кам'янопіль	4,37	4	4 (5)	Задовільні, слабо забруднені води з тенденцією наближення до посередніх, помірно забруднених	III
р. Рата, м. Великі Мости	2,83	3	3 (2)	Добрі, досить чисті води з ухилом до дуже добрих чистих	II
р. Луга, с. П'ятидні	2,90	3	3 (2)	Добрі, досить чисті води з ухилом до дуже добрих чистих	II
р. Гапа, нижче озера Ягодинське	3,23	3	3	Добрі, досить чисті води	II
р. Західний Буг, м. Кам'янка-Бузька	4,0	4	4	Задовільні, слабо забруднені води	III
р. Західний Буг, Добротвірське водосховище, нижній б'єф	3,80	4	4 (3)	Задовільні, слабо забруднені води з ухилом до добрих, досить чистих	III
р. Західний Буг, м. Сокаль	3,87	4	4 (3)	Задовільні, слабо забруднені води з ухилом до добрих, досить чистих	III

1	2	3	4	5	6
р. Західний Буг, с. Старгород	3,47	3	3 (4)	Добрі, досить чисті води з тенденцією наближення до задовільних, слабо забруднених	II
р. Західний Буг, с. Литовеж	3,30	3	3 (4)	Добрі, досить чисті води з тенденцією наближення до задовільних, слабо забруднених	II
с. Амбуків, 500 м нижче впадіння р. Хучва	3,67	4	3 – 4	Води, перехідні за якістю від добрих, досить чистих до задовільних, слабо забруднених	III
р. Західний Буг, м. Устилуг, нижче впа- діння р. Луга	3,47	3	3 (4)	Добрі, досить чисті води з тенденцією наближення до задовільних, слабо забруднених	II
р. Західний Буг, с. Забужжя	4,0	3	3 (4)	Добрі, досить чисті води з тенденцією наближення до задовільних, слабо забруднених	II

**2.3.6. Вирішення проблем водних ресурсів у басейні р. Рось**

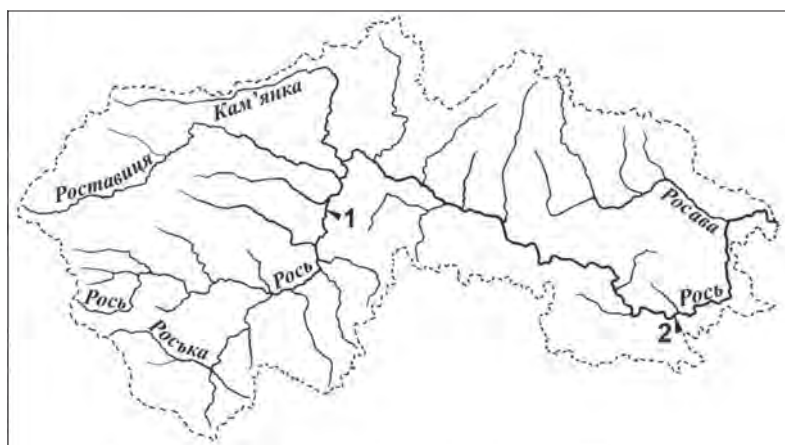
Річка Рось – одна з найвідоміших і водночас найбільших приток Дніпра в межах України. Характерною особливістю річки є її значне використання в різних сферах: у господарсько-питному та промисловому водопостачанні, гідроенергетиці, рибному господарстві, рекреації. Крім того, річка зазнала дуже значного зарегулювання. На Росі створено 10 водосховищ. Усі ці чинники зумовили те, що істотно змінився не лише водний режим річки, а й якість її води. Особливо гострою стає ситуація в літньо-осінню межень, коли збільшується частка стічних вод. Це і визначило актуальність досліджень, спрямованих на пошук засобів, які здатні поліпшити якість води – насамперед в умовах, коли вона є найгіршою.

Питання якості води в р. Рось висвітлено в кількох працях [40–45]. Ці публікації свідчать про те, що якість води в річці є порівняно невисокою – насамперед у літньо-осінню межень, коли витрати стають найменшими.

Внаслідок скидів комунальних і промислових підприємств якість води за довжиною річки погіршується. Певну роль відіграють і кліматичні чинники. Невелика водність річки в останнє десятиліття спричинила погіршення середньорічних показників якості води [43].

Є наукові праці, що стосуються питання промивки водосховищ – насамперед з метою видалення донних відкладів. Однією з небагатьох праць, де розглянуто вплив скидів на якість води, є стаття [46]. Встановлено, що штучне збільшення скидних витрат зменшує концентрацію сполук азоту та фосфору в нижньому б'єфі.

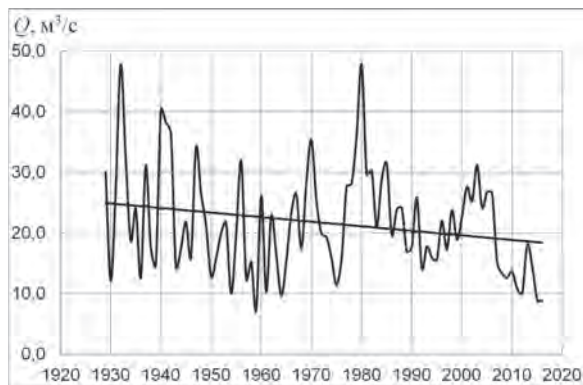
Основним джерелом досліджень є результати моніторингу якості води. На більшості пунктів спостереження виконуються 4 рази на рік, але на питних водозаборів міст Біла Церква і Корсунь-Шевченківський, розташованих відповідно на Верхньому Білоцерківському та Корсунь-Шевченківському водосховищах – щомісяця. Ці дані використано для опрацювання. Крім того, виконано аналіз низки проб води, що було відібрано із різних глибин водосховищ, а також води, що скидалася під час їх промивок (рис. 2.2).



**Рис. 2.2. Басейн р. Рось та найважливіші пункти спостережень за якістю води:**

- 1 – питний водозабір м. Біла Церква у с. Глибичка,
- 2 – питний водозабір м. Корсунь-Шевченківський

**Гідрометеорологічні умови.** Водність р. Рось в останнє десятиліття виявилася істотно меншою за норму. Зокрема в 2015 – 2016 роках середньорічна витрата води на посту Корсунь-Шевченківський, що замикає більшу частину річкового басейну, становила відповідно 8,92 і 8,83 м<sup>3</sup>/с за нормою 21,6 м<sup>3</sup>/с (рис. 2.3).



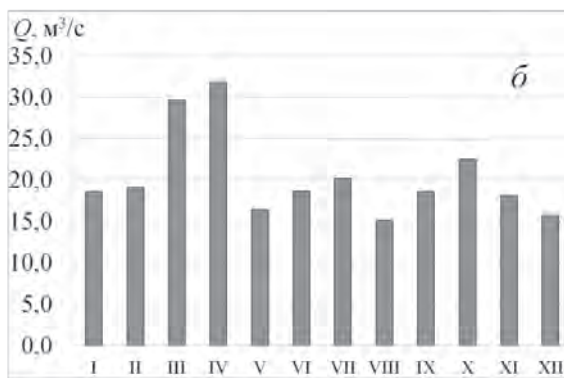
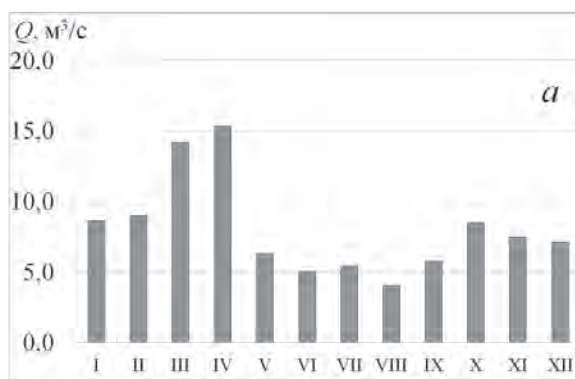
**Рис. 2.3.** Багаторічні зміни середньорічних витрат води р. Рось на посту Корсунь-Шевченківський

Протягом року найменша витрата води в р. Рось звичайно спостерігається в літньо-осінню межень. Не стали винятком й останні роки, коли витрати наприкінці літа зменшилися до таких, що не було кілька десятиліть. У м. Корсунь-Шевченківський у серпні 2015 року середня витрата становила 3,37, у серпні 2016 року – 3,12 м<sup>3</sup>/с, що менше за норму приблизно в 5 разів (рис. 2.4).

Особливістю останніх років була не лише невелика середньорічна водність Росі, а й незначне водопілля, коли максимальні витрати лише трохи перевищували середні багаторічні значення.

Останні роки виявилися також істотно теплішими за звичайні. Середня температура повітря в 2015 і 2016 роках була вищою за норму приблизно на 20°C. Те саме стосується теплих періодів цих років. У вересні 2015 року температура перевищила норму майже на 40°C: того місяця середня температура в м. Біла Церква становила 17,60°C за нормою 13,80°C. У 2015–2016 роках неодноразово зафіксовано рекорди температури повітря, що в окремі дні сягала 35,0°C і навіть вище. Усе це, звісно, не могло не позначитися й на якості води.

За даними спостережень на р. Рось зазначено, що найгірша якість води звичайно спостерігається в літ-



**Рис. 2.4.** Внутрішньорічний розподіл стоку р. Рось на гідрологічних постах Фесюри (а) і Корсунь-Шевченківський (б) протягом 1981–2016 років

ньо-осінню межень, коли найменшими є витрати води й водночас найвищою є її температура. У цей же час найбільшою є й частка стічних вод, що надходить у річку. Особливо це характерно для середньої та нижньої течії річки, куди надходять стічні води м. Біла Церква, м. Богуслава і ще кількох міст. Обсяг цих скидів приблизно становить 15 млн. м<sup>3</sup>, за витратою 0,5 м<sup>3</sup>/с. До цього додаються скиди кількох промислових підприємств. Як наслідок у липні – вересні частка стічних вод звичайно перевищує 10% від загального стоку. За цих умов невеликою стає концентрація розчиненого кисню, водночас зростає концентрація органічних речовин, фосфатів і багатьох інших показників (рис. 2.5–2.7).

На рисунках зазначено, що є певні внутрішньорічні особливості якості води й водночас факт її погіршення вниз за течією. Останнє насамперед характерно для концентрації фосфатів, що відображають вплив комунально-побутових стоків.

Цікаво, що саме в літні місяці, а також у вересні спостерігається зменшення концентрації сполук азоту,

що звичайно пов'язують з їх поглинанням вищою водною рослинністю (рис. 2.8).

Значні просторово-часові коливання якості води становлять не лише науковий інтерес. Дуже важливим є те, що вода із р. Рось використовується у багатьох сферах, а головне – для господарсько-побутового водопостачання. Це робить актуальним питання щодо поліпшення якості води.

Розв'язати цю проблему, чи, принаймні, зменшити її гостроту можна кількома шляхами. Одним із них є спрацювання наявних водосховищ і в такий спосіб збільшення витрат води в межень. Насправді, такий захід на р. Рось хоч і здійснюється, але істотно вплинути на її водність не може. Це зумовлено тим, що наявні на річці водосховища мають зовсім невеликий регулюючий об'єм. Крім того, виконувати спрацювання водосховищ складно й тому, що лише невелика їх частина перебуває на балансі Басейнового управління водних ресурсів р. Рось. Більше того, цьому перешкоджає ще й конструкція деяких гідровузлів.

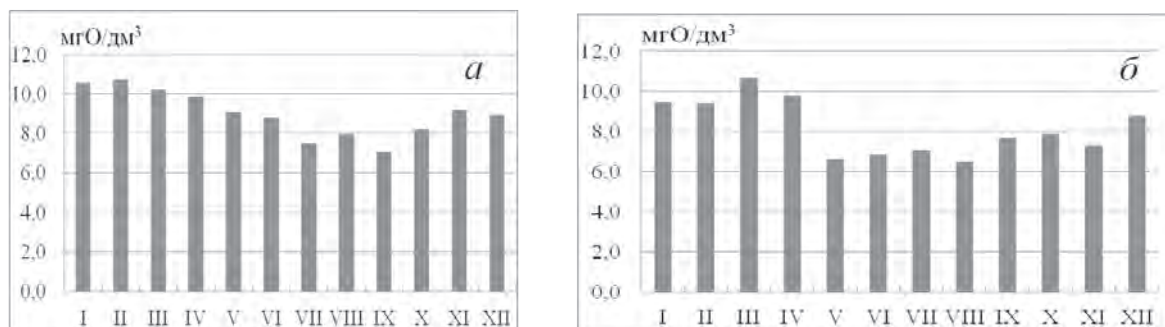


Рис. 2.5. Внутрішньорічний розподіл концентрації розчиненого кисню в р. Рось у с. Глибичка (а) і м. Корсунь-Шевченківський (б), 2007–2016 роки

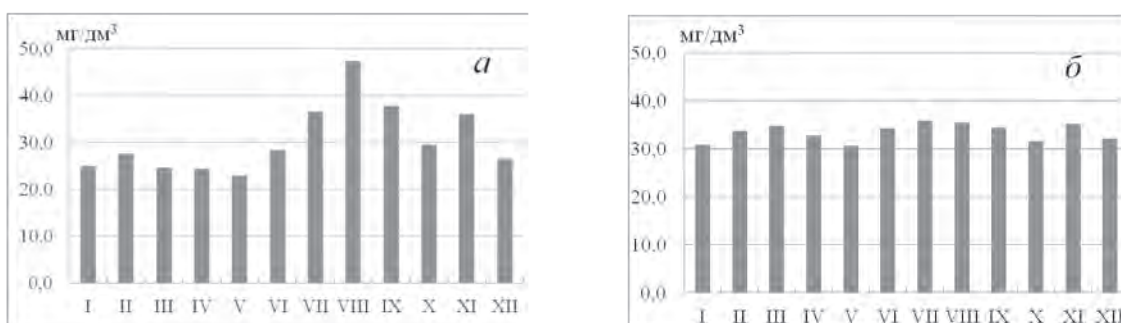


Рис. 2.6. Внутрішньорічний розподіл показника ХСК у р. Рось у с. Глибичка (а) і м. Корсунь-Шевченківський (б), 2007–2016 роки

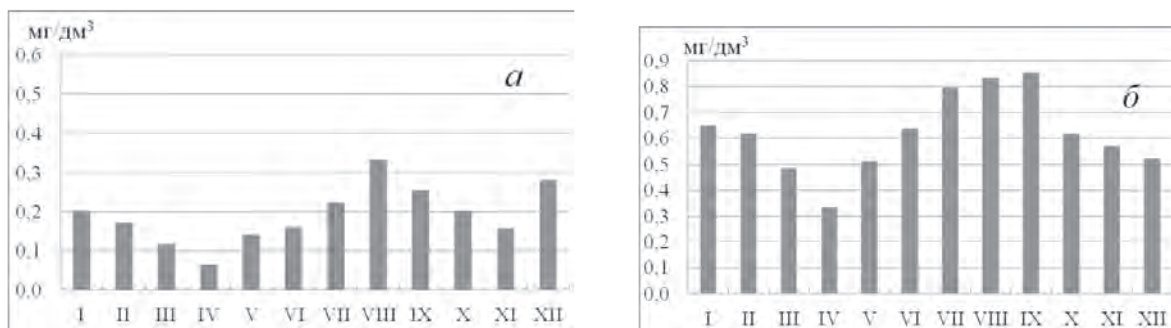


Рис. 2.7. Внутрішньорічний розподіл концентрації фосфатів у р. Рось у с. Глибичка (а) і м. Корсунь-Шевченківський (б), 2007–2016 роки

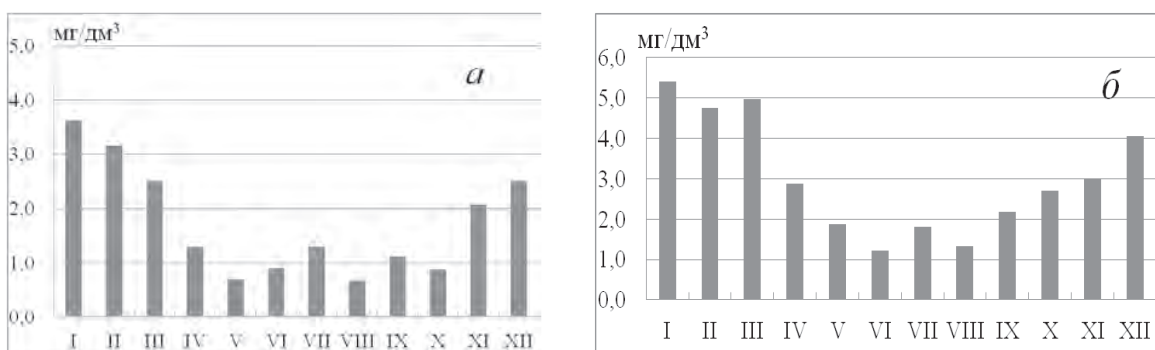


Рис. 2.8. Внутрішньорічний розподіл концентрації нітратів у р. Рось у с. Глибичка (а) і м. Корсунь-Шевченківський (б), 2007 – 2016 роки

Фактично шляхом спрацювання водосховищ можна збільшити водність річки у межених умовах щонайбільше на 2,5 м<sup>3</sup>/с.

Ще одним напрямком поліпшення якості води є боротьба з її забрудненням – насамперед внаслідок скидів, зокрема несанкціонованих. Але і цей напрямок має певні обмеження, оскільки Держводагентство України, а отже й БУВР р. Рось не мають достатніх повноважень щодо контрольних функцій за скидами.

Є ще один шлях поліпшення якості води, яким уже майже 10 років користуються на р. Рось. Його сутність – промивка водосховищ, а отже й більшої частини довжини річки у період, коли водність річки є доволі значною. Ефективність цього заходу ґрунтується на тому, що якість води в товщі водосховищ є неоднаковою: у придонних шарах вона є гіршою, ніж біля поверхні. Так, у [42, 40] зазначено, що концентрація розчиненого кисню за глибиною водосховищ може відрізнятися в декілька разів. Отже, скидаючи воду із придонних шарів водосховищ, можна поліпшити вуних якість води в цілому.

Головним джерелом води для промивок є доволі значне Білоцерківське верхнє водосховище. Воно розташовано дещо вище за течією від м. Біла Церква і є основним джерелом питної води для міста. Нижче за течією розташовано ще декілька водосховищ (Білоцерківське середнє, Білоцерківське нижнє, Дибинецьке, Богуславське, Стеблівське та Корсунь-Шевченківське), із яких найбільшим є Стеблівське. Промивка починається з Білоцерківського верхнього водосховища й відповідно до швидкості добігання стосується інших. Важливо, що скид води здійснюється із придонних шарів. Для цього піднімають якийсь із затворів на гідровузлах. Уперше промивку на Росі виконали навесні 2009 року й із того часу вона відбулася понад 10 разів (табл. 2.10).

Наведені в таблиці дані показують, що дати промивок на Стеблівському та Корсунь-Шевченківському гідровузлах, порівняно з датами на Білоцерківському верхньому, у зв'язку із терміном добігання води звичайно зміщено на 2 доби.

Протягом періоду здійснення промивок їх виконували двічі на рік. Винятком були 2009 і 2015 роки, коли восени спостерігалася невелика водність.

Важливим питанням промивок Росі та створених на ній водосховищ є скидні витрати. Їх обсяг лімітовано умовами, аби скидні витрати не завдавали шкоди. Зокрема пішохідний місток, влаштований на греблі Білоцерківського середнього водосховища,

Таблиця 2.10

### Дати здійснення промивок із розташованих на річці Рось водосховищ

Роки	Водосховище		
	Білоцерківське верхнє	Стеблівське	Корсунь-Шевченківське
2009	30.03	1.04	1.04
2010	8.04	1.04	1.04
	4.10	6.10	6.10
2011	11.04	13.04	13.04
	30.11	2.12	2.12
2012	9.04	11.04	11.04
	23.10	25.10	25.10
2013	28.10	28.09	28.09
2014	7.04	9.04	9.04
	10.11	12.11	12.11
2015	30.03	1.04	1.04
2016	29.03	31.03	31.03
	24.10	27.10	27.10
2017	22.03	24.03	24.03

залишається придатним для використання у разі максимальних витрат 110–120 м<sup>3</sup>/с. Це і є максимум скидних витрат з Білоцерківського верхнього водосховища. Близьких витрат доцільно дотримуватися й на гідровузлах, розташованих нижче за течією. До цього задля зменшення «холостих» скидів у цей період усі ГЕС працюють на повну потужність.

Термін промивок має бути близьким до періоду підвищеної водності. Зокрема вони здійснюються навесні, коли на річці спостерігається водопілля. Осінню промивку звичайно виконують, коли на річці зростає водність внаслідок осінніх дощів.

Оскільки скид води із водосховищ потребує певних організаційних заходів, найпростіше його здійснювати впродовж одного робочого дня: починати вранці й закінчувати в 16–17 годинах. Тривалість промивки становить близько 7 годин, а сумарний об'єм скиду 2,5–3,0 млн. м<sup>3</sup>. За такого об'єму скиду складова, що проходить повз ГЕС, є мізерною, адже річний стік Росі в сотні разів більший.

Наявні дані свідчать про те, що здійснені промивки сприяли поліпшенню якості води у найскладніший період року, а саме в липні – вересні. У цьому можна пересвідчитись із аналізу наведених даних (рис. 2.9–рис. 2.12).

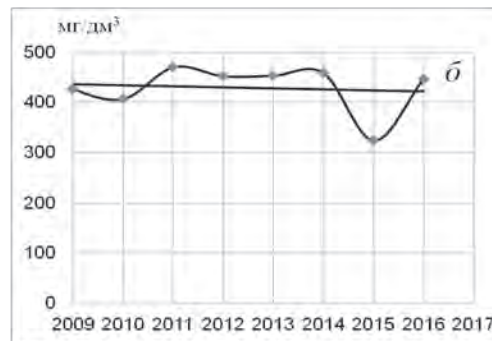
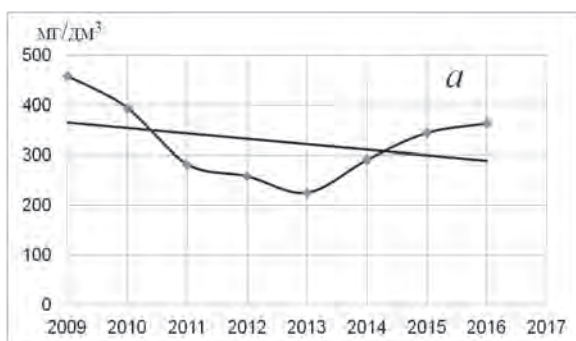


Рис. 2.9. Зміни в часі сухого залишку в р. Рось протягом липня-вересня: у с. Глибичка (а) і м. Корсунь-Шевченківський (б)

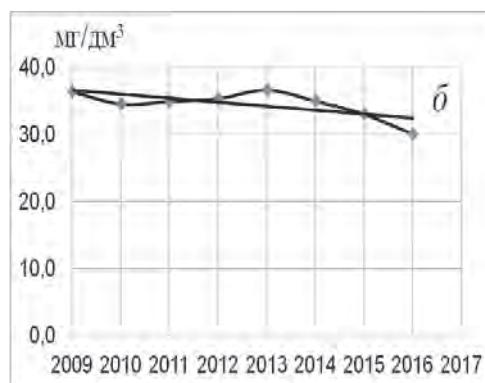
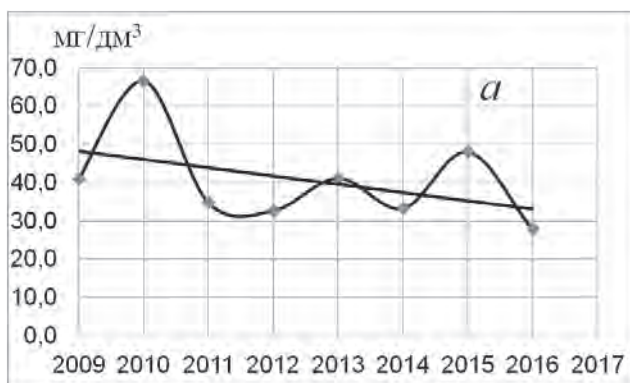


Рис. 2.10. Зміни в часі показника ХСК у р. Рось протягом липня – вересня: у с. Глибичка (а) і м. Корсунь-Шевченківський (б)

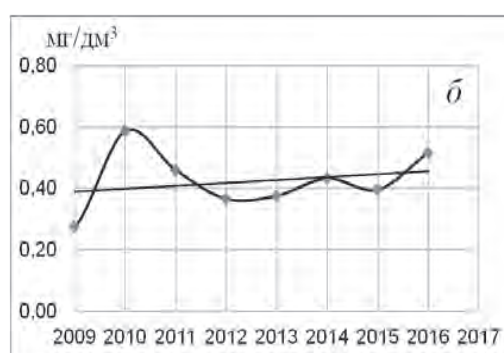
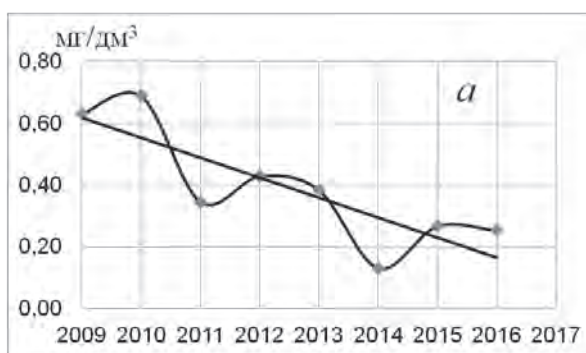


Рис. 2.11. Зміни в часі концентрації азоту амонійного протягом липня–вересня: у с. Глибичка (а) і м. Корсунь-Шевченківський (б)

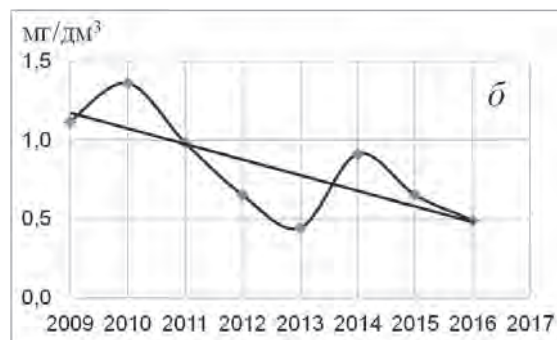
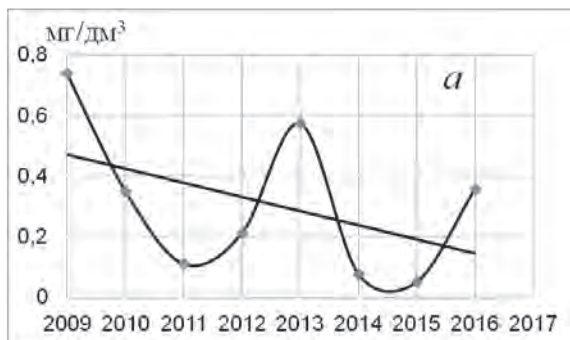


Рис. 2.12. Зміни в часі концентрації фосфатів протягом липня – вересня: у с. Глибичка (а) і м. Корсунь-Шевченківський (б)

Звернімо увагу, що позитивні зміни якості води відбулися за вкрай несприятливих природних умов, а саме невеликої водності річки та високої температури повітря, що спостерігалися в 2015–2016 роках. На жаль, саме останній чинник не дав змоги збільшити концентрацію у воді розчиненого кисню.

Отже, важливою особливістю р. Рось є її значне зарегулювання та використання води в багатьох сферах, зокрема господарсько-питному водопостачанні. Протягом року найгірша якість води в річці спостерігається у літньо-осінню межень.

Ефективним заходом поліпшення якості води в цей період є промивка наявних на Росі водосховищ. Суть промивки полягає у скиданні води з придонного шару водосховищ, де її якість гірша, ніж у всій товщі. Ці заходи здійснюються у період, коли в річці спостерігається підвищена водність. Наявні дані показують, що протягом періоду виконання промивок (з 2009 року) вдалося поліпшити якість води в літньо-осінню межень – і це навіть за умов значного маловоддя та високих температур повітря, що спостерігалися в останні роки.



## 2.4. ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ВОДОСПОЖИВАННЯ В УКРАЇНІ

Водні ресурси України в останні десятиліття стали серйозною складовою національної безпеки й потребують здійснення невідкладних загальнодержавних заходів для організації екобезпечного збалансованого водокористування. Це сталося внаслідок того, що в Україні, площа якої щодо загальної світової земельної території становить менше 0,5 %, видобувається, переробляється та залучається до вироб-

ництва майже 5 % від світового обсягу мінерально-сировинних ресурсів [48].

Україна належить до найменш водозабезпечених держав Європи, оскільки запаси місцевих ресурсів річкового стоку на 1 людину становлять близько 1,0 тис. м<sup>3</sup> на рік. Для порівняння, у країнах Європи цей показник становить: Норвегія – 96,9; Швеція – 24,1; Фінляндія – 22,5; Франція – 4,6; Італія – 3,9; Великобританія – 2,7; Польща – 1,7; Німеччина – 1,3; Угорщина – 0,8 тис. м<sup>3</sup> на рік [47]. Ресурси поверхневих вод розподілено за територією дуже нерівномірно (табл. 2.11).

Таблиця 2.11

Водні ресурси та водозабезпеченість областей України в 2015 році

Області	Площі тис. км <sup>2</sup>	Середньобогаторічні ресурси, км <sup>3</sup> /рік річкового стоку		Забезпеченість середньобогаторічним річковим стоком, тис. м <sup>3</sup> /рік			
		місцеві	сумарні	на 1 км <sup>2</sup>		на 1 особу*	
				місцеві	сумарні	місцеві	сумарні
АР Крим	27,0	0,91	0,91	33,7	33,7	–	–
Вінницька	26,5	2,47	11,0	93,2	415,1	1,54	6,87
Волинська	20,2	2,18	4,05	107,9	200,5	2,09	3,89
Дніпропетровська	31,9	0,87	53,0	27,3	1661,4	0,27	16,3
Донецька	26,5	1,02	4,4	38,5	166,0	0,24	1,03
Житомирська	29,9	3,15	3,71	105,4	124,1	2,52	2,97
Закарпатська	12,8	7,92	13,3	618,7	1039,1	6,29	10,56
Запорізька	27,2	0,62	53,0	22,8	1948,5	0,35	30,22
Івано-Франківська	13,9	4,59	9,4	330,2	676,3	3,32	6,80
Київська	28,9	2,04	46,4	70,6	1605,5	0,44	10,0
Кіровоградська	24,6	0,95	50,2	38,6	2040,6	0,98	51,59
Луганська	26,7	1,46	5,09	54,7	190,6	0,66	2,23
Львівська	21,8	4,92	5,55	225,7	254,6	1,94	2,19
Миколаївська	24,7	0,57	4,0	23,2	162,6	0,49	3,45
Одеська	33,3	0,35	12,9	10,5	387,4	0,15	5,40
Полтавська	28,8	1,94	51,5	67,4	1788,2	1,35	35,79
Рівненська	20,1	2,33	7,0	115,9	348,3	2,01	6,03
Сумська	23,8	2,45	5,79	102,9	243,3	2,20	5,20
Тернопільська	13,8	1,81	7,26	131,2	526,1	1,70	6,81
Харківська	31,4	1,66	3,41	52,9	108,6	0,61	1,25
Херсонська	28,5	0,14	54,4	38,6	1908,8	0,13	51,21
Хмельницька	20,6	2,14	9,82	103,9	476,7	1,65	7,59
Черкаська	20,9	1,01	47,4	48,3	2267,9	0,81	38,13
Чернівецька	8,10	1,23	10,1	151,8	1246,9	1,35	11,10
Чернігівська	31,9	3,45	29,57	108,2	927,0	3,30	28,23
Україна	603,7	52,4	87,1	86,8	144,3	1,23	2,04

\* за даними Державного агентства водних ресурсів України

### 2.4.1. Водоспоживання та водовідведення

У 2015 році із природних водних об'єктів було забрано 9,1<sup>1</sup> млрд. м<sup>3</sup> води, що на 1,8 млрд. м<sup>3</sup> менше ніж у 2014 році. Також зменшується забір підземних вод, який на сьогодні становить 1,2 млрд. м<sup>3</sup>. Динаміка забору води відображена в табл. 2.12 [47].

Слід зазначити, що починаючи з 1990-х років спостерігалось стрімке зменшення водозабору.

<sup>1</sup> Без тимчасово окупованої території АР Крим та м. Севастополь та частини зони проведення АТО.

Останніми роками водозабір також знижується (табл. 2.13) [47].

Найбільшими водоспоживачами у територіальному розрізі є Дніпропетровська (1097 млн. м<sup>3</sup>), Донецька (1548 млн. м<sup>3</sup>), Запорізька (1181 млн. м<sup>3</sup>), Київська (722 млн. м<sup>3</sup>), Херсонська (1466 млн. м<sup>3</sup>), Одеська (760 млн. м<sup>3</sup>) області та м. Київ (593 млн. м<sup>3</sup>) (табл. 2.14) [47].

Втрати води під час транспортування до споживача у 2015 році становили 1139 млн. м<sup>3</sup>, порівняно з 2014 роком – становили 1390 млн. м<sup>3</sup>.

Таблиця 2.12

**Динаміка забору води із поверхневих та підземних джерел України, млн. м<sup>3</sup>**

Забір води	Роки						2015 до 2010, %
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
Всього	14846	14651	14651	13625	11505	9699	65,3
зокрема, із підземних джерел	2023	1961	1961	1911	1503	1286	63,5

\* за даними Державного агентства водних ресурсів України

Таблиця 2.13

**Основні показники використання та відведення води (млн. м<sup>3</sup>)**

Показники	Роки					
	2005	2010	2012	2013	2014	2015
Забрано води із природних водних об'єктів – всього	15083	14846	14651	13625	11505	9699
із поверхневих джерел	12634	12823	12690	11714	10002	8413
у тому числі прісної	11805	11893	11861	10973	9396	7823
із підземних джерел	2449	2023	1961	1911	1503	1286
Використано свіжої води (включаючи морську) – всього	10188	9817	10507	10092	8710	7125
у тому числі прісної	9360	8886	9678	9352	8104	6556
використано на потреби:						
виробничі	4878	5511	5681	5363	4871	4491
побутово-питні	2409	1917	1848	1765	1500	1267
зрошення	1186	1377	1759	1770	1218	1237
інші потреби	1715	1012	1219	1194	1121	130
Втрати води під час транспортування	2327	2158	2286	2213	1350	1139
Оборотне та повторно-последовне водопостачання	47167	43138	45806	45150	43049	40306
Потужність очисних споруд	7688	7425	7577	7592	7190	5801
Загальне водовідведення	8900	8141	8081	7722	6587	5581
зворотних (стічних)	7508	7012	6978	6657	5957	4915
шахтно-кар'єрних	769	672	665	661	308	327
колекторно-дренажних	623	457	438	404	322	339
Скинуто у поверхневі водні об'єкти	8553	7817	7788	7440	6354	5343
забруднених зворотних вод	3444	1744	1521	1717	923	875
без очищення	896	312	292	265	175	184
недостатньо очищених	2548	1432	1229	1452	748	691
нормативно очищених	1315	1760	1800	1477	1416	1389
нормативно чистих без очищення	3794	4313	4467	4246	4015	3079
у підземні горизонти	14	11	9	8	9	17
у накопичувачі, впадини та інше	333	313	284	274	224	221
Скинуто транзитної води	1776	2121	1225	641	956	823
Скинуто зворотних (стічних) вод в канали	39	38	19	32	38	33

\* за даними Державного агентства водних ресурсів України

Таблиця 2.14

**Забір води з природних водних об'єктів за регіонами у 2015 році**

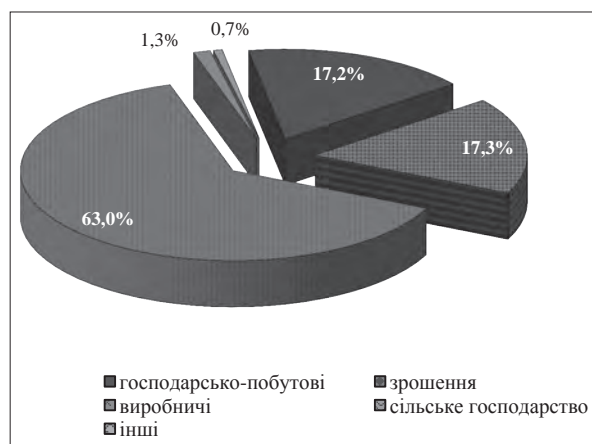
Області	Забрано води із природних водних об'єктів		У тому числі, млн. м <sup>3</sup>			
	усього, млн. м <sup>3</sup>	тис. м <sup>3</sup> на 1 км <sup>2</sup>	прісної води			морської та лиманної води
			усього	із поверхневих джерел	із підземних джерел	
1	2	3	4	5	6	7
Україна	9699	16,1	9109	7823	1286	590
Вінницька	120	4,5	120	101	19	–
Волинська	73	3,6	73	21	52	–

Закінчення таблиці 2.14

Дніпропетровська	1097	34,4	1097	948	149	–
Донецька	1548	58,4	988	857	131	560
Житомирська	112	3,8	112	91	21	–
Закарпатська	36	2,8	36	16	20	–
Запорізька	1181	43,4	1181	1136	45	–
Івано-Франківська	91	6,5	91	84	7	–
Київська	722	25,7	722	669	53	–
Кіровоградська	211	8,6	211	185	26	–
Луганська	133	5,0	133	32	101	–
Львівська	182	8,3	182	30	152	–
Миколаївська	233	9,5	221	209	12	12
Одеська	760	22,8	751	723	28	9
Полтавська	121	4,2	121	42	79	–
Рівненська	132	6,6	132	95	37	–
Сумська	93	3,9	93	48	45	–
Тернопільська	50	3,6	50	25	25	–
Харківська	291	9,3	291	254	37	–
Херсонська	1466	51,4	1457	1397	60	9
Хмельницька	102	5,0	102	61	41	–
Черкаська	174	8,3	174	126	48	–
Чернівецька	59	7,3	59	40	19	–
Чернігівська	119	3,7	119	74	45	–
м. Київ	593	741,3	593	559	34	–

\* за даними Державного агентства водних ресурсів України

Потужними споживачами водних ресурсів є підприємства промисловості, житлово-комунального та сільського господарств, зрошувальні системи тощо. У 2015 році найбільше використано водних ресурсів на виробничі потреби – 4491 млн. м<sup>3</sup>, на господарсько-побутові потреби використано 1226, зрошення – 1237 та сільське господарство – 92 млн. м<sup>3</sup> (рис. 2.13) [47].



**Рис. 2.13. Структура споживання водних ресурсів на різні потреби у 2015 році**

Поступове зменшення обсягів водоспоживання відображається на зменшенні об'єму скиду стічних вод. Так, у 2015 році у поверхневі водні об'єкти скинуто 5343 млн. м<sup>3</sup> стічних вод, підземні горизонти – 9, в накопичувачі, впадини тощо – 224 млн. м<sup>3</sup>. У регіональному розрізі найбільше вод скинуто потужними

промисловими водоспоживачами – Дніпропетровська, Донецька, Запорізька області (табл. 2.15) [47].

Отже, основним чинником антропогенного навантаження на поверхневі водні ресурси є все ще значні обсяги споживання води в економічній діяльності та скидів забруднених вод.

За оцінками зарубіжних учених, щорічні економічні втрати нашої держави від неефективного, нерационального природокористування та тотального забруднення навколишнього природного середовища становлять від 15 до 20 % національного доходу і є чи не найбільшими у світі. До цього Україна за ступенем забруднення навколишнього природного середовища належить до дуже забруднених територій. Концентрація забруднення на 1 км<sup>2</sup> площі в Україні у 6,5 разів є більшою порівняно зі США, і в 3,2 рази більшою ніж у ЄС [48].

Під час здійснення водогосподарської політики в нашій країні протягом багатьох років водні ресурси ніколи не розглядалися як основа життєдіяльності природних екосистем і людей, не враховувався й не прогнозувався екологічний стан водних об'єктів. Водні екосистеми розглядалися і використовувалися тільки як господарський ресурс для промислового та сільськогосподарського виробництва, а також для скидів у них забруднюючих речовин, що й призвело до швидкого (впродовж останніх двох десятиліть) вичерпання екологічного потенціалу природних вод [48, 49].

Надзвичайно важливою проблемою є проблема чистої води, особливо питної. Оскільки 75 % питного водопостачання в Україні зорієнтовано на поверхневі води, водопідготовку для питного водопостачання розраховано на I–II класи вихідної води у вододже-

Таблиця 2.15

**Скидання зворотних вод у поверхневі водні об'єкти за регіонами (млн. м<sup>3</sup>)**

Області	Роки				
	2010	2012	2013	2014	2015
<b>Україна</b>	<b>7817</b>	<b>7788</b>	<b>7440</b>	<b>6354</b>	<b>5343</b>
Автономна Республіка Крим	202	228	208		
Вінницька	69	77	75	70	64
Волинська	46	46	42	44	33
Дніпропетровська	1176	1195	1056	1123	683
Донецька	1503	1414	1310	914	844
Житомирська	151	161	158	159	68
Закарпатська	41	33	32	31	31
Запорізька	838	856	902	807	931
Івано-Франківська	91	80	76	73	58
Київська	810	909	771	724	667
Кіровоградська	41	48	76	90	29
Луганська	321	307	283	53	82
Львівська	230	225	218	215	208
Миколаївська	88	105	119	125	74
Одеська	292	242	228	206	176
Полтавська	183	189	196	194	69
Рівненська	110	112	110	112	59
Сумська	57	58	60	49	46
Тернопільська	62	72	72	70	30
Харківська	298	329	344	299	288
Херсонська	78	71	74	56	69
Хмельницька	50	29	29	29	40
Черкаська	207	188	177	165	106
Чернівецька	50	53	53	61	39
Чернігівська	119	117	114	101	78
м. Київ	650	616	619	584	571
м. Севастополь	54	28	38		

\* за даними Держстату України

релак. Але такої якості води в річках і водосховищах практично немає, а маємо в основному II–VI класи, тобто від «мало забруднених» до «дуже забруднених».

Для усунення сьгоднішніх проблем із водними ресурсами розпочато реформування системи водного господарства шляхом заміни зацентралізованої системи управління водними ресурсами на більш гнучку, демократичну та відкриту децентралізовану за басейновим принципом [48].

**2.5. ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ПИТНИХ ПІДЗЕМНИХ ВОД**

**2.5.1. Оцінка впливу порових розчинів регіональних слабопроникних шарів на формування якості ресурсів питних підземних вод**

За останні 30 років з моменту попередньої регіональної оцінки запасів відбулися принципові зміни режиму взаємодії поверхневих та підземних вод (живлення, розвантаження), геохімічних параметрів водо-

збірних ландшафтів (аварійний викид ЧАЕС, агрохімізація тощо). Із загальної кількості прогнозних ресурсів підземних вод (ПРПВ) 21 млрд. м<sup>3</sup>/рік до 50 % оцінено за умови взаємозв'язку із річковим стоком. За цей час якість поверхневих водних об'єктів із I–III категорій переважно за техногенних чинників перейшла до III–IV категорій, що не мають технологій підготовки до рівня питних вод. Отже, річкова мережа суттєво погіршує свій еколого-ресурсний потенціал як межа першого роду (H = const). Додатковим чинником ускладнення умов формування та відтворення ПРПВ практично є регіональне забруднення ґрунтових вод, що є головним регулятором інфільтраційного живлення підземної гідросфери (горизонтів зони активного водообміну). Крім того, у системі водоносних горизонтів зони активного водообміну (ЗАВ), де зосереджено основну частину ПРПВ, мають розвиток понад 300 ділянок забруднення комплексного походження – природного та техногенного. Тут розглянуто вплив процесів змін напруженого стану гідрогеофільтраційної системи (ГГФС) «слабопроникний (відокремлюючий) шар – експлуатаційний водоносний горизонт» на якість вод експлуатаційних водоносних горизонтів ЗАВ, у межах якої зосереджено основні обсяги ресурсів прісних підземних вод (РППВ).

**Загальна характеристика дифузійно-конвективного переносу порових розчинів водотривкого шару**

Більшість експлуатаційних водоносних горизонтів у межах басейнів підземних вод (БПВ) України розвинута в ЗАВ з формуванням регіонально поширеного комплексу «витриманий водотрив (відокремлюючий шар) – експлуатаційний горизонт» (проф. Л.С. Язвін, акад. В.М. Шестопалов та інші) [50–52].

Нижче наведено гідрогеохімічний баланс типової свердловини з дебітом Q = 500 м<sup>3</sup>/добу, щорічним збільшенням мінералізації ΔM = 10 мг/дм<sup>3</sup> (10 г/м<sup>3</sup>) та періодом експлуатації t = 30 років (104 дб) (рисунок).

За наявності 2 схем руху підземних вод до водо-забірної споруди – усталеного та неусталеного – особливо цікавим є порівняння радіусів депресії із відстанню можливого підтягування вод у товщі водоносного горизонту. За типових значень коефіцієнта п'езопровідності 105 ÷ 106 м<sup>2</sup>/добу величина радіуса депресії (зменшення тиску) в експлуатаційному горизонті із наступною активізацією молекулярно-дифузійного перетоку мінералізованих порових розчинів за 1 рік становитиме:

$$R_t = 1,5((10^5 \div 10^6) 365)^{1/2} \approx \quad (11)$$

Вищенаведені експертні висновки дають змогу зробити висновок, що за будь-якої схеми формування депресійної лійки дифузійно-конвективний рух солей та мікрокомпонентів зі слабопроникного (відокремлюючого) шару є чинником впливу на гідрогеохімічний склад вод експлуатаційних водоносних горизонтів [53, 54]. Вищезазначені орієнтовні оцінки свідчать, що геохімічна еволюція експлуатаційних водоносних горизонтів на більшості артезіанських водозаборів України потребує також змін підходів до обґрунтування схем водозаборів та величин припустимих зменшень рівнів у експлуатаційних горизонтах з урахуванням гідрогеодеформаційних параметрів пружноємнісної водовіддачі слабопроникних (відокремлюючих) шарів. Супутнім гідрогеодеформаційним ефектом зменшення рівня (тиску) та просторового

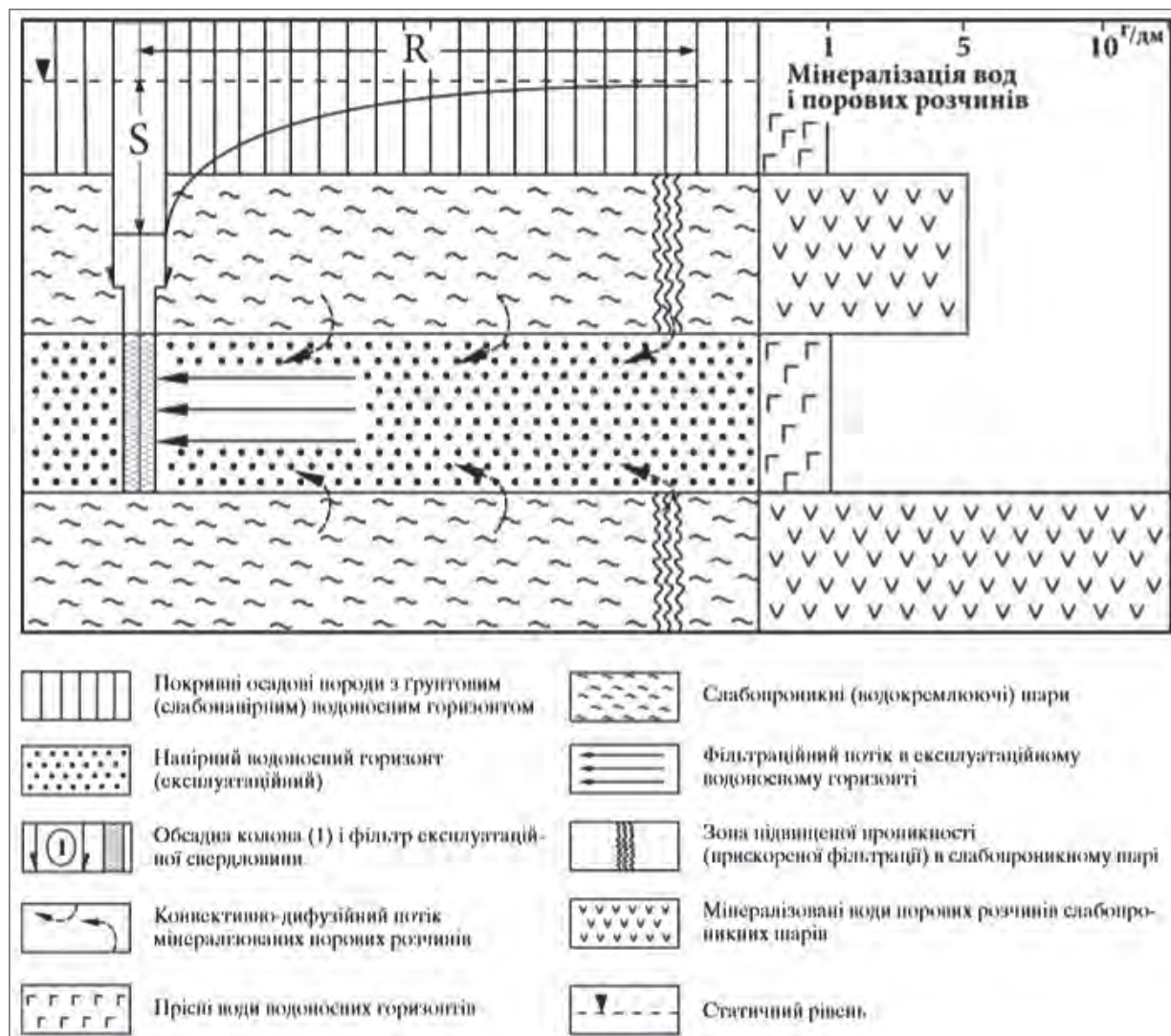


Рис. 2.14. Схема гідрогеохімічної дифузійно-конвективної взаємодії експлуатаційного водоносного горизонту та прилеглих слабопроникних (відокремлюючих) шарів

розвитку депресійної лійки в експлуатаційному водоносному горизонті є його уповільнення та розтягування покривного слабопроникного (відокремлюючого) шару із можливістю формування зони активної пористості, враховуючи низький ступінь метаморфізму (літофікації) осадових порід у межах ЗАВ. У разі значення модуля міцності на розтягування  $E_p \approx 5$  МПа ( $50 \text{ кг/см}^2$ ) та середньому зменшенні рівнів у межах депресії 5–10 м ( $P = 0,05\text{--}0,10$  МПа) відносна деформація слабопроникного шару  $E$  під час його розуцільнення у межах депресії з можливістю формування зон активної пористості буде дорівнювати:

$$E = P/E_p = (0,05 \div 0,10)/5 = (14) = 0,01 \div 0,02 = 1\text{--}2\%.$$

Отримані дані щодо величини можливої активної пористості в тілі слабопроникного шару практично збігається із показником тріщинуватості кристалічних порід у зоні регіонального вивітрювання, що може бути свідченням їх реальності.

Отже, квазістабільне збільшення мінералізації вод експлуатаційних горизонтів ЗАВ, у першу чергу напірних, за умови впливу чинників техногенного

та природного походження, довгострокової експлуатації може набути рівня провідного еколого-техногенного обмеження підземного водокористування. Тісний зв'язок конвективно-дифузійної міграції мінералізованих порових розчинів зі змінами напруженого стану ГГФС «слабопроникний (відокремлюючий) шар – експлуатаційний водоносний горизонт» потребує вдосконалення підходів до обґрунтування величини припустимих зменшень рівнів як чинника на зміни гідрогеохімічних показників експлуатаційного водовідбору.

Аналіз безпеки життєдіяльності у техногенно перевантажених регіонах (гірничо-видобувні, зрошувальне землеробство тощо) свідчить, що наявність у них ресурсів прісних підземних вод є стратегічним чинником їх сталого розвитку. Тому науковий аналіз процесів гідрогеохімічної взаємодії експлуатаційних горизонтів та прилеглих водотривів (слабопроникних) шарів, порові розчини яких містять основну частку міграційно-здатних солей та мікроелементів, є зараз дуже актуальною проблемою. В основному це пов'язано із суцільним забрудненням поверхневих та

ґрунтових вод України, їх підвищеною вразливістю щодо техногенезу, тоді як підземні води більшості напірних водоносних горизонтів ЗАВ залишаються досить захищеними у більшості регіонів.

Тому методика оцінки їх запасів та прогноз еколого-гідрогеологічних параметрів експлуатації потребують суттєвого вдосконалення, зокрема методом урахування гідрогеохімічних та пружноємнісних параметрів слабопроникних (відокремлюючих) шарів.

Враховуючи наведене вище, є необхідним під час регіональної оцінки експлуатаційних запасів та прогнозних ресурсів:

здійснити орієнтовні оцінки впливу конвективно-дифузійного переносу мінералізованих порових розчинів зі слабопроникних (відокремлюючих) шарів на якість вод експлуатаційних горизонтів;

розробити методику вірогідної оцінки гідрогеохімічних та пружноємнісних параметрів слабопроникних відокремлюючих шарів та їх впливу на еколого-гідрогеологічні умови гідрогеофільтраційних систем, «слабопроникний (відокремлюючий) шар – експлуатаційний водоносний горизонт»;

розробити наукові основи гранично допустимих зменшень рівнів у експлуатаційних водоносних горизонтах з урахуванням впливу дифузійно-конвективної міграції мінералізованих порових розчинів слабопроникних (відокремлюючих) шарів.

### 2.5.2. Геохімічні процеси у зоні аерації – фактор формування хімічного складу підземних вод ґрунтових та субґрунтових горизонтів

Аналіз досвіду експлуатації водозаборів свідчить, що дуже часто порушення природних закономірностей водообміну супроводжується негативними змінами якості підземних вод. Це простежується у випадку, коли експлуатаційний водовідбір є настільки потужним, що забезпечує залучення ресурсів підземних вод на значній площі в цільовому водоносному горизонті, де формуються підземні води різної мінералізації або хімічного складу. У такому випадку погіршення якості води водозабору у часі є практично неминучим.

Важливу роль у закономірностях змін якості води в цільовому горизонті за потужних водовідборів відіграє перетікання підземних вод із сусідніх горизонтів, у тому числі із четвертинних водоносних горизонтів, що у цілому ряді випадків має провідне значення. Особливо яскраво дія цього чинника проявляється на півдні та сході України у межах розташування зрошувальних меліоративних систем. Зрошення, обсяги якого перевищують природні атмосферні опади у декілька разів, збільшує інфільтраційну складову на площах цих систем і, відповідно, спричиняє винесення із четвертинних відкладів солей, що утворилися у природних умовах в результаті інтенсивного випаровування. Не останню роль за цього відіграють процеси розчинення та перенесення у водних розчинах мінеральних добрив й засобів захисту рослин, що застосовуються під час інтенсивного здійснення сільськогосподарського виробництва.

*Досить поширеними є факти забруднення підземних вод в результаті негативного промислового техногенного впливу. Зокрема, на сході України потужним забруднювачем є накопичувач промислових відходів*

*ВАТ «Краситель», в результаті забруднення оксидами азоту виведений з ладу водозабір Лузанський-3, зафіксовано збільшення сухого залишку на водозаборі Лузанського патронного заводу до 3,7 г/дм<sup>3</sup>, на водозаборі «Лісова дача» до 9,0 г/дм<sup>3</sup> тощо.*

*Зазначені причини є одними із вагомих але не найбільш поширених. До найбільш поширених причин слід віднести стабільне погіршення у процесі експлуатації родовищ підземних вод, не пов'язане із впливом будь-яких техногенних зовнішніх факторів.*

У роботі [57] синхронне збільшення у воді водозаборів сульфатів та хлоридів пов'язується в основному в результаті вилуговування порід у межах області живлення верхньокрейдового водоносного горизонту. У цьому разі збільшення мінералізації пояснюється збільшенням атмосферних опадів у регіоні, а також відновленням рівнів води в ґрунтових водоносних горизонтах у разі зменшення продуктивності водозаборів, в результаті чого до процесів вилуговування залучається додаткова товща порід.

З такими висновками слід погодитись, хоч вони є загальними, не прив'язаними до конкретної частини розрізу й не пояснюють режиму погіршення якості підземної води в, порушених умовах і відсутність такого процесу в непорушених умовах.

Аналіз досвіду експлуатації водозаборів, приурочених до верхньокрейдового водоносного горизонту в східних областях України, показав, що у більшості з них за період експлуатації спостерігається стабільне погіршення якості води незалежно від водності періоду, а також за відсутності в зоні формування експлуатаційних запасів підземних вод будь-яких промислових або сільськогосподарських об'єктів, із яким можна було б пов'язувати зазначене негативне явище.

Дослідженнями [56, 58] встановлено, що процес вилуговування у зоні континентального засолення є можливим за умови, коли інтенсивність відтоку підземних вод переважає інтенсивність випаровування. Оскільки на ділянках вилуговування мінералізація підземних вод, виходячи із наведених тверджень, має бути меншою, ніж на площах, де переважають процеси континентального засолення. Отже, геохімічні процеси, що проходять у породах зони аерації, відіграють визначальну роль у формуванні хімічного складу ґрунтових вод. Виходячи із цього висновку в зоні континентального засолення мінералізація ґрунтових або субґрунтових вод на ділянках, де породи зони аерації складено із глинистих порід, має бути більшою, ніж мінералізація ґрунтових вод на ділянках, де породи зони аерації складено із добре проникних утворень, зокрема пісків.

Для перевірки цього твердження за матеріалами СхідДРГП побудовано спеціалізовану карту, де відображено літологічний склад порід зони аерації, а також мінералізація підземних вод мергельно-крейдового субґрунтового горизонту на період 2002–2007 років. Крім того, на карту винесено численні об'єкти техногенного навантаження, що могли негативно вплинути на якість підземних вод.

Аналіз даних, наведених на рис. 2.15, дозволяє звузяти перелік причин, що призводять до погіршення якості води крейдових водозаборів у часі. З рисунку видно, що у межах лівобережної частини долини р. Сіверський Донець, де породи зони аерації представлено переважно піщанистими різнови-

дами, мінералізація води водозаборів не перевищує  $1,0 \text{ г/дм}^3$ , незважаючи на те, що якраз у цій зоні розташовано такі промислові центри, як Рубіжне, Лисичанськ та Северодонецьк, що з усіма своїми підприємствами хімічної, нафтоперегонної та металургійної промисловості, накопичувачами та відстійниками репрезентують найбільший техноген-

ний вплив на навколишнє природне середовище в Україні.

На наведеному нижче рисунку показано графік хімічного складу водних витяжок: за типом, що зустрічається найчастіше (рис. 2.16), і тип, який засвідчує, що у межах зони континентального засолення зустрічаються ділянки, де процес вилюговування переважає.



Рис. 2.15. Фрагмент карти зіставлення літологічного складу порід зони аерації підземних вод мергельно-крейдяного водоносного горизонту

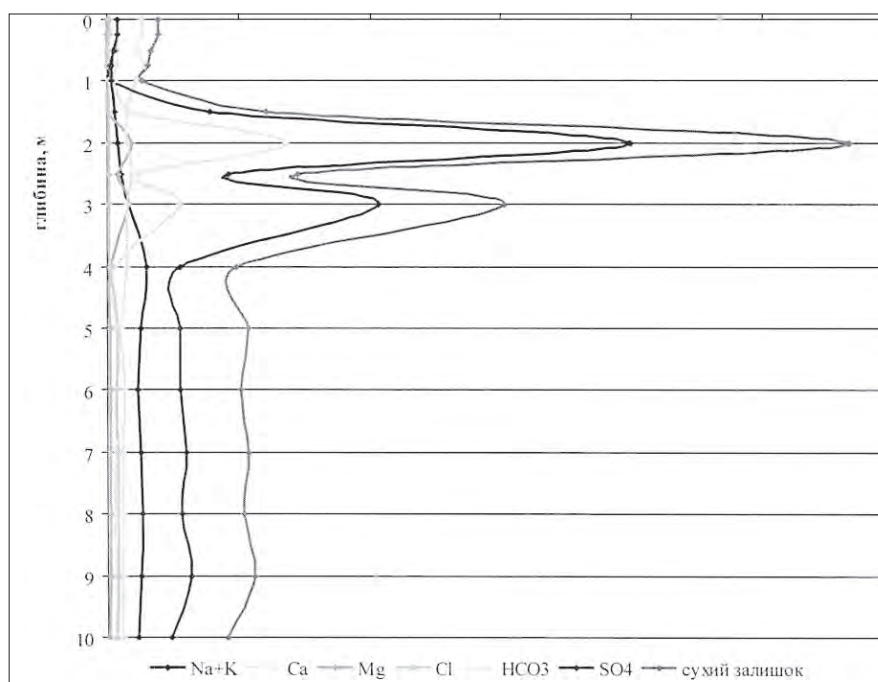


Рис. 2.16. Графік хімічного складу водних витяжок на опорній картувальній інженерно-геологічній св. № 52і, що знаходиться у приміській зоні м. Луганськ

Таблиця 2.16

**Св. № 52і. Слов'яносербський район,  
в 0,2 км на північній околиці смт Родакове,  
правий схил долини р. Лугань**

Глибини підшви, м	Потужності, м	Літологічні характеристики порід
0,7	0,7	Ґрунтово-рослинний шар
2,0	1,3	Суглинок сірувато-коричневий, середній, напівтвердий, однорідний із рідкими мучнистими включеннями карбонатів
3,0	1,0	Суглинок сірувато-коричневий, середній, туго пластичний, місцями опіщаний, у верхній частині шар багатий на мучнисті карбонати та кристали гіпсу
11,0	8,0	Мергель голубувато-білий, глинистий, слаботріщинуватий

У результаті аналізу стосовно формування хімічного складу води водозаборів підземних вод у мергельно-крейдовій товщі на Сході України зроблено такі висновки:

1. Основне джерело забруднення є суто природного походження й сформоване у процесі накопичення опадів та подальшого перерозподілу речовини під впливом змін водного балансу в межах депресійних воронко водозаборів підземних вод. Ця обставина пояснює регіональний характер забруднення та практичну відсутність його приуроченості до об'єктів техногенного впливу на навколишнє природне середовище.

2. Збільшення мінералізації підземних вод протягом експлуатації відбувається переважно тими компонентами, що утворюють вторинні прошарки солі у породах зони аерації.

3. Аналіз картографічних побудов (рис. 2.15) засвідчує, що в доповнення до висновків Каменського Г.Н. [56] із деталізацією Крайнова С.Р. та Швеця В.М. [58] про те, що геохімічні процеси, що відбуваються у зоні аерації, мають у природних умовах визначальний вплив на хімічний склад підземних вод ґрунтових та субґрунтових горизонтів.

4. У такому випадку відбувається зміна процесу сольового накопичення на процес вилугування раніше накопичених у породах зони аерації солей, що й призводить до забруднення водоносного горизонту, зокрема у тріщинуватій зоні мергельно-крейдової товщі, у режимі постійного нарощування у часі солей у воді практично за всіма водозаборами, приурочених до зазначеного водоносного горизонту в Донецькій та Луганській областях.

5. Необхідно мати на увазі, що у разі змін геохімічних перетворень у породах зони аерації у межах територій континентального засолення має відбуватись погіршення якості підземних вод ґрунтових або субґрунтових горизонтів незалежно від літологічного складу водовмісних порід, а не тільки у водоносному горизонті тріщинуватой зони мергельно-крейдової товщі.

Слід зазначити, що динаміка процесів, перебіг яких забезпечує таку постійність забруднення, поки що залишається невиявленою.

Щодо динаміки процесів такої постійності забруднення, то вона залишилася невиявленою.

Аналіз досвіду експлуатації, зокрема водозаборів у Луганській області, свідчить про наявність декількох режимів забруднення. На водозаборах Луганський-1, Малорязанцівський, Хорошанський, Широкинський, Давид-Микильський, Краснянський та інших від початку і до 2007 року відзначено постійне збільшення у воді вмісту сухого залишку із окремими коливаннями темпу у часі. На водозаборах Новосвітлівський-2, Петровський, Щастинський, Родаківський, Вільхівський, Слав'яносербський за останні роки, а на деяких за останні 10–15 років, темп погіршення якості зменшився. На ряді водозаборів зафіксовано стан, що можна кваліфікувати як стабілізацію якості – водозабори Метьолкінський, Житлівський, Айдарський, а на водозаборах Щедришевський та Кондрашівський за останні роки навіть покращення якості води. Зазначені відмінності очевидно пов'язані із розмаїтістю рівня засолення ділянок, де формуються експлуатаційні запаси зазначених водозаборів, а також зі змінами режиму водовідборів, що за останні роки є звичним явищем. Це призводить до зменшення зони впливу водозаборів та до змочування частини техногенної зони аерації, збагаченої легкорозчинними сполуками, що утворились в результаті окислення атмосферним киснем. ЦЕ Є проблемою наступних досліджень.

Потрібно також вивчати просторові межі зміни процесу континентального соленакочення на процес вилугування, оскільки на значній території поширення водоносного горизонту у мергельно-крейдових відкладах у межах Донецької та Луганської областей відзначено зони природного дренажу, що мають обмежувати просторове поширення впливу експлуатаційних відкачувань, а відтак і процесу вилугування та його інтенсифікації у часі.

Враховуючи виявлені закономірності змін хімічного складу води водоносного горизонту у мергельно-крейдових відкладах на сході України, можна зробити висновок про песимістичні перспективи його використання. У найближчі 20–30 років вода деяких крупних водозаборів за вмістом компонентів хімічного складу може вийти за межі нормованих державним стандартом показників. Тому вивченню процесу погіршення якості води зазначеного горизонту потрібно приділити належну увагу, як і оцінці можливості використання інших джерел водопостачання за умов несприятливого розвитку подій.

Наведена інформація буде корисною для виконавців робіт із оцінки прогнозних ресурсів підземних вод України. Слід зазначити, що накопичені під час виконання оцінки стану перспективних ресурсів та експлуатаційних запасів підземних вод дані дозволяють визначитися із регіональними закономірностями умов формування хімічного складу підземних вод в умовах експлуатаційних водовідборів, надасть можливість гідрогеологам у період здійснення розвідувальних робіт більш обґрунтовано прогнозувати зміни хімічного складу в розрахунковий період експлуатації.

Можливо, у процесі оцінки прогнозних ресурсів доцільно виділяти зони, у межах яких освоєння родовищ підземних вод, приурочених до конкретних водоносних горизонтів, може супроводжуватись погіршенням якості підземних вод, тобто освоєння можливе на умовах ризику.



### 2.5.3. Фактори погіршення якості підземних вод у процесі експлуатації водозаборів в Україні

Під час виконання робіт із прогнозування оцінки ресурсів підземних вод дуже важливим є прогноз якості підземних вод у часі в умовах режиму, порушеною роботою водозабірних споруд. Такий прогноз на цій стадії є можливим лише на основі аналізу досвіду експлуатації працюючих водозаборів, розташованих на території України в різних гідрогеологічних умовах, в деяких випадках у зонах негативного впливу техногенних об'єктів. У результаті такого аналізу встановлено, що на 18–19 % працюючих водозаборів підземних вод після введення в експлуатацію відзначено погіршення якості підземних вод. У деяких випадках збільшення мінералізації та окремих компонентів хімічного складу припинялося на рівні, що не перевищував значення, нормовані державним стандартом «Вода питна». В інших зазначені показники стабілізувались на рівні, що перевищував допустимі норми. Відзначено також досить багато об'єктів, у воді яких зміни якості, зокрема мінералізації та жорсткості, відбувається стабільно протягом десятків років, незалежно від природних чинників та режиму експлуатації водозаборів.

Зміни хімічного складу підземних вод у процесі експлуатації, згідно із системою моніторингу експлуатаційних запасів, щорічно фіксуються у Державному балансі корисних копалин України у розділі «Питні підземні води» [60].

Правда, у балансі наведено дані лише за мінералізацією підземних вод. Це, звичайно, суттєво погіршує можливості отримання об'єктивних даних стосовно того, за рахунок яких макрокомпонентів відбувається збільшення мінералізації води, що могло би дозволити із більшим рівнем імовірності встановити причини зазначеного явища. В той же час сам факт забруднення показники мінералізації встановити дозволяють. При цьому найбільш промовистими є дані за Автономною Республікою Крим, Донецькою, Луганською та Херсонською областями.

Досить активно відбувається погіршення якості підземних вод під час розроблення родовищ підземних вод у Донецькій області. Перш за все це стосується водозаборів, приурочених до водоносного горизонту в карбонатних відкладах. Ці відклади відзначаються підвищеним вмістом розчинних солей та слабкою промитістю, що й обумовлює підвищену мінералізацію підземних вод, що циркулюють у таких породах. Але зазвичай води високої мінералізації карбонатного горизонту проявляються вже під час здійснення розвідувальних робіт. Тому родовища підземних вод у цих породах вже на початку експлуатаційного водовідбору характеризуються підвищеними показниками мінералізації, що часто перевищує норми державного стандарту.

Трохи інші закономірності зафіксовано під час розроблення родовищ підземних вод, приурочених до мергельно-крейдової товщі верхньої крейди. У процесі їх експлуатації також відзначається збільшення сухого залишку води, що відкачується. Але це збільшення здійснюється у часі стабільно та постійно незалежно від водності періоду та обсягів водовідбору. При цьому темпи збільшення сухого залишку загалом є досить стабільними. Так, на Богоявленській ділянці

цей темп становив 0,014 г/дм<sup>3</sup> на рік, на Білоярівській – 0,012 г/дм<sup>3</sup> на рік, на Білокузьминівській – 0,01 г/дм<sup>3</sup> на рік, на Краматорській-1 – 0,016 г/дм на рік, по Краматорській-3 – 0,008 г/дм на рік і на Осиківській – 0,021 г/дм<sup>3</sup> на рік.

Підвищений темп збільшення сухого залишку у часі на Осиківській ділянці можна пояснити особливістю формування хімічного складу підземних вод у верхньокрейдових пісковиках.

Не дивлячись на окремі винятки, можна стверджувати, що для підземних вод, що формуються у трищинуватій зоні мергельно-крейдової товщі, під час експлуатації є характерним постійне та відносно рівномірне збільшення мінералізації із середнім темпом 0,0012–0,0016 г/дм<sup>3</sup>.

Аналогічна ситуація є і на водозаборах Луганської області. Всі водозабори, де відзначено збільшення мінералізації підземних вод протягом експлуатації, приурочені до водоносного горизонту в зоні трищинуватості карбонатних утворень верхньої крейди.

У результаті цього процесу вода деяких водозаборів за показником сухого залишку наблизилась до межі, що дозволяє використовувати підземні води для господарсько-питного водопостачання безумовно, без додаткових погоджень із санітарною службою. На ділянках Менчикурівська, Слав'яносербська, Родаківська, Хорошанська, м'ясокомбінату та інструментального заводу якість води погіршилась до рівня, за яким її споживання є можливим лише за наявності спеціального дозволу компетентних органів. На ділянці ж верстатобудівного заводу якість води стала взагалі непридатною для задоволення господарсько-питних потреб. При цьому середній темп збільшення кількості розчинних солей у воді становить 0,009–0,011 г/дм<sup>3</sup> на рік. Більші значення цього показника на Родаківській ділянці, освоєння якої розпочалось у 1975 році, на Занівській ділянці (1962 рік) – 0,015–0,016 г/дм<sup>3</sup> на рік і особливо велике на Великосуходільській ділянці (2004 рік) – 0,08 г/дм<sup>3</sup> на рік. Менші темпи 0,003–0,006 г/дм<sup>3</sup> зафіксовано на Краснянській, Слав'яносербській, Хорошанській ділянках та ділянці інструментального заводу, освоєних в 1931 – 1956 роках.

Отже, у початковий період розроблення темп нарощування вмісту розчинних солей у воді може відбуватися інтенсивніше, а після експлуатації протягом 50–70 років цей темп зменшується. *Зазначений висновок підтверджується характером нарощування обсягів сухого залишку у воді під час експлуатації водозаборів на Вільхівській, Родаківській, Слав'яносербській та Петровській ділянках, за якими чітко простежується ця закономірність.*

У ряді випадків негативну роль відіграють перетікання із четвертинних водоносних горизонтів, де на півдні та південному сході України під впливом кліматичних факторів формуються води з підвищеною мінералізацією. Кліматичні фактори обумовили значну засоленість четвертинних утворень, що негативно впливає на якість підземних вод неогенових горизонтів під час спорудження зрошувальних меліоративних систем, що у південних областях є досить поширеними.

Причину погіршення якості підземних вод під час експлуатації потрібно шукати у межах природної або техногенної зони аерації, оскільки у разі віднов-

лення рівня підземних вод у цій частині розрізу вони збагачуються розчиненими солями і, підвищуючи свою мінералізацію, стають непридатними для господарсько-питного водопостачання.

Аналогічні процеси відбуваються й під час відновлення рівня підземних вод у Донбасі у разі виведення шахт із експлуатації методом мокрої консервації, а також під час зменшення водовідбору та відновлення динамічних рівнів на багатьох водозаборах Одеської, Миколаївської та Херсонської областей.

Під час відновлення рівня підземних вод у затопленій частині штучно створеної зони аерації окислювальна обстановка змінюється на відновлювальну, в результаті чого процес утворення нових розчинних сполук різко скорочується й збагачення підземних вод розчинними речовинами має відбуватись до того часу, поки не будуть вилугувані раніше утворені під впливом окислювання сполуки. Тому з часом можна очікувати, що хімічний склад підземних вод стабілізується на рівні своїх природних показників у непорушених умовах.

Із цього можна зробити висновок, що у результаті зазначеного фактору погіршення якості води у багаторічному аспекті є тимчасовим. Цей період залежить від інтенсивності водообміну на ділянці водозбору та від кількості розчинних солей, що утворились у тій частині техногенної зони аерації, що змочується під час відновлення рівня підземних вод. За даними несистемних досліджень цей період може тривати від одного до декількох десятків років.

На сьогоднішню ситуацію із підземними водами, що склалась у Херсонській області, потребує здійснення відповідних заходів, організації подавання до проблемних населених пунктів дніпровської води або впровадження системи підготовки води, що забезпечувала би населення якісною водою для потреб споживання.

Погіршення якості підземних вод у процесі розроблення родовищ, особливо приурочених до карбонатних колекторів, є закономірним процесом для більшості крупних об'єктів, що забезпечують потреби міст та промислових районів. До цього до причин, що обумовлюють процеси зміни якості води, слід віднести склад розчинних солей порід зони аерації та водовмісних порід, перетікання із водоносних горизонтів четвертинних відкладів, посилення діяльності мікроорганізмів у процесі активізації руху підземного потоку під впливом водовідбору, а також техногенні чинники. У той же час, на основі наведеної вище інформації слід зазначити, що техногенний промисловий фак-

тор, який часто проявляється у вигляді забруднення поверхневих вод та ґрунтових вод, є менш масштабним і фіксується більшою мірою лише у воді інфільтраційних водозаборів.

Для об'єктивного прогнозу якості підземних вод на період розрахункового терміну експлуатації зазначені закономірності та причини потрібно проаналізувати. Тому необхідним є організація на нових водозаборах або на водозаборах, де різко збільшуються обсяги водовідбору, регулярне гідрохімічне випробування із визначенням сольового складу на рівні повного хімічного аналізу. Це має дати відповідь, з яких компонентів починається погіршення якості води, що дозволить визначитись із причинами цього явища.

В результаті викладеного вище можна зробити такі висновки.

1. Причини погіршення якості підземних вод можуть бути різними. Але уявлення багатьох дослідників щодо викидів у різні сфери навколишнього природного середовища відходів виробництва, функціонування шламонакопичувачів, відстійників, полів фільтрації, звалищ, різних видів промислового природокористування, як основних причин погіршення якості підземних та ґрунтових вод, зокрема, за даними експлуатації крупних водозаборів підземних вод не підтверджується. Можливо, цей факт обумовлено ефективністю державної політики стосовно вибору місць здійснення геологорозвідувальних робіт з метою розвідки експлуатаційних запасів підземних питних вод, а також заходи із захисту водозаборів під час їх експлуатації.

2. Наймасштабнішими причинами погіршення якості підземних вод під час експлуатації водозаборів є геохімічні зміни у техногенній зоні аерації, де відновлювальна обстановка у разі зменшення рівня підземних вод змінюється на окислювальну і, навпаки, у разі відновлення рівня підземних вод окислювальна змінюється на відновлювальну.

3. Найвразливішими внаслідок зміни геохімічної обстановки є підземні води, приурочені до карбонатних колекторів тріщинуватих і кавернозних вапняків, крейди та мергелів, що відрізняються від інших більшою активністю відносно природних факторів вивітрювання.

4. Із наведеного вище випливає, що стабільна у часі якість підземних вод під час розроблення родовищ, приурочених до карбонатних колекторів може бути забезпечена у разі стабільних дебітів та величин знижень, тобто у разі стабільних параметрів експлуатації.

## Література до Розділу 2

1. Яцик А.В., Томільцева А.І. Стратегія реформування водного господарства України для збалансованого екологічно безпечного використання та збереження водних ресурсів. – м. Рівне: Вісник Національного університету водного господарства та природокористування, Випуск 3 (71), с. 136–142.
2. Стратегічний план дій для басейну Південного Бугу. Wetlands international, Вінниця – Київ – 2011.
3. Яцик А., Бишовець Л., Томільцева А., Чернявська А., Запольський І. Екологічні проблеми верхів'я Канівського водосховища. Журнал «Водне господарство», № 4, 2008.
4. Яцик А.В., Томільцева А.І., Дупляк В.Д. та ін.. Концепція впорядкування використання та охорони водних ресурсів у заплаві р. Дніпро від гирла р. Десна до гирла р. Стугна: – К.: Університет «Україна», 2011. – 27 с.
5. Методичне керівництво по розрахунку антропогенного навантаження і класифікації екологічного стану малих річок України НТД 33-4759129-03-04-92. – К.: Мінприроди України, Держводгосп України, 1992. – 40 с.
6. Правила експлуатації водосховищ Дніпровського каскаду / К.: «Генеза», 2003, 176 с.
7. Водний кодекс України від 06.06.1995 № 213/95-ВР. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80>

8. Земельний кодекс України від 25.10.2001 № 2768-111. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2768-14>
9. ДБН 360-92\*\*. «Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень» / К.: 2002.
10. Методика розрахунків збитків у галузях економіки України у басейні Дніпра в маловодні роки. – К.: «Оріяни», 2004, 176 с.
11. Методика оцінки економічної ефективності комплексного використання водних ресурсів у сучасних умовах (на прикладі дніпровських водосховищ) – К.: Держводгосп України; УНДІВЕП, 1995, 48 с.
12. Предложения по улучшению комплексного использования водохранилищ Днепровского каскада ГЭС, Укргидропроект, Харьков, 1978.
13. Методика з проектування берегоукріплення локальними примивами з піщаних ґрунтів на водосховищах, які тривалий період експлуатуються, з коливанням рівня до 2 м. ВИД 33-2.3-06-2003 / К.: ДМП «Полімед», 2006, 75 с.
14. Закон України «Про затвердження Загальнодержавної цільової програми розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення басейну річки Дніпро на період до 2021 року» від 24.05.2012 № 4836-17 – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/4836-17>
15. Яцик А.В., Томільцева А.І. Минуле, сучасне, майбутнє водосховищ Дніпровського каскаду, журнал «Гідроенергетика України», № 1, К.:, 2014, с. 20–25.
16. Яцик А.В. Водогосподарська екологія у 4 томах. – К.: «Генега», 2004.
17. Управление водными ресурсами в бассейне рек. РосНИИВХ, Екатеринбург, 1993.
18. Концепція Державної програми екологічного оздоровлення басейну р. Дністер.
19. Лиманно-устьевые комплексы Причерноморья. Под редакцией Г.И. Швобса. Ленинград, «Наука» Л.Д., 1988.
20. А.В. Яцик, А.І. Томільцева. До питання перспективного використання водних і гідроенергетичних ресурсів у басейні Дністра. ІХ Міжнародна науково-практична конференція «Нетрадиційні і поновлювальні джерела енергії як альтернативні первинним джерелам енергії в регіоні» (6–7 квітня 2017 р.). Збірник наукових праць – Львів: НУ «Львівська політехніка», 2017. – С. 95–99.
21. Протокол XIII-го совещания Уполномоченных по реализации Соглашения между Кабинетом Министров Украины и Правительством Республики Молдова о совместном использовании и охране пограничных вод, 9 июня 2010 г., г. Одесса.
22. Договор между Правительством Республики Молдова и Кабинетом Министров Украины о сотрудничестве в области охраны и устойчивого развития бассейна реки Днестр.
23. Кудін С.М., Подгорінов А.Л., Хілобоченко Л.С., Малі гідроелектростанції УРСР. – К.: Держбудвидав, 1960. – 160 с.
24. Річний звіт про діяльність Басейнового управління водних ресурсів річки Південний Буг з питань управління, використання та відтворення поверхневих водних ресурсів за 2012 р. – Вінниця, 2013. – 222 с.
25. Оцінка можливих змін водних ресурсів місцевого стоку в Україні в ХХІ столітті. С. Сніжко, М. Яцюк та ін. Водне господарство України. № 6 (102), 2012. – С. 8–15.
26. Гопчак І.В. Моніторинг якості поверхневих вод р. Західний Буг / І.В. Гопчак, А.С. Мельничук, Т.О. Басюк // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, присвяченої Всесвітньому дню води «Вода і робочі місця» (22 березня 2016 р.). – К.: ІВПіМ, 2016. – С. 25–27.
27. Гопчак І.В. Дослідження еколого-географічного стану водокористування в басейні річки Західний Буг / Гопчак І.В., Басюк Т.О. // Українська географія: сучасні виклики. Зб. наук. праць у 3-х т. – К.: «Прінт-Сервіс», 2016. – Т. III. – С. 40–41.
28. Гопчак І.В. Оцінка екологічної ефективності використання поверхневих вод річки Західний Буг / Гопчак І.В., Басюк Т.О., Мушка Г.Г. // Сучасний стан та перспективи розвитку водного господарства / Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (м. Дніпропетровськ, Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет, 19–20 травня 2016 р.). – Дніпропетровськ: «Свідлер», 2016. – С. 30–32.
29. Інформаційний бюлетень про якісний стан поверхневих вод басейну річки Західний Буг у 2015 році. – Луцьк, 2016. – 50 с.
30. Яцик А.В. Водогосподарсько-екологічне районування, як основа збереження басейнів малих річок / Яцик А.В., Гопчак І.В., Басюк Т.О. // Нетрадиційні і поновлювані джерела енергії як альтернативні первинним джерелам енергії в регіоні: Матеріали Дев'ятої міжнародної науково-практичної конференції (Львів, 6–7 квітня 2017 р.): Зб. наук. статей. – Львів: НУ «Львівська політехніка» – С. 100–104.
31. Організація та здійснення спостережень за забрудненням поверхневих вод (в системі Мінекоресурсів) КНД 211.1.1.106-2003 – К.: 2003. – 70 с.
32. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / В.Д. Романенко, В.М. Жукинський, О.П. Окслюк, А.В. Яцик, та ін. – К.: «Символ-Т», 1998. – 28 с.
33. Гопчак І.В. Моніторинг якості поверхневих вод р. Західний Буг / Гопчак І.В., Мельничук А.С., Басюк Т.О. // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, присвяченої Всесвітньому дню води «Вода і робочі місця» (Україна, м. Київ, 22 березня 2016 р.) – К.: 2016, ЦП «Компринт» – С. 26–27.
34. Гопчак І.В. Сучасний стан якості поверхневих вод в басейні р. Західний Буг / Гопчак І.В., Мушка Г.Г., Грисюк Т.О., Прокопчук Н.О. // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, присвяченої Всесвітньому дню води «Вода і робочі місця» (Україна, м. Київ, 22 березня 2016 р.) – К.: 2016, ЦП «Компринт» – С. 28–29.
35. Сиренко Л.А., Гавриленко М.Я. Цветение воды и эвтрофирование (методы его ограничения и использования сестона) – К., «Наукова думка», 1976. – 232 с.
36. Приймаченко А.Д. Фитопланктон и первичная продукция Днепра и днепровских водохранилищ – К., «Наукова думка», 1981. – 277 с.

37. Сакевич А.И. Экзометаболиты пресноводных водорослей – К., «Наукова думка», 1985. – 197 с.
38. Сиренко Л.А., Козицкая В.Н. Биологически активные вещества водоростей и качество воды – К., «Наукова думка», 1988. – 256 с.
39. Михайленко Л.Е. Бактериопланктон днепровских водохранилищ – К: Спецтипография научного журнала НАНУ, 1999. – 300 с.
40. Бабій П. Робота Басейнового управління водних ресурсів річки Рось з поліпшення якості води // Водне господарство України. – 2012. – Вип. 2. – С. 42–45.
41. Бабій П. Басейновий принцип управління водних ресурсів басейну річки Рось // Водне господарство України. – 2015. – Вип. 2. – С. 21–26.
42. Бабій П.О., Вишневський В.І., Шевчук С.А. Річка Рось та її використання. – К.: «Інтерпрес ЛТД», 2016. – 128 с.
43. Бабій П.О., Гребінь В.В., Хільчевський В.К. Характеристика хімічного складу р. Рось (за даними моніторингу Басейнового управління водних ресурсів) // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2017. – Т. 1 (44). – С. 62–75.
44. Вишневський В.І., Шевчук С.А., Шевченко О.І. Якість води в р. Рось // Меліорація і водне господарство. – 2016. – Вип. 103. – С. 94–100.
45. Гідроекологічний стан басейну річки Рось / В.К. Хільчевський, С.М. Курило, С.С. Дубняк [та ін.]; за ред. В.К. Хільчевського. – К.: «Ніка-Центр», 2009. – 116 с.
46. Se Woong Chunga, Ick Hwan Ko, Yu Kyung Kim. Effect of reservoir flushing on downstream river water quality // Journal of Environmental Management. – Vol. 86, Issue 1, January 2008, – P. 139–147.
47. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища України у 2015 році. – Режим доступу: <https://menr.gov.ua/news/31768.html>
48. Яцик А.В. Стратегія реформування водного господарства України для збалансованого екологобезпечного використання та збереження водних ресурсів: – К.: Університет «Україна», 2011. – 45 с.
49. Яцик А.В., Томілицева А.І., Дупляк В.Д. та ін. Концепція впорядкування використання та охорони водних ресурсів у заплаві р. Дніпро від гирла р. Десна до гирла р. Стугна: – К.: Університет «Україна», 2011. – 27 с.
50. Водообмен в гидрогеологических структурах Украины: Водообмен в естественных условиях / В.М. Шестопалов, В.И. Лялько, Н.С. Огняник и др.; отв. ред. В.М. Шестопалов. АН УССР. Институт геологических наук. К.: «Наукова думка», 1989, 228 с.
51. Шестопалов В.М., Огняник Н.С., Дробноход Н.И. и др. Водообмен в нарушенных условиях // В кн.: Водообмен в гидрогеологических структурах Украины, К.: «Наукова думка», 1991, 528 с.
52. Формування мінеральних вод України / За ред. акад. НАНУ В.М. Шестопалова, К.: «Наукова думка», 2009, 312 с.
53. Денисов Я. Я., Ребиндер П.А. О коллоидно-химической сущности глинистых пород, ДАН СССР, 1946, Т. 54, № 6.
54. Яковлев Е.А. Расчёт объёма депрессии подземных вод в радиальном потоке. Гидрогеология и инженерная геология, экспресс-информация Министерства геологии СССР, Москва, 1977, с. 1–7.
55. Вишняк А.И. Изменение химического состава подземных вод в ограниченных карбонатных структурах при окислении пирита покровных отложений. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.
56. Каменский Г.Н. Зональность грунтовых вод и почвенно-географические зоны. Тр. лаборатории гидрогеол. пробл. АН СРСР, т. 6, 1949.
57. Котелевць Є.П., Тарахкало О.В. Природні фактори змін хімічного складу підземних вод на водозаборах басейну р. Сіверський Донець, Інформаційний бюлетень про стан геологічного середовища, 19 вип., УкрДГРІ, 2003.
58. Крайнов С.Р., Швець В.М. Геохимия подземных вод хозяйственно-питьевого назначения, М.: «Недра», 1987.
59. Люта Н.Г., Лютий Г.Г. Геохімічні процеси в зоні аерації як фактор формування хімічного складу підземних вод ґрунтових і субґрунтових горизонтів. Збірник наукових праць Українського державного геологорозвідувального інституту. – К., 2011. – № 1. – С. 104–116.
60. Баланс запасів корисних копалин. Питні підземні води. ДНВП «Геоінформ», К., 2008.
61. Вишняк А.И. Изменение химического состава подземных вод в ограниченных карбонатных структурах при окислении пирита покровных отложений. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.
62. Грищенко Г.И., Лаврик В.И., Сингур Е.И. Гидрогеологическая карта СССР. Масштаб 1:200000. Серия Днепровско-Донецкая. М-36-XXII. К., 1972.
63. Крайнов С.Р., Швед В.М. Геохимия подземных вод хозяйственно-питьевого назначения. М.: «Недра», 1987.
64. Полонський Б.Т. та ін. Звіт «Гідрологічні дослідні роботи з оцінки експлуатаційних запасів підземних вод Бучацького водоносного горизонту на водозабірній ділянці курорту «Миргород» Полтавської області» ДП «Укргеокаптажмінвод» та НВП «Спецводгео». К.: 2006, Укргеолфонд.
65. Саніна І.В., Лютий Г.Г. Фактори погіршення якості підземних вод у процесі експлуатації водозборів в Україні.
66. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку розроблення плану управління річковим басейном» від 18.05.2017 № 336. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/336-2017-%D0%BF>

**Питання для самоперевірки**  
**Розділ 2**

1. Якою постановою Кабінету Міністрів України затверджено Порядок розроблення плану управління річковим басейном?
2. За рахунок яких джерел передбачено фінансування заходів у планах управління річковим басейном?
3. Назвіть основні показники з оцінки антропогенного навантаження на водні екосистеми.
4. Перерахуйте упереджувальні заходи для запобігання надзвичайних ситуацій на водних об'єктах.
5. Основна мета та завдання функціонування водогосподарської галузі економіки України.
6. Екологічний стан та економічно-господарське значення дніпровських водосховищ.
7. Перспективне використання водних і гідроенергетичних ресурсів у басейні Дністра.
8. Які принципи транскордонного використання водних ресурсів?
9. Основні проблеми басейну річки Сіверський Донець.
10. У чому полягає ефективність заходів з промивки водосховищ?

## 3. ШЛЯХИ ПОЛІПШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СИТУАЦІЇ У СФЕРІ ВОДНИХ РЕСУРСІВ

### 3.1. БАСЕЙН ВОДОЙМИ (РІЧКИ, ВОДОСХОВИЩА, ОЗЕРА, КАНАЛИ, СТАВКИ, БОЛОТА) – ЄДИНИЙ ОБ'ЄКТ ЕКОСИСТЕМНОГО УПРАВЛІННЯ

Басейн водойми (річки, водосховища, озера, канали, ставки, болота) необхідно розглядати як об'єкти екосистемного управління. Господарська діяльність за всіма напрямками здійснюється на території всього басейну водойми. Щодо території адміністративного (обласного, районного) підпорядкування, то вона є лише водогосподарською дільницею, тобто частиною басейну, з якого він складається. Виділення зазначених дільниць необхідно на законодавчій основі контролювати державними, місцевими органами влади за водогосподарською діяльністю та обліку використання водних ресурсів.

У цьому напрямі вже є певні досягнення, а саме, у рамках виконання Угоди про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським Співтовариством з атомної енергії та їх державами-членами, з іншої сторони, Україна зобов'язується поступово наблизити своє законодавство до законодавства ЄС, у тому числі у сфері якості води та управління водними ресурсами.

З метою наближення національного законодавства до законодавства ЄС, зокрема Директиви ЄС № 2000/60/ЄС [1] про встановлення рамок діяльності Співтовариства у сфері водної політики (далі – ВРД), Верховною Радою України прийнято Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо впровадження інтегрованих підходів в управлінні водними ресурсами за басейновим принципом» від 04.10.2016 № 1641-VIII [7] (далі – Закон).

Зазначеним Законом визначено, що управління в галузі використання і охорони вод та відтворення водних ресурсів здійснюється за басейновим принципом (басейновий принцип управління – комплексне (інтегроване) управління водними ресурсами в межах району річкового басейну) на основі державних, цільових, міждержавних та регіональних програм використання та охорони вод і відтворення водних ресурсів, а також планів управління річковими басейнами.

Впровадження інтегрованого управління водними ресурсами за басейновим принципом передбачає реформування державної системи управління у сфері охорони вод та раціонального використання водних ресурсів й її перехід від адміністративно-територіальної моделі управління до басейнової структури та координації спільних дій щодо охорони поверхневих, перехідних, прибережних та підземних вод, а також застосування єдиних підходів до водокористування.

Реформа в управлінні водними ресурсами змінює не лише управлінську структуру, а й філософію та принципи використання водних ресурсів з високим ступенем екологічної та економічної ефективності.

Тому першочерговим завданням є прийняття прозорої та ефективної законодавчої бази щодо ефективного управління водними ресурсами.

Зокрема, Закон спрямовано на встановлення правових норм щодо: гідрографічного та водогосподарського районування території України, розроблення планів управління річковими басейнами, розроблення водогосподарських балансів.

Світовим досвідом встановлено, що екологічно безпечне водокористування залежить не тільки від рівня технологій, що використовуються, й значною мірою обумовлено управлінськими підходами, ступенем раціональності використання водних ресурсів, їх охороною та відтворенням.

Тому лише впровадження басейнового принципу управління на підставі еколого-економічних підходів може виправити ситуацію та покращити якість водних ресурсів.

Закон спрямовано на встановлення правових норм щодо впровадження системи інтегрованого управління водними ресурсами за басейновим принципом шляхом: гідрографічного та водогосподарського районування території України;

розроблення Планів управління річковими басейнами;

розроблення водогосподарських балансів; визначення повноважень центральних і місцевих органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування.

Одним із елементів Планів управління річковим басейном, розроблення яких передбачається статтю 13 Водної Рамкової Директиви ЄС [1], є оптимізація водокористування, що є важливим етапом впровадження басейнового принципу управління водними ресурсами з метою досягнення нормативів якості води, безпечного та раціонального водокористування, стійкого екологічного стану в річковому басейні та збереження біологічного різноманіття водних екосистем.

Тобто, елементом Планів управління є розроблення водогосподарських балансів, вихідна інформація яких важлива під час погодження та видачі дозволів на спецводокористування, заборгах та скидах забруднених вод у річки та водойми, плануванні розміщення нових виробництв, розробленні режимів роботи водосховищ тощо.

### 3.2. ГІДРОГРАФІЧНЕ ТА ВОДОГОСПОДАРСЬКЕ РАЙОНУВАННЯ УКРАЇНИ

#### 3.2.1. Загальна методологія та технологія районування

Завдання оптимального гідрографічного та, на його основі, водогосподарського районування є ключовим у системі інтегрованого управління водними ресурсами будь-якої країни або басейну річки. Вирішення завдання із забезпечення громадян та економіки регіону водою у достатній кількості з належною якістю одночасно зі збереженням хорошого стану

екосистем водних об'єктів потребує оптимізації водокористування на кожній водозбірній ділянці річки, а це, в свою чергу, є можливим тільки у разі забезпечення достатнім обсягом достовірних регулярних даних моніторингу якості та кількості вод.

Водозбірні басейни великих річок України (Дніпро, Дністер, Південний Буг, Сіверський Донець та інших), що є основою гідрографічного районування, мають різноманітні природні умови формування стоку та якості поверхневих вод, а також підземних вод, гідравлічно пов'язаних із поверхневими. Принципово різними можуть бути й особливості водокористування на цих ділянках. Наприклад, на окремих ділянках суттєві зміни водності обумовлено роботою магістральних каналів для перекидання води між басейнами великих річок та між окремими водозбірними ділянками однієї великої річки.

Отже, оптимальним для системи інтегрованого управління водними ресурсами буде розподіл водозбірних басейнів великих річок країни на окремі водозбірні ділянки із більш-менш схожими природними умовами та особливостями водокористування для подальшого розв'язання оптимальної задачі водокористування одночасно зі збереженням хорошого стану екосистем водних об'єктів у кожній такій ділянці окремо. Для забезпечення максимально точного управління водними ресурсами такі водозбірні ділянки повинні мати якнайменшу площу. З іншого боку, більша площа таких ділянок збільшує їх забезпеченість достовірними даними моніторингу якості та кількості вод із великими рядами спостережень за багато років. Саме оптимізація кордонів таких водозбірних ділянок у межах кожної одиниці гідрографічного районування регіону лежить в основі його водогосподарського районування.

Базовим принципом Водної рамкової директиви ЄС (повна назва – Директива 2000/60/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 23 жовтня 2000 р. про встановлення рамок діяльності Співтовариства у сфері водної політики) є визнання району річкового басейну основною гідрографічною одиницею управління водними ресурсами – як цілісного природного гідрографічного об'єкту, який не може обмежуватися адміністративними чи державними кордонами [1].

Треба зазначити, що прийняття 4 жовтня 2016 р. Верховною Радою України Закону України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо впровадження інтегрованих підходів в управлінні водними ресурсами за басейновим принципом» № 1641-VIII, стало підсумком певного етапу діяльності українських фахівців (вчених і практиків), який розпочався ще задовго до підписання Угоди про асоціацію [2–4]. Було опубліковано «Методики гідрографічного та водогосподарського районування території України відповідно до вимог Водної рамкової директиви Європейського Союзу», розроблені вченими Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Вінницького національного політехнічного університету та фахівцями Державного агентства водних ресурсів України [5]. Авторами «Методик...» у 2013 році розроблено схему гідрографічного районування, що передбачає виділення 9 районів річкових басейнів на території України як основних гідрографічних одиниць (райони басейнів: р. Дніпро, р. Дністер, р. Дунай, р. Південний Буг, р. Дон, р. Вісла, річок Криму, річок Причорномор'я, річок Приазов'я). Цю схему з «Методик...» [5] і було затверджено на

законодавчому рівні у 2016 році та введено до Водного кодексу України (стаття 13<sup>1</sup>) [6, 7].

Базовий термін – «басейновий принцип управління» передбачає комплексне (інтегроване) управління водними ресурсами в межах району річкового басейну. У свою чергу, **район річкового басейну** – головна одиниця управління у галузі використання та охорони вод й відтворення водних ресурсів, що складається із річкового басейну (сусідніх річкових басейнів) та пов'язаних з ними прибережних і підземних вод. Район річкового басейну може поділятися на дрібніші одиниці – суббасейни. **Суббасейн** – частина річкового басейну, стік води з якої через пов'язані водойми і водотоки здійснюється до головної річки басейну або водогосподарської ділянки нижче за течією. **Водогосподарська ділянка** – частина річкового басейну, для якої розробляються водогосподарські баланси, встановлюються ліміти забору води із водного об'єкта та інші параметри використання водного об'єкта (водокористування) [6, 7].

Одним із ключових аспектів прийняття Закону № 1641-VIII від 4 жовтня 2016 р. [7] стало затвердження гідрографічного та водогосподарського районування території України. **Гідрографічне районування** – поділ території України на гідрографічні одиниці, що здійснюється для розроблення та впровадження планів управління річковими басейнами. **Водогосподарське районування** – розподіл гідрографічних одиниць на водогосподарські ділянки, що здійснюється для розроблення водогосподарських балансів.

У статті 13<sup>1</sup> Водного кодексу України [6] визначено, що основною гідрографічною одиницею є район річкового басейну. В Україні встановлено 9 районів річкових басейнів:

- район басейну річки Дніпро;
- район басейну річки Дністер;
- район басейну річки Дунай;
- район басейну річки Південний Буг;
- район басейну річки Дон;
- район басейну річки Вісла;
- район басейну річок Криму;
- район басейну річок Причорномор'я;
- район басейну річок Приазов'я (рис. 3.1).

Законодавчо передбачено, що у межах встановлених районів річкових басейнів центральний орган виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері охорони навколишнього природного середовища, може виділяти суббасейни. На сьогодні органом, що забезпечує формування державної політики у сфері охорони навколишнього природного середовища є Міністерство екології та природних ресурсів України (Мінприроди України). Згідно з наказом Мінприроди України від 26.01.2017 № 25 у межах 4 районів річкових басейнів на території України виділено 13 суббасейнів (р. Дніпро – 5 суббасейнів, р. Дунай – 4 суббасейни, р. Дон – 2 суббасейни, р. Вісла – 2 суббасейни) [10, 11]:

- 1) район басейну річки Дніпро – суббасейни Верхнього Дніпра; Середнього Дніпра; Нижнього Дніпра; р. Прип'ять; р. Десна;
- 2) район басейну річки Дунай – суббасейни р. Тиса; р. Прут; р. Серет; Нижнього Дунаю;
- 3) район басейну річки Дон – суббасейни р. Сіверський Донець; Нижнього Дону;
- 4) район басейну річки Вісла – суббасейни р. Західний Буг; р. Сян (табл. 3.1).

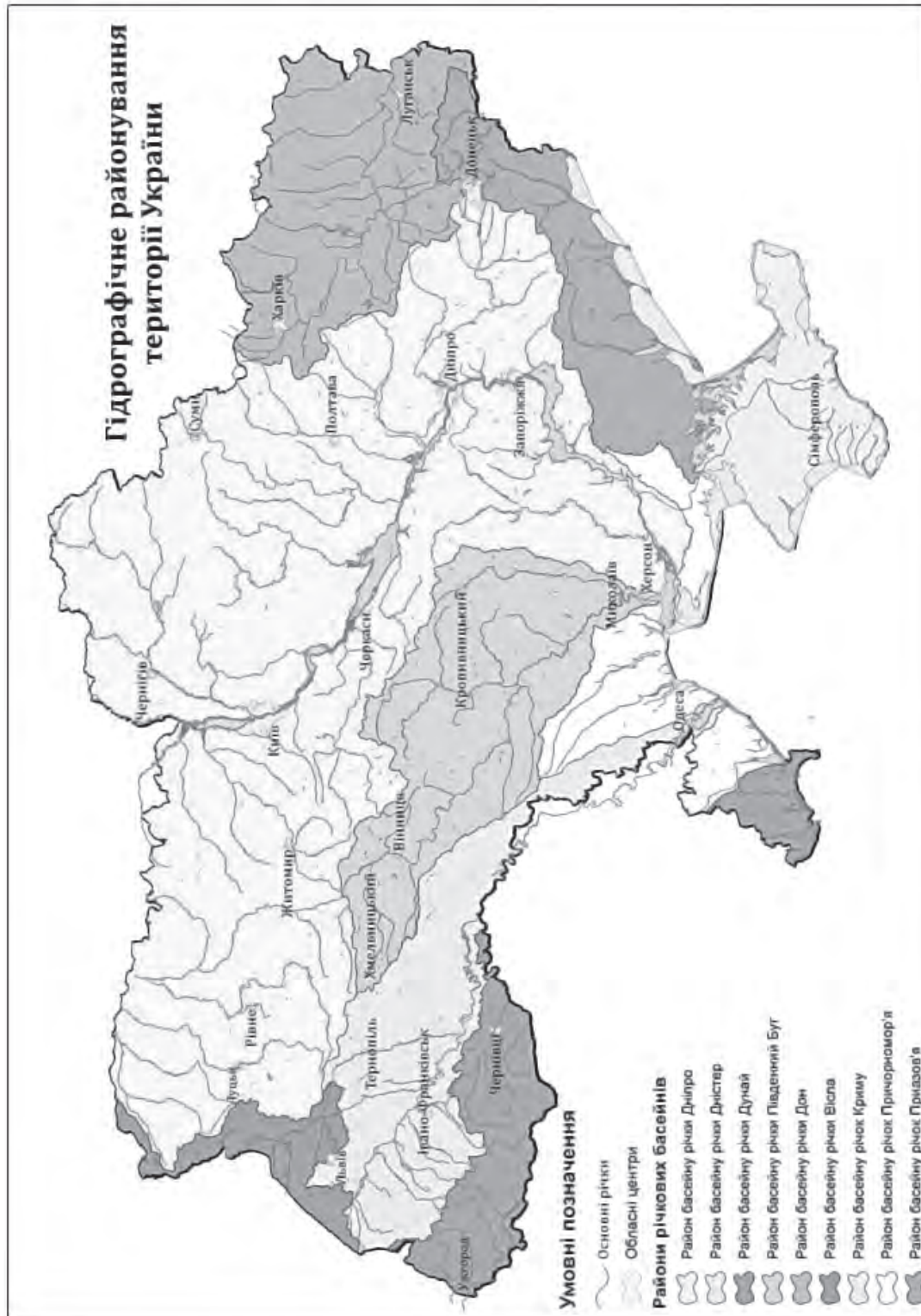


Рис. 3.1. Картохема гідрографічного районування території України за районами річкових басейнів, розробленою у 2013 році [5, 8, 9] і затвердженою у 2016 році [6, 7]



Таблиця 3.1

**Перелік районів річкових басейнів, суббасейнів та кількість водогосподарських ділянок згідно з гідрографічним районуванням території України, 2016 рік [6–11]**

№ з/п	Назви районів басейнів річок (РРБ)	№ з/п	Назви суббасейнів	Кількість водогосподарських ділянок у суббасейні (у РРБ)
1.	Район басейну річки Дніпро	1.	Суббасейн Верхнього Дніпра	1
		2.	Суббасейн Середнього Дніпра	23
		3.	Суббасейн Нижнього Дніпра	15
		4.	Суббасейн річки Прип'ять	13
		5.	Суббасейн річки Десна	7 (всього у РРБ – 59)
2.	Район басейну річки Дністер			12
3	Район басейну річки Дунай	1.	Суббасейн річки Тиса	3
		2.	Суббасейн річки Прут	1
		3.	Суббасейн річки Серет	1
		4.	Суббасейн Нижнього Дунаю	3 (всього у РРБ – 8)
4.	Район басейну річки Південний Буг			11
5.	Район басейну річки Дон	1.	Суббасейн річки Сіверський Донець	19
		2.	Суббасейн Нижнього Дону	1 (всього у РРБ – 20)
6.	Район басейну річки Вісла	1.	Суббасейн річки Західний Буг	2
		2.	Суббасейн річки Сян	1 (всього у РРБ – 3)
7.	Район басейну річок Криму			8
8.	Район басейну річок Причорномор'я			4
9.	Район басейну річок Приазов'я			7
Всього	9		13	132

Водогосподарські ділянки виділяються у межах районів річкових басейнів з урахуванням басейнового принципу управління, адміністративно-територіального устрою, фізико-географічних умов та господарської діяльності. Згідно з наказом Мінприроди України від 26.01.2017 № 25 [10, 11] виділено 132 водогосподарські ділянки у межах 5 районів річкових басейнів та 13 суббасейнів, що належать до 4 районів річкових басейнів (табл. 3.2). А наказом Мінприроди України від 03.03.2017 № 103 [12] затверджено межі районів

річкових басейнів, суббасейнів та водогосподарських ділянок. У додатках до наказу Мінприроди України № 103 містяться картосхеми та переліки населених пунктів, якими проходять межі районів річкових басейнів, суббасейнів та водогосподарських ділянок. З метою забезпечення складання державного водного кадастру за розділом «Водокористування» здійснюється кодування районів річкових басейнів, суббасейнів та водогосподарських ділянок (див. примітку до табл. 3.2).

Таблиця 3.2

**Перелік водогосподарських ділянок у межах районів річкових басейнів та суббасейнів згідно з гідрографічним районуванням території України, 2016 рік [10–12]**

Код*	Назви суббасейнів та водогосподарських ділянок у межах районів річкових басейнів
1	2
<b>M5.1</b>	<b>1. Район басейну річки Дніпро</b>
M5.1.1	<b>Суббасейн Верхнього Дніпра</b>
	<b>Водогосподарські ділянки:</b>
M5.1.1.01	р. Дніпро від державного кордону до початку Київського водосховища (включаючи р. Сож у межах України)
M5.1.2	<b>Суббасейн Середнього Дніпра</b>
	<b>Водогосподарські ділянки:</b>
M5.1.2.02	Київське водосховище (включаючи р. Брагінка у межах України, виключаючи рр. Прип'ять, Тетерів, Ірпінь)
M5.1.2.03	р. Дніпро від греблі Київського водосховища до греблі Канівського водосховища (виключаючи рр. Десна, Трубіж)
M5.1.2.04	р. Дніпро від греблі Канівського водосховища до греблі Кременчуцького водосховища (виключаючи рр. Рось, Супій, Сула, Тясмин)
M5.1.2.05	р. Тетерів від витоку до гідропоста Житомир

1	2
M5.1.2.06	р. Тетерів від гідропоста Житомир до гирла р. Ірша (включаючи р. Ірша)
M5.1.2.07	р. Тетерів від гирла р. Ірша до гирла
M5.1.2.08	р. Ірпінь
M5.1.2.09	р. Трубіж
M5.1.2.10	р. Рось від витoku до кордону Київської та Черкаської областей
M5.1.2.11	р. Рось від кордону Київської та Черкаської областей до гирла
M5.1.2.12	р. Супій
M5.1.2.13	р. Сула від витoku до кордону Сумської та Полтавської областей
M5.1.2.14	р. Сула від кордону Сумської та Полтавської областей до гідропоста Лубни (виключаючи р. Удай)
M5.1.2.15	р. Сула від гідропоста Лубни до гирла
M5.1.2.16	р. Удай
M5.1.2.17	р. Тясмин
M5.1.2.18	р. Псел від державного кордону до кордону Сумської та Полтавської областей
M5.1.2.19	р. Псел від кордону Сумської та Полтавської областей до гирла р. Хорол
M5.1.2.20	р. Псел від гирла р. Хорол до гирла (виключаючи р. Хорол)
M5.1.2.21	р. Хорол
M5.1.2.22	р. Ворскла від державного кордону до кордону Сумської та Полтавської областей
M5.1.2.23	р. Ворскла від кордону Сумської та Полтавської областей до гирла
M5.1.2.24	р. Дніпро від греблі Кременчуцького водосховища до греблі Дніпродзержинського водосховища
<b>M5.1.3</b>	<b>Суббасейн Нижнього Дніпра</b>
	<b>Водогосподарські ділянки:</b>
M5.1.3.25	р. Дніпро від греблі Дніпродзержинського водосховища до греблі Дніпровського водосховища (виключаючи рр. Оріль, Самара)
M5.1.3.26	р. Дніпро від греблі Дніпровського водосховища до греблі Каховського водосховища
M5.1.3.27	р. Дніпро від греблі Каховського водосховища до гирла (виключаючи р. Інгулець)
M5.1.3.28	р. Оріль від витoku до кордону Харківської та Дніпропетровської областей
M5.1.3.29	р. Оріль від кордону Харківської та Дніпропетровської областей до гирла
M5.1.3.30	р. Самара від витoku до гирла р. Вовча
M5.1.3.31	р. Самара від гирла р. Вовча до гирла (виключаючи р. Вовча)
M5.1.3.32	р. Вовча (виключаючи рр. Мокрі Яли, Гайчур)
M5.1.3.33	р. Мокрі Яли
M5.1.3.34	р. Гайчур
M5.1.3.35	р. Інгулець від витoku до кордону Кіровоградської та Дніпропетровської областей
M5.1.3.36	р. Інгулець від кордону Кіровоградської та Дніпропетровської областей до кордону Дніпропетровської та Херсонської областей (виключаючи р. Саксагань)
M5.1.3.37	р. Інгулець від кордону Дніпропетровської та Херсонської областей до гирла
M5.1.3.38	р. Саксагань
M5.1.3.39	Дніпровський лиман
<b>M5.1.4</b>	<b>Суббасейн річки Прип'ять</b>
	<b>Водогосподарські ділянки:</b>
M5.1.4.40	р. Прип'ять від витoku до державного кордону
M5.1.4.41	р. Прип'ять від гідропоста Мозир до гирла (в межах України)
M5.1.4.42	р. Стир від витoku до кордону Рівненської та Волинської областей
M5.1.4.43	р. Стир у межах Волинської області
M5.1.4.44	р. Стир від кордону Волинської та Рівненської областей до державного кордону
M5.1.4.45	р. Горинь від витoku до кордону Хмельницької та Рівненської областей
M5.1.4.46	р. Горинь від кордону Хмельницької та Рівненської областей до державного кордону (виключаючи р. Случ)
M5.1.4.47	р. Случ від витoku до гирла р. Хомора (включаючи р. Хомора)
M5.1.4.48	р. Случ від гирла р. Хомора до гирла р. Корчик (включаючи р. Корчик)
M5.1.4.49	р. Случ від гирла р. Корчик до гирла
M5.1.4.50	р. Ствига

1	2
M5.1.4.51	р. Уборть від витoku до державного кордону
M5.1.4.52	р. Уж
<b>M5.1.5</b>	<b>Суббасейн річки Десна</b>
	<b>Водогосподарські ділянки:</b>
M5.1.5.53	р. Десна від державного кордону до гирла р. Сейм
M5.1.5.54	р. Десна від гирла р. Сейм до гідропоста Чернігів (включаючи рр. Сейм, Снов)
M5.1.5.55	р. Десна від гідропоста Чернігів до гирла (включаючи р. Остер)
M5.1.5.56	р. Сейм від державного кордону до гідропоста Мутин
M5.1.5.57	р. Сейм від гідропоста Мутин до гирла
M5.1.5.58	р. Снов
M5.1.5.59	р. Остер
<b>M5.2</b>	<b>2. Район басейну річки Дністер</b>
	<b>Водогосподарські ділянки:</b>
M5.2.0.01	р. Дністер від витoku до гирла р. Стрий
M5.2.0.02	р. Стрий
M5.2.0.03	р. Дністер від гирла р. Стрий до гирла р. Гнила Липа
M5.2.0.04	р. Дністер від гирла р. Гнила Липа до гирла р. Серет (включаючи р. Гнила Липа та включаючи річки Бистриця, Серет)
M5.2.0.05	р. Бистриця
M5.2.0.06	р. Серет
M5.2.0.07	р. Дністер від гирла р. Серет до гідропоста Могилів-Подільський (включаючи р. Збруч)
M5.2.0.08	р. Збруч
M5.2.0.09	р. Дністер від гідропоста Могилів-Подільський до державного кордону
M5.2.0.10	р. Дністер від державного кордону до гирла р. Реут (в межах України)
M5.2.0.11	р. Дністер від гирла р. Бик до гирла (в межах України)
M5.2.0.12	Дністровський лиман
<b>M5.3</b>	<b>3. Район басейну річки Дунай</b>
<b>M5.3.1</b>	<b>Суббасейн річки Тиса</b>
	<b>Водогосподарські ділянки:</b>
M5.3.1.01	р. Тиса від витoku до державного кордону
M5.3.1.02	р. Латориця від витoku до державного кордону
M5.3.1.03	р. Уж від витoku до державного кордону
<b>M5.3.2</b>	<b>Суббасейн річки Прут</b>
	<b>Водогосподарські ділянки:</b>
M5.3.2.04	р. Прут від витoku до державного кордону
<b>M5.3.3</b>	<b>Суббасейн річки Сірет</b>
	<b>Водогосподарські ділянки:</b>
M5.3.3.05	р. Сірет від витoku до державного кордону
<b>M5.3.4</b>	<b>Суббасейн Нижнього Дунаю</b>
	<b>Водогосподарські ділянки:</b>
M5.3.4.06	р. Дунай від державного кордону до гирла (включаючи річки Кагул, Ялпуг)
M5.3.4.07	р. Кагул (включаючи озеро Кагул)
M5.3.4.08	р. Ялпуг (включаючи озера Ялпуг, Кугурлуй)
<b>M5.4</b>	<b>4. Район басейну річки Південний Буг</b>
	<b>Водогосподарські ділянки:</b>
M5.4.0.01	р. Південний Буг від витoku до гирла р. Іква (включаючи р. Іква)
M5.4.0.02	р. Південний Буг від гирла р. Іква до гідропоста Селище
M5.4.0.03	р. Південний Буг від гідропоста Селище до гирла р. Сільниця (включаючи р. Сільниця)
M5.4.0.04	р. Південний Буг від гирла р. Сільниця до гирла р. Синюха
M5.4.0.05	р. Тікич (включаючи рр. Гнилий Тікич, Гірський Тікич)
M5.4.0.06	р. Синюха (включаючи р. Велика Вись)
M5.4.0.07	р. Південний Буг від гирла р. Синюха до гідропоста Олександрівка

1	2
M5.4.0.08	р. Південний Буг від гідропоста Олександрівка до гирла (виключаючи р. Інгул)
M5.4.0.09	р. Інгул від витoku до гирла р. Березівка (включаючи р. Березівка)
M5.4.0.10	р. Інгул від гирла р. Березівка до гирла
M5.4.0.11	Бузький лиман
<b>M6.5</b>	<b>5. Район басейну річки Дон</b>
<b>M6.5.1</b>	<b>Суббасейн річки Сіверський Донець</b>
	<b>Водогосподарські ділянки:</b>
M6.5.1.01	р. Сіверський Донець від державного кордону до греблі Печенізького водосховища
M6.5.1.02	р. Сіверський Донець від греблі Печенізького водосховища до гідропоста Зміїв (виключаючи р. Уди)
M6.5.1.03	р. Уди
M6.5.1.04	р. Сіверський Донець від гідропоста Зміїв до гирла р. Берека
M6.5.1.05	р. Берека
M6.5.1.06	р. Сіверський Донець від гирла р. Берека до кордону Харківської та Донецької областей (виключаючи р. Оскіл)
M6.5.1.07	р. Оскіл від державного кордону до гідропоста Куп'янськ
M6.5.1.08	р. Оскіл від гідропоста Куп'янськ до гирла
M6.5.1.09	р. Сіверський Донець від кордону Харківської та Донецької областей до кордону Донецької та Луганської областей (виключаючи річки Казенний Торець, Бахмутка)
M6.5.1.10	р. Казенний Торець
M6.5.1.11	р. Бахмутка
M6.5.1.12	р. Сіверський Донець від кордону Донецької та Луганської областей до гідропоста Лисичанськ (виключаючи річки Красна, Борова)
M6.5.1.13	р. Красна
M6.5.1.14	р. Борова
M6.5.1.15	р. Сіверський Донець від гідропоста Лисичанськ до державного кордону (виключаючи річки Айдар, Лугань, Деркул)
M6.5.1.16	р. Айдар
M6.5.1.17	р. Лугань
M6.5.1.18	р. Деркул
M6.5.1.19	р. Велика Кам'янка (в межах України)
<b>M6.5.2</b>	<b>Суббасейн Нижнього Дону</b>
	<b>Водогосподарські ділянки:</b>
M6.5.2.20	Притоки р. Дон (в межах України)
<b>A6.6</b>	<b>6. Район басейну річки Вісла</b>
<b>A6.6.1</b>	<b>Суббасейн річки Західний Буг</b>
	<b>Водогосподарські ділянки:</b>
A6.6.1.01	р. Західний Буг від витoku до державного кордону
A6.6.1.02	р. Західний Буг від державного кордону з Республікою Польща до державного кордону з Республікою Білорусь
<b>A6.6.2</b>	<b>Суббасейн річки Сян</b>
	<b>Водогосподарські ділянки:</b>
A6.6.2.03	р. Сян та її притоки (в межах України)
<b>M5.7</b>	<b>7. Район басейну річок Криму</b>
	<b>Водогосподарські ділянки:</b>
M5.7.0.01	Західне узбережжя Кримського півострова (виключаючи рр. Кача, Альма, Чорна, Бельбек)
M5.7.0.02	р. Кача
M5.7.0.03	р. Альма
M5.7.0.04	р. Чорна
M5.7.0.05	р. Бельбек
M5.7.0.06	Південне узбережжя Кримського півострова
M6.7.0.07	Узбережжя Азовського моря в межах Кримського півострова (виключаючи р. Салгир)
M6.7.0.08	р. Салгир

1	2
<b>M5.8</b>	<b>8. Район басейну річок Причорномор'я</b>
	<b>Водогосподарські ділянки:</b>
M5.8.0.01	Узбережжя Чорного моря між гирлом р. Дунай та Дністровським лиманом
M5.8.0.02	Узбережжя Чорного моря між Дністровським лиманом та Дніпровським лиманом (виключаючи р. Тилігул з лиманом)
M5.8.0.03	р. Тилігул з лиманом
M5.8.0.04	Узбережжя Чорного моря між Дніпровським лиманом та Кримським півостровом
<b>M6.9</b>	<b>9. Район басейну річок Приазов'я</b>
	<b>Водогосподарські ділянки:</b>
M6.9.0.01	Узбережжя Азовського моря від Кримського півострова до державного кордону (виключаючи рр. Молочна, Берда, Кальміус, Міус)
M6.9.0.02	р. Молочна (включаючи Молочний лиман)
M6.9.0.03	р. Берда
M6.9.0.04	р. Кальміус (виключаючи р. Кальчик)
M6.9.0.05	р. Кальчик
M6.9.0.06	р. Міус від витoku до державного кордону (виключаючи р. Кринка)
M6.9.0.07	р. Кринка від витoku до державного кордону

### Всього на території України – 132 водогосподарські ділянки

**Примітка:** –\* – Код району річкового басейну формується із трьох знаків: перші два знаки є кодом моря: А6 – Балтійське море, М5 – Чорне море, М6 – Азовське море; третій знак є порядковим номером району річкового басейну. Код суббасейну формується із чотирьох знаків: перші три знаки є кодом району річкового басейну, четвертий знак є порядковим номером суббасейну у межах відповідного району річкового басейну. Код водогосподарської ділянки формується із шести знаків: перші три знаки є кодом району річкового басейну, четвертий знак є порядковим номером суббасейну у межах відповідного району річкового басейну (у випадку відсутності суббасейнів четвертий знак проставляється 0), п'ятий та шостий знаки є порядковим номером водогосподарської ділянки у межах відповідного району річкового басейну. Кодування районів річкових басейнів, суббасейнів та водогосподарських ділянок здійснюється з метою забезпечення складання державного водного кадастру за розділом «Водокористування» [10–12].

Як відзначалося, водогосподарські ділянки виділяються для розроблення водогосподарських балансів для окремих територій.

Вчені Науково-дослідної лабораторії екологічних досліджень та екологічного моніторингу Вінницького національного технічного університету спільно з доктором географічних наук, професором Київського національного університету ім. Тараса Шевченка Гребенем В.В. у 2012 році на замовлення Державного агентства водних ресурсів України розробили інформаційну модель водогосподарського районування України [2, 5].

Розроблення інформаційної моделі водогосподарського районування України здійснено з метою збільшення ефективності управління водними ресурсами водогосподарськими організаціями, що належать до сфери управління Держводагентства України, а саме для розроблення водогосподарських балансів та планів управління річковими басейнами.

Основним об'єктом ГІС водогосподарського районування території України є водогосподарська ділянка (ВГД), основними характеристиками якої є загальна площа ВГД та площа ВГД у межах області, що залежать від меж водогосподарських ділянок, які будуються з урахуванням таких критеріїв [2, 5, 8, 9, 13]:

за басейновим принципом: збіг із межею водозбірної площі басейнів озер, річок, їх лиманів та морів, з урахуванням рельєфу тощо;

за адміністративним принципом: відповідність межам державного кордону, областей, районів, міст та сільрад;

за розташуванням моніторингової мережі: щоб початок та кінець ВГД на основній річці збігався з місцем розташуванням гідропоста, де регулярно вимірюються витрати води;

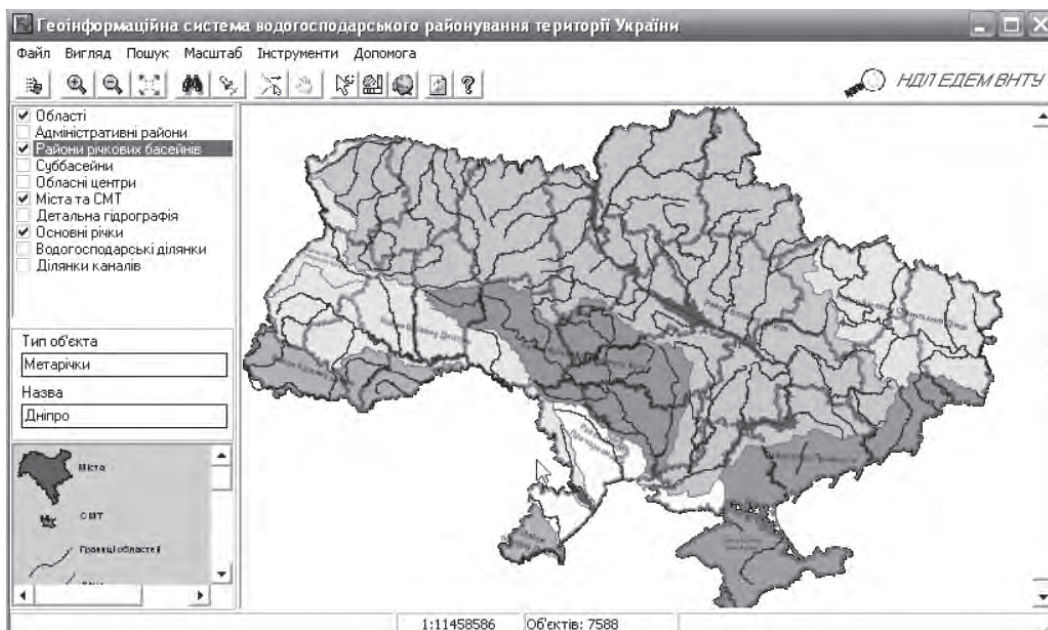
за водогосподарським: з урахуванням топології водопровідно-каналізаційної мережі міст та селищ міського типу.

Зміни меж водогосподарської ділянки потребують перерахунків площ водогосподарських ділянок та площ водогосподарських ділянок у межах областей й верифікації отриманих результатів.

Для вирішення цих задач в НДР ЕДЕМ ВНТУ у 2012 році створено геоінформаційну систему водогосподарського районування території України, де автоматизовано певні операції, що необхідні для здійснення оптимізації цього районування (рис. 3.2). Саме це дозволило автоматизувати процес побудови водогосподарських ділянок, меж та площі яких змінюються залежно від різних комбінацій критеріїв, що ідентифікувались та враховувались для кожної ділянки окремо, на основі вибраних у цей момент шарів та об'єктів ГІС. Такий підхід суттєво пришвидшив процес ідентифікації та верифікації меж водогосподарських ділянок та дозволив сформувати другу версію інформаційної моделі водогосподарського районування території

України. Тобто швидко було згенеровано декілька варіантів водогосподарського районування з урахуванням

пріоритетності тих або інших критеріїв, з яких було вибрано оптимальний [2, 8].



**Рис. 3.2. Геоінформаційна система водогосподарського районування території України та програма для автоматизації процесу оптимізації цього районування**

Потім кожен варіант ретельно розглянуто комісією експертів у складі начальників управлінь та відділів центрального апарату Держводагентства України та вчених у галузі географічних наук, які здійснюють дослідження саме у сфері управління водними ресурсами та водним господарством України. Цей другий варіант моделі (у вигляді ГІС, як на рис. 3.2, але без функцій оптимізації, а лише з функціями перегляду) розіслано в усі басейнові та обласні управління водних ресурсів України для перевірки. В результаті надійшло багато пропозицій та доповнень, що також було

враховано. Результуючий, третій, варіант гідрографічного та водогосподарського районування передано у 2013 році у Держводагентство України та впроваджено в усі його басейнові та обласні управління водних ресурсів, а також опубліковано, як окремі карти, за участі Мінприроди України та ЗАТ «Інститут передових технологій» за фінансової підтримки проекту ЄС «Додаткова підтримка Міністерства екології та природних ресурсів у впровадженні Секторальної бюджетної підтримки» (рис. 3.3, 3.4) і передано в основні урядові та міжнародні інституції відповідного профілю [5].



**Рис. 3.3. Карта першого гідрографічного районування України 2012–2013 роки**



Рис. 3.4. Карта водогосподарського районування України 2012–2013 роки

### 3.3. ПОБУДОВА ВОДОГОСПОДАРСЬКИХ БАЛАНСІВ БАСЕЙНІВ РІЧОК УКРАЇНИ

#### 3.3.1. Загальні теоретичні відомості

Водна рамкова директива ЄС [1], що є обов'язковою для виконання всіма країнами ЄС та країнами, що підписали угоду про Асоціацію з ЄС, зазначає (Додаток 2, п. 1.4): «Держави-члени повинні збирати та зберігати інформацію щодо типу та розміру значних антропогенних тисків, яких можуть зазнавати поверхневі водні об'єкти у кожному районі річкового басейну». У тому ж пункті зазначається, що має здійснюватися «Оцінка та визначення впливу значного регулювання стоку, включаючи перекачування та відведення води, на загальні характеристики потоку та водний баланс». Такий баланс дозволяє врахувати критерії та принципи екологічної безпеки й концепції сталого розвитку, що потребують збалансованого водокористування, що не спричиняє погіршення екологічного стану природних вод, від якого, як правило, залежать всі інші екосистеми регіону. Він дозволяє прогнозувати дефіцит або резерв водних ресурсів, що ще можна використати для господарських потреб.

Розроблення та оптимізація водного та водогосподарського балансів здійснюються провідними науковими колективами в Європі та у світі. Особливу актуальність в Європі має не класичний річний водогосподарський баланс району річки, тобто великої ріки, що впадає у море, а деталізований водогосподарський баланс із деталізацією за місяцями та водогосподарськими ділянками, на які розбивається район річкового басейну. Деталізація у часі дозволяє краще врахувати нерівномірну динаміку гідрометеофакторів та здійснення водокористування за місяцями року (режими експлуатації водойм, зрошення, сезонні виробництва тощо).

Водогосподарський баланс є одним із джерел вихідної інформації під час планування та експлуа-

тації об'єктів водного господарства, відображенням складної взаємодії водних ресурсів, формування яких зумовлене природними та антропогенними факторами, із потребами у воді людського суспільства, що визначаються економічними, технологічними та соціальними факторами.

Як відомо, **водогосподарський баланс** – співвідношення між надходженням та витратами води на будь-якій частині земної поверхні за певний час з урахуванням господарської діяльності людини [6, 7]. Баланси складаються за районами річкових басейнів, суббасейнами та водогосподарськими ділянками (ВД). Під час складання таких балансів мають враховуватись основні положення методик гідрографічного та водогосподарського районування [5].

Метою складання водогосподарських балансів є оцінювання наявності та ступеня використання водних ресурсів, планування та ухвалення рішень з питань використання й охорони вод.

Залежно від проблем, що вирішуються, та охопленого інтервалу часу, А.В. Яцик виділяє кілька видів водогосподарського балансу [14, 15]:

1. Для аналізу сучасного використання водних ресурсів розробляються звітні ВГБ, що є частиною Державного водного кадастру. Звітні ВГБ складаються щороку й є одним із основних джерел інформаційного забезпечення органів управління у галузі використання та охорони водних ресурсів.

2. Для уточнення режимів експлуатації водосховищ та водогосподарських систем, а також оперативного планування розподілу води розробляють оперативні ВГБ. Їх складають на основі гідрологічних прогнозів на найближчий період – місяць, сезон.

3. Під час планування розвитку економіки розробляють планові ВГБ. Їх метою є перевірка збалансування приросту потреб у воді, що передбачаються у певних планах, за наявності водних ресурсів.

4. У схемах комплексного використання та охорони вод, проектах і техніко-економічних обґрунту-

ваннях водогосподарських споруд та систем розробляють (на майбутні 15–20 років і більше) перспективні (або прогнозні) ВГД. Їх призначено для виявлення необхідності у здійсненні заходів щодо збільшення наявних водних ресурсів та аналізу можливості задоволення господарських та природоохоронних потреб у воді під час виконання запланованих заходів.

Відповідно до вище викладеного у 2012 році доктором географічних наук, професором Київського національного університету ім. Тараса Шевченка (КНУ) Гребенем В.В. спільно з колективом науково-дослідної лабораторії екологічних досліджень та екологічного моніторингу (НДЛ ЕДЕМ) Вінницького національного технічного університету (ВНТУ), науковим керівником якої є радник Голови Держводагентства, доктор технічних наук, професор Мокін В.Б., розроблено методологію та інформаційну технологію побудови водогосподарських балансів різних видів для басейнів річок України та успішно випробувано її на прикладі району басейну річки Південний Буг. Протягом 2013–2016 років цим же колективом вчених зазначена методологія була удосконалена під час її адаптування до транскордонних районів басейнів річок: суббасейну р. Прип'ять району басейну р. Дніпро, суббасейну району басейну р. Дон – р. Сіверський Донець, району басейну р. Дністер [8, 13]. З урахуванням набутого досвіду напрацьовано матеріал для відповідного підзаконного акту – наказу міністра екології та природних ресурсів України «Про затвердження Порядку розроблення водогосподарських балансів» від 26.01.2017 № 26, зареєстрованого в Мін'юсті України 17.02.2017, у межах якого затверджено методологію побудови водогосподарських балансів та форма подання його результатів [16]. Після затвердження цього наказу протягом 2017 року колектив НДЛ ЕДЕМ ВНТУ адаптував усі раніше побудовані водогосподарські баланси для вище зазначених районів річкових басейнів та їх суббасейнів до цієї єдиної форми і передав у Держводагентство України та його регіональні підрозділи для використання на практиці. Крім того, у 2017 році на замовлення Держводагентства професором КНУ Гребенем В.В. спільно з колективом НДЛ ЕДЕМ ВНТУ на чолі з професором Мокіним В.Б. у відповідності з наказом [16] побудовано водогосподарські баланси для української частини транскордонних районів басейнів річок: басейну р. Вісла (у т. ч. суббасейни Західного Бугу та Сяну), суббасейну р. Десна району басейну р. Дніпро та району басейну р. Дунай (у т. ч. суббасейни р. Тиса, р. Прут, р. Сірет та Нижнього Дунаю).

### 3.3.2. Методологія побудови водогосподарських балансів басейну річки

Для розрахунку водогосподарського балансу ( $B$ ) водогосподарської ділянки (ВГД) використовується така формула (в одиницях об'єму води за розрахунковий період) [8, 13, 16]:

$$B = W_{\text{вх}} + W_{\text{біч}} + W_{\text{ізо}} + W_{\text{зо}} + W_{\text{дом}} \pm \Delta V - W_{\text{аун}} - W_{\text{ф}} - W_{\text{з}} - W_{\text{пер}} - W_{\text{вкр}} - W_{\text{е}}, \quad (3.1)$$

де  $W_{\text{вх}}$  – об'єм стоку, що надходить за розрахунковий період з вище розташованих ВГД, млн. м<sup>3</sup>;

$W_{\text{біч}}$  – об'єм стоку, що формується на розрахунковій ВГД (бічний приплив), млн. м<sup>3</sup>;

$W_{\text{ізо}}$  – об'єм водозабору із підземних водних об'єктів, млн. м<sup>3</sup>;

$W_{\text{зо}}$  – об'єм зворотних вод на розрахунковій ВГД, млн. м<sup>3</sup>;

$W_{\text{дом}}$  – дотаційний об'єм води на ВГД (зовнішні та внутрішньобасейнові перекидання), млн. м<sup>3</sup>;

$\pm \Delta V$  – спрацювання (+), наповнення (–) ставків та водосховищ, млн. м<sup>3</sup>;

$W_{\text{аун}}$  – втрати на додаткове випаровування та льодотворення із водосховищ (з урахуванням повернення води від розтавання льоду), млн. м<sup>3</sup>;

$W_{\text{ф}}$  – фільтраційні втрати з водосховищ, млн. м<sup>3</sup>;

$W_{\text{з}}$  – зменшення стоку річки, викликане забором гідравлічно-зв'язаних з нею підземних вод, млн. м<sup>3</sup>;

$W_{\text{пер}}$  – перекидання частини стоку за межі розрахункової ВГД, млн. м<sup>3</sup>;

$W_{\text{вкр}}$  – забір поверхневих вод, млн. м<sup>3</sup>;

$W_{\text{е}}$  – мінімальний екологічний стік у замикаючому створі, млн. м<sup>3</sup>.

Охарактеризуємо особливості алгоритму розрахунку кожної складової водогосподарського балансу (за місяцями) кожної ВГД, відповідно до специфіки досліджуваної території [8, 13]:

1. Об'єм стоку  $W_{\text{вх}}$ , що надходить за розрахунковий період із вище розташованих ВГД – розраховується за прогнозними значеннями витрат  $Q_{\text{ВГД}}$  (млн. м<sup>3</sup>/с) найближчої до верхньої межі ВГД гідрологічного поста:

$$W_{\text{вх}} = 86400 \cdot N \cdot Q_{\text{ВГД}}, \quad (3.2)$$

де  $N$  – кількість днів у розрахунковому місяці (періоді), дн.

Прогноз витрат здійснюється за ідентифікованими залежностями кривих забезпеченості на основі даних багаторічних спостережень (бажано 30–100 років) за витратами води для кожного гідропоста. Для підвищення точності прогнозування середньомісячних витрат необхідно враховувати додатковий коефіцієнт, що враховує середнє коливання витрат води по кожному місяцю відносно середньобагаторічного значення.

Прогнозне значення витрат гідрологічного поста розраховується для 3 основних варіантів забезпеченості (50 %, 75 %, 95 %), але й може розраховуватися для інших відсотків забезпеченості.

У випадку розташування гідропоста безпосередньо на межі ВГД приймається:

$$Q_{\text{ВГД}} = Q_{\text{ГП}}, \quad (3.3)$$

де  $Q_{\text{ГП}}$  – прогнозне значення витрат гідрологічного поста, розташованого на верхній межі ВГД, млн. м<sup>3</sup>/с.

У випадку розташування гідропоста не безпосередньо на межі ВГД, а до чи після неї, необхідно здійснювати перерахунок прогнозних значень, враховуючи недостатню чи надлишкову площу водозбору, а потім отримане значення підставляти у відому формулу (3.2) [8, 13]:

$$Q_{\text{ВГД}} = Q_{\text{ГП}} (F_2/F_1)^{0.75}, \quad (3.4)$$

де  $F_1$  – загальна площа водозбору найближчого до верхньої межі ВГД гідропоста, км<sup>2</sup>,

$F_2$  – загальна площа водозбору у верхній межі ВГД, км<sup>2</sup>:

$$F_2 = F_1 \pm \Delta F, \quad (3.5)$$

де  $\pm \Delta F$  – різниця у площі, км<sup>2</sup>.

Визначення додаткової (чи надлишкової) площі водозбору здійснюється за електронною картою суббасейну, враховуючи детальну гідрографічну мережу



та цифрову матрицю висот (ЦМР). Приклад ідентифікованої додаткової площі для вхідного гідрологічного поста для ВГД «р. Уж від витоків до держкордону» наведено на рисунку 3.5.



**Рис. 3.5. Приклад визначеної додаткової площі для вхідного гідрологічного поста ВГД (подано заштрихованим полігоном)**

2. Об'єм стоку  $W_{\text{бч}}$ , що формується на розрахунковій ВГД (бічний приплив) – визначається за аналогічним алгоритмом, що й розрахунок  $W_{\text{вх}}$ , але вхідні дані під час розрахунків беруться на замикаючому гідропості (найближчому до нижньої межі ВГД). За відсутності замикаючого гідропоста розрахунок витрат можна здійснити на основі перерахунку по модулю стоку.

3. Об'єм водозабору із підземних вод  $W_{\text{пзв}}$  – визначається за прогнозним об'ємом водозабору підземних вод на розрахунковій ВГД. Вхідними даними для прогнозування є дані звітності 2-ТП (водгосп) (дані державного обліку водокористування).

4. Дотаційний об'єм води на ВГД (зовнішні та внутрішньобасейнові перекидання)  $W_{\text{дот}}$  – об'єм води, що надходить на ВГД із систем територіального перерозподілу стоку (з інших басейнів (міжбасейнові перекидання), із більш багатводних ділянок басейну (внутрішньобасейнові перекидання)) каналами та водоводами. Інформація про перекидання отримується за даними державного обліку водокористування. Визначається з урахуванням специфіки ВГД.

5.  $\pm \Delta V$  – спрацювання (+), наповнення (-) ставків та водосховищ – визначаються у місячному розрізі за звітними даними організацій, що належать до сфери управління Держводагентства України. Для визначення об'ємів спрацювання та/чи наповнення ставків використовуються графіки спуску та наповнення ставків. Для визначення об'ємів спрацювання та наповнення водосховищ використовуються встановлені режими їх роботи та водогосподарських систем басейнів на період пропуску весняного водопілля та літньо-осінній період року, за який здійснюється розрахунок водогосподарського балансу.

6.  $W_{\text{лид}}$  – втрати на додаткове випаровування та льодоутворення з водосховищ (з урахуванням повернення води від розтавання льоду) – визначаються стосовно середніх багаторічних кліматичних умов з урахуванням щомісячних шарів опадів, випаровування і товщини льоду.

7.  $W_{\text{ф}}$  – фільтраційні втрати з водосховищ та ставків – складаються з фільтрації через тіло греблі, її основу та в обхід греблі, а також через дно та береги водосховища або ставка. За відсутності проектної документації та достовірних натурних досліджень об'єм фільтрації визначається за аналітичними залежностями.

8. Зменшення стоку річки  $W_3$ , спричинене забором гідравлічно-зв'язаних з нею підземних вод – визначається за даними про водокористування із горизонтів підземних вод, гідравлічно пов'язаних з річковим стоком, на основі оцінювання впливу підземних вод на річковий стік:

$$W_3 = W_{\text{пзв}} \cdot K, \quad (3.6)$$

де  $W_{\text{пзв}}$  – об'єм водозабору підземних вод у межах, дозволених для використання, млн. м<sup>3</sup>;

$K$  – коефіцієнт гідравлічної зв'язності поверхневих водойм ВГД з підземними водами, що визначається під час гідрогеологічних та гідрологічних вишукувань.

9.  $W_{\text{пер}}$  – перекидання частини стоку за межі розрахункової ВГД.

Визначається як витратна частина водогосподарського балансу ВГД, на якій здійснюється відбір стоку з метою міжбасейнового або внутрішньобасейнового перерозподілу за даними державного обліку водокористування. Також може визначатися на основі експертних даних з урахуванням специфіки ВГД. Перекидання стоку може здійснюватися з використанням численних каналів, ці факти необхідно враховувати при розрахунку відповідних ВГД.

10. Забір поверхневих вод  $W_{\text{вкр}}$  складається із сумарних вимог всіх водокористувачів певної ВГД – визначається за прогнозним об'ємом водозабору поверхневих вод на розрахунковій ВГД із використанням даних звітності 2-ТП (водгосп) (державного обліку водокористування).

11. Мінімальний екологічний стік у замикаючому створі  $W_e$  – визначається з урахуванням екологічних вимог, прогнозу водності та встановлених режимів роботи гідротехнічних споруд найближчих водойм. Як правило, визначається за значеннями екологічних (чи так званих санітарних) витрат найближчого до верхньої межі ВГД гідровузла. У випадку розташування гідровузла безпосередньо на межі ВГД, значення екологічних витрат використовується для розрахунку загальних розрахункових вимог до стоку ВГД:

$$W_e = 86400 \cdot N \cdot Q_{\text{ЕВ}}, \quad (3.7)$$

де  $N$  – кількість днів у розрахунковому місяці (періоді), дн.;

$Q_{\text{ЕВ}}$  – витрати мінімального екологічного стоку у нижній межі ВГД, млн. м<sup>3</sup>/с.

У випадку розташування гідровузла безпосередньо на нижній межі ВГД, приймається:

$$Q_{\text{ЕВ}} = Q_{\text{ЕВГ}}, \quad (3.8)$$

де  $Q_{\text{ЕВГ}}$  – значення екологічних (чи санітарних) витрат гідровузла, найближчого до нижньої межі ВГД, млн. м<sup>3</sup>/с.

У випадку розташування гідровузла не безпосередньо на межі ВГД, а до чи після неї, необхідно здійснювати перерахунок значень, враховуючи недостатню чи надлишкову площу водозбору, а потім отримане значення підставляти у відому формулу (3.7) [8, 13]:

$$Q_{\text{ЕВ}} = Q_{\text{ЕВГ}} (F_4/F_3)^{0.75}, \quad F_4 = F_3 \pm \Delta F, \quad (3.9)$$

де  $F_3$  – загальна площа водозбору найближчого до верхньої межі ВГД гідровузла, км<sup>2</sup>;

$F_4$  – загальна площа водозбору у верхній межі ВГД, км<sup>2</sup>;

$\pm \Delta F$  – різниця у площі, км<sup>2</sup>.

Формули (3.1)–(3.9) дозволяють досить точно розрахувати водогосподарський баланс для усіх ВГД басейну, навіть тих, що не мають гідропостів або гідровузлів безпосередньо на їх межі.

Водогосподарський баланс району річкового басейну складають, починаючи з першої від витоку річки ВГД або від створу на лінії державного кордону України. Далі водогосподарські розрахунки виконуються для інших ВГД від витоку до гирла головної річки району річкового басейну або суббасейну.

За результатами розроблених водогосподарських балансів для замикаючого створу кожної ВГД визначається обсяг дефіциту або резерву водних ресурсів.

Алгоритмічно побудова водогосподарського балансу здійснюється таким чином [8, 13]:

1. Збір вхідних даних:

наявні гідрологічні пости із досить довгими послідовними рядами спостережень, розташовані якнайближче до створів річок на межі ВГД;

розрахункові гідрологічні характеристики для кожного створу;

рівень деталізації багаторічних гідрологічних даних;

нормативну повторюваність лімітуючих гідрологічних умов, що виражається через їх забезпеченість (звичайно 50, 75 та 95 %);

приведення гідрологічних рядів до природних однорідних умов або приведення їх до існуючих (побутових) умов;

оцінка поверхневих водних ресурсів у прив'язці до замикаючих створів водогосподарських ділянок;

оцінка підземних водних ресурсів.

2. На кожній водогосподарській ділянці визначається об'єм та режим незворотного водоспоживання, що в сумі з мінімальним екологічним стоком у замикаючому створі ВГД порівнюється з об'ємом та режимом водних ресурсів у замикаючому створі. Внаслідок цього за формулою (3.1) визначається притік до нижче розташованої водогосподарської ділянки. У випадку дефіциту водних ресурсів притік до нижче розташованої водогосподарської ділянки визначається після розподілу дефіциту між водокористувачами;

3. Ресурси нижче розташованої водогосподарської ділянки визначаються додаванням поверхневого припливу зі стоком, що формується на цій водогосподарській ділянці. Стік, що формується на ділянці (бічний приплив) визначається як різниця об'ємів природного стоку в замикаючому та вхідному створах за прийняті інтервали часу;

4. За результатами розроблених водогосподарських балансів для замикаючого створу кожної ВГД визначається обсяг дефіциту або резерву водних ресурсів;

5. Для дефіцитних ВГД розглядаються різні варіанти підвищення водозабезпеченості учасників водогосподарського комплексу шляхом реалізації комплексних заходів щодо раціонального водокористування, створення додаткових регульованих ємнос-

тей, будівництва або реконструкції систем територіального перерозподілу стоку;

6. Розрахунок водогосподарського балансу вважається завершеним, якщо для кожного розрахункового рівня збалансовано потреби водокористувачів, а водогосподарські баланси всіх водогосподарських ділянок узгоджено з урахуванням критеріїв задоволення потреб учасників водогосподарського комплексу завдяки переліку водогосподарських та водоохоронних заходів, що пропонуються;

7. Підсумки водогосподарських балансів для всіх водогосподарських ділянок, суббасейнів та району річкового басейну в цілому наводяться у табличній формі відповідно з розрахунковими рівнями (сценаріями розвитку водокористування) та варіантами водогосподарських заходів;

8. Водогосподарські баланси переглядаються кожні 6 років.

Запропонована методологія враховує сучасний міжнародний досвід та пройшла успішні випробування на основних районах басейнів річок України. Для автоматизації її застосування розроблено спеціальну інформаційну технологію.

### 3.3.3. Автоматизація розрахунку водогосподарського балансу ділянок басейнів річок

З урахуванням описаної у попередньому пункті методології побудови водогосподарського балансу водогосподарських одиниць України в НДЛ ЕДЕМ ВНТУ створено інформаційну технологію автоматизованої побудови водогосподарських балансів заданого типу та заданої забезпеченості, яку реалізовано у комплексі комп'ютерних програм, що мають такі складові [13]:

1. База даних моніторингу – забезпечує накопичення даних водокористування та містить таку інформацію:

перелік постів регулярних гідрологічних спостережень із середньомісячними даними гідрологічного моніторингу за ними;

дані водокористування різного типу, у т. ч. дотацій і перекидань стоку, фільтми, водогосподарськими ділянками;

перелік водогосподарських ділянок із даними за ними, у т. ч. даними водного кадастру (сумарна площа й обсяг водойм та ін.), даними метеорологічного моніторингу для розрахунку випаровування тощо та іншими даними формули (3.1), віднесеними до водогосподарських ділянок і не згаданими вище.

2. Карта ГІС містить топографічну основу досліджуваної території на основі карти масштабу 1:200000 у системі координат WGS-84 і також шари з такими об'єктами (рис. 3.6):

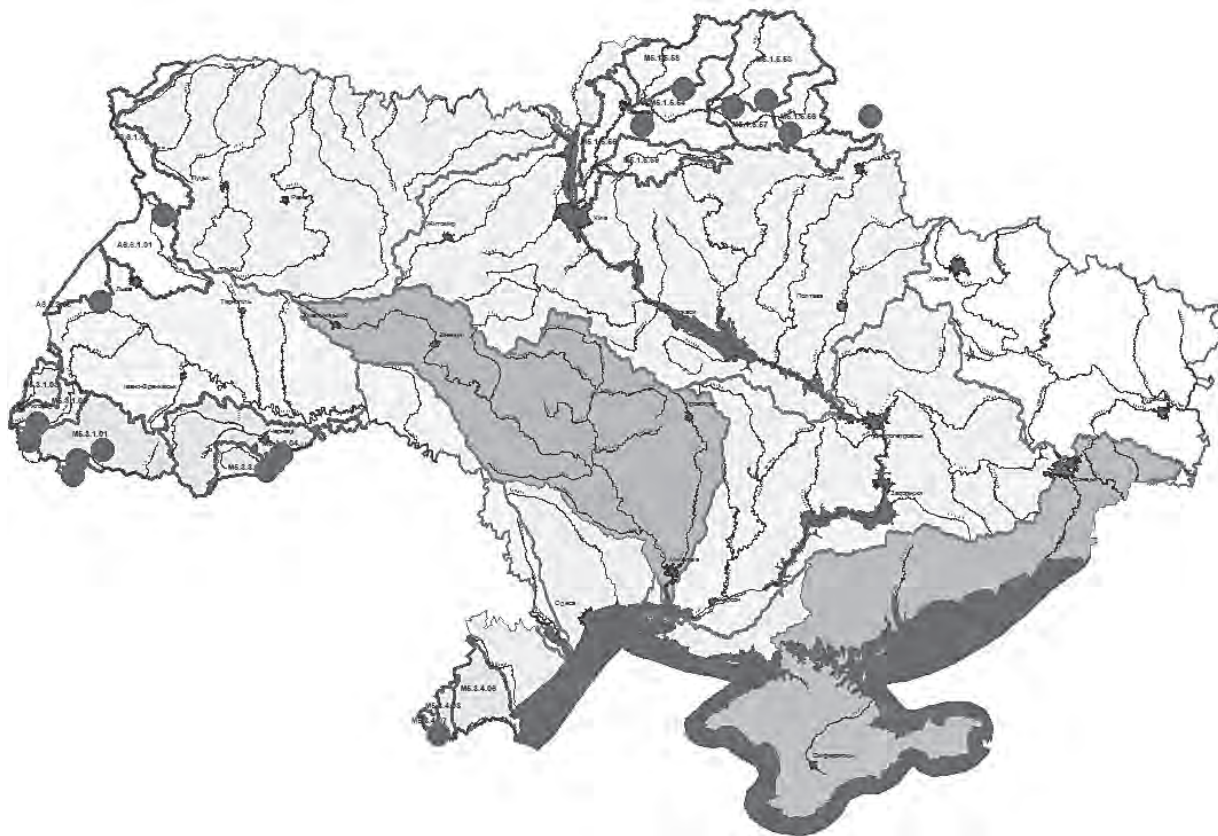
детальна гідрографічна мережа;

гідрологічні пости;

додаткові (або надлишкові) площі водозбору для перерахунку даних з гідропостів;

основні населені пункти;

полігони (саме полігони, а не тільки межі) одиниць гідрографічного та водогосподарського районування, щоб забезпечити зручний вибір на карті водогосподарської ділянки, для якої слід будувати водогосподарський баланс.



**Рис. 3.6. ГІС автоматизованої системи розрахунку водогосподарського балансу української частини басейнів річок Дунай, Західний Буг та Десна**

3. Комп'ютерна програма, що забезпечує одночасну роботу з базою даних моніторингу, картою ГІС та розрахунок водогосподарського балансу (рис. 3.7) [13]:

- збір актуальних даних для розрахунку водогосподарського балансу заданої ВГД із бази даних;

- роботу з картою (управління складом відображення карти, масштабування, навігація та пошук об'єктів на карті (ВГД, річок, населених пунктів тощо) та ін.) з використанням спеціалізованого ГІС-забезпечення;

- вибір умов розрахунку (рівня забезпеченості, розрахункового року та ін.);

- розрахунок водогосподарського балансу заданої ВГД та автоматичне формування результатів у вигляді форми, відповідно до наказу міністра екології та природних ресурсів України «Про затвердження Порядку розроблення водогосподарських балансів» від 26.01.2017 № 26 (рис. 3.8).

Комп'ютерні програми для району басейну р. Вісла (у т. ч. суббасейни Західного Бугу та Сяну), суббасейнів району басейну р. Дніпро – р. Прип'ять і р. Десна, суббасейну району басейну р. Дон – р. Сіверський Донець, району басейну р. Дунай (у т. ч. суббасейни річок Тиса, Прут, Сірет та Нижнього Дунаю) реалізовано як автоматизовані робочі місця на локальному комп'ютері, для роботи з яким не є потрібним додаткове ліцензійне програмне забезпечення, окрім операційної системи MS Windows та MS Office 2010/2013/2016 Pro. База даних і карта не є мережевими, хоча є можливість підключення до геопорталів,

наприклад, Google Maps або Публічної кадастрової карти України, і виведення їх як фону для векторних карт ГІС.

На відміну від цих програм, для району басейну р. Дністер створено повноцінну мережеву систему для транскордонного співробітництва в режимі «он-лайн». Ця система стала одним із результатів міжнародного проекту у межах компонента «Зміна клімату і безпека в басейні річки Дністер» проекту «Зміна клімату та безпека в Східній Європі, Центральній Азії та на Південному Кавказі», що виконувався протягом 2014–2017 років Європейською економічною комісією ООН та Організацією з безпеки та співробітництва в Європі під егідою ініціативи «Навколишнє середовище та безпека» (ENVSEC), за фінансової підтримки Інструменту стабільності Європейського Союзу та Австрійського агентства розвитку. Зокрема, було створено автоматизовану систему для розрахунків ділянок району річкового басейну р. Дністер, розташованого в Україні, Республіці Польща та Республіці Молдова [17, 18].

Удосконалення методології побудови водогосподарського балансу транскордонного басейну, де й окремі ВГД теж є транскордонними, здійснювалось експертами проекту від України д. геогр. н., професором Гребенем В.В. та д. т. н., професором Мокінім В.Б. за участі експертів інших країн [19].

Збір максимально детальних даних за 2010 рік для верифікації алгоритмів розрахунку усіх складових водогосподарських балансів здійснювало багато між-

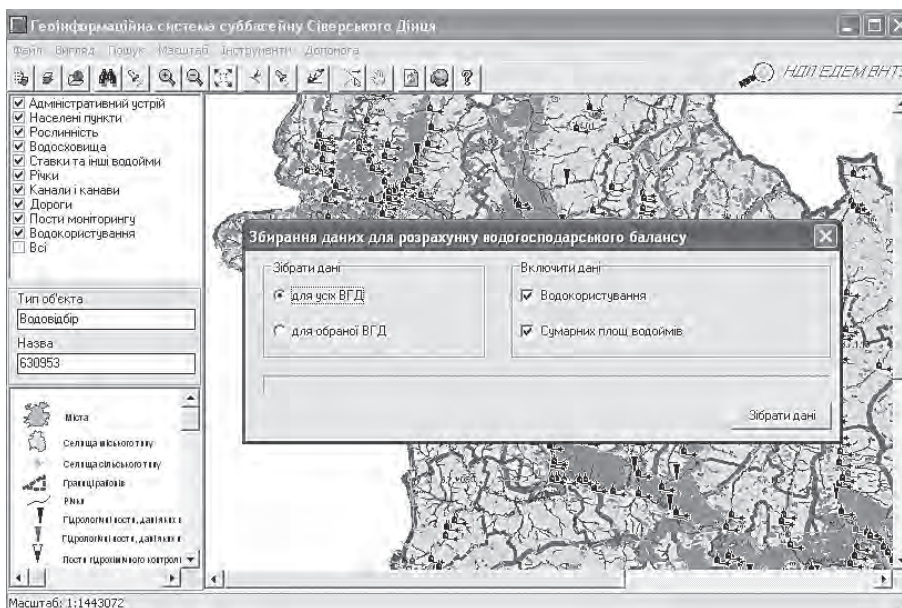


Рис. 3.7. ГІС автоматизованої системи розрахунку водогосподарського балансу української частини басейну Сіверського Дінця

**Таблиця 1. Водогосподарський баланс для  
р. Південний Буг від гирла р. Синюха до г/п Олександрівка (код М5.4.0.07)  
(назва водогосподарської ділянки)  
при 50% забезпеченості стоку**

Складові водогосподарського балансу	Розрахункові інтервали часу водогосподарського року (місяці/дні)											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Складові водогосподарського балансу	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
<b>I. Прибуткова частина</b>												
1. Об'єм стоку, що накопичився за розрахунковий період з розташованих вище ВГД, млн куб. м	191.5438	173.0091	191.5438	185.3662	191.5438	185.3662	191.5438	191.5438	185.3669	191.5438	185.3669	191.5438
2. Об'єм стоку, що формується на розрахунковій ВГД (включивши приплив), млн куб. м	37.2967	33.6874	37.2967	36.0936	37.2967	36.0936	37.2967	37.2967	36.0936	37.2967	36.0936	37.2967
3. Об'єм водозабору із підземних водних об'єктів, млн куб. м	0.0882	0.0890	0.0896	0.1238	0.1238	0.1238	0.1441	0.1440	0.1428	0.0872	0.0855	0.0861
4. Об'єм вторинних вод на розрахунковій ВГД, млн куб. м	4.0165	4.0165	4.0165	4.0165	4.0165	4.0165	4.0165	4.0165	4.0165	4.0165	4.0165	4.0165
5. Додатковий об'єм води на ВГД (зональний та внутрішньобасейнові перекачування), млн куб. м	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
6. Справління (+), наповнення (-) ставків та водосховищ, млн куб. м	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
7. Усього по прибутковій частині (названі ресурси), млн куб. м	232.9472	210.8019	232.9486	225.6008	232.9828	225.6001	233.0031	233.0030	225.6198	232.9462	225.5635	232.9431
Продовження таблиці 1												
Складові водогосподарського балансу	Розрахункові інтервали часу водогосподарського року (місяці/дні)											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Складові водогосподарського балансу	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
<b>II. Витратна частина</b>												
8. Втрати на додаткове випаровування та льодоутворення з водосховищ (з урахуванням плавлення льоду від розтавання льоду), млн куб. м	0.0000	0.0000	0.0004	0.0920	0.0030	0.0032	0.0034	0.0034	0.0024	0.0014	0.0006	0.0000
9. Фільтраційні втрати з водосховищ, млн куб. м	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10. Зменшення стоку річки, викликане заборонами гідралічно зв'язаних з нею підземних вод, млн куб. м	0.0088	0.0089	0.0090	0.0124	0.0124	0.0124	0.0144	0.0144	0.0143	0.0087	0.0087	0.0086
11. Перекидання частини стоку за межі розрахункової ВГД, млн куб. м	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
12. Забір поверхневих вод, млн куб. м	6.3089	6.6240	7.2583	6.4645	8.0383	7.0023	7.0950	7.2982	6.8827	8.3834	7.8281	8.5149
13. Мінімальний екологічний стік у запланованому створі, млн куб. м	45.5328	41.1264	45.5328	44.0640	45.5328	44.0640	45.5328	45.5328	44.0640	45.5328	44.0640	45.5328
14. Усього по витратній частині (названі потреби), млн куб. м	51.8505	47.7593	52.8005	50.5428	53.5865	51.0819	52.6456	52.8489	50.9704	53.9263	51.9013	54.0563
<b>III. Результати балансу</b>												
15. Дефіцит водних ресурсів (-) на ВГД, млн куб. м	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
16. Резерв водних ресурсів (+) на ВГД, млн куб. м	181.0967	163.0426	180.1481	175.0579	179.3963	174.5189	180.3575	180.1341	174.6483	179.0189	173.6622	178.8887
17. Транзит стоку на розташовану нижче ВГД з урахуванням мінімального екологічного стоку у запланованому створі, млн куб. м	226.6295	204.1690	225.6809	219.1219	224.9291	218.8829	225.8903	225.6869	218.7133	224.5527	217.7262	224.4215

Рис. 3.8. Приклад побудованого водогосподарського балансу

народних експертів Республіки Молдова, Республіки Польщі та України. Спочатку у 2014 році було створено локальну комп'ютерну програму за аналогією з такою ж програмою для басейну р. Південний Буг, де відпрацьовано усі моделі, форми та алгоритми. А потім було створено веб-систему для автоматизації здійснення, розрахунків та прогнозування водогосподарського балансу басейну річки Дністер (англ. «WMBD» – «Water Management Balance of Dniester») (рис. 3.9) [18]: <http://vb.dniester-basin.org/>

Розроблено регламент роботи системи, який затверджено на 13-ій (заключній) зустрічі молдавсько-української робочої групи зі зменшення небезпечності повеней та адаптації до змін клімату у межах цього ж проекту. На сьогодні система перебуває у стадії впровадження. В Україні та Республіці Молдова визначено відповідальних за її впровадження вже не на експертному, а на відомчому рівні. Системним адміністратором є співробітник Дністровсько-Прутського басейнового управління водних ресурсів (м. Чернівці) С. Солонінка [18].

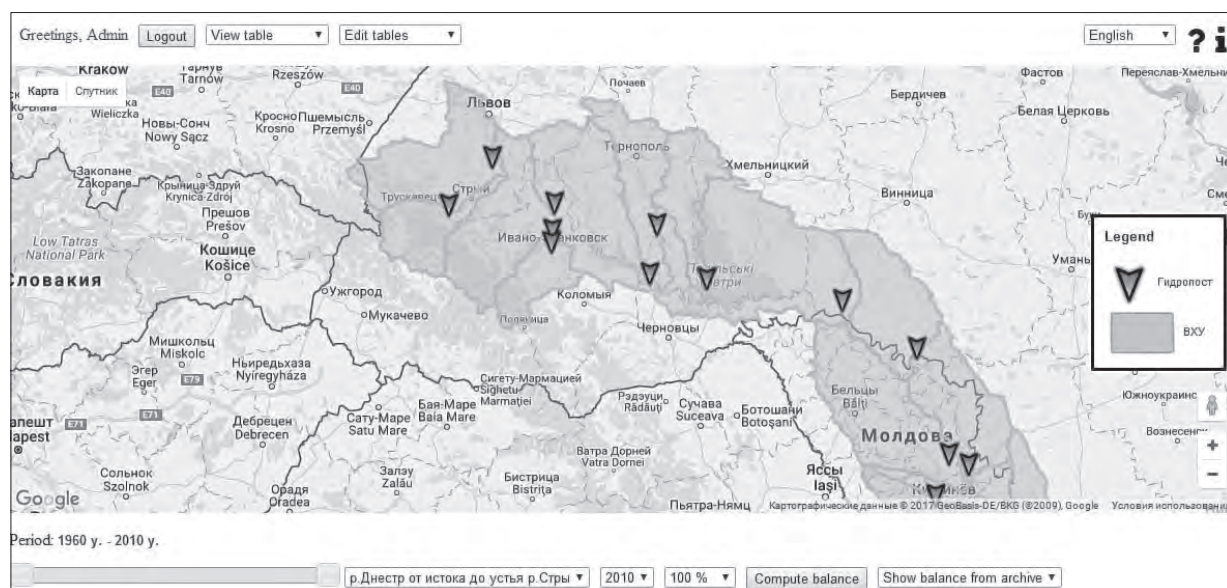


Рис. 3.9. Загальний вигляд інтерфейсу веб-системи WMBD

Система надає такі основні можливості для авторизованих користувачів [18]:

- вибір умов для побудови водогосподарського балансу: водогосподарської ділянки; інтервалу років, за які враховуються дані стоку під час побудови кривих забезпеченості; рік, на який робиться прогноз; прогноз обсягів використання водних ресурсів відносно 2010 року (10–190%) на рік, на який здійснюється прогноз;

- вибір результатів розрахунків, які переглядати (перші 4 види розраховуються автоматично): баланс для 50%, баланс для 75%, баланс для 95%, баланс з урахуванням змін клімату; баланс на вибраний рік;

- перегляд результатів розрахунків у табличному та графічному видах із можливістю подальшого збереження у форматі pdf та додавання в архів, що буде доступним для перегляду, у тому числі й неавторизованим користувачам системи;

- перегляд, редагування та додавання даних, необхідних для побудови балансу (тільки для авторизованих користувачів);

- засоби адміністрування системи: управління користувачами, даними архіву тощо (тільки для адміністратора веб-системи);

- вибір мови інтерфейсу (англійська, російська, українська, румунська);

- отримання детальних інструкцій по роботі з системою. В подальшому, у межах нового проекту Глобального екологічного фонду, що почав виконуватись восени 2017 року, заплановано удосконалення цієї системи [18];

- кодування та межі наявних водогосподарських ділянок потрібно адаптувати до нового водогосподарського районування України (див. підрозділ 3.2), оскільки погодження водогосподарського районування та кодування ділянок за межами території України та створення відповідної ГІС веб-системи було завершено ще у 2016 році до законодавчого затвердження водогосподарського районування України;

- зроблено більшу деталізацію водогосподарського районування (баланс будуватимуться не для 16, а для, орієнтовно, 40–45 водогосподарських ділянок басейну Дністра), що підвищить цінність обчислених обсягів резерву та дефіциту водних ресурсів, оскільки будуть результати для водозбірних площ ділянок річок, довжиною не у сотні, а у десятки кілометрів;

- форму звітності буде адаптовано до згаданого вище наказу Мінприроди України «Про затвердження Порядку розроблення водогосподарських балансів» від 26.01.2017 № 26.

- Напрацьований вченими КНУ та НДЛ ЕДЕМ ВНТУ унікальний досвід створення та впровадження автоматизованої веб-системи побудови водогосподарських балансів водогосподарських ділянок транскордонних басейнів річок можна використати й для інших басейнів річок України, для яких вже створено мережеві комп'ютерні програми для побудови таких балансів.

- Подібні веб-системи можна створити й для усіх обласних та басейнових управлінь водних ресурсів України. Особливо швидко їх можна створити для

тих басейнів річок та областей, для яких у ВНТУ вже створено локальні автоматизовані геоінформаційні системи для моніторингу стану та управління водними ресурсами та гідротехнічними спорудами (рис. 3.10) [13, 18, 20]. У таких системах можна забезпечити автоматизоване наповнення бази даних, необхідної для побудов водогосподарського балансу.

Створення комплексних ГІС-інтегрованих автоматизованих систем моніторингу стану водних ресурсів та водного господарства з можливістю побудови коротко- та довгострокових водогосподарських балансів, що враховують екологічні вимоги до мінімального стоку у замикаючому створі ділянок, дозволить вивести систему екологічно безпечного управління водними ресурсами і господарством на якісно новий рівень.



**Рис. 3.10.** Басейни річок та адміністративні області України, де впроваджено (2003–2014 роки) створені в НДЛ ЕДЕМ ВНТУ геоінформаційні системи для моніторингу стану та управління водними ресурсами та гідротехнічними спорудами.

### 3.4. ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Екологізація господарської діяльності – досягнення балансу між потребами економічного розвитку та можливостями (спроможностями) відтворення екологічно повноцінних водних ресурсів, тобто забезпечення сталого водокористування. Для цього необхідно надійне підґрунтя із поєднанням соціальних, екологічних та економічних складових, що пов'язано зі стабільністю економічного зростання, збереженням екосистеми басейну, вирішенням соціально значимих завдань.

**Питання водозабезпечення** громадян та галузей економіки вирішується Держводагентством України шляхом регулювання та перозподілу річкового стоку протягом року й, навіть, ряду років, а саме:

в екстремальних ситуаціях, у разі виникнення дефіциту або надлишку води, або різкого погіршення її якості у районах питних водозаборів, коригуються режими роботи водогосподарських систем з метою усунення негативних наслідків; для коорди-

нації роботи щодо вирішення питань у галузі водного господарства при Держводагентстві України та в усіх основних басейнах річок створено та працюють міжвідомчі комісії з узгодження режимів роботи водосховищ та водогосподарських систем.

#### 3.4.1. План управління річковим басейном – крок до інтегрованого управління водними ресурсами (на прикладі р. Південний Буг)

На виконання зазначених вище принципів сучасної водної політики в Україні з метою застосування реалізації європейського досвіду з питань управління водними ресурсами **Басейновим управлінням водних ресурсів річки Південний Буг** спільно з науковцями за підтримки Шведського Агентства з міжнародного розвитку розроблено План управління річковим басейном Південного Бугу [21, 22].

##### Коротка характеристика басейну.

Південний Буг є найбільшою в Україні річкою серед тих, басейн яких повністю розташований у межах

України. Площа басейну – 63700 км<sup>2</sup> (10,6 % території держави), довжина річки – 806 км. Басейн Південного Бугу розміщений на території 7 областей; найбільші частини площі басейну припадають на Вінницьку, Кіровоградську, Миколаївську та Черкаську області.

В басейні розвинута промисловість, сільське господарство, мала гідроенергетика, рибне та комунальне господарство, побудовано атомну, гідроакумуляуючу та декілька теплоелектростанцій. Загальна чисельність населення в басейні Південного Бугу становить 4,1 млн. (9 % населення України). У містах проживає 2,4 млн., у сільській місцевості – 1,7 млн.

Характерною особливістю басейну Південного Бугу є значна зарегульованість водних ресурсів. У басейні створено 189 водосховищ та понад 9,6 тисяч ставків загальною місткістю близько 1,5 млрд. м<sup>3</sup>.

Поверхневий стік, що формується в басейні Південного Бугу становить 3,4 млрд. м<sup>3</sup>, а в надто мало-водні роки (95 % забезпеченості) зменшується до 1,4 млрд. м<sup>3</sup>. За питомими показниками водозабезпечення (на одиницю площі та на 1 особу) басейн належить до малозабезпечених водою регіонів України.

На якість поверхневих вод басейну Південного Бугу значною мірою впливає господарська діяльність, в першу чергу, скиди стічних вод великих населених пунктів, зокрема міст Хмельницький, Вінниця та Кропивницький.

Стратегічна ціль, що випливає із вищенаведених характеристик – необхідність реформування системи управління водними ресурсами, тобто перехід до інтегрованого управління водними ресурсами у басейні.

Для цього в басейні є певні переваги, пов'язані з тим, що Південний Буг – суто українська річка і для управління її басейном не потрібне узгодження заходів з іншими країнами. Крім того, господарська діяльність в басейні не орієнтована на важку промисловість.

Необхідно врахувати і слабкі сторони:

басейн річки є надмірно зарегульованим;

застаріла інфраструктура комунального господарства призводить до неефективної роботи каналізаційних очисних споруд;

структура земельних угідь зі значним рівнем розорюваності. Оцінка стану басейну відповідно до вимог Водної Рамкової Директиви ЄС була одним із завдань проекту «**Посилення управління басейном Південного Бугу**» [1].

Офіційне відкриття проекту відбулося 14 травня 2009 року в м. Вінниця. На першому етапі здійснювалась підготовка (навчання) спеціалістів БУВР Південного Бугу. Для цього у Басейновому управлінні було створено робочу групу у складі 8 осіб. Залучались також спеціалісти із інших водогосподарських організацій басейну, представники Держводагентства України, Мінприроди України та експерти з питань інтегрованого управління водними ресурсами.

В рамках проекту Шведським Агентством з охорони довкілля у вересні 2009 року організовано тижневий навчальний тур для українських спеціалістів з метою ознайомлення з управлінням водними ресурсами в Швеції. Під час навчання продемонстровано приклади ефективного управління, технології очищення вод, запровадження заходів щодо попередження забруднення водних ресурсів, моніторингу довкілля, ведення інформаційних баз даних тощо.

Робота з навчання спеціалістів та підготовки проекту була продовжена в Україні. Було створено 3 робочі групи:

із виявлення небезпечних точкових та дифузних джерел забруднення у басейні та визначення відповідних заходів;

з типології та ідентифікації водних об'єктів (тіл) басейну Південного Бугу;

зі встановлення референційних умов та розроблення відповідних критеріїв якості води на основі біологічної класифікації.

Влітку 2012 року проведено одноразовий скринінг пріоритетних речовин у 10 створах за всією довжиною Південного Бугу. У поверхневих водах виявлено 7 із 33 пріоритетних речовин. Їх концентрації не перевищували допустимих для України норм, але перевищили нормативи ЄС. Також для всього басейну здійснено відбори проб води та їх аналізи за показниками азоту та фосфору загального.

Результатами практичної роботи цих груп стали матеріали досліджень, аналізу стану річкового басейну Південного Бугу, що стали основою для подальшого розроблення Плану управління. В цілому, у рамках проекту протягом 2009 – 2013 років проведено 9 семінарів та 1 розширене засідання з обговоренням результатів роботи. Матеріали досліджень з типологією, оцінкою екологічного статусу та дослідницьким моніторингом видано окремими кольоровими буклетами.

Дотримуючись вимог Водної Рамкової Директиви ЄС, а також виходячи з наявної інформації по басейну Південного Бугу, було розроблено План управління річковим басейном Південного Бугу [21, 22]. Його відповідність структурі та вимогам Водної Рамкової Директиви ЄС підтверджено шведською стороною.

У структурі Плану управління річковим басейном Південного Бугу можна виділити дві основних частини: аналіз стану та програма заходів. Зважаючи на те, що першим кроком процесу планування управління річковим басейном є його характеристика та визначення чинників негативного впливу (основних водно-господарських проблем), підготовці першої частини Плану було надано більше уваги, часу та зусиль.

У першій частині відображено загальну інформацію про річковий басейн, визначено райони річкового басейну, рельєф, геологію та гідрогеологію, ґрунти, рослинність, клімат, гідрологічний режим, специфіку річкового басейну.

Також обґрунтовано основні водно-екологічні проблеми (істотні тиски), що впливають на стан водних об'єктів, а саме: забруднення поживними та органічними речовинами, гідроморфологічні зміни та забруднення пріоритетними небезпечними речовинами.

В результаті здійсненої типології та ідентифікації у басейні Південного Бугу виділено 105 водних тіл, з них 15 – розташовано безпосередньо на руслі Південного Бугу. Здійснено оцінку екологічного та хімічного статусів всіх водних тіл русла Південного Бугу.

Окремим розділом представлено реєстр об'єктів, що охороняються, де наведено переліки територій природно-заповідного фонду, водно-болотних угідь міжнародного значення (Рамсарські сайти) та водозаборів поверхневих і підземних вод для питного водоспоживання.

За результатами оцінки хімічного статусу водних тіл русла Південного Бугу (для яких є результати

вимірювання), всі водні тіла охарактеризовано як такі, для яких є ризик недосягнення доброго хімічного статусу. Це зумовлено перевищеннями екологічних стандартів для пріоритетних забруднюючих речовин, що навіть у мікрокількостях становлять небезпеку для водних живих організмів та людей. Зокрема зафіксовано перевищення концентрацій, встановлених для важких металів (кадмію, нікелю та свинцю) та деяких органічних речовин (алахлору, хлорпірифосу тощо).

В інституті гідробіології НАН України здійснено оцінку екологічного стану руслової частини р. Південний Буг. У ході наукових досліджень здійснено апробацію методології «Класифікації якості річки та біорізноманіття» (RQBA).

За результатами здійсненої оцінки екологічного статусу встановлено, таке. Від витоку річки Південний Буг до м. Хмельницький екологічний статус є задовільним. Нижче міста він погіршується, внаслідок

значних скидів стічних вод за малої водності. На відрізок Хмельницький – Хмільник спостерігається найгірші умови у басейні. Лише у районі с. Лаврівка (вище м. Вінниця) визначено добрий екологічний статус. Вінниця – один з найбільших забруднювачів басейну, тому нижче створив скидів стічних вод міста екологічний статус погіршується. Покращення екологічного статусу відбувається лише у Ладизинському водосховищі. Від нижнього б'єфа Ладизинського гідровузла до верхів'я Олександрівського водосховища на фоні чергування порожистих та плесових ділянок, в умовах швидшої течії та насичення води киснем, екологічний статус водних тіл тут, зазвичай, є добрим. Ділянку в районі Мигійських порогів можна вважати найкращою та референційною. Починаючи від Олександрівського водосховища й до виходу в лиман, статус водних тіл визначається як поганий та задовільний (таблиця 3.3).

Таблиця 3.3

**Оцінка екологічного статусу/потенціалу водних тіл р. Південний Буг на основі біологічних показників**

Водне тіло	Станції	Тип водного тіла	Клас якості за Польовими протоколами	Екологічний статус/потенціал за таблицями RQBA
ua_pdb_01	Вище м. Хмельницький	vsm_up_car	3	3
ua_pdb_02	Нижче м. Хмельницький	KI3BT	4	5
ua_pdb_04	Вище м. Хмільник	big_up_crst	4	4
ua_pdb_04	м. Хмільник	big_up_crst	3	3
ua_pdb_04	Нижче м. Хмільник	big_up_crst	2	3
ua_pdb_04	Вище м. Вінниця, с. Гущинці	big_up_crst	2	3
ua_pdb_04	Вище м. Вінниця, с. Лаврівка	big_up_crst	2	2
ua_pdb_05	Нижче м. Вінниця, с. Селище	vbig_crst	3	4
ua_pdb_06	м. Брацлав	vbig_crst	3	3
ua_pdb_07	Ладизинське вдсх.	KI3BT	3	2
ua_pdb_07	Нижче Ладизинського вдсх.	KI3BT	2	3
ua_pdb_11	м. Саврань	vbig_crst	2	2
ua_pdb_11	с. Мигія	vbig_crst_cascade	1	1
ua_pdb_12	м. Южноукраїнськ	vbig_crst	2	3
ua_pdb_13	Нижній б'єф Олександрівського вдсх.	vbig_crst	3	4
ua_pdb_14	с. Нова Одеса	vbig_crst	3	3
ua_pdb_15	Гирлова ділянка, с. Радсад	Перехідне водне тіло	3	3

Під час розроблення Плану, виявлено, що існуюча система моніторингу, на жаль, не дає можливості об'єктивно оцінити хімічний статус водних тіл, а відсутність або фрагментарність даних гідробіологічного, гідроморфологічного та частково гідрохімічного моніторингу унеможливує встановлення екологічного статусу.

Тому, як першочерговий захід у другій частині Плану, запропоновано здійснити реорганізацію системи моніторингу. В Плані представлена абсолютно нова, відмінна від існуючої, але така, що відповідає вимогам ВРД ЄС, схема моніторингу якості поверхне-

вих вод задля встановлення екологічного та хімічного статусів водних тіл у басейні Південного Бугу. Її ключовим виконавчим органом пропонується Басейнова лабораторія.

Рекомендації включають у себе оновлену програму моніторингу якості поверхневих вод (створи, параметри, періодичність, методи визначення), організацію роботи лабораторій (розподіл функцій, штатний розклад, кваліфікацію), перелік необхідного обладнання, вартість виконання програми, а також організацію проведення гідробіологічного та гідроморфологічного моніторингу.



Для реалізації Плану управління річковим басейном та виконання координаційних функцій у річковому басейні має бути визначено компетентний орган. Повноваження Басейнового управління мають бути переглянуто та приведено у відповідність до вимог ВРД ЄС.

З огляду на недостатність даних, усвідомлюються й недоліки запропонованого Плану. Зокрема, не здійснено оцінку статусу для підземних вод. Типологію водних тіл здійснено лише для річок із площею водозбору більше 500 км<sup>2</sup>.

Разом із цим, здобутки здійснених досліджень є достатніми для презентації майже всіх пріоритетних проблем басейну та розроблення програми першочергових заходів для збереження або відновлення хорошого хімічного та екологічного статусів водних об'єктів.

Розроблений План управління річковим басейном Південного Бугу може бути прикладом методичних підходів до розроблення Планів управління іншими річковими басейнами України.

План управління басейном Південного Бугу набув особливого значення з часу підписання та ратифікації Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом. Угода про асоціацію потребує від нашої держави заходів щодо впровадження ряду Директив, зокрема у галузі «Якість води та управління водними ресурсами, включаючи морське середовище».

Чільне місце серед даних Директив посідає Водна Рамкова Директива № 2000/60/ЄС. Як було зазначено вище, поряд із такими заходами, як адаптація законодавства України до законодавства ЄС у сфері охорони навколишнього природного середовища, створення відповідних компетентних органів, реорганізації програми моніторингу якості води, невідворотнім є підготовка Планів управління басейнами річок для кожного з 9 виділених в Україні річкових басейнів протягом 10 років з дати набрання чинності цією Угодою. Тому розробка Плану для басейну Південного Бугу вже зараз є внеском у європейську інтеграцію України.

Варто нагадати, що басейн Південного Бугу є унікальним для України, адже він єдиний – не трансдонний. Безумовно це є перевагою, адже для здійснення інтегрованого управління водними ресурсами достатньо лише узгодження регіональних планів розвитку сусідніх адміністративних областей. Ця обставина створює підґрунтя для того, щоб басейн Південного Бугу був одним із перших в Україні у процесі впровадження Плану управління у недалекому майбутньому [23].

План управління річковим басейном Південного Бугу надруковано як наукове видання у жовтні 2014 року.

Для ознайомлення широкого кола спеціалістів та громадськості План управління річковим басейном розміщено на веб-сайті Вінницького регіонального управління водних ресурсів: <http://buvr.vn.ua/vodni-resursi/49-plan-upravlinnya-richkovim-basejnom-pivdenного-bugu> [23].

#### 3.4.1.1. Результати діяльності Басейнової Ради Південного Бугу

З метою забезпечення узгоджених дій за басейновим принципом та удосконалення управління водними ресурсами 15 квітня 2009 року на засіданні Координаційної наради у м. Вінниці уповноваженими

представниками 6 областей створено Басейнову Раду Південного Бугу у складі 32 осіб.

За 2009–2013 роки проведено 6 пленарних засідань у містах Вінниця, Южноукраїнськ, Хмельницький, Умань, Ульяновка. Тобто у всіх областях басейну, крім Одеської.

Необхідно відзначити активну участь членів Басейнової Ради або їх уповноважених представників у засіданнях. В середньому кількість учасників становила 80 % від загальної кількості.

На засіданнях Басейнової Ради розглянуто такі основні питання:

1. Проблемні питання та проблемні об'єкти у басейні Південного Бугу із затвердженням їх переліку.

2. Екологічний стан водних об'єктів та земель водного фонду в басейні Південного Бугу на території кожної області.

3. Стан міських та селищних очисних споруд каналізації у басейні Південного Бугу та перспективи покращення їх роботи (міста Хмельницький, Вінниця, Миколаїв, Кіровоград (сьогодні – Кропивницький), Звенигородка), а також підприємства ДП «Схід ГЗК» Інгульська шахта.

4. Сучасний стан прибережних захисних смуг у басейні Південного Бугу: проблеми та шляхи їх вирішення.

5. Результати інвентаризації гідротехнічних споруд Черкаської, Вінницької та Хмельницької областей.

6. Схвалено «Стратегічний план дій з комплексного поєднання питань інтегрованого управління водними ресурсами, збереження біорізноманіття та збалансованого ведення сільського господарства у басейні р. Південний Буг»

7. Створено басейновий громадський фонд «Збережемо Південний Буг» та веб-сайт Басейнової Ради Південного Бугу.

8. Науково-практичний підхід до визначення пріоритетних напрямків роботи щодо покращення екологічного стану басейну Південного Бугу.

9. Водогосподарське значення гідротехнічних споруд Южно-Українського енергокомплексу.

10. «Правила експлуатації каскаду водосховищ в басейні річки Південний Буг».

11. Результати громадської діяльності щодо управління водними ресурсами в басейні Південного Бугу.

12. За підтримки Міністерства сільського господарства Королівства Нідерланди та Чорноморської програми Ветландс Інтернешнл у 2009–2011 роках видано «Екологічний атлас басейну річки Південний Буг», книгу «Басейн річки Буг» [24], посібник «Стратегічний план дій для басейну Південного Бугу» та довідник «Реєстр річок Вінницької області». Видання розповсюджено серед членів Басейнової Ради, громадських організацій, освітніх закладів та установ басейну.

13. Презентація українсько-шведського проекту «План управління річковим басейном Південного Бугу».

Загалом протягом минулих засідань на розгляд Басейнової Ради винесено понад 30 питань. За результатами їх розгляду підготовлено та надіслано 46 відповідних звернень до:

- Кабінету Міністрів України – 1;
- Мінприроди України – 4;
- Мінжитлокомунгоспу України – 1;
- Міноборони України – 1;
- Держводагентство України – 2;

Держземагентство України – 1;  
Облдержадміністраціям – 14;  
обласним Радам – 19.

На всі запити отримано обґрунтовані роз'яснення та відповіді. Хоча необхідно відзначити, що більшість із них потребує, перш за все, законодавчого врегулювання. Наприклад, співфінансування областями заходів екологічного спрямування за басейновим, а не адміністративно-територіальним принципом. У зв'язку з цим, не вдалося вирішити питання дольової участі областей у фінансуванні робіт з очищення Меджибізького водосховища на території Хмельницької області.

Для здійснення природоохоронних заходів у басейні за 3 роки профінансовано 45 млн. грн., переважно на покращення роботи очисних споруд каналізації. Найбільше коштів освоєно у Вінницькій області – 17,2 млн. грн., Миколаївській – 13,8 млн. грн., Кіровоградській – 9,3 млн. грн. У решті областей виконано робіт на суму 1,3 – 2,1 млн. грн.

Аналізуючи результати роботи Басейнової Ради Південного Бугу за звітний період, необхідно відзначити таке:

1. Члени Басейнової Ради мали можливість ознайомитися на місцях із станом справ у кожній області.
2. Визначено перелік проблемних об'єктів, що впливають на якість водних ресурсів усього басейну.
3. Здійснюється обмін досвідом областей, зокрема, з питань інвентаризації гідротехнічних споруд, виводу в природу прибережних захисних смуг тощо.
4. Здійснюється активна інформаційна взаємодія з міністерствами, установами виконавчої влади, обласними органами влади з найактуальніших проблем басейну.
5. На порядок денний постійно виносилися питання науково-практичного характеру та громадської діяльності у басейні.
6. На 30 % зменшився обсяг скиду забруднених стічних вод у басейні.

На жаль, внаслідок складної ситуації в державі починаючи з 2014 року пленарні засідання Басейнової Ради Південного Бугу не здійснювались.

### 3.4.2. Комплексні водогосподарсько-екологічні заходи

Для поліпшення екологічного, водогосподарського та санітарного станів річок необхідно здійснити комплекс заходів, спрямованих на відродження та охорону річок, у тому числі заходів із припинення скидів до них неочищених стічних вод, здійснення водообмінів, екологічно-репродукційних попусків із водосховищ, встановлення оптимальних режимів роботи водогосподарських систем, ренатуралізації осушених заплав, дотримання режиму обмеженого господарювання у прибережних захисних смугах, рекультивації порушених земель.

Дієвим заходом із виконання природоохоронних заходів є здійснення їх Держводагентством України у межах Загальнодержавної цільової програми розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення басейну річки Дніпро на період до 2021 року (далі – Програма), затвердженої Законом України від 24.05.2012 № 4836-VI [27].

Відповідальними за виконання Програми є Міністерство екології та природних ресурсів України та Держводагентство України.

Як приклад стабілізації водогосподарської ситуації наводимо здійснення комплексних водогосподарсько-екологічних заходів на ряді басейнів річок, а саме:

у басейні р. Інгулець після завершення скиду високомінералізованих стічних вод із підприємств Кривого Рогу, щорічно відповідно до Регламенту, що розробляється Держводагентством України здійснюється промивання русла річки шляхом скидів води з Карачунівського водосховища з одночасним подаванням до водосховища дніпровської води каналом Дніпро – Інгулець. У 2015 році об'єм подавання води становив 135 млн. м<sup>3</sup>. У 2016 році – 122,2 млн. м<sup>3</sup> дніпровської води, з Карачунівського водосховища скинуто 142,7 млн. м<sup>3</sup>;

з урахуванням результатів моніторингу постійно здійснюються попуски води у пониззя Дніпра та водообміну у Придунайських озерах;

для забезпечення необхідної якості води на водозаборах питного водопостачання з р. Рось та санітарно-епідемічного стану в басейні Держводагентством України здійснюється промивання руслових водосховищ. Еколого-репродуктивні попуски мають забезпечити поліпшення гідрохімічного, гідробіологічного станів та температурного режиму водойм, і, як наслідок, поліпшити стан середовища існування біоти, зменшити втрати всіх водокористувачів та забезпечити відновлення водних ресурсів. Режими спеціальних попусків розробляються Басейновим управлінням водних ресурсів річки Рось та узгоджуються Міжвідомчою комісією по узгодженню режимів роботи водосховищ і управлінням водними ресурсами в басейні р. Рось. Режими включають розмір витрат води, що скидаються до нижнього б'єфу водосховища, терміни попусків, організацію, що відповідає за їх здійснення. Рішення комісії є обов'язковими для всіх організацій та фізичних осіб, що можуть регулювати подавання води на своїх гідровузлах. Середня тривалість літньо-осінньої межени на р. Рось становить 13–150 днів та характеризується дефіцитом водних ресурсів.

Характеристику еколого-санітарних попусків для промивки Стеблівського та Корсунь-Шевченківського водосховищ за період 2009–2017 роки наведено в таблиці 3.4.

Проби річкової води відбираються до промивки та після її здійснення. Згідно з даними лабораторії КП БМР «Білоцерківводоканал» та Черкаського регіонального управління водних ресурсів, якість води після здійснення промивки поліпшується. Наприклад, у червні–вересні 2011 року на водозборі м. Біла Церква відзначено зменшення вмісту сульфатів у 1,1 рази, нітратів у 1,4 рази, нітритів у 40 разів. Все це позитивно позначилося на стані води р. Рось у її середній частині. А за результатами аналізів Черкаського регіонального управління водних ресурсів, на водозборі м. Корсунь-Шевченківський після зазначеної промивки вміст показників ХСК зменшився у 1,2 рази, сульфатів у 1,3 рази, фосфатів у 1,7 рази, амонію у 1,9 рази, нітритів у 1,2 рази, нітратів у 3,6 рази, кальцію у 1,3 рази, БСК<sub>5</sub> у 1,1 рази, заліза загального у 2,1 рази. Вміст розчиненого у воді кисню становив 13 мг/дм<sup>3</sup>.

Зазначені еколого-санітарні попуски позитивно впливають на якість води питних водозаборів, про що свідчать дані показників якості води р. Рось до та після зазначених попусків (табл. 3.5–3.7, додаток 1 до розділу 3).

Таблиця 3.4

## Характеристика екологічних попусків для промивки Корсунь-Шевченківського водосховища (2009–2017 роки)

Роки	Водосховища	Дати	Термін	Загальні об'єми попусків, млн. м <sup>3</sup>	Витрати залпового скиду, м <sup>3</sup> /с	Характеристики попусків
1	2	3	4	5	6	7
2009	Білоцерківське	30.03	з 9 <sup>00</sup> до 16 <sup>00</sup>	1,5	60,0	Форсування рівня води вище позначки НПР (157,5 м). Максимально допустима позначка води з водосховища 0,15 м нижче НПР, тобто 157,35 м.
2009	Стеблівське	01.04		1,5	60,0	Скид води із водосховища в межах притоку з дотриманням максимального допустимої позначки води водосховища – 10 см нижче НПР (113,9 м), тобто 113,8 м. Фактичні рівні на початок промивки 113,91 м, після закінчення промивки 113,80 м.
2009	Корсунь-Шевченківське	01.04		1,5	60,0	Скид води із водосховища в межах притоку з дотриманням максимального допустимої позначки води водосховища – 10 см нижче НПР (99,81 м), тобто 99,71 м. Фактичні рівні на початок промивки – 99,81 м, після закінчення промивки – 99,71 м.
2010	Стеблівське	01.04	з 11 <sup>00</sup> до 17 <sup>00</sup>	2,8	80,0	Форсування рівня води на 0,3 м вище НПР. Залповий скид води шляхом підняття сегментних затворів. Максимально допустима позначка пониження рівня води 0,10 м нижче НПР. Фактичні рівні на початок промивки – 114,06 м, після закінчення промивки – 113,80 м.
2010	Корсунь-Шевченківське	01.04	з 12 <sup>00</sup> до 18 <sup>00</sup>		80,0	Залповий скид води з позначки НПР шляхом підняття щитових затворів. Максимально допустима позначка пониження рівня води 0,10 м нижче НПР. Фактичні рівні на початок промивки – 99,81 м, після закінчення промивки – 99,71 м.
2010	Білоцерківське	04.10	з 11 <sup>00</sup>	3,0	150,0	Форсування води вище позначки НПР (157,5 м). Мінімально допустима позначка скиду води із водосховища – 0,50 м нижче НПР, тобто 157,0 м.
2010	Стеблівське	06.10	з 11 <sup>00</sup> до 17 <sup>00</sup>	2,5	150,0	Максимально допустима позначка пониження рівня води 0,50 м нижче НПР (113,9 м), тобто 113,40 м. Фактичні рівні на початок промивки – 114,04 м, після закінчення промивки – 113,40 м.
2010	Корсунь-Шевченківське	06.10	з 12 <sup>00</sup> до 17 <sup>00</sup>	2,0	140,0	Максимально допустима позначка пониження рівня води 0,30 м нижче НПР (99,81 м), тобто 99,51 м. Фактичні рівні на початок промивки – 99,81 м, після закінчення промивки – 99,51 м.
2011	Білоцерківське	11.04	з 11 <sup>00</sup>	3,0	150,0	Форсування рівня води на 0,10 м нижче НПР (157,50 м). Максимально допустима позначка скиду води з водосховища – 0,4 м нижче НПР, тобто 157,1 м.
2011	Стеблівське	13.04	з 10 <sup>00</sup> до 15 <sup>00</sup>	2,5	120,0	Позначка до попуску – 114,05 м (НПР 113,9 м), після попуску – 113,78 м. Спрацювання водосховища на 0,27 м.
2011	Корсунь-Шевченківське	13.04	з 11 <sup>00</sup> до 17 <sup>00</sup>	2,5	113,0	Позначка до попуску – 99,81 м. (НПР – 99,81 м), після попуску – 99,64 м. Спрацювання на 0,17 м.
2011	Білоцерківське	30.11	з 9 <sup>00</sup>	3,0	150,0	Форсування рівня води на 0,10 м вище позначки НПР (157,50 м). Максимально допустима позначка скиду води з водосховища – 0,50 м нижче НПР, тобто до 157,0 м.
2011	Стеблівське	02.12	з 10 <sup>00</sup> до 15 <sup>00</sup>	2,5	150,0	Спрацювання з 113,91 м по 113,75 м на 0,26 м.
2011	Корсунь-Шевченківське	02.12	з 11 <sup>00</sup> до 15 <sup>00</sup>	2,0	140,0	Спрацювання з 99,81 м по 99,81 м на 0,27 м.

Продовження таблиці 3.4

1	2	3	4	5	6	7
2012	Білоцерківське	09.04	з 9 <sup>00</sup>	3,0	150,0	Форсування води на 0,10 м вище позначки НПР. Максимально допустима позначка скиду води з водосховища – 0,40 м нижче НПР, тобто до 157,10 м.
2012	Стеблівське	11.04	з 10 <sup>00</sup> до 15 <sup>00</sup>	2,5	120,0	Максимально допустима позначка пониження рівня НПР на 0,50 м. Фактичні рівні на початок промивки – 114,05 м, після закінчення промивки – 113,75 м.
2012	Корсунь-Шевченківське	11.04	з 11 <sup>00</sup> до 17 <sup>00</sup>	2,5	113,0	Максимально допустима позначка пониження рівня НПР до 0,3 м. Фактичні рівні на початок промивки – 99,79 м, після закінчення промивки – 99,52 м.
2012	Білоцерківське	23.10	з 9 <sup>00</sup>	3,0	150,0	Форсування рівня води на 0,10 м вище позначки НПР (157,50 м). Максимально допустима позначка скиду води із водосховища – 0,4 м нижче НПР, тобто 157,10 м.
2012	Стеблівське	25.10	з 10 <sup>00</sup> до 15 <sup>00</sup>	2,5	120,0	Максимально допустима позначка пониження рівня води нижче НПР 0,50 м, тобто до 113,40 м. Фактичні рівні на початок промивки – 114,04 м, після закінчення промивки – 113,63 м.
2012	Корсунь-Шевченківське	25.10	з 11 <sup>00</sup> до 17 <sup>00</sup>	2,5	113,0	Максимально допустима позначка пониження рівня води нижче НПР 0,3 м, тобто до 99,51 м. Фактичні рівні на початок промивки – 99,79 м, після закінчення промивки – 99,58 м.
2013	Верхнє Білоцерківське	28.10	з 9 <sup>00</sup> до 15 <sup>00</sup>	3,0	150,0	Форсування рівня води на 0,10 м вище позначки НПР. Максимально допустима позначка скиду води з водосховища – 0,4 м нижче НПР, тобто до 157,10 м.
2013	Стеблівське	28.09	з 13 <sup>00</sup> до 19 <sup>00</sup>	2,5	120,0	Форсування рівня води на 15 см вище позначки НПР.
2013	Корсунь-Шевченківське	28.09	з 13 <sup>30</sup> до 19 <sup>30</sup>	2,5	113,0	Наповнення водосховища до позначки НПР. Максимально допустима позначка пониження рівня води нижче НПР 0,3 м, тобто до 99,51 м.
2014	Верхнє Білоцерківське	07.04	з 9 <sup>00</sup> до 15 <sup>00</sup>	3,0	120,0	Форсування рівня води на 0,10 м вище позначки НПР. Максимально допустима позначка скиду води з водосховища – 0,4 м нижче НПР, тобто до 157,10 м.
2014	Стеблівське	09.04	з 10 <sup>00</sup> до 15 <sup>30</sup>	2,5	120,0	Форсування рівня води на 15 см вище позначки НПР. Максимально допустима позначка пониження рівня води нижче НПР 0,50 м, тобто до 113,40 м.
2014	Корсунь-Шевченківське	09.04	з 11 <sup>00</sup> до 17 <sup>00</sup>	2,5	113,0	Наповнення водосховища до позначки НПР.
2014	Верхнє Білоцерківське	10.11	з 9 <sup>00</sup> до 15 <sup>00</sup>	3,0	120,0	Максимально допустима позначка пониження рівня води нижче НПР 0,3 м, тобто до 99,51 м.
2014	Стеблівське	12.11	з 10 <sup>00</sup> до 15 <sup>30</sup>	2,5	120,0	Форсування рівня води на 0,10 м вище позначки НПР. Максимально допустима позначка скиду води з водосховища – 0,4 м нижче НПР, тобто до 157,10 м.
2014	Корсунь-Шевченківське	12.11	з 11 <sup>00</sup> до 17 <sup>00</sup>	2,5	113,0	Форсування рівня води на 15 см вище позначки НПР. Максимально допустима позначка пониження рівня води нижче НПР 0,50 м, тобто до 113,40 м.
2015	Верхнє Білоцерківське	30.03	з 9 <sup>00</sup> до 15 <sup>00</sup>	3,0	120,0	Наповнення водосховища до позначки НПР. Максимально допустима позначка пониження рівня води нижче НПР 0,3 м, тобто до 99,51 м.
2015	Стеблівське	01.04	з 10 <sup>00</sup> до 15 <sup>30</sup>	2,5	120,0	Форсування рівня води на 0,10 м вище позначки НПР. Максимально допустима позначка скиду води з водосховища – 0,4 м нижче НПР, тобто до 157,10 м.
2015	Корсунь-Шевченківське	01.04	з 11 <sup>00</sup> до 17 <sup>00</sup>	2,5	113,0	Форсування рівня води на 15 см вище позначки НПР. Максимально допустима позначка пониження рівня води нижче НПР 0,50 м, тобто до 113,40 м.
2015	Корсунь-Шевченківське	01.04	з 11 <sup>00</sup> до 17 <sup>00</sup>	2,5	113,0	Наповнення водосховища до позначки НПР. Максимально допустима позначка пониження рівня води нижче НПР 0,3 м, тобто до 99,51 м.

Закінчення таблиці 3.4

1	2	3	4	5	6	7
2016	Верхнє Білоцерківське	29.03	з 8 <sup>00</sup> до 15 <sup>00</sup>	3,0	120,0	Форсування рівня води на 0,10 м вище позначки НПР. Максимально допустима позначка скиду води з водосховища – 0,4 м нижче НПР, тобто до 157,10 м.
2016	Стеблівське	31.03	з 9 <sup>00</sup> до 15 <sup>45</sup>	2,5	125,0	Форсування рівня води на 15 см вище позначки НПР. Максимально допустима позначка пониження рівня води нижче НПР 0,50 м, тобто до 113,40 м.
2016	Корсунь-Шевченківське	31.03	з 10 <sup>00</sup> до 17 <sup>20</sup>	2,5	113,0	Наповнення водосховища до позначки НПР. Максимально допустима позначка пониження рівня води нижче НПР 0,3 м, тобто до 99,51 м.
2016	Верхнє Білоцерківське	24.10	з 8 <sup>00</sup> до 14 <sup>00</sup>	2,0	120,0	Форсування рівня води на 0,10 м вище позначки НПР. Максимально допустима позначка скиду води з водосховища – 0,3 м нижче НПР, тобто до 157,20 м.
2016	Стеблівське	27.10	з 10 <sup>00</sup> до 15 <sup>00</sup>	2,0	125,0	Форсування рівня води на 15 см вище позначки НПР. Максимально допустима позначка пониження рівня води нижче НПР 0,50 м, тобто до 113,40 м.
2016	Корсунь-Шевченківське	27.10	з 11 <sup>00</sup> до 16 <sup>00</sup>	2,0	113,0	Наповнення водосховища до позначки НПР. Максимально допустима позначка пониження рівня води нижче НПР 0,3 м, тобто до 99,51 м.
2017	Верхнє Білоцерківське	22.03	з 8 <sup>00</sup> до 15 <sup>00</sup>	3,0	120,0	Форсування рівня води на 0,10 м вище позначки НПР. Максимально допустима позначка скиду води з водосховища – 0,4 м нижче НПР, тобто до 157,10 м.
2017	Стеблівське	24.03	з 10 <sup>00</sup> до 15 <sup>00</sup>	3,0	125,0	Форсування рівня води на 15 см вище позначки НПР. Максимально допустима позначка пониження рівня води нижче НПР 0,50 м, тобто до 113,40 м.
2017	Корсунь-Шевченківське	24.03	з 11 <sup>00</sup> до 17 <sup>00</sup>	3,0	113,0	Наповнення водосховища до позначки НПР. Максимально допустима позначка пониження рівня води нижче НПР 0,3 м, тобто до 99,51 м.
2017	Верхнє Білоцерківське	14.11	з 8 <sup>00</sup> до 15 <sup>00</sup>	3,0	120,0	Форсування рівня води на 0,10 м вище позначки НПР. Максимально допустима позначка скиду води з водосховища – 0,4 м нижче НПР, тобто до 157,10 м.
2017	Стеблівське	16.11	з 10 <sup>00</sup> до 15 <sup>00</sup>	3,0	125,0	Форсування рівня води на 15 см вище позначки НПР. Максимально допустима позначка пониження рівня води нижче НПР 0,50 м, тобто до 113,40 м.
2017	Корсунь-Шевченківське	16.11	з 11 <sup>00</sup> до 17 <sup>00</sup>	3,0	113,0	Наповнення водосховища до позначки НПР. Максимально допустима позначка пониження рівня води нижче НПР 0,3 м, тобто до 99,51 м.

Таблиця 3.5

Показники якості води р. Рось до та після осінньої промивки руслових водосховищ 2013 року

№ з/п	Показники	Одиниці вимірювання	ГДК СанПіН4630-88 (водні об'єкти господарсько-питного використання)	р. Рось. с. Глибичка Білоцерківський район. Питний водозабір		р. Рось. м. Богуслав. Питний водозабір		р. Рось. м. Корсунь-Шевченківський. Питний водозабір	
				до промивки (вересень)	після промивки (жовтень)	до промивки (вересень)	після промивки (жовтень)	до промивки (вересень)	після промивки (жовтень)
1	Прозорість	см		10,5	<b>30,0</b>	13,0	<b>30,0</b>	25,0	<b>26,0</b>
2	Кольоровість	град.		20,5	24,3	22,3	27,9	27,0	28,0
3	Завислі речовини	мг/дм <sup>3</sup>		7,4	7,4	8,4	<b>5,0</b>	4,8	<b>4,4</b>
4	Розчинний кисень	мг/дм <sup>3</sup>	4,0	5,8	<b>8,4</b>	5,2	<b>8,1</b>	7,8	7,5
5	Хлориди	мг/дм <sup>3</sup>	350	23,0	<b>21,6</b>	38,7	<b>20,4</b>	39,0	<b>36,0</b>
6	Сульфати	мг/дм <sup>3</sup>	500	36,8	<b>29,3</b>	44,0	<b>40,2</b>	31,0	33,0
7	Фосфати	мг/дм <sup>3</sup>	3,5	0,28	<b>0,05</b>	0,62	<b>0,31</b>	0,31	<b>0,26</b>
8	Амоній сольовий	мг/дм <sup>3</sup>	2,0	0,30	0,33	0,68	<b>0,31</b>	0,41	0,48
9	Нітриди	мг/дм <sup>3</sup>	3,3	0,03	<b>0,01</b>	0,09	<b>0,03</b>	0,099	0,14
10	Нітрати	мг/дм <sup>3</sup>	45,0	10,0	<b>0,3</b>	3,7	<b>1,4</b>	1,8	2,7
11	ХСК	мг/дм <sup>3</sup>	15,0	28,0	29,7	24,0	33,7	35,4	<b>31,0</b>
12	БСК <sub>5</sub>	мг/дм <sup>3</sup>	3,0	2,0	2,1	2,0	2,4	2,8	2,7

Таблиця 3.6

Показники якості води р. Рось до та після весняної промивки руслових водосховищ 2014 року

№ з/п	Показники	Одиниці вимірювання	ГДК СанПіН4630-88 (водні об'єкти господарсько-питного використання)	р. Рось. с. Глибичка Білоцерківський район. Питний водозабір		р. Рось. м. Богуслав. Питний водозабір		р. Рось. м. Корсунь-Шевченківський. Питний водозабір	
				до промивки (березень)	після промивки (квітень)	до промивки (березень)	після промивки (квітень)	до промивки (березень)	після промивки (квітень)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Прозорість	см		25,0	<b>30,0</b>	23,0	22,0	28,0	25,0
2	Кольоровість	град.		18,4	21,58	19,16	25,45	27,0	<b>22,0</b>
3	Завислі речовини	мг/дм <sup>3</sup>		8,2	<b>3,6</b>	7,1	<b>4,6</b>	5,9	6,1
4	Розчинний кисень	мг/дм <sup>3</sup>	4,0	6,8	<b>9,5</b>	7,2	<b>9,4</b>	9,2	<b>7,2</b>
5	Хлориди	мг/дм <sup>3</sup>	350	21,73	23,75	29,07	<b>28,66</b>	41,0	<b>39,0</b>
6	Сульфати	мг/дм <sup>3</sup>	500	29,66	<b>26,7</b>	35,16	36,0	26,0	35,0
7	Фосфати	мг/дм <sup>3</sup>	3,5	0,03	0,11	0,14	0,29	0,37	<b>0,34</b>
8	Амоній сольовий	мг/дм <sup>3</sup>	2,0	0,24	<b>0,08</b>	0,33	0,80	0,61	<b>0,55</b>
9	Нітриди	мг/дм <sup>3</sup>	3,3	0,11	<b>0,02</b>	0,10	<b>0,07</b>	0,096	<b>0,025</b>
10	Нітрати	мг/дм <sup>3</sup>	45,0	2,7	4,3	6,5	<b>5,5</b>	3,0	3,3
11	ХСК	мг/дм <sup>3</sup>	15,0	18,9	23,0	22,5	<b>21,0</b>	30,9	34,0
12	БСК <sub>5</sub>	мг/дм <sup>3</sup>	3,0	3,9	<b>3,0</b>	4,3	<b>2,6</b>	2,9	3,2

Таблиця 3.7

## Показники якості води р. Рось до та після весняної промивки руслових водосховищ 2015 року

№ п/п	Показники	Одиниці вимірювання	ГДК СанПіН4630-88 (водні об'єкти господарсько-питного використання)	р. Рось. с. Глибичка Білоцерківський район. Питний водозабір		р. Рось. м. Богуслав. Питний водозабір		р. Рось. м. Корсунь-Шевченківський. Питний водозабір	
				до промивки (березень)	після промивки (квітень)	до промивки (березень)	після промивки (квітень)	до промивки (березень)	після промивки (квітень)
1	Прозорість	см		30,0	30,0	25,5	<b>30,0</b>	29,0	27,0
2	Кольоровість	град.		25,2	<b>12,2</b>	25,5	<b>13,9</b>	30,0	<b>23,0</b>
3	Завислі речовини	мг/дм <sup>3</sup>		8,6	<b>7,4</b>	8,7	12,2	5,0	5,8
4	Розчинний кисень	мг/дм <sup>3</sup>	4,0	10,4	9,2	10,2	<b>10,8</b>	9,9	9,5
5	Хлориди	мг/дм <sup>3</sup>	350	25,5	25,6	26,5	30,9	33,0	34,0
6	Сульфати	мг/дм <sup>3</sup>	500	35,1	<b>32,1</b>	34,6	<b>33,1</b>	26,0	28,0
7	Фосфати	мг/дм <sup>3</sup>	3,5	0,03	0,05	0,09	0,25	0,4	<b>0,32</b>
8	Амоній сольовий	мг/дм <sup>3</sup>	2,0	0,16	<b>0,15</b>	0,27	<b>0,15</b>	0,3	0,39
9	Нітрити	мг/дм <sup>3</sup>	3,3	0,05	0,04	0,06	0,12	0,04	0,04
10	Нітрати	мг/дм <sup>3</sup>	45,0	0,5	0,5	1,6	2,2	2,5	4,4
11	ХСК	мг/дм <sup>3</sup>	15,0	23,5	<b>16,7</b>	24,5	<b>15,7</b>	35,4	<b>30,3</b>
12	БСК <sub>5</sub>	мг/дм <sup>3</sup>	3,0	3,9	<b>2,6</b>	4,1	<b>2,5</b>	3,4	2,5

Актуальними такі проблеми є і для басейну р. Дністер, де з метою поліпшення санітарно-епідемічного стану на водозаборах Одеської області, створення оптимальних умов нересту багатого на рибу пониззя Дністра та задоволення екологічних вимог існування біорізноманіття в міжріччі Дністер-Турунчук, починаючи з 1987 року Держводагентством України, щорічно здійснюються екологічні попуски з Дністровського водосховища.

Доцільність екологічних попусків науково обґрунтовано Інститутом гідробіології НАНУ, Держводагентством України, Українським науково-дослідним гідрометеорологічним інститутом Держкомгідромету України, спеціалістами наукових закладів м. Одеси.

Моніторинг гідроекологічного стану водних екосистем та дослідження впливу різних режимів екологічних попусків на розвиток водних рослин, безхребетних, риб, гніздування птахів та фізико-хімічні показники здійснювали впродовж останніх десятиріч. Нижче наведено строки та об'єми водного стоку під час здійснення репродукційних попусків із Дністровського водосховища (таблиця 3.8).

Формування екосистем в умовах зарегульованого стоку Дністра відбувається внаслідок надходження водних мас р. Дністер та з Дністровського лиману.

Дотримання вимог до об'єму водного стоку є необхідною умовою для збереження різноманіття судинних рослин Дністровських плавнів. Окрім того, необхідною є охорона видового різноманіття, насамперед, видів першої категорії рідкісності (тобто ті, що перебувають під загрозою зникнення (відзначені в 1 або 2 – 3 місцях зростання) або на межі ареалу, що внаслідок антропогенного впливу та історичних причин скорочується). Це, насамперед, види, занесені до Червоної книги України [25]: серед водних рослин – *Marsiela quadrifolia*, *Trapa natans* L. s. l.,

*Salvinia natans*, *Aldrovanda vesiculosa*, прибережних – *Eremogone cephalotes*, *Orchis palustris*, *Gladiolus imbricatus*. Охорони потребують й такі рідкісні для регіону види, як: водяні рослини – *Nymphoides peltata*, *Ceratophyllum tanaiticum*, *Nymphaea alba*, *Nuphar lutea*, *Scirpus litoralis*, *Hottonia palustris*, та такі рослини заплави, як: *Equisetum hyemale*, *Ficaria verna*, *Naumburgia thyrsoiflora*, *Convalaria majalis*, *Fritillaria meleagroides*, *Polygonatum odoratum*.

Зарегулювання р. Дністра в цілому позначається не тільки на видовому різноманітті рослин, але й на структурі рослинних угруповань. Отож, охорони потребує фітоценотичне різноманіття. Найбільший інтерес становлять угруповання I категорії охорони – угруповання рослин із домінуванням або співдомінуванням видів, занесених до Червоної книги України, рідкісних реликтових або ендемічних видів, а також угруповання, занесені до Зеленої книги України [26]. На р. Дністер, насамперед, у її пониззі, до так званого Червоного списку водних макрофітів України [25] належать угруповання *Ceratophyllum submersum*, *Ceratophyllum tanaiticum*, *Marsilea quadrifolia*, *Nuphar lutea ma Nymphaea albae*, *Aldrovanda vesiculosa*, *Glyceria arundinacea*, *Scirpus litoralis*, *Salvinia natans*, *Trapa natans*. Скорочення площ угруповань цих рослин спостерігається внаслідок осушення, засолення місць їх існування, зміни гідротехнічного режиму й евтрофікації водойм. Надмірне обводнення або осушення, особливо у вегетаційний період, спричиняє відмирання заростей водних рослин, і як наслідок, деградацію фітофілних біотопів, нерестовищ та місць нагулу. І якщо заростей таких видів, як водяний горіх плаваючий, сальвінії або латаття ще є досить багато у плавнях пониззя Дністра, то площі заростей інших видів нині значно скорочуються.

Пониззя Дністра – унікальна водно-болотна екосистема. Їй присвоєно статус «Рамсарських угідь», або «Водно-болотних угідь міжнародного

значення». Україна підписала Рамсарську конвенцію у 1996 році, і натепер створена Національна Стратегія Збереження водно-болотних угідь в Україні, в якій реалізуються принцип їх збереження та невиснажливого використання. Відповідно до Загальнодержавної програми формування національної екологічної мережі України на 2000–2015 роки водні об'єкти та водно-болотні угіддя є складовими структурних елементів екологічної мережі. Програмою передбачено здійснення заходів щодо забезпечення охорони водно-болотних угідь міжнародного та загальнодержавного значення. Згідно із статтями 5, 16 Закону України «Про екологічну мережу» водно-болотні угіддя включаються до складових структурних елементів, а водно-болотні угіддя міжнародного значення – до переліків ключових територій екомережі. Територія пониззя Дністра є саме такою для Азово-Чорноморського та Дністровського екокоридорів.

Протягом ХХ сторіччя під впливом антропогенного фактору (насамперед зарегулювання річки) відбулися значні зміни в гідрології пониззя Дністра і, як наслідок, в його біоті. Нині відзначається кризовий стан екосистем пониззя річки. Це пов'язано з тим, що швидкість антропогенних порушень перевищує темпи відновлення екосистем.

Проте корінних змін у природній системі пониззя р. Дністер ще не спостерігається, тобто екосистема зберегла високий продукційний потенціал та вирізняється високим біорізноманіттям. Зберігаються природні для р. Дністер та Дністровського лиману флористичний та фауністичний склади гідробіонтів, співвідношення різних біогеографічних комплексів та екологічна зональність, притаманні унікальній лиманній екосистемі. Екологічні нормативи експлуатації Дністровського водосховища мають базуватися саме на створенні умов для підтримання існування природної структури екосистеми пониззя р. Дністер та Дністровського лиману.

Таблиця 3.8

**Фактичні дані екологічних репродукційних попусків з Дністровського водосховища**

Роки	Водність у квітні та травні відповідно від норм, %	Тривалість, діб	Об'єм водовипуску, млн. м <sup>3</sup>	Об'єм припливу млн. м <sup>3</sup>	Середні витрати, м <sup>3</sup> /с	Середній приплив, м <sup>3</sup> /с	Оцінки екологічних попусків на екологічний стан у гирлі Дністра
1	2	3	4	5	6	7	8
2001	62,0 і 61,0	19.04 – 18.05 (31 доба)	1086,0	652,0	419,0	252,0	У результаті екологічного попуску було залито водою близько 85 % площі плавнів. Екологічні попуски 2001 р. позитивно вплинули на екологічний та санітарний стан пониззя Дністра.
2003	80,0 і 64,0	21.04 – 21.05 (31 доба)	903,0	690,0	348,0	258,0	Площа нерестовищ, що були залиті водою, становила 12 тис. га, або 50 % від їх загальної кількості, що було недостатнім для повноцінного проходження нересту. Екологічний попуск 2003 р. характеризується, як малоефективний.
2005	107,0 і 161,0	11.04 – 14.05 (34 доби)	1638,0	1691,0	558,0	576,0	Один з найоптимальніших за період функціонування Дністровського водосховища.
2007	квітень 36 %	13.04 – 30.04 (18 діб)	476,3	302,4	476,3	168,0	Аналізуючи результати еколого-репродукційного попуску із Дністровського водосховища у 2007 р., можна вважати, що його витрати виявилися недостатніми для ефективного відтворення біорізноманіття дельти Дністра
2009	120,0 і 55,0	15.04 – 15.05 (30 діб)	1230,0	1052,6	474,7	406,0	Екологічний попуск 2009 р. характеризувався оптимальними можливими витратами води із Дністровського водосховища до нижньої дельти Дністра, що дозволило створити оптимальні умови для забезпечення збереження рибних ресурсів у нижній течії р. Дністер. Проте в результаті зменшення рівня верхнього б'єфа на Дністровському водосховища спостерігалось осушення нерестовищ та подекуди загибель ікри риб.



Закінчення таблиці 3.8

1	2	3	4	5	6	7	8
2010	96,3 і 183,4	з 10.04 по 10.05 (31 доба)	360	900	359,68	379,1	Весняно-літній попуск пройшов з достатньо високими рівнями води, забезпечив покриття всіх природних нерестовищ дельти Дністра, а саме заплавних лук. У 2010 році пройшов паводок.
2011	74,2 і 71,95	з 10.04 по 10.05 (31 доба)	1080	1049,76	343,39	291,26	Додаток 1 *
2012	85,3 і 70,1	з 11.04 по 11.05 (31 доба)	1067,5	828,9	403,61	278,03	Додаток 2 *
2013	237,2 і 82,90	з 17.04 по 17.05 (31 доба)	1415	1276	537,81	476,55	Додаток 3 *
2014	47,0 і 137,45	з 11.04 по 11.05 (31 доба)	949,0	101,1	354,32	187,09	Додаток 4 *
2015	61,2 і 100,51	з 11.04 по 21.05 (38 діб)	1237,2	797,8	368,95	243,00	Додаток 5 *
2016	39,3 і 61,17	з 16.04 по 6.05 (21 доба)	456,54	337,49	251,62	186,47	Додаток 6 *
2017	50,0 і 89,80	з 8.04 по 10.05 (33 доби)	949,54	561,69	333,03	197,00	Додаток 7 *

\* у додатках 1 – 7 наведено оцінку еколого-репродукційних попусків на екологічний стан у гирлі Дністра (див. додаток 2 до розділу 3).

### 3.5. НОРМУВАННЯ ВОДОКОРИСТУВАННЯ З УРАХУВАННЯМ ЕКОЛОГІЧНОЇ ТА ЕКОНОМІЧНОЇ СИТУАЦІЇ НА РІЧКОВОМУ БАСЕЙНІ

Удосконалення виробничих технологій усіма галузями-водокористувачами, поступове та невпинне впровадження екологічно безпечного господарювання має відбуватися на всій території річкового басейну. Це має статися на основі нормування водокористування, що забезпечуватиме зменшення шкідливого впливу на водні об'єкти.

Для зменшення антропогенного тиску на водні ресурси та переходу до сталого водокористування центральними органами затверджується правові акти, розроблені на основі науково обґрунтованої та апробованої на конкретних водних об'єктах методичної документації.

**Однією із проблем ефективного управління водними ресурсами є порядок видачі дозволів на спеціальне водокористування за адміністративно-територіальним принципом, що не дає можливості дозвільним органам (обласним державним адміністраціям) об'єктивно оцінювати водогосподарську та екологічну ситуацію всього басейну річки, а саме: потреби водокористувачів нижче за течією з урахуванням водогосподарських балансів, стан очисних споруд на усіх підприємствах у басейні, сприятливі гідрологічні фази для скидів стічних вод, самоочисну спроможність річки на окремих ділянках тощо.**

**Питання щодо удосконалення дозвільної системи у сфері спецводокористування** вирішено шляхом передання дозвільних функцій від обласних державних адміністрацій до органів Держводагентства України, до повноважень яких належить впровадження інтегрованих підходів в управління водними ресурсами за басейновим принципом.

### 3.6. ПЛАТНЕ ВОДОКОРИСТУВАННЯ – ОСНОВА ЕКОЛОГІЧНО ПОВНОЦІННИХ ВОДНИХ РЕСУРСІВ

На світовому рівні підтверджено, що платне водокористування є найефективнішим методом забезпечення раціонального використання та відтворення водних ресурсів і поліпшення екологічного стану водних об'єктів. Отже, єдиною надійною основою впровадження сталого водокористування є покращення екологічного стану водного об'єкту за рахунок платежів водокористувачів.

Виходячи із констатації факту, що вода є природним ресурсом, що має вартість. Вартість водних ресурсів залежить від собівартості для подавання водокористувачам і витрат на відтворення водних ресурсів після їх використання.

Платежі за водні ресурси мають покривати витрати на реалізацію економічно та екологічно обґрунтованих заходів для сталого водокористування повноцінними водними ресурсами. Вартісні показники платежів мають сприяти раціональному водокористуванню та охороні водних ресурсів.

На кардинальні заходи із удосконалення очисних споруд на об'єктах водовідведення галузей водокористувачів мають залучатися окремі цілеспрямовані капіталовкладення у загальних витратах на модернізацію технологічних процесів всього конкретного підприємства.

### 3.7. ДОТРИМАННЯ ПРОЗОРОСТІ ДІЙ У СФЕРІ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ

Державна екологічна політика у сфері використання водних ресурсів для отримання позитивних результатів має бути пріоритетною порівняно з наявними програмами територіального, місцевого, локального рівня. Ця політика має бути прозорою,

з відкритою та безоплатною інформацією. Має бути вільний доступ щодо даних про стан водних і водогосподарських об'єктів, якості питної води, заходів з поліпшення екологічного стану водних об'єктів, їх результативності для забезпечення сталого та якісного водокористування в басейнах річок.

Такому положенню сприятиме висвітлення методики розрахунків тарифів за водокористування, збір та витрачання коштів, укладання угод щодо здійснення водоохоронних заходів.

У мережі Інтернет на сайтах БУВР має бути постійна (щоденна) інформація із висвітлення стану та заходів із покращення економічної ситуації на прикладах конкретних водних об'єктів.

Як приклад наводимо інформацію щодо сайту БУВР річки Рось:

<http://buvrrosi.com.ua/>

## Додатки до Розділу 3

Додаток 1 до Розділу 3

### Показники якості води в р. Рось до та після весняних та осінніх промивок руслових водосховищ

Додаток 1.1

#### Показники якості води в р. Рось

#### до та після весняної промивки руслових водосховищ 2009 року

Тривалість промивки: з 30.03.2009 по 01.04.2009.

№ з/п	Показники	Одиниці вимірювання	ГДК СанПіН (госпитного користування)	р. Рось. с. Глибичка Білоцерківський район. Питний водозабір		р. Рось. м. Богуслав. Питний водозабір		р. Рось. м. Корсунь-Шевченківський. Питний водозабір	
				до промивки (березень)	після промивки (квітень)	до промивки (березень)	після промивки (квітень)	до промивки (березень)	після промивки (квітень)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Прозорість	см		21,0	<b>23,0</b>	20,0	13,0	22,0	<b>23,0</b>
2	Кольоровість	град.		35,0	<b>30,0</b>	50,0	80	35,0	<b>25,0</b>
3	Завислі речовини	мг/дм <sup>3</sup>	20,0	12,7	<b>12,2</b>	8,0	9,0	13,2	<b>13,0</b>
4	Розчинний кисень	мг/дм <sup>3</sup>	4,0	13,7	13,2	12,2	11,3	9,8	<b>11,9</b>
5	Хлориди	мг/дм <sup>3</sup>	350	27,5	31,0	36,0	<b>32,0</b>	45,3	<b>42,1</b>
6	Сульфати	мг/дм <sup>3</sup>	500	38,2	<b>34,0</b>	40,0	<b>31,5</b>	36,9	38,0
7	Фосфати	мг/дм <sup>3</sup>	3,5	н/в	н/в	0,2	<b>0,16</b>	0,23	0,23
8	Амоній сольовий	мг/дм <sup>3</sup>	2,56	0,38	<b>0,36</b>	0,4	<b>0,39</b>	0,41	0,54
9	Нітрити	мг/дм <sup>3</sup>	3,3	0,08	<b>0,04</b>	0,1	<b>0</b>	0,043	0,068
10	Нітрати	мг/дм <sup>3</sup>	45,0	5,1	<b>0,6</b>	4,0	<b>2,2</b>	3,5	<b>3,4</b>
11	ХСК	мг/дм <sup>3</sup>	15,0	14,4	<b>14,0</b>	40,0	<b>38,0</b>	39,6	<b>24,9</b>
12	БСК <sub>5</sub>	мг/дм <sup>3</sup>	3,0	2,2	2,2	2,4	<b>2,1</b>	2,5	2,4

**Показники якості води в р. Рось до та після весняної промивки руслових водосховищ 2010 року**  
Тривалість промивки: з 30.03.2010 по 01.04.2010.

№ з/п	Показники	Одиниці вимірювання	ГДК СанПіН (госпитного користув.)	р. Рось. с. Глибичка Білоцерківський район. Питний водозабір		р. Рось. м. Богуслав. Питний водозабір		р. Рось. м. Корсунь-Шевченківський. Питний водозабір	
				до промивки (березень)	після промивки (квітень)	до промивки (березень)	після промивки (квітень)	до промивки (березень)	після промивки (квітень)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Прозорість	см		24,0	<b>25,0</b>	25,0	10,0	25,0	<b>27,0</b>
2	Кольоровість	град.		30,0	40,0	40,0	67,0	44,7	46,6
3	Завислі речовини	мг/дм <sup>3</sup>	20,0	15,0	<b>13,2</b>	10,2	<b>9,8</b>	5,0	5,1
4	Розчинний кисень	мг/дм <sup>3</sup>	4,0	12,7	9,37	9,0	8,6	9,01	8,1
5	Хлориди	мг/дм <sup>3</sup>	350	30,0	<b>25,0</b>	30,0	32,3	37,1	<b>34,0</b>
6	Сульфати	мг/дм <sup>3</sup>	500	38,0	<b>16,4</b>	26,0	<b>20,9</b>	39,4	<b>36,0</b>
7	Фосфати	мг/дм <sup>3</sup>	3,5	н/в	н/в	1,0	<b>0,6</b>	0,69	<b>0,59</b>
8	Амоній сольовий	мг/дм <sup>3</sup>	2,56	0,75	<b>0,12</b>	0,13	<b>0,1</b>	0,4	1,05
9	Нітрити	мг/дм <sup>3</sup>	3,3	0,04	0,06	0,1	1,2	0,07	0,08
10	Нітрати	мг/дм <sup>3</sup>	45,0	2,03	<b>н/в</b>	2,6	<b>0,4</b>	4,6	<b>3,0</b>
11	ХСК	мг/дм <sup>3</sup>	15,0	18,2	21,1	23,0	<b>22,8</b>	45,7	<b>35,0</b>
12	БСК <sub>5</sub>	мг/дм <sup>3</sup>	3,0	2,4	3,2	2,4	3,2	3,3	2,6

**Показники якості води в р. Рось до та після осінньої промивки руслових водосховищ 2010 року**  
Тривалість промивки: з 04.10.2010 по 06.10.2010.

№ з/п	Показники	Одиниці вимірювання	ГДК СанПіН (госпитного користування)	р. Рось. с. Глибичка Білоцерківський район. Питний водозабір		р. Рось. м. Богуслав. Питний водозабір		р. Рось. м. Корсунь-Шевченківський. Питний водозабір	
				до промивки (вересень)	після промивки (жовтень)	до промивки (вересень)	після промивки (жовтень)	до промивки (вересень)	після промивки (жовтень)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Прозорість	см		24,0	<b>26,0</b>	12,0	12,0	26,0	24,0
2	Кольоровість	град.		35,0	45,0	50,0	65,0	32,6	35,9
3	Завислі речовини	мг/дм <sup>3</sup>	20,0	5,9	20,1	10,2	12,0	4,5	5,4
4	Розчинний кисень	мг/дм <sup>3</sup>	4,0	6,0	10,0	7,4	10,8	7,5	9,8
5	Хлориди	мг/дм <sup>3</sup>	350	28,0	30,0	33,0	<b>32,0</b>	36,0	<b>30,0</b>
6	Сульфати	мг/дм <sup>3</sup>	500	24,5	27,3	21,0	23,0	34,1	<b>26,5</b>
7	Фосфати	мг/дм <sup>3</sup>	3,5	н/в	0,07	0,9	0,9	1,31	<b>0,62</b>
8	Амоній сольовий	мг/дм <sup>3</sup>	2,56	0,17	0,3	0,23	0,3	0,96	<b>0,35</b>
9	Нітрити	мг/дм <sup>3</sup>	3,3	0,04	0,04	0,04	<b>0,03</b>	0,06	0,08
10	Нітрати	мг/дм <sup>3</sup>	45,0	н/в	н/в	2,8	4,4	1,5	1,5
11	ХСК	мг/дм <sup>3</sup>	15,0	28,4	36,0	15,0	20,0	34,3	35,0
12	БСК <sub>5</sub>	мг/дм <sup>3</sup>	3,0	2,8	4,8	3,8	<b>3,4</b>	2,8	2,8

**Показники якості води в р. Рось до та після весняної промивки руслових водосховищ 2011 року**

Тривалість промивки: з 11.04.2011 по 13.04.2011.

№ з/п	Показники	Одиниці вимірювання	ГДК СанПіН (госп-питного користування)	р. Рось. с. Глибичка Білоцерківський район. Питний водозабір		р. Рось. м. Богуслав. Питний водозабір		р. Рось. м. Корсунь-Шевченківський. Питний водозабір	
				до промивки (квітень)	після промивки (травень)	до промивки (квітень)	після промивки (травень)	до промивки (квітень)	після промивки (травень)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Прозорість	см		23,0	<b>25,0</b>	25,0	<b>27,0</b>	26,0	26,0
2	Кольоровість	град.		40,0	<b>30,0</b>	70,0	<b>50,0</b>	31,0	36,2
3	Завислі речовини	мг/дм <sup>3</sup>	20,0	17,4	<b>11,7</b>	8,9	<b>7,6</b>	6,6	<b>5,9</b>
4	Розчинний кисень	мг/дм <sup>3</sup>	4,0	13,0	10,0	13,0	9,6	13,0	6,0
5	Хлориди	мг/дм <sup>3</sup>	350	27,0	27,5	32,0	36,0	38,0	<b>36,0</b>
6	Сульфати	мг/дм <sup>3</sup>	500	35,8	<b>17,8</b>	25,2	28,3	27,7	30,0
7	Фосфати	мг/дм <sup>3</sup>	3,5	0,11	0,15	0,7	0,85	0,3	0,5
8	Амоній сольовий	мг/дм <sup>3</sup>	2,56	0,14	0,17	0,32	0,45	0,2	0,3
9	Нітрити	мг/дм <sup>3</sup>	3,3	0,02	0,03	0,04	0,05	0,04	0,1
10	Нітрати	мг/дм <sup>3</sup>	45,0	4,4	<b>3,8</b>	4,8	<b>3,2</b>	1,6	<b>1,1</b>
11	ХСК	мг/дм <sup>3</sup>	15,0	16,0	26,1	20,0	20,0	25,8	35,0
12	БСК <sub>5</sub>	мг/дм <sup>3</sup>	3,0	4,8	<b>3,3</b>	4,6	<b>3,3</b>	2,6	2,7

**Показники якості води в р. Рось до та після осінньої промивки руслових водосховищ 2011 року**

Тривалість промивки: з 30.11.2011 по 02.12.2011.

№ з/п	Показники	Одиниці вимірювання	ГДК СанПіН (госп-питного користування)	р. Рось. с. Глибичка Білоцерківський район. Питний водозабір		р. Рось. м. Богуслав. Питний водозабір		р. Рось. м. Корсунь-Шевченківський. Питний водозабір	
				до промивки (листопад)	після промивки (грудень)	до промивки (листопад)	після промивки (грудень)	до промивки (листопад)	після промивки (грудень)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Прозорість	см		13,0	<b>14,5</b>	7,5	<b>8,0</b>	27,0	25,0
2	Кольоровість	град.		21,6	35,0	22,9	<b>21,0</b>	47,3	<b>39,8</b>
3	Завислі речовини	мг/дм <sup>3</sup>	20,0	7,6	12,0	10,4	13,2	5,9	<b>5,7</b>
4	Розчинний кисень	мг/дм <sup>3</sup>	4,0	10,5	13,5	10,4	10,5	6,2	8,5
5	Хлориди	мг/дм <sup>3</sup>	350	26,9	<b>24,0</b>	28,9	<b>27,6</b>	15,0	31,0
6	Сульфати	мг/дм <sup>3</sup>	500	26,5	<b>19,8</b>	22,4	<b>18,5</b>	23,6	<b>24,2</b>
7	Фосфати	мг/дм <sup>3</sup>	3,5	0,14	<b>0,1</b>	0,1	0,1	0,6	<b>0,5</b>
8	Амоній сольовий	мг/дм <sup>3</sup>	2,56	0,3	<b>0,1</b>	0,4	<b>0,3</b>	0,23	0,42
9	Нітрити	мг/дм <sup>3</sup>	3,3	0,04	0,06	0,06	<b>0,05</b>	0,05	0,05
10	Нітрати	мг/дм <sup>3</sup>	45,0	1,7	<b>н/в</b>	1,1	<b>1,0</b>	2,9	4,2
11	ХСК	мг/дм <sup>3</sup>	15,0	28,3	<b>26,5</b>	31,4	<b>29,6</b>	35,3	<b>30,3</b>
12	БСК <sub>5</sub>	мг/дм <sup>3</sup>	3,0	3,0	4,0	3,4	<b>2,8</b>	3,5	2,6

**Показники якості води в р. Рось до та після весняної промивки руслових водосховищ 2012 року**  
Тривалість промивки: з 09.04.2012 по 11.04.2012.

№ з/п	Показники	Одиниці вимірювання	ГДК СанПіН (госпитного користування)	р. Рось. с. Глибичка Білоцерківський район. Питний водозабір		р. Рось. м. Богуслав. Питний водозабір		р. Рось. м. Корсунь-Шевченківський. Питний водозабір	
				до промивки (березень)	після промивки (квітень)	до промивки (березень)	після промивки (квітень)	до промивки (березень)	після промивки (квітень)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Прозорість	см		23,7	20,0	25,3	20,0	26,0	27,0
2	Кольоровість	град.		19,4	21,4	19,6	22,6	37,9	41,7
3	Завислі речовини	мг/дм <sup>3</sup>	20,0	5,2	16,6	7,8	15,6	5,6	6,6
4	Розчинний кисень	мг/дм <sup>3</sup>	4,0	11,9	10,2	10,8	9,8	7,2	8,8
5	Хлориди	мг/дм <sup>3</sup>	350	30,2	<b>27,6</b>	43,0	<b>31,5</b>	37,0	<b>34,0</b>
6	Сульфати	мг/дм <sup>3</sup>	500	29,4	<b>18,0</b>	30,0	<b>17,5</b>	34,0	<b>19,5</b>
7	Фосфати	мг/дм <sup>3</sup>	3,5	0,3	<b>0,03</b>	0,5	<b>0,03</b>	0,85	<b>0,2</b>
8	Амоній сольовий	мг/дм <sup>3</sup>	2,56	0,3	<b>0,1</b>	0,8	<b>0,1</b>	0,9	<b>0,5</b>
9	Нітрити	мг/дм <sup>3</sup>	3,3	0,05	<b>0,02</b>	0,06	0,07	0,08	<b>0,04</b>
10	Нітрати	мг/дм <sup>3</sup>	45,0	4,2	<b>0,5</b>	7,2	<b>1,3</b>	8,7	<b>0,7</b>
11	ХСК	мг/дм <sup>3</sup>	15,0	36,3	<b>36,0</b>	40,0	40,0	34,7	34,7
12	БСК <sub>5</sub>	мг/дм <sup>3</sup>	3,0	0,56	2,8	0,8	2,3	2,5	2,7

**Показники якості води в р. Рось до та після осінньої промивки руслових водосховищ 2012 року**  
Тривалість промивки: з 23.10.2012 по 25.10.2012.

№ з/п	Показники	Одиниці вимірювання	ГДК СанПіН (госпитного користування)	р. Рось. с. Глибичка Білоцерківський район. Питний водозабір		р. Рось. м. Богуслав. Питний водозабір		р. Рось. м. Корсунь-Шевченківський. Питний водозабір	
				до промивки	після промивки	до промивки	після промивки	до промивки	після промивки
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Прозорість	см		22,5	10,0	21,5	5,0	28,0	27,0
2	Кольоровість	град.		21,5	24,9	21,5	25,1	27,3	30,7
3	Завислі речовини	мг/дм <sup>3</sup>	20,0	10,4	12,6	42,0	<b>15,4</b>	6,8	<b>5,7</b>
4	Розчинний кисень	мг/дм <sup>3</sup>	4,0	9,7	<b>10,1</b>	10,2	9,9	7,2	<b>7,9</b>
5	Хлориди	мг/дм <sup>3</sup>	350	26,6	28,2	29,6	34,8	42,9	<b>35,0</b>
6	Сульфати	мг/дм <sup>3</sup>	500	23,9	29,9	28,2	35,0	29,0	<b>27,5</b>
7	Фосфати	мг/дм <sup>3</sup>	3,5	0,3	<b>0,1</b>	0,4	0,4	0,6	<b>0,3</b>
8	Амоній сольовий	мг/дм <sup>3</sup>	2,56	0,9	<b>0,3</b>	0,7	<b>0,3</b>	0,2	0,4
9	Нітрити	мг/дм <sup>3</sup>	3,3	0,1	<b>0,06</b>	0,4	<b>0,05</b>	0,05	0,07
10	Нітрати	мг/дм <sup>3</sup>	45,0	0,9	4,6	0,2	1,9	2,2	4,9
11	ХСК	мг/дм <sup>3</sup>	15,0	25,0	46,0	26,6	40,0	29,7	30,3
12	БСК <sub>5</sub>	мг/дм <sup>3</sup>	3,0	2,1	4,2	2,8	3,2	2,6	2,6

**Показники якості води р. Рось до та після весняної промивки руслових водосховищ 2014 року**

Тривалість промивки: з 07.04.2014 по 09.04.2014.

№ з/п	Показники	Одиниці вимірювання	ГДК СанПін 4630-88 (водні об'єкти господарсько-питного використання)	р. Рось. с. Глибичка Білоцерківський район. Питний водозабір		р. Рось. м. Богуслав. Питний водозабір		р. Рось. м. Корсунь-Шевченківський. Питний водозабір	
				до промивки (березень)	після промивки (квітень)	До промивки (березень)	після промивки (квітень)	до промивки (березень)	після промивки (квітень)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Прозорість	см		25,0	<b>30,0</b>	23,0	22,0	28,0	25,0
2	Кольоровість	град.		18,4	21,58	19,16	25,45	27,0	<b>22,0</b>
3	Завислі речовини	мг/дм <sup>3</sup>		8,2	<b>3,6</b>	7,1	<b>4,6</b>	5,9	6,1
4	Розчинний кисень	мг/дм <sup>3</sup>	4,0	6,8	<b>9,5</b>	7,2	<b>9,4</b>	9,2	<b>7,2</b>
5	Хлориди	мг/дм <sup>3</sup>	350	21,73	23,75	29,07	<b>28,66</b>	41,0	<b>39,0</b>
6	Сульфати	мг/дм <sup>3</sup>	500	29,66	<b>26,7</b>	35,16	36,0	26,0	35,0
7	Фосфати	мг/дм <sup>3</sup>	3,5	0,03	0,11	0,14	0,29	0,37	<b>0,34</b>
8	Амоній сольовий	мг/дм <sup>3</sup>	2,0	0,24	<b>0,08</b>	0,33	0,80	0,61	<b>0,55</b>
9	Нітрити	мг/дм <sup>3</sup>	3,3	0,11	<b>0,02</b>	0,10	<b>0,07</b>	0,096	<b>0,025</b>
10	Нітрати	мг/дм <sup>3</sup>	45,0	2,7	4,3	6,5	<b>5,5</b>	3,0	3,3
11	ХСК	мг/дм <sup>3</sup>	15,0	18,9	23,0	22,5	<b>21,0</b>	30,9	34,0
12	БСК <sub>5</sub>	мг/дм <sup>3</sup>	3,0	3,9	<b>3,0</b>	4,3	<b>2,6</b>	2,9	3,2

**Показники якості води р. Рось до та після осінньої промивки руслових водосховищ 2014 року**

Тривалість промивки: з 10.11.2014 по 12.11.2014.

№ з/п	Показники	Одиниці вимірювання	ГДК СанПін 4630-88 (водні об'єкти господарсько-питного використання)	р. Рось. с. Глибичка Білоцерківський район. Питний водозабір		р. Рось. м. Богуслав. Питний водозабір		р. Рось. м. Корсунь-Шевченківський. Питний водозабір	
				до промивки (листопад)	після промивки (грудень)	до промивки (листопад)	після промивки (грудень)	до промивки (листопад)	після промивки (грудень)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Прозорість	см		18,0	<b>28,0</b>	29,0	28,0	27,0	<b>29,0</b>
2	Кольоровість	град.		12,1	15,2	14,3	17,8	47,0	<b>40,0</b>
3	Завислі речовини	мг/дм <sup>3</sup>		9,2	5,2	9,8	5,6	6,2	5,8
4	Розчинний кисень	мг/дм <sup>3</sup>	4,0	7,4	<b>7,7</b>	7,8	7,8	5,4	<b>6,5</b>
5	Хлориди	мг/дм <sup>3</sup>	350	24,7	25,2	31,7	<b>24,8</b>	39,7	<b>39,0</b>
6	Сульфати	мг/дм <sup>3</sup>	500	40,2	<b>28,5</b>	45,4	<b>30,2</b>	22,0	25,0
7	Фосфати	мг/дм <sup>3</sup>	3,5	0,06	0,11	0,32	<b>0,04</b>	0,71	<b>0,48</b>
8	Амоній сольовий	мг/дм <sup>3</sup>	2,0	0,35	<b>0,34</b>	0,31	<b>0,26</b>	0,25	0,30
9	Нітрити	мг/дм <sup>3</sup>	3,3	0,02	0,04	0,05	<b>0,04</b>	0,04	<b>0,032</b>
10	Нітрати	мг/дм <sup>3</sup>	45,0	0,59	3,5	0,92	3,3	4,6	<b>4,1</b>
11	ХСК	мг/дм <sup>3</sup>	15,0	40,4	<b>22,9</b>	34,4	<b>24,6</b>	29,7	34,0
12	БСК <sub>5</sub>	мг/дм <sup>3</sup>	3,0	3,8	<b>3,2</b>	3,5	<b>3,2</b>	1,8	2,0

## Показники якості води р. Рось до та після весняної промивки руслових водосховищ 2016 року

Тривалість промивки: з 29.03.2016 по 31.03.2016.

№ з/п	Показники	Одиниці вимірювання	ГДК СанПіН 4630-88 (водні об'єкти господарсько-питного використання)	р. Рось. с. Глибичка Білоцерківський район. Питний водозабір		р. Рось. м. Богуслав. Питний водозабір		р. Рось. м. Корсунь-Шевченківський. Питний водозабір	
				до промивки (березень)	після промивки (квітень)	до промивки (березень)	після промивки (квітень)	до промивки (березень)	після промивки (квітень)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Прозорість	см		30,0	30,0	30,0	30,0	27,0	<b>29,0</b>
2	Кольоровість	град.		13,9	14,1	14,6	15,9	26,0	<b>24,0</b>
3	Завислі речовини	мг/дм <sup>3</sup>		8,6	<b>7,4</b>	8,6	<b>7,6</b>	6,2	<b>4,4</b>
4	Розчинний кисень	мг/дм <sup>3</sup>	4,0	8,2	7,9	7,6	<b>8,3</b>	10,1	7,8
5	Хлориди	мг/дм <sup>3</sup>	350	26,3	<b>25,9</b>	46,9	<b>33,1</b>	46,0	60,0
6	Сульфати	мг/дм <sup>3</sup>	500	43,9	45,2	34,1	51,3	43,0	52,0
7	Фосфати	мг/дм <sup>3</sup>	3,5	0,13	<b>0,07</b>	0,05	0,31	0,54	<b>0,14</b>
8	Амоній сольовий	мг/дм <sup>3</sup>	2,0	0,21	<b>0,16</b>	0,22	<b>0,17</b>	0,32	0,32
9	Нітрити	мг/дм <sup>3</sup>	3,3	0,43	<b>0,03</b>	0,18	<b>0,11</b>	0,04	0,04
10	Нітрати	мг/дм <sup>3</sup>	45,0	1,3	<b>0,3</b>	1,3	2,1	4,3	<b>0,7</b>
11	ХСК	мг/дм <sup>3</sup>	15,0	18,0	<b>20,0</b>	23,0	<b>22,1</b>	29,3	34,0
12	БСК <sub>5</sub>	мг/дм <sup>3</sup>	3,0	1,8	<b>2,0</b>	1,7	1,9	2,6	2,6

## Показники якості води р. Рось до та після осінньої промивки руслових водосховищ 2016 року

Тривалість промивки: з 24.10.2016 по 27.10.2016.

№ з/п	Показники	Одиниці вимірювання	ГДК СанПіН 4630-88 (водні об'єкти господарсько-питного використання)	р. Рось. с. Глибичка Білоцерківський район. Питний водозабір		р. Рось. м. Богуслав. Питний водозабір		р. Рось. м. Корсунь-Шевченківський. Питний водозабір	
				до промивки (жовтень)	після промивки (листопад)	до промивки (жовтень)	після промивки (листопад)	до промивки (жовтень)	після промивки (листопад)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Прозорість	см		20,0	<b>30,0</b>	25,0	<b>30,0</b>	25,0	<b>26,0</b>
2	Кольоровість	град.		26,2	<b>19,3</b>	24,3	<b>21,2</b>	33,0	<b>22,0</b>
3	Завислі речовини	мг/дм <sup>3</sup>		11,0	13,4	7,8	<b>7,4</b>	5,8	6,4
4	Розчинний кисень	мг/дм <sup>3</sup>	4,0	7,0	<b>8,3</b>	6,9	<b>8,4</b>	10,1	7,8
5	Хлориди	мг/дм <sup>3</sup>	350	28,7	<b>28,4</b>	41,7	42,0	38,0	45,0
6	Сульфати	мг/дм <sup>3</sup>	500	17,8	30,0	38,9	47,9	30,0	36,0
7	Фосфати	мг/дм <sup>3</sup>	3,5	0,16	0,10	0,5	<b>0,3</b>	0,74	<b>0,53</b>
8	Амоній сольовий	мг/дм <sup>3</sup>	2,0	0,47	<b>0,32</b>	0,19	0,39	0,31	<b>0,23</b>
9	Нітрити	мг/дм <sup>3</sup>	3,3	0,05	0,03	0,23	<b>0,05</b>	0,03	0,03
10	Нітрати	мг/дм <sup>3</sup>	45,0	0,9	1,4	6,6	<b>2,7</b>	0,58	4,2
11	ХСК	мг/дм <sup>3</sup>	15,0	27,6	<b>25,4</b>	28,5	29,1	25,5	30,6
12	БСК <sub>5</sub>	мг/дм <sup>3</sup>	3,0	2,8	<b>2,6</b>	3,0	<b>2,5</b>	3,0	3,1

**Показники якості води р. Рось до та після весняної промивки руслових водосховищ 2017 року**

Тривалість промивки: з 22.03.2017 по 24.03.2017.

№ з/п	Показники	Одиниці вимірювання	Нормативи екологічної безпеки водних об'єктів	р. Рось. с. Глибичка Білоцерківський район. Питний водозабір		р. Рось. м. Богуслав. Питний водозабір		р. Рось. м. Корсунь-Шевченківський. Питний водозабір	
				до промивки (березень)	після промивки (квітень)	до промивки (березень)	після промивки (квітень)	до промивки (березень)	після промивки (квітень)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Прозорість	см		30,0	30,0	30,0	30,0	27,0	22,0
2	Кольоровість	град.		21,2	17,6	24,2	17,3	24	26
3	Завислі речовини	мг/дм <sup>3</sup>	25,0	7,0	8,0	7,2	9,6	8,4	9,6
4	Розчинний кисень	мг/дм <sup>3</sup>		9,6	8,5	9,5	8,4	13,3	12,0
5	Хлориди	мг/дм <sup>3</sup>		24,1	25,9	39,7	29,7	46,0	45,0
6	Сульфати	мг/дм <sup>3</sup>		38,2	27,2	47,4	28,4	39,0	39,0
7	Фосфати	мг/дм <sup>3</sup>	0,7 мгP/дм <sup>3</sup>	0,29	0,05	0,45	0,15	0,66	0,33
8	Амоній сольовий	мг/дм <sup>3</sup>	0,5 – 1,0 мгN/дм <sup>3</sup>	0,2	0,22	0,18	0,23	0,32	0,26
9	Нітрити	мг/дм <sup>3</sup>		0,05	0,03	0,07	0,03	0,03	0,03
10	Нітрати	мг/дм <sup>3</sup>		3,6	2,7	3,2	1,1	2,3	2,1
11	ХСК	мг/дм <sup>3</sup>	50,0 мг/лO <sub>2</sub>	32,3	22,9	29,3	21,1	30,8	41,0
12	БСК <sub>5</sub>	мг/дм <sup>3</sup>	3,0	3,4	2,2	4,2	2,4	3,4	3,2

**Оцінка екологічних попусків на екологічний стан у гирлі Дністра**

Додаток 2.1

**2011 рік**

Гідрологічну ситуацію навесні 2011 року можна вважати катастрофічною для представників біоти всього регіону. У зв'язку з нехарактерними для весняного періоду обсягами річного стоку, внаслідок порушення затвердженого регламенту екологічного (репродуктивного) попуску із Дністровського водосховища, більша частина найефективніших нерестовищ заплавлених лук, в тому числі вздовж траси Одеса – Рені, залишилися безводними на час нерестового періоду та протягом всього року.

На гідрографі стоку Дністра (березень–серпень 2011 року) рівні води у репродуктивний період мало чим відрізнялися від меженного рівня за того, що на початок травня оптимальним був би обсяг скиду на рівні 700 м<sup>3</sup>/с.

За інформацією Нижньодністровського національного природного парку дефіцит нерестових площ у 2011 році призвів до того, що нерест шуки, тарані, густери, ляща, укклеї проходив поза межами традиційних місць нерестовищ.

Таким чином, нерест багатьох видів риб у 2011 році проходив у несприятливих умовах та був малоефективним. Крім недостатніх обсягів скидів, внаслідок постійних коливань рівня води на залитих мілководних ділянках у плавнях, спостерігались різкі зміни температурного режиму, що також

негативно позначилося на перебігу репродуктивних циклів та унеможливило природний нерест літофільних видів риб.

Додаток 2.2

**2012 рік**

Під час здійснення екологічного попуску навесні 2012 року відзначено підняття рівня води у р. Дністер (водомірний пост с. Маяки) із позначки 78 см (11.04.2012) до 105–110 см, максимальний рівень (122 см) відзначено 22 квітня 2012 року.

Згідно з інформацією Нижньодністровського національного природного парку на відміну від 2010 року, коли весняно-літній попуск пройшов із достатньо високими рівнями води та забезпечив покриття всіх природних нерестовищ дельти Дністра (а саме, заплавлених лук), гідрологічна ситуація навесні 2012 року, у зв'язку з нехарактерними для весняного періоду обсягами річного стоку, не була такою же сприятливою. Більшу частину заплавлених лук обводнено недостатньо. У 2011–2012 роках регламент попусків не був оптимальним для екосистеми пониззя Дністра.

Внаслідок недостатніх обсягів репродуктивного попуску прируслові луки, що є найпродуктивнішими нерестовищами літофільних видів риб (короп, лящ, тараня), залишилися зневодненими. Це призвело до зменшення нерестовищ риб та площ кормових біотопів для багатьох видів птахів.



## Додаток 2.3

**2013 рік**

Спеціалісти водогосподарських організацій області та управління Державної служби України з надзвичайних ситуацій в Одеській області відзначили вдале здійснення еколого-репродукційного попуску із Дністровського водосховища навесні 2013 року.

Внаслідок значних обсягів екологічного попуску у середині квітня 2013 року забезпечено промивку заплавної озера та сформовано тимчасові місця годівлі червонокнижних видів птахів (коровайка, косар, рожевий пелікан), а також рідкісних видів чапель, зокрема жовтої та малої білої. На заплавах луках у зазначений термін обліковано коровайки біля 200 особин, косаря біля 10 особин, рожевого пелікана близько 200 особин, куликів понад 400 особин та близько 500 особин чайкових.

З 17 квітня 2013 року заплавні луки на ділянці від 45 до 51 км вздовж автотраси Одеса – Рені, що є найціннішими нерестовищами літофільних видів риб дельти Дністра, були залиті водою, що стимулювало масовий захід у плавневу систему та на заплавні луки плідників сазана, сріблястого карася та ляща. Загальна площа нерестовищ становила близько 50 га. На 1 га нерестовища зареєстровано плідники сазана на стадії нересту у кількості 5–6 самок на 25–30 самців, а також значна кількість плідників сріблястого карася та ляща.

З 25.04.2013 рівень води на луках почав поступово знижуватись. Внаслідок цього розпочався вихід плідників із луків, але особливості гідрологічної системи плавнів не дали можливість всім плідникам повернутися у Дністер.

Аналізуючи ситуацію, можна зробити висновок, що екологічний попуск 2013 року позитивно вплинув на формування кормових стацій навколоводних видів птахів, але із зменшенням обсягів скидів вони втратили свою цінність.

Під час проведення екологічного попуску навесні 2013 року відзначається підняття рівня води у р. Дністер (водомірний пост с. Маяки) з позначки 144 см (17.04.2013) до 151–157 см, максимальний рівень (164 см) відзначався 24 квітня 2013 року.

## Додаток 2.4

**2014 рік**

Спеціалісти водогосподарських організацій області та управління Державної служби України з надзвичайних ситуацій у Одеській області, враховуючи ситуацію низької водності, відзначили вдале проведення екологічного (репродукційного) попуску із Дністровського водосховища в пониззя р. Дністер у квітні – травні поточного року.

Під час здійснення екологічного попуску навесні відзначено підняття рівня води у р. Дністер (водомірний пост с. Маяки) з позначки 85 см (10 квітня 2014 року) до 98–105 см, максимальний рівень відзначено 109 см (12 квітня 2014 року).

Обсяг скиду із Дністровського водосховища дозволив покращити екологічний стан дністровських плавнів та сприяв їх обводненню в умовах низької водності.

Проте, Нижньодністровський національний природний парк зауважив, що він не забезпечив промивки заплавної озера, не забезпечив заливки прируслових луків, що є основним місцем нересту літофільних видів риб. Зазначені основні природні нерестовища

були зневоднено й нерест риби у межах цих територій навесні 2014 року не відбувся.

Основні традиційні місця годівлі багатьох навколоводних птахів також були зневоднено й були такими, де їх чисельність (в тому числі видів, занесених до Червоної Книги України) різко зменшилась. Плавні зневоднилися, що може призвести до пожеж.

## Додаток 2.5

**2015 рік**

Згідно з протоколом засідання Міжвідомчої комісії з питання розгляду пропозицій щодо встановлення режиму екологічного (репродукційного) попуску з Дністровського водосховища, що відбувся 08.04.2015 Державне агентство рибного господарства України погодилося на те, що у зв'язку з низькою водністю є доцільним здійснення екологічного (репродукційного) попуску в обсягах 450–500 м<sup>3</sup>/с. Фактично попуск відбувся з витратами, що перевищували показники, зазначені Державним агентством рибного господарства України. Але фахівці Департаменту екології та природних ресурсів в Одеській області, Нижньодністровського національного природного парку та Західно-Чорноморської рибоохорони, відзначили, що екологічний (репродукційний) попуск із Дністровського водосховища до пониззя р. Дністер у квітні – травні 2015 року, був стабільно низьким без наповнення водою нерестовищ плавневої системи, що незадовільно вплинуло на стан природних ресурсів пониззя р. Дністер.

В 2015 році, як і в 2014 році, обсяги не забезпечили заливки прируслових луків біля автодороги Одеса – Рені, що є найціннішими нерестовищами літофільних видів риб (сазана, ляща, сріблястого карася, плітки), а також місцями харчування, відпочинку та гніздування багатьох видів птахів. Як наслідок – нерест риби відбувся у озерах та був менш ефективним. Водночас погіршилися умови існування багатьох видів птахів, у тому числі занесених до Червоної книги України (коровайки, косаря, декількох видів чапель).

Крім того, відсутність затоплення лук дельти Дністра у весняний період під час екологічних попусків призводить до їх трансформації у небажаному напрямку – формування більш сухих лук за наступним екологічним рядом: заболочені луки, вологі луки, свіжі луки, сухі луки з одночасним збільшенням біомаси синантропних видів, що призведе до втрати луками важливих екологічних функцій – нерестових та кормових функцій.

Фахівці Державної екологічної інспекції зазначили, що екологічний попуск не вплинув на якість поверхневих вод р. Дністер у квітні та травні 2015 року, масові концентрації показників складу та властивостей вод відповідають природному фону цієї водойми.

Під час здійснення екологічного попуску навесні відзначено підняття рівня води в р. Дністер (водомірний пост с. Маяки) з позначки 86 см (14 квітня 2015 року) до максимальної позначки 142 см (1 травня 2015 року) завершився на позначці 102 см (21 травня 2015 року).

## Додаток 2.6

**2016 рік**

Внаслідок маловодності 2015 року та на початку 2016 року, станом на 16 квітня 2016 року рівень води у Дністровському водосховищі дорівнював 118,71 м, а

об'єм води становив 2674,7 млн. м<sup>3</sup>. Гідрологічні дані за Дністровським водосховищем на час здійснення екологічного (репродукційного) попуску із водосховища станом на 14 квітня 2016 року такі:

рівень верхнього б'єфу водосховища 118,65 м (НПР 121,00-БС);

приплив до водосховища – 173 м<sup>3</sup>/с;

скид – 105 м<sup>3</sup>/с.

Режим екологічного (репродукційного) попуску із Дністровського водосховища 2016 року за показниками був найгіршим за всі роки його здійснення (почався із запізненням, термін попуску лише 2 тижні, обсяги попуску не забезпечили ні промивки плавнів, ні залиття водою прируслових луків та не перевищували межені рівні). Такий режим не міг забезпечити також ефективного нересту у фітофільних видів риб, а нерест сріблястого карася та тарані розпочався ще до початку попуску й проходив у край неадекватних умовах.

#### Додаток 2.7

#### 2017 рік

Згідно з протоколом засідання Міжвідомчої комісії по узгодженню режимів роботи дніпровських та дністровських водосховищ з питання розгляду пропозицій щодо проведення еколого-репродукційного попуску до пониззя р. Дністер, що відбулося 07.04.2017, з 8 квітня 2017 року було розпочато попуск із Дністровського водосховища до пониззя р. Дністер у межах Одеської області тривалістю 33 діб.

Спеціалісти водогосподарських організацій області, адміністрації Нижньодністровського національного природного парку, Департаменту екології та природних ресурсів Одеської облдержадміністрації, Управління Державного агентства рибного господарства у Одеській області в цілому відзначили вдале здійснення екологічного (репродукційного) попуску із Дністровського водосховища до пониззя р. Дністер у квітні–травні 2017 року. На ефективність нересту риби та вегетацію рослин під час екологічного попуску негативно вплинуло не прогнозоване Гідрометцентром України різке зменшення температури повітря внаслідок потужного циклону, який почався 17 квітня 2017 року, станом на 20 квітня 2017 року температура повітря зменшилася до + 3°С, а на ґрунті зареєстровано заморозки.

Під час здійснення екологічного попуску навесні відзначено підняття рівня води у р. Дністер (водомірний пост с. Маяки) з позначки 49 см (9 квітня 2017 року) до 85 см (11 квітня 2017 року), максимальний рівень від-

значено 113 см (21 та 26 квітня 2017 року), різких змін рівня води на водомірному пості с. Маяки не було. Крім попуску, підвищенню рівня Дністра у цей період сприяли вітри південного та південно-західного напрямів.

Але Управлінням Державного агентства рибного господарства у Одеській області зауважено, що плавнева система була заповнена лише на 50–60 %, рівень води був стабільно низьким, в результаті чого не було створено достатньо сприятливих умов для проходження нересту водних біоресурсів.

Адміністрацією Нижньодністровського національного природного парку відзначено, що під час попуску зафіксовано збільшення рівня води у плавнях та озерах дельти Дністра. Разом з цим максимальні обсяги скидів із Дністровського водосховища під час екологічного попуску 2017 року на рівні 500 м<sup>3</sup>/с не забезпечили залиття лук заплави Дністра та Турунчука, що є найціннішими нерестовищами фітофільних видів риб. Внаслідок цього нерест сазана (коропа), тарані, сріблястого карася та частини популяції ляща, проходив у озерах дельти Дністра та ериках. Але, за попередніми спостереженнями, нерест у 2017 році пройшов набагато краще ніж у 2016 році.

У зв'язку із зарегулюванням стоку Дністра екологічні (репродукційні) попуски із Дністровського водосховища є головними чинниками, що впливають на стан природних екосистем дельти Дністра, ефективність нересту риби та проходження репродуктивних циклів у навколоводних птахів. Виходячи із цього науковим відділом парку запропоновано режим екологічного (репродуктивного) попуску із максимумом скидів з Дністровського водосховища у 2017 році на рівні 700 м<sup>3</sup>/с, який би забезпечив залиття лук заплави Дністра та Турунчука – найцінніших нерестовищ фітофільних видів риб та місць харчування багатьох навколоводних видів птахів.

У цілому за 2 показниками – збільшення терміну здійснення попуску та збільшення обсягів скидів із Дністровського водосховища з максимумом 500 м<sup>3</sup>/с, режим попуску 2017 року був кращим, ніж у 2016 році, але він повністю не забезпечив потреби дельти Дністра в обводненні.

Враховуючи прогнози із змін клімату та недостатні обсяги попусків із Дністровського водосховища для збереження екосистеми дельти Нижньодністровський національний природний парк рекомендує розробити та реалізувати комплексну програму меліорації плавнів та збереження лук заплави Дністра.

#### Література до Розділу 3

1. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення. – К.: 2006. – 240 с. – Режим доступу: <http://dbuwr.com.ua/docs/Waterdirect.pdf>
2. Розробка інформаційної моделі водогосподарського районування України: звіт про НДР: № 2831 / Вінницький національний технічний університет; кер. В.Б. Мокін; виконав: Є.М. Крижановський [та ін.]. – К.: 2013. – 129 с. – № ДР 0112U003475. – Інв. № 0213U002611.
3. Гребінь В.В. Нове гідрографічне та водогосподарське районування території України як передумова впровадження інтегрованих підходів в управління водними ресурсами за басейновим принципом / В.В. Гребінь, В.Б. Мокін, М.В. Яцюк, О.В. Чунарьов // Сучасний стан та перспективи розвитку управління водними ресурсами України: матеріали науково-практичної конференції 10–11 жовтня 2012 р., м. Київ – К.: Державний інститут управління та економіки водних ресурсів, 2012. – С. 7–8.
4. Гребінь В.В. Гідрографічне районування території України як передумова розробки планів інтегрованого управління річковими басейнами / В.В. Гребінь, М.В. Яцюк, О.В. Чунарьов // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2012. – Т. 2 (27). – С. 8–16.

5. Гребінь В.В. Методики гідрографічного та водогосподарського районування території України відповідно до вимог Водної рамкової директиви Європейського Союзу / В.В. Гребінь, В.Б. Мокін, В.А. Сташук, В.К. Хільчевський, Є.М. Крижановський та ін. – К.: Інтерпрес ЛТД, 2013. – 63 с. (Фінансування за підтримки проекту ЄС «Додаткова підтримка Міністерства екології та природних ресурсів у впровадженні Секторальної бюджетної підтримки»).
6. Водний кодекс України від 06.06.1995 № 213/95-ВР. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80>
7. Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо впровадження інтегрованих підходів в управлінні водними ресурсами за басейновим принципом», прийнятий Верховною Радою України 4 жовтня 2016 р. № 1641-VIII – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/en/1641-19>
8. Наукові засади раціонального використання водних ресурсів України за басейновим принципом: монографія / За редакцією В.А. Сташука; [В.А. Сташук, В.Б. Мокін, В.В. Гребінь, О.В. Чунарьов]. – Херсон: Гринь Д.С., 2014. – 320 с.
9. Optimization of Hydrographic and Water-management Regionalization of Ukraine according to World Approaches and Principles of the EU Water Framework Directive / V.V. Grebin', Vitaliy B. Mokin, Ye.M. Kryzhanivskiy, S.A. Afanasyev. – Hydrobiological Journal (USA), 2016, Volume 52, Issue 5. – Pages 81–92. – DOI: 10.1615/HydrobJ.v52.i5.90.
10. Назви суббасейнів та водогосподарських ділянок у межах районів річкових басейнів [Електронний ресурс] / Додаток до наказу Міністерства екології та природних ресурсів України від 26.01.2017 № 25. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0208-17>
11. Хільчевський В.К. Гідрографічне та водогосподарське районування території України, затверджене у 2016 р. – реалізація положень ВРД ЄС / В.К. Хільчевський, В.В. Гребінь // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2017. – Т. 1 (44). – С. 8–20.
12. Про затвердження меж районів річкових басейнів, суббасейнів та водогосподарських ділянок / Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України від 03.03.2017 № 103. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0421-17>
13. Раціональне використання та відновлення водних ресурсів. Монографія / М.О. Клименко, Є.М. Крижановський, В.Б. Мокін, І.І. Овчаренко, А.Р. Ящолт та ін. [15 співавторів] / За заг. ред. Фещенка В.П. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2016. – 250 с.
14. Яцик А.В. Водогосподарська екологія: у 4 т., 7 кн. – К.: «Генеза», 2004. – Т. 3, кн. 5. – 496 с.
15. Яцик А.В., Грищенко Ю.М. Волкова Л.А. Пашенюк І.А. Водні ресурси: використання, охорона, відтворення, управління. Підручник для студентів вищих навчальних закладів. – К.: «Генеза», 2007. – 360 с.
16. Порядок розроблення водогосподарських балансів [Електронний ресурс] / Додаток до наказу Міністерства екології та природних ресурсів України від 26.01.2017 № 26. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0232-17>
17. Мокін В.Б. Технологія оптимізації управління водними ресурсами басейну р. Дністер шляхом автоматизації складання його водогосподарського балансу / В.Б. Мокін, Є.М. Крижановський, Л.М. Скорина, В.В. Гребінь // XIV Міжнародна науково-практична конференція: Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях: 5–9 жовтня 2015 р. – К.: 2015. – С. 131–134.
18. Мокін В.Б. Автоматизація розрахунку водогосподарського балансу ділянок басейнів річок / В.Б. Мокін, Є.М. Крижановський, А.Р. Ящолт, Л.М. Скорина // Водне господарство України. – 2017. – № 3 (129) – С. 25–30.
19. Методика расчёта водохозяйственного баланса и её апробация на примере бассейна реки Днестр / В. Гребень, В. Мокин, Е. Крыжановский, Г. Беженару и др. [10 соавторов] // Сайт «United Nations Economic Commission for Europe» (UNECE). – 2016. – 42 с. – Режим доступу: <https://ehlm.unece.org/download/attachments/33619970/9Metodyka.pdf?version=1&modificationDate=1461993686547&api=v2>
20. Мокін В.Б. Створення і впровадження обласних геоінформаційних систем для моніторингу стану та управління водними ресурсами з використанням басейнового принципу / В. Мокін, Є. Крижановський, І. Варчук, Л. Скорина // Водне господарство України. – 2015. – № 3 (117). – С. 39–44.
21. План управління річковим басейном Південного Бугу: аналіз стану та першочергові заходи. За ред. С. Афанасьєва, А. Петерс, В. Сташука та О. Ярошевича. – К.: Вид-во ТОВ «НВП «Інтерсервіс», 2014 – 188 с.
22. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС: основ. терміни та їх визначення / (підгот. Алієв К. та ін.). – Вид. офіц. – К.: 2006. – 240 с.
23. Угода про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом і його державами-членами, з іншої сторони (електронне видання), Урядовий портал. – Режим доступу: <http://www.kmu.gov.ua>
24. План управління річковим басейном Південного Бугу – Європейський інструмент для досягнення цілей Водної Рамкової Директиви ЄС. Гавриков Ю., Войтюк І. та ін. Водне господарство України № 6 (114), 2014. – С. 6–9.
25. Пролетарський рослинності України. – К., 1991.
26. Проблема сохранения биоразнообразия Среднего и Нижнего Днестра (Тезисы международной конференции – Кишинёв, 6–7 ноября 1998 года).
27. Закон України «Про затвердження Загальнодержавної цільової програми розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення басейну річки Дніпро на період до 2021 року» від 24.05.2012 № 4836-VI. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/4836-17>

**Питання для самоперевірки**  
**Розділ 3**

1. Мета впровадження інтегрованого управління водними ресурсами за басейновим принципом та її законодавча основа.
2. Дайте визначення гідрографічного та водогосподарського районування.
3. Скільки суббасейнів у межах 4 районів річкових басейнів на території України?
4. Принцип виділення водогосподарських ділянок у межах районів річкових басейнів.
5. Дайте визначення терміну «водогосподарський баланс» і мети його складання.
6. Назвіть 3 основні варіанти забезпеченості стоку під час розрахунку прогнозного значення витрат води на гідрологічному пості спостереження.
7. За яких умов розрахунок водогосподарського балансу вважається завершеним?
8. Дайте визначення терміну «екологізація господарської діяльності».
9. Назвіть складові частини у структурі Плану управління річковим басейном.
10. Основні питання, що розглядаються Басейновою Радою річки.

## 4. МЕХАНІЗМИ РЕАЛІЗАЦІЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ ПОЛІТИКИ У СФЕРІ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА

Слід констатувати, що наявні дані щодо забруднення повітря, води, ґрунтів, збільшення рівня захворювання людей свідчать, що екологічні причини є основними на фоні соціально-економічних негараздів і труднощів. Незважаючи на значне скорочення виробництва (більше ніж удвічі), водоемність продукції збільшується [1]. Це свідчить про не впровадження сучасних ресурсоекономічних технологій, що ґрунтуються на сучасних вітчизняних і зарубіжних наукових розробках.

Для відвернення незворотних екологічних наслідків необхідно здійснення ефективних заходів, механізми реалізації яких розглянуто нижче.

### 4.1. ПРАВОВІ АКТИ У НОРМАТИВНОМУ РЕГУЛЮВАННІ ВОДНИХ ВІДНОСИН

Правове регулювання водних відносин має здійснюватися в напрямках:

зв'язку адміністративного та цивільного права, широкого впровадження у сферу ресурсного водокористування, базуючись на методах еколого-економічного регулювання, під час розроблення правових актів щодо реалізації прийнятних і нових документів;

забезпечення дотримання та впровадження законодавчого закріплення основ організації водного господарства і системи упорядкування водних об'єктів [2–3], а також інформація з сайту Держводагентства України – Режим доступу: <http://www.scwm.gov.ua/>;

удосконалення правового регулювання відносин власності та розмежування функцій та прав державних і місцевих об'єктів;

цільове використання коштів, спрямованих для упорядкування та охорони водних об'єктів і запобігання шкідливій дії вод;

правові гарантії щодо захисту інвестицій у водне господарство.

### 4.2. НОРМУВАННЯ ВОДОСПОЖИВАННЯ, ЛІМІТІВ ВОДОКОРИСТУВАННЯ, СКИДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН

Нормування передбачено розроблення, затвердження та контроль за дотриманням норм водоспоживання, лімітів водокористування, скидів забруднюючих речовин.

Завдання нормування – сприяння найефективнішому використанню у виробництві технічно та економічно обґрунтованому водоспоживанню та водокористуванню. Внаслідок цього забезпечуватиметься зменшення шкідливого впливу на екологічний стан водних об'єктів у разі використання екологічно орієн-

тованих цільових показників з урахуванням реальних екологічної та економічної ситуацій на конкретному водному об'єкті (річковому басейні) [1].

З метою державного нагляду та регламентації поступового та безперервного зменшення антропогенного тиску на водні об'єкти для сталого водокористування центральні органи затверджують і видають правові акти та методичні документи [2–6].

Доцільно після аналізу стану водних об'єктів змінювати поступово, за етапами виробничу технологію водокористування. Зазначене поступове впровадження екологічно безпечного господарювання має впроваджуватися синхронно на всій території басейну. Для цього необхідна взаємодія центральних і місцевих органів влади із суб'єктами господарювання в басейні річки.

З 2001 року згідно зі спільним наказом Мінекоресурсів України та Держводагентства (тоді ще – Держводгоспу) України введено в дію Порядок зменшення спеціально уповноваженими державними органами виконавчої влади лімітів забору, використання води та скидання забруднюючих речовин у разі настання маловоддя. На виконання цього Порядку видано розпорядження Мінекоресурсів України «Про виконання Порядку зменшення лімітів забору води у разі настання маловоддя» від 13 червня 2002 р., згідно з яким на органи державної гідрометеорологічної служби покладено інформування відповідних владних структур про настання (чи ймовірність настання) маловоддя на річках України.

Згідно з Класифікатором надзвичайних ситуацій в Україні, маловоддя визначено як «Об'єм весняного водопілля, водність річок у межений період на великих річках України менше 20 % норми».

Щодо нормування гранично допустимих скидів шкідливих речовин у водні об'єкти, то потрібно застосувати принцип створення умов безпеки для **всього живого** [1; 2].

Для здійснення спеціального водокористування, яким є забір води із водних об'єктів із застосуванням споруд або технічних пристроїв, використання води та скидання забруднюючих речовин у водні об'єкти, включаючи забір води та скидання забруднюючих речовин зі зворотними водами із застосуванням каналів, треба мати дозвіл на спеціальне водокористування. Є законодавча база [2–5] (Водний кодекс України, Постанова Кабінету Міністрів України «Про порядок розроблення і затвердження нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин та перелік забруднюючих речовин, скидання яких нормується» від 11.09.1996 № 1100, Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку видачі дозволів на спеціальне водокористування» від 13.03.2002 № 321, Закон України Про внесення змін до деяких законодавчих

актів України, що регулюють відносини, пов'язані з отриманих документів дозвільного характеру щодо спеціального водокористування» від 07.02.2017 № 1830-VIII та ін.), що визначає, як слід розробляти та погоджувати відповідну дозвільну документацію. Ця законодавча база містить визначення основних термінів та понять, опис процедури та порядку видачі дозволу на спеціальне водокористування.

До 3 червня 2017 року, згідно з законодавством аналіз та затвердження дозвільної документації здійснювали органи Мінприроди України та управління й департаменти з екології та природних ресурсів обласних державних адміністрацій. Однак, відповідно до змін у Водному кодексі України (Закон України від 07.02.2017 № 1830-VIII) та Постанови Кабінету Міністрів України від 12.03.02 № 321, зараз ця функція перейшла до територіальних органів Держводагентства України. Одними із ключових нововведень у Водний кодекс України став перехід на електронний документообіг. Зараз подати та отримати дозвіл на спеціальне водокористування можна дистанційно через Інтернет. Також, обмін документами між органами виконавчої влади під час розгляду клопотань на отримання цього дозволу теж здійснюється в електронній формі, що прискорить процедуру розгляду. Є й інші корисні нововведення.

Питання щодо подальшого функціонування та перспективного розвитку підприємств-водокористувачів необхідно вирішувати на засадах здійснення наукових передпроектних досліджень для еколого-експертної оцінки території підприємства у басейнах річок за такими напрямками:

- 1) характеристика наявних та запланованих об'єктів дослідження;
- 2) гідроекологічні дослідження річок у визначених створах;
- 3) оцінка стану гідроекосистем у зоні впливу об'єктів дослідження;
- 4) оцінка водоресурсного потенціалу ріки у районі розташування комплексу. Складання водогосподарського балансу водних ресурсів ріки. Оцінка водоспоживання та водовідведення на об'єкті дослідження;
- 5) оцінка впливу наявних та запланованих об'єктів на рівень підземних вод у зоні впливу об'єктів підприємства;
- 6) вплив забору води та водовідведення на рівень підземних вод у зоні впливу об'єктів підприємства;
- 7) розроблення рекомендацій з природно- та водоохоронних заходів і здійснення моніторингу поверхневих та підземних вод у зоні впливу об'єктів підприємства в сучасний період і на перспективу.

Зазначений підхід щодо комплексної оцінки нормування водоспоживання з утворенням лімітів водокористування та скидів забруднюючих речовин є особливо актуальним в сучасних умовах глобальної зміни клімату.

Застосування такого підходу з оцінки реальних екологічних та економічних ситуацій на водному об'єкті в конкретному річковому басейні здійснюється для зменшення шкідливого впливу на екологічний стан зазначеного водного об'єкта з метою визначення гарантованої якості та науково-обґрунтованої кількості водних ресурсів, необхідних для функціонування підприємств-водоспоживачів.

#### 4.3. КОНТРОЛЬ – СКЛАДОВА МЕХАНІЗМУ УПРАВЛІННЯ

Контроль за дотриманням загальнодержавних інтересів у басейні здійснює спеціально уповноважений державний орган управління використанням та охороною водного фонду, інші державні контролюючі органи у межах їх компетенції [7, 44].

Контроль є складовою механізму управління. Ефективність контролю залежить від рівня механізму управління. Склад цих рівнів є таким: водокористувач, водогосподарська система, село, місто, район, область, басейн [1].

Контроль має бути постійним, здійснюється на основі оперативної документації на місцях. Наприклад, досліджуючи екологічні проблеми впливу Дністровського комплексного гідровузла на екологічний стан басейну Дністра нижче за течією від буферного водосховища, з якого забирається вода у верхове водосховище для роботи гідроагрегатів Дністровської ГАЕС. Ці комплексні логічні проблеми потрібно досліджувати повсякчасно – під час поступового введення в дію агрегатів та після введення на повну потужність Дністровської ГАЕС [7].

Нормативно-правовий шлях регулювання складається із законодавчо- правового регулювання, нормативних документів, контролю за їх дотриманням. Дієвими є економічні та фінансові механізми.

Особливо паводкобезпечним є басейн р. Дністра [9]. Це підтверджується паводком, що відбувся влітку 2008 року на заході України внаслідок інтенсивних грозових дощів та різкого підняття рівня води у річках басейну Дністра. Цей паводок названо стихійним лихом і вважають найбільшим в історії Західної України за останні 60 років. Під час паводку постраждали території Карпатських гір, Прикарпаття та Закарпаття. Найбільше постраждали населені пункти у долинах річок Дністер та Прут. 31 липня 2008 року Верховною Радою України було оголошено зонами надзвичайної екологічної ситуації терміном на 90 днів на території 6 областей України: Львівської, Івано-Франківської, Тернопільської, Чернівецької, Закарпатської та Вінницької. Також постраждали південні райони Хмельницької області. Загибло 30 людей, з них 6 – діти. Після піку повені, 28 липня 2008 року, на територіях Львівської, Закарпатської, Тернопільської, Чернівецької та Івано-Франківської областей було підтоплено 40601 житловий будинок, 33882 га сільськогосподарських угідь, пошкоджено 360 автомобільних та 561 пішохідний міст, розмито 680,61 км автомобільних доріг. Загальні збитки внаслідок паводку оцінено на 3–4 млрд. грн. Окрім західних областей України від повеней постраждали сусідні регіони Молдови, Румунії, Словаччини та Угорщини. Причиною руйнівних наслідків цього паводку, за висновком багатьох українських екологів, було масове вирубування лісів у Карпатах.

Для запобігання катастрофічних паводків у цьому регіоні потрібно здійснити такі комплексні водогосподарсько-екологічні заходи:

- будівництво протипаводкових водосховищ (можливо й тимчасових протипаводкових ємкостей) [10];
- заходи із ландшафтної реконструкції, рекультивациі гірських і передгірних територій;

насадження широколистяних лісів на Карпатських горах у басейнах річок Дністер, Серет, Прут, Тиса;

відновлення діяльності управлінь експлуатації гірських річок та укомплектування їх відповідною технікою та механізмами, що підтримуватимуть у належному стані русла річок, вчасно розчищаючи русла річок від наносів, заростей дерев і кущів [9].

Слід зазначити, що сучасні односторонні заходи з ліквідації наслідків шкідливої дії паводків шляхом берегоукріплення, відбудови та нарощування гребенів дамб обвалування бажаних позитивних результатів не дають. Кошти витрачаються поспіхом від паводку до паводку, а заходи з ліквідації зазначених вище причин виникнення катастрофічних паводків залишаються без уваги.

#### 4.4. ЕКОНОМІЧНІ ТА ФІНАНСОВІ МЕХАНІЗМИ

Наявні державні та місцеві програми розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення басейнів річок.

На сьогодні в Україні діє Загальнодержавна цільова програма розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення басейну р. Дніпро до 2021 року, затверджена Законом України від 24.05.2012 № 4836-VI [11].

Напрями Програми спрямовано на досягнення основної мети – задоволення потреб населення та галузей національної економіки у водних ресурсах, запобігання та захист від шкідливої дії вод, екологічне оздоровлення основного басейну України – Дніпра.

Держводагентством України у межах Програми для покращення екологічної ситуації на водних об'єктах здійснюється низка природоохоронних заходів. Співвиконавцями заходів Програми є обласні державні адміністрації. Проте, у 2016 році фінансування природоохоронних заходів Програми з державного бюджету становить 200 тис. грн. або 0,03% від потреби [12].

Регіональні (обласні) програми розвитку водного господарства розроблено та затверджено майже в усіх областях, окрім Дніпропетровської (рішенням обласної ради від 21.10.2015 № 680-34/6 затверджено нову Комплексну програму (стратегію) екологічної безпеки та запобігання змінам клімату на 2016–2025 роки, а її показники щодо водопостачання, водовідведення та зрошення приведено у відповідність до Загальнодержавної програми). У Черкаській області розроблено програму «Чистий Дніпро», затверджену рішенням Черкаської обласної ради від 22.03.2013 № 21-2/VI [13–14].

Проте, відсутність фінансового забезпечення (або недофінансування) й регіональних програм не дає можливості забезпечити виконання екологічних заходів у повному обсязі.

До цього, Законом України «Про внесення змін до Бюджетного кодексу України щодо цільового спрямування екологічного податку» від 24 грудня 2015 року № 918-VIII внесено зміни до частини першої статті 691 Бюджетного кодексу, якими передбачено спрямування 80% екологічного податку до спеціального фонду місцевих бюджетів, як складової місцевих фондів охорони навколишнього природного середовища [15].

Одночасно, зазначеним Законом внесено зміни до частини шостої статті 47 Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» щодо використання коштів місцевих і державного фондів охорони навколишнього природного середовища. Відповідно до Закону кошти місцевих і державного фондів охорони навколишнього природного середовища можуть використовуватися **тільки для фінансового забезпечення здійснення природоохоронних заходів**, включаючи захист від шкідливої дії вод сільських населених пунктів та сільськогосподарських угідь, ресурсозберігаючих заходів, у тому числі наукових досліджень із цих питань, ведення державного кадастру територій та об'єктів природно-заповідного фонду, а також заходів для зменшення забруднення навколишнього природного середовища та дотримання екологічних нормативів і нормативів екологічної безпеки, для зменшення впливу забруднення навколишнього природного середовища на здоров'я населення.

Зміни у податковому законодавстві, внесені Законом України «Про внесення змін до Бюджетного кодексу України щодо реформи міжбюджетних відносин» від 28.12.2014 № 79-VIII, що кардинально змінили ситуацію із розподілом податків, зборів та обов'язкових платежів між державним і місцевими бюджетами, **потребують від місцевих органів влади безумовного виділення коштів на виконання заходів регіональних екологічних програм**, спрямованих на покращання та стабілізацію екологічної ситуації, формування екологічно комфортного середовища життєдіяльності та суспільного розвитку областей, у тому числі для здійснення водогосподарських заходів із відтворення водних ресурсів, підвищення ефективності використання та відновлення ролі меліорованих земель у продовольчому та ресурсному забезпеченні областей, запобігання та ліквідації наслідків шкідливої дії вод тощо [16].

У результаті партнерських переговорів з гірничорудними підприємствами Кривбасу, місцевою владою, КП «Кривбасводопостачання» прийнято рішення про спільне фінансування заходів з промивання р. Інгулець.

Однак, досі не вирішено питання дольової участі обласних фондів охорони навколишнього природного середовища.

Оскільки водні ресурси цього басейну використовуються для потреб Кіровоградської, Дніпропетровської, Херсонської та Миколаївської областей, керівництву цих областей слід переглянути свої позиції щодо водних проблем.

Відповідно до Програми кошти місцевих бюджетів мають становити 44% до обсягів фінансування із державного бюджету, і це без урахування бюджетно-фінансової децентралізації. Проте зазначене співвідношення з року в рік не витримується.

У поточному році лише 20% коштів екологічного податку спрямовано до державного бюджету, решта 80% поповнюють місцеві бюджети.

Переорієнтування доходів консолідованого бюджету у бік місцевих бюджетів має передбачати збільшення відповідного навантаження на місцеві бюджети, у тому числі й на вирішення природоохоронних заходів.

**В умовах децентралізації (у тому числі фінансової) шляхом вирішення зазначеної проблеми може стати фінансування водоохоронних заходів із місцевих фондів охорони навколишнього природного середовища, до яких на сьогодні спрямовується 80 % екологічного податку.**

Фінансування заходів Програми здійснюється за рахунок коштів державного та місцевих бюджетів, а також інших джерел, не заборенено законом. Наприклад, у Програмі передбачено захист сільських населених пунктів і сільськогосподарських угідь від шкідливої дії вод – 1501,48 млн. грн.; на комплексний протипаводковий захист у басейнах річок: Дністра, Пруту та Серету – 5226,69 млн.грн., річки Тиса у Закарпатській області – 1835,2 млн. грн.; на екологічне оздоровлення басейну річки Дніпро та поліпшення якості питної води – 6086 млн. грн. [11].

Зазначені кошти у разі їх вчасного надходження у запланованих обсягах має бути спрямовано на упередження гідродинамічної небезпеки, а саме на: будівництво, реконструкцію, капітальний ремонт гідротехнічних та берегоукріплювальних споруд, захисних протипаводкових дамб, забезпечення функціонування захисних гідротехнічних споруд на дніпровських водосховищах; створення та реконструкцію виробничої бази для експлуатації протиповеневих споруд; придбання технічних засобів для служби експлуатації протиповеневих споруд; здійснення реконструкції споруд і введення в експлуатацію засобів для здійснення гідрометеорологічних спостережень і прогнозування водного режиму на річках і водоймах; будівництво протипаводкових емкостей у гірських і рівнинних частинах річок: протипаводкових водосховищ; здійснення контурної меліорації на водозборах; винесення в натуру (на місцевості) водоохоронних зон та бережних захисних смуг; здійснення протиерозійних і протипаводкових заходів: виконання місцевих програм відродження малих річок і водойм; створення та реконструкцію виробничих баз для експлуатації протипаводкових споруд; підготовка експертних висновків щодо визначення гідроенергетичного потенціалу та місць для встановлення об'єктів малої енергетики; розроблення науково-технічної та правової бази; здійснення моніторингу стану навколишнього природного середовища в басейні Дніпра та забезпечення розвитку інформатизаційних систем екологічного менеджменту; створення удосконаленої системи екологічної освіти; виховання та інформування громадськості, залучення громадськості до розв'язання екологічних проблем: розроблення планів заходів із відновлення водних об'єктів; видання посібників, підручників, бюлетенів, альманахів тощо.

#### **4.4.1. Міжнародне співробітництво у галузі охорони навколишнього природного середовища**

Держводагентство України разом з організаціями, що належать до сфери його управління, за рахунок коштів міжнародної фінансової допомоги з питань раціонального використання та охорони вод і відтворення поверхневих водних ресурсів бере участь у проєктах міжнародної технічної допомоги, спрямованих на реалізацію заходів з охорони навколишнього

природного середовища та наближення законодавства України до законодавства ЄС.

Станом на 01.09.2017 впроваджуються 4 проєкти міжнародної технічної допомоги:

«Попередження і захист від паводків в верхів'ї басейнів річок Сірет, Прут шляхом впровадження сучасної системи моніторингу з автоматичними станціями – EAST AVERT» [17];

компонент «Зміна клімату та безпека в басейні річки Дністер» проєкту «Зміна клімату та безпека в Східній Європі, Середній Азії та Південному Кавказі» [18];

«Clima East: збереження та стале використання торфовищ» [19];

«Підтримка України в апроксимації напрацьованого законодавства ЄС у сфері навколишнього середовища» [20].

#### **Двостороннє та багатостороннє співробітництво**

Враховуючи транскордонний статус басейнів основних річок України, Держводагентство України, як центральний орган виконавчої влади, що реалізує державну політику в сфері розвитку водного господарства та гідротехнічної меліорації земель, управління, використання та відтворення поверхневих водних ресурсів, на постійній основі здійснює свої повноваження у сфері зовнішніх відносин у рамках міжурядових та міжвідомчих угод щодо співробітництва у галузі водного господарства та міжурядових двосторонніх комісій з питань торговельно-економічного та науково-технічного співробітництва, налагоджує та підтримує контакти з міжнародними організаціями та іноземними установами в сфері водного господарства.

Протягом 1992–2001 років Держводагентством України укладено двосторонні міжурядові угоди з питань водного господарства на прикордонних водах з усіма суміжними країнами (Польща, Білорусь, Молдова, Румунія, Словаччина, Угорщина, Російська Федерація), в основу яких покладено положення Конвенції з охорони та використання транскордонних водотоків і міжнародних озер. Угоди охоплюють широкий спектр питань: управління водними ресурсами та їх використання, захист від шкідливої дії вод, охорона та моніторинг якості вод, вишукувальні, проєктні, будівельні роботи тощо. Постановою Кабінету Міністрів України «Про призначення Уповноважених Кабінету Міністрів України з питань співробітництва на прикордонних водах та їх заступників» від 10 березня 2017 року № 126 призначено Уповноважених Уряду України із виконання зазначених вище міжурядових угод та їх заступників [21].

Окрім цього, Держводагентством України укладено такі міжвідомчі двосторонні угоди:

1. Угода між Державним комітетом України по водному господарству та Міністерством іригації Сирійської Арабської Республіки про співробітництво у галузі водного господарства (21.04.2002, м. Дамаск);

2. Угода між Державним комітетом України по водному господарству та Державним секретаріатом при Міністерстві енергетики, гірничої промисловості, водних ресурсів та довілля, уповноваженим у справах водних ресурсів та довілля Королівства Марокко, про технічне співробітництво в галузі водного господарства (07.12.2009, м. Рабат);



3. Меморандум про взаєморозуміння між Державним комітетом України по водному господарству та Міністерством водного господарства та іригації Хашимітського Королівства Йорданія про співробітництво в галузі водного господарства (24.07.2006, м. Амман);

4. Меморандум про взаєморозуміння щодо співробітництва в сфері управління водними ресурсами між Державним комітетом України по водному господарству та Міністерством водних ресурсів та іригації Арабської Республіки Єгипет (24.11.2010, м. Каїр);

5. Угода між Урядом України та Урядом Туніської Республіки про розвиток економічного і технічного співробітництва в галузі водного господарства (07.12.1993);

6. Меморандум про взаєморозуміння між Державним агентством водних ресурсів України та Міністерством водних ресурсів Китайської Народної Республіки (11.09.2012, м. Київ) [22].

#### **Залучення міжнародної технічної допомоги та координація діяльності програм/проектів зовнішньої допомоги**

Держводагентство України разом з організаціями, що належать до сфери його управління, за рахунок коштів міжнародної фінансової допомоги з питань раціонального використання та охорони вод і відтворення поверхневих водних ресурсів бере участь у проєктах міжнародної технічної допомоги, спрямованих на реалізацію заходів з охорони навколишнього природного середовища та наближення законодавства України до законодавства ЄС.

Це 10 проєктів:

«Стале управління природними ресурсами в межиріччі річок Тиса – Тур (Батарська осушна система)»;

«Підготовка спільної українсько-угорської комплексної програми щодо зменшення рівнів паводків та оновлення заплав Верхне-Тисайської ділянки Вишково-Вашарошнаминь»;

«Відновлення магістрального водного шляху Е-40 на ділянці Дніпро-Вісла: від стратегії до планування»;

«Відновлення меліоративної мережі для сприяння економічному зростанню сільських територій Волинської області»;

«Додаткова підтримка Міністерства екології та природних ресурсів України у впровадженні секторальної бюджетної підтримки»;

«Попередження і захист від паводків в верхніх басейнах річок Сирет, Прут шляхом впровадження сучасної системи моніторингу з автоматичними станціями – EAST AVERT»;

«Зміна клімату та безпека в Східній Європі, Середній Азії та Південному Кавказі» (компонент «Зміна клімату і безпека в басейні річки Дністер»);

«Захист довкілля міжнародних річкових басейнів (EPIRB)»;

«Clima East: збереження та стале використання торфовищ»;

«Консолідація мережі природоохоронних територій для збереження біорізноманіття та сталого розвитку регіону дельти Дунаю та нижнього Прута – PAN Nature».

#### **4.5. ОРГАНІЗАЦІЙНІ МЕХАНІЗМИ**

Організаційний механізм у системі поліпшення екологічної ситуації має такі складові [1, 23]:

державне управління використанням, охороною та відновленням водних об'єктів;

басейнове управління;

державний моніторинг водних об'єктів;

наукове та інформаційне забезпечення;

міжнародна співпраця;

участь громадських організацій.

Функції державного управління такі:

спостереження за станом водних об'єктів, їх упорядкування та утримання;

обслуговування водогосподарських систем;

регулювання водних ресурсів, процесів та зв'язаних з їх формуванням, використанням та охороною.

Державне управління використанням, відновленням та охороною водних ресурсів має забезпечити:

дотримання принципу басейнового планування та територіального адміністрування;

розмежування функцій управління між центральними, обласними та місцевими органами влади;

розподіл прибутків від плати за водокористування;

створення (ліквідацію) експлуатаційних водогосподарських організацій, що забезпечують можливість господарського використання водних, біологічних, енергетичних, рекреаційних та інших природних ресурсів водних об'єктів і відповідальних за упорядкування водних об'єктів, утримання та обслуговування водогосподарських систем.

Басейнові управління водними ресурсами (БУВР) реалізують єдину водогосподарську політику та узгоджують водогосподарську діяльність в різних частинах великих водних об'єктів. БУВР виконують аналіз, здійснюють оцінку стану водних ресурсів, водозабезпечення у басейнах річок; експлуатацію водосховищ і водозахисних споруд; координацію та виконання робіт з регулювання малих річок; паспортизацію та інвентаризацію водних об'єктів басейнів річок; створення водоохоронних зон.

Функції на територіальному рівні обласних управлінь водного господарства та меліорації (облводгоспів) є державно-адміністративне управління водним господарством, організація раціонального водокористування, нагляд та експлуатація міжгосподарських об'єктів, сільських групових водопроводів, захисних гідротехнічних споруд.

Державний моніторинг водних об'єктів, необхідний для обґрунтованих управлінських рішень та надання надійної інформації щодо кількісних та якісних показників водних ресурсів, а саме:

моніторинг поверхневих водних ресурсів;

моніторинг підземних вод;

моніторинг водогосподарських систем і споруд.

Державний моніторинг водних об'єктів є частиною Державної системи екологічного моніторингу навколишнього природного середовища. Принципи його створення та функціонування такі:

систематичності спостережень;

своєчасності отримання та оброблення даних спостережень на відомчих та узагальнюючих (локальному, регіональному та державному) рівнях;

комплексності використання інформації;  
 об'єктивності первинної, аналітичної та прогнозованої інформації та узгодженості нормативного, організаційного та методичного забезпечення моніторингу;  
 сумісності технічного, інформаційного та програмного забезпечення її складових частин;  
 оперативності доведення інформації до зацікавлених органів, установ, організацій, підприємств;  
 доступність інформації громадянам України.

Екологічний моніторинг навколишнього природного середовища поділяється на загальний, кризовий, фоновий.

Для виходу та подолання екологічної кризи складаються відповідні програми для інформаційного та наукового забезпечення на основі моніторингу.

Наукове та інформаційне забезпечення є необхідним враховуючи складність процесів формування гідрологічних, гідрохімічних та гідробіологічних характеристик водних об'єктів, вплив гідротехнічних споруд на навколишнє природне середовище й на життєдіяльність громадян, що обумовлює велику наукомісткість всього циклу відтворення, використання та охорони водних ресурсів. У зв'язку з цим необхідне здійснення цілеспрямованих фундаментальних та прикладних досліджень, а також постійний науковий супровід крупних водогосподарських заходів.

Це дозволить прогнозувати можливі наслідки їх здійснення та своєчасно попередити можливі негативні зміни.

Міжнародне співробітництво під час заходів з поліпшення екологічної ситуації в Україні визначається територіальними та організаційними факторами з необхідності погодження з суміжними державами дій у разі регулювання стоку, попередження паводків і шкідливої дії вод, використанні та охороні водних, біологічних та інших ресурсів.

До цього мають бути забезпечені:

захист інтересів України у сфері використання та охорони транскордонних водних об'єктів на основі укладання міжнародних договорів;

виконання зобов'язань України за міжнародними конвенціями та договорами;

науково-технічне співробітництво у галузі раціонального використання та охорони водних ресурсів, впровадження сучасних технологій та нової техніки;

співробітництво щодо уніфікації правової бази, створення єдиних систем моніторингу водних об'єктів;

співробітництво із суміжними державами щодо розроблення міждержавних екологічних заходів та програм;

участь у регіональних природоохоронних заходах щодо Чорного та Азовського морів, Дніпра, Дунаю, Дністра, Західного Бугу, Сіверського Дінця, річок Карпат тощо.

Вітчизняним та зарубіжним досвідом визначено високу ефективність участі громадських організацій під час обговорення водогосподарських проектів, забезпеченні підтримки громадянами важливих заходів з охорони водних об'єктів, економії води тощо. У країнах Європи участь громадських організацій у прийнятті рішень під час розгляду водогосподарських проектів та заходів повсюдно є нормою.

Для залучення громадськості доцільним є:

створення дискусійних груп на ранніх стадіях розроблення водогосподарських проектів. До цього необ-

хідно завчасно здійснювати роз'яснювальну роботу для успішної реалізації проекту;

прозорість у співпраці з громадськістю забезпечує найбільшу ефективність під час розгляду та реалізації проектів;

завжди має бути чітко визначено, де закінчується участь громадськості, у зв'язку з неможливістю врахування інтересів кожного громадянина, бо в іншому випадку жоден із проектів ніколи не буде реалізовано.

Офіційні особи, які працюють над проектом, повинні бути відкритими для обміну ідеями, підтримувати двосторонній зв'язок з громадськістю.

Форми роботи з громадськими організаціями та громадянами мають бути різноманітними: поширення інформаційних матеріалів (булетенів, журналів, відеоматеріалів тощо), проведення форумів («круглих столів», конференцій, семінарів тощо), створення спостережних рад, підтримка громадських екологічних організацій.

## 4.6. ОЧИЩЕННЯ ТА ДООЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

### 4.6.1. Вибір прийомів і методів очищення стічних вод

Методи і технологічні схеми очищення, основне та допоміжне устаткування очисних споруд визначають згідно з інформацією щодо складу стічних вод і вимогами до очищення води. Всі методи очищення стічних вод залежно від закономірностей, що є в їх основі, поділяються на механічні (фізичні), хімічні, фізико-хімічні, біологічні. Отримання необхідного ступеню очищення, інтенсифікації процесу очищення та забезпечення нормативів для стічних вод, можна досягнути сполученням механічних (фізичних) та біологічних з хімічними й фізико-хімічними методами очищення.

В основі **механічних методів** закладено закономірності розділення водних дисперсних систем. Вони використовуються для видалення зі стічних вод грубодисперсних часток і завислих речовин. Ефективність очищення залежить від розмірів і швидкості осадження дисперсних часток. Механічне очищення забезпечує видалення завислих речовин із побутових стічних вод на 60–65 %, а з деяких промислових стічних вод – на 90–95 %, зменшення БСК5 і ХСК – на 15–20 %. До механічних методів можна віднести видалення зі стічних вод побічних включень та грубодисперсних домішок, масел і нафтопродуктів, жирів.

Для цього використовуються різні типи решіток, що відрізняються способом видалення домішок.

**Фізико-хімічні методи очищення** стічних вод використовуються для видалення твердих та рідких завислих речовин, що не видаляються звичайними механічними методами, а також розчинних речовин різного походження. Вони використовуються у разі очищення промислових стічних вод перед відведенням у водний об'єкт, на централізовані очисні споруди або для повторного використання. Серед них є методи розділення, використання яких забезпечує концентрацію забруднювачів, і методи перетворення, що базуються на перетворенні забруднюючих речовин у безпечні сполуки.

Хімічна складова цих методів заснована на реакціях компонентів стічних вод з реагентами та використовується для видалення катіонів й аніонів осажденням у вигляді нерозчинених солей і гідроксидів. У разі використання як реагентів озону або гіпохлориту відбувається знезараження та освітлення стічних вод внаслідок окиснення органічних речовин.

**Хімічні методи** використовуються для очищення стічних вод від обумовлених забруднюючих речовин. Адсорбцію застосовують для видалення барвників, СПАР, фенолів, нітропохідних і хлорпохідних вуглеводнів. Дегазацією зі стічних вод видаляють  $H_2S$ ,  $NH_3$ ,  $SO_2$ ,  $CO_2$  та деякі вуглеводні. Використання коагулянтів і флокулянтів залежно від складу стічних вод забезпечує видалення до 99 % завислих речовин, до 70 % БСК<sub>5</sub>, до 40 % ХСК, до 95 % та більше азоту й фосфору. Останнім часом коагулянти та флокулянти використовуються для видалення патогенів, бактерій, вірусів та найпростіших організмів.

Для видалення з води важких металів, таких, як Cd (II), Cr (III), Cu (II), Ni (II) і Zn (II), використовується хімічне осадження, флотажія, іонний обмін зворотний осмос. Найрозповсюдженішим способом очищення стічних вод від важких металів є спосіб нейтралізації стічних вод та осадження металів у формі відповідних гідроксидів.

Для видалення зі стічних вод пестицидів, барвників, поверхнево-активних речовин, вуглеводнів, в т. ч. поліциклічних ароматичних, використовується окиснення озonom з пероксидом водню. Очищення від ціанідів та сульфідів також засноване на їх окисненні до азоту та сульфат-аніонів використовуючи сильні окиснювачі – озон, кисень та інші.

В основі процесів **біологічного очищення** стічних вод є біохімічна деградація органічних забруднень мікроорганізмами в аеробних або анаеробних умовах.

В аеробних процесах для життєдіяльності мікроорганізмів є необхідним кисень. Його кількість має підтримуватися на рівні, необхідному для аеробних процесів та відтворення біомаси у результаті безперервної аерації. Крім того, в очищених стічних водах мають бути біогенні елементи (азот, фосфор, лужні метали, сірка, залізо тощо), необхідні для підтримання життєздатності живих організмів. У більшості промислових стічних вод таких елементів є недостатньо, й для їх біологічного очищення необхідно додавати (зазвичай у вигляді мінеральних добрив). Вміст цих елементів у побутових стічних водах є достатнім. Тому під час їх сумісного очищення з промисловими стічними водами додавати біогенні елементи немає потреби. Співвідношення БСК<sub>5</sub> : N : P, необхідне для нормальної життєдіяльності мікроорганізмів в аеробних умовах, становлять 100 : 5 : 1.

**Анаеробні мікроорганізми** живуть за відсутності кисню. У разі анаеробних процесів біодеградації органічних речовин виділяють 4 стадії: гідроліз, ацидогенез (утворення органічних кислот, спиртів, ефірів), ацетатогенез (утворення оцтової кислоти) та метаногенез (утворення метану). Співвідношення БСК<sub>5</sub> : N : P, необхідне для нормальної життєдіяльності мікроорганізмів в анаеробних умовах, становить 100 : 0,5 : 0,1. Анаеробні процеси використовуються для очищення стічних вод з високою концентрацією забруднюючих речовин, характеризуються низьким приростом біомаси.

Очисні споруди біологічного очищення поділяються на 2 групи: споруди, де очищення відбувається в умовах, близьких до природних, і споруди, де очищення відбувається в штучно створених умовах. До першого типу належать споруди, де відбувається фільтрування очищених стічних вод крізь ґрунт (поля зрошення, поля фільтрації), та споруди, що є штучними або природними водоймами (біологічні ставки), де вода перебуває обумовлений час.

У штучних умовах біологічне очищення стічних вод відбувається в аеротенках, біофільтрах різних конструкцій. До цього процесу очищення відбуваються інтенсивніше, тому що створюються кращі умови для розвитку активної життєдіяльності мікроорганізмів.

Наведені у розділі методи в сукупності видаляють зі стічних вод достатньо великий перелік забруднюючих речовин і забезпечують дотримання нормативів, встановлених для стічних вод, що потрапляють у водні об'єкти. В умовах підвищення вимог до очищених стічних вод постає необхідність використання додаткових методів доочищення стічних вод. Тому у разі характеристики технологій очищення стічних вод на очисних спорудах найчастіше використовують такі терміни як «первинне», «вторинне», «третинне» очищення та «доочищення» біологічно очищених міських і промислових стічних вод тощо.

#### 4.6.2. Наявні технологічні схеми доочищення біологічно очищених міських і промислових стічних вод під час повторного використання їх в різних галузях промисловості

Біологічне очищення стічних вод є лише першою підготовчою стадією, що дозволяє отримувати більш-менш стабільну якість вихідного матеріалу та в більшості випадків біологічно очищені стічні води (БОСВ) не можуть використовуватися як оборотні тому, що містять ряд хімічних сполук (ціаніди, роданіди, феноли, масла й нафтопродукти, завислі речовини, сполуки азоту та фосфору, нерозчинні органічні речовини тощо) у неприпустимих концентраціях. Крім того, встановлено, що практично всі БОСВ мають високі значення солемісту, загальної та карбонатної жорсткості, загальної лужності, вмісту іонів  $Ca^{2+}$  та  $Mg^{2+}$ , що сприяє утворенню корозії й щільних сольових відкладень в оборотних системах.

Тому у разі повторного використання БОСВ на промислових підприємствах до них пред'являють досить жорсткі вимоги, особливо до води, що використовується у технологічних процесах. Так, якщо БОСВ використовують для підживлення охолоджуючих систем зворотного водопостачання або в системах гідротранспортування, то, як правило, подібні води можна застосовувати майже без додаткового оброблення. В інших випадках необхідним є глибоке очищення для видалення органічних забруднень, біогенних елементів, солей жорсткості тощо.

У зв'язку з цим необхідним є доочищення виробничих стічних вод, що передбачає:

- зменшення кількості завислих речовин;
- зменшення величин БСК, ХСК і вмісту ПАР, фосфору й азоту;
- знезараження очищених стічних вод.

Необхідність видалення органічних речовин із біологічно очищених міських стічних вод у разі підготовки води для зворотних систем теплообмінного водопостачання визначається 3 чинниками:

задачею зменшення інтенсивності біообростання та мінерально-органічних відкладень на стінках теплообмінних поверхонь і труб;

умовою запобігання потрапляння аерозолів токсичних органічних речовин до атмосфери в зоні контакту з людьми або у разі прямого контакту людей зі зворотною (для підживлення) водою, тобто у відкритих системах охолодження;

запобіганням забруднення іонообмінних смол у разі коректування мінерального складу біологічно очищених стічних вод відповідно вимогам.

Найвні методи глибокого очищення (доочищення) стічних вод поділяють на **фізичні** (оброблення електричним струмом, ультразвуком, магнітним полем), **реагентні** (додавання у воду реагентів різної хімічної природи, наприклад, фосфатів, солей перехідних металів, поверхнево-активних й органічних речовин тощо) та **комбіновані**.

У разі порівняння фізичних та реагентних методів ефективність застосування фізичних методів становить 90 – 99%. До цього хімічний склад води практично не змінюється, а зменшення кількості відкладень, певно, відбувається внаслідок зміни адгезійної здатності новоутворених кристалів нерозчинних солей. Реагентні методи також мають високу ефективність (93–98%). Одночасне оброблення реагентами та магнітним полем призводить до зменшення ефективності. Це можна пояснити різними механізмами зменшення інтенсивності відкладень під час застосування цих методів: у разі магнітного оброблення швидкість відкладень зменшується в результаті зміни адгезійних якостей кристалів, а під час реагентного оброблення збільшується розчинність слабкорозчинних солей, тобто ці 2 методи за механізмами дії є несумісними. У кожному конкретному випадку застосування того або іншого методу залежить від специфіки системи водопостачання, від температурного режиму, від водно-хімічного режиму тощо. Разом з цим слід зазначити, що застосування фізичних методів пов'язане із більшими витратами на придбання й виготовлення спеціального обладнання, додаткових енерго- та трудовитрат. Із цього погляду реагентним методам віддається перевага [45–49].

Як методи доочищення БОСВ найбільшого розповсюдження набули мікрофільтрація, фільтрація через зернисті матеріали, відстоювання з коагуляцією, флоатація із застосуванням реагентів або без них, сорбція, окиснення, біологічне окиснення у ставках з природною або штучною аерацією, методи видалення азоту та фосфору. Застосовуються також гіперфільтрація та ультрафільтрація. Застосування методів фізико-хімічного доочищення стічних вод у поєднанні з методами біологічного очищення призводить до отримання води, що задовольняє вимоги до її якості [49–56].

Типова схема доочищення БОСВ містить такі послідовні стадії:

вапнування для підлугування та видалення високомолекулярних і колоїдних органічних речовин; аерації для видалення аміаку та низькомолекулярних органічних речовин;

рекарбонізації діоксидом вуглецю (для запобігання випадінню карбонатних відкладень у системі зворотного водопостачання);

фільтрування на піщаних швидких фільтрах;

адсорбції на активованому вугіллі;

зворотного осмосу для частини води;

хлорування (у разі використання очищених міських стічних вод як добавки в охолоджуючі зворотні системи додаткова вода має безперервно хлоруватися, до цього час контакту води з хлором має бути не менше 30 хвилин, залишкова доза хлору має бути не менше 1 мг/дм<sup>3</sup>, колі-індекс має бути не більше 1000).

У технології глибокого доочищення міських та промислових БОСВ задачі видалення із них органічних речовин вирішуються в основному шляхом застосування різних сорбентів, окиснювачів або поєднанням двох зазначених методів. Достатній ефект досягається у разі застосування дезінфекції шляхом хлорування із наступним фільтруванням через зернисті завантаження швидких безнапірних або напірних фільтрів. У деяких випадках у схемах доочищення БОСВ спеціально виділяються процеси видалення з них фосфатів, амонійного азоту, нітратів, а також пропонуються методи видалення зі стічних вод іонів важких і кольорових металів [45, 57–59].

Фізико-хімічне доочищення міських БОСВ шляхом застосування коагулянту використовують з метою зменшення значень БСК5 та вмісту фосфатів.

Доочищення БОСВ вапнуванням із наступним фільтруванням та хлоруванням дозволяє використати їх для промислового водопостачання на вугільних шахтах, металургійних і машинобудівних заводах. Доочищення БОСВ з метою їх закачування у водонесні горизонти містить флокуляцію, осадження завислих речовин та фільтрування.

Перевага комбінації напірної флоатації для доочищення міських БОСВ заключається у високій продуктивності та ефективності. Згідно цієї схеми з стічної води видаляються органічний вуглець, фосфор, азот, важкі метали, а також різні органічні та неорганічні токсиканти.

В останні роки розроблено ряд методів та прийомів, присвячених використанню озону та інших окиснювачів окремо та комбіновано з іншими методами, що підвищує ефективність процесу очищення шляхом збільшення швидкості реакцій окиснення, скорочення часу оброблення стічних вод та зменшення енерговитрат.

Результати зарубіжних і вітчизняних досліджень обґрунтовано доводять доцільність застосування озонування перш за все для умов доочищення міських стічних вод, суттєво забруднених виробничими стоками підприємств текстильної, коксохімічної, целюлозно-паперової, нафтохімічної промисловості. Огляд застосування різних окиснювачів у технології глибокого очищення стічних вод, включаючи пероксид водню та перманганат калію, засвідчив, що в результаті реакції окиснення зменшується ХСК і БСК, вміст ПАР, фенолів, нафтопродуктів, деяких пестицидів і досягається знезараження води від патогенних бактерій та вірусів. Однак, пероксид водню та перманганат калію є дуже дорогими, а застосування хлорування призводить до утворення канцерогенів і спричиняє цитогенетичну активність води.

Встановлено, що адсорбція виявилася найефективнішим методом завершального очищення стічних

вод. Як сорбенти застосовують: активоване вугілля, коксовий дріб'язок, торф, каолін, тирсу, попіл, полісилікати тощо. Кращий, але більш дорогий сорбент – активоване вугілля. Метод сорбції можна використовувати, наприклад, для очищення виробничих стічних вод від газогенераторних станцій, що містять фенол, а також виробничих стічних вод, що містять миш'як, сірководень тощо.

Безперечний інтерес має поєднання процесів озонування з адсорбцією на активованому вугіллі. Вже після доочищення біологічно очищених стічних вод коагуляцією, фільтруванням та адсорбцією на активованому вугіллі вони містять лише сліди органічних речовин у кількостях, відповідних їх вмісту в природних водах.

Активоване вугілля використовується разом з активованим мулом у разі біологічного очищення стічних вод, що значно збільшує ефективність біоочищення та інтенсифікує процес. Таке сумісне використання сорбентів та організмів активованого мулу отримало назву «біосорбція». Біосорбційне очищення дозволяє видалити зі стічних вод бензол, феноли, крезоли, нафталін тощо до нормативних величин.

Значною перевагою методу сорбції перед іншими методами є те, що, у разі правильного підбору сорбентів, воду можна очищати від багатьох забруднень практично повністю. Використовуючи сорбенти з води можна витягувати забруднюючі речовини будь-яких концентрацій, у тому числі й достатньо малих, коли інші методи очищення є неефективними. Наприклад, дослідження впливу активованого вугілля як сорбенту на ступінь доочищення господарсько-побутових стічних вод від органічних та завислих речовин, важких металів, токсичних сполук, що біохімічно не окисляються, показало, що у разі знайдення оптимальної концентрації активованого вугілля (наприклад, 5 г/дм<sup>3</sup>) методом біосорбції зі стічної води видалається біля 99 % амонію, 95 % кадмію, 83 % нітриту, 70 % фосфатів, 58 % свинцю, 59 % заліза. Доочищена у такий спосіб вода відповідає нормам ГДС для водойм рибогосподарського призначення.

Біосорбція дає значний ефект у разі очищення багатьох промислових стічних вод. Так, біосорбційне очищення стічних вод коксохімічного виробництва показало, що порівняно з біологічним очищенням досягається швидша адаптація до специфічних забруднень, висока стійкість до «залпових» викидів токсичних речовин, велике питоме навантаження на споруди у разі відносно невеликого приросту біомаси та витрат повітря. Слід також зазначити, що невеликі концентрації важкорозчинених речовин у разі біосорбційного очищення стічних вод руйнуються значно повніше, ніж у разі відсутності активованого вугілля. Біосорбційне очищення дозволяє вилучити зі стічних вод бензол, феноли, крезоли, нафталін та інші токсичні речовини до їх нормативних значень.

У разі використання методів фільтрування та ультрафільтрування із споруд доочищення БОСВ найбільший інтерес мають:

мембранні фільтри (ультрафільтрування) – знімають завислі речовини до 0,1 мкм, частково зменшують БСК<sub>5</sub> і ХСК, до цього сольовий склад води не змінюється;

мембранні фільтри (зворотний осмос) застосовуються для виробництва чистішої води. На зворотнос-

мотичних мембранах здійснюється очищення води від всіх розчинних та нерозчинних домішок. Але використовувати подібні фільтри для доочищення великого об'єму стічних вод нераціонально.

В останні 10 років все частіше використовуються новітні розробки, засновані на ультрамікрофільтруванні, що пов'язано, в першу чергу, із посиленням екологічних норм. Основними перевагами мікрофільтрації у режимі доочищення стічних вод є висока якість очищеного стоку, знезараження без застосування реагентів та видалення завислих частинок в одну стадію, висока культура виробництва, відсутність можливості контакту персоналу з середовищем, що очищається (стічними водами).

За останні роки досягнення в області нанотехнологій створили передумови для розроблення принципово нових гібридних технологій, що поєднують нові біологічні та мембранні технології. За кордоном біомембранні технології використовують на об'єктах середньої продуктивності в житлово-комунальному господарстві, для глибокого очищення стічних вод підприємств текстильної, харчової, м'ясопереробної, молочної та інших галузей промисловості.

Біомембранні технології забезпечують збільшення продуктивності споруд очищення стічних вод в 1,5–4 рази у разі доведення показників якості очищеної води до сучасних нормативів на скидання без додаткового ступеня доочищення. Ці технології можуть значно поліпшити ефективність видалення зі стічних вод біорезистентних, токсичних та канцерогенних забруднень. Отже, біомембранні технології забезпечують підвищення інтенсивності та глибини очищення в біореакторах, істотно зменшуючи об'єми та площу, що займають споруди біологічного очищення, у результаті скорочення об'єму біореактора, виключення зі схеми очищення відстійників і фільтрів доочищення.

Використання у системі оборотного водопостачання промислових підприємств БОСВ може здійснюватися тільки після багатостадійного очищення. Біологічне очищення суміші промислових та комунально-побутових стічних вод може розглядатися в цьому випадку як перша підготовча стадія, що дозволяє отримати більш-менш стабільну якість вихідного матеріалу водопідготовки. Достатній ефект очищення досягається поєднанням процесів видалення колоїдних домішок коагулюванням, очищенням від розчинених органічних речовин адсорбцією, пом'якшенням і зменшенням мінералізації доочищених стічних вод із використанням іонообмінних чи мембранних методів.

В огляді фізичних та фізико-хімічних методів очищення зрозуміло, що без біологічного очищення ні один з фізико-хімічних методів не може досягти необхідного рівня зменшення ХСК і БСК<sub>5</sub>. Адсорбція – найефективніший метод заключного етапу очищення стічних вод. Безсумнівний інтерес має зв'язок процесів озонування з адсорбцією активованим вугіллям. Ефективність такого поєднання оцінюється неоднозначно, що залежить від складу забруднених стічних вод і від послідовності застосування зазначених методів.

Аналіз ефективності основних фізико-хімічних процесів доочищення біологічно очищених стічних вод показав, що лише чотири з них мають перспективу широкого застосування. Це озонування в поєднанні з

ультрафіолетовим опромінюванням (в окремих випадках із використанням пероксиду водню), фільтрування через іонообмінні смоли, зворотний осмос та фільтрування через полімерні сорбенти. Низькомолекулярні речовини з води краще всього витягувати послідовним обробленням іонами та адсорбентами.

Стислий огляд досягнень за останні роки в галузі глибокого доочищення та повторного використання БОСВ показує, що в більшості країн застосовують для доочищення стічних вод складну багатоступінчасту технологію, що включає реагентне оброблення (вапнування, коагуляцію і флокуляцію, озонування) та використання фізико-хімічних процесів – ультрафільтрації, іонного обміну, адсорбції, біосорбції, зворотного осмосу. До цього оброблення стічних вод перед скиданням у водні об'єкти є більш глибоким, ніж у разі повторного використання й, як правило, завершується зворотноосмотичним знесоленням.

#### 4.6.3. Синергетичні фітотехнології очищення води, охорони водних ресурсів та відновлення природних властивостей прісних вод

Державною екологічною академією післядипломної освіти та управління (ДЕА) під керівництвом ректора, професора, д. б. н., член-кореспондента НААНУ, заслуженого діяча науки і техніки України Бондаря О.І. досліджено та розроблено Синергетичні фітотехнології фільтраційно-регенераційні біоплато гідропонного типу (ФРБГТ) для фітоочищення води та системи комплексного інтеграційного управління її практичним використанням в регіонах України для глибокого очищення води, забезпечення доступу населення до чистої води та екології.

Розроблення ФРБГТ із використання наукового підходу до визначення оптимальних методів очищення природних і муніципально-промислових стоків, охорони навколишнього природного середовища, в Україні та за її межами, наприклад, глибокого очищення води від багатоконпонентних домішок і перероблення відходів, отриманих у процесі очищення води, в безпечну для довкілля зелену біомасу вищих водних рослин із генерацією в атмосферу кисню та корисної фіто-аерозолі з одночасним поглинанням парникового вуглекислого газу, попередження утворення метану та сірководню, створення естетичних ландшафтів, отримання біомінеральних добрив із відмовою під час очищення води від використання токсичних «жорстких» хімічних реагентів, синтетичних смол, елюатів та мембранних енергозатратних водоочисних блоків зворотного осмосу.

Вищі водні рослини (ВВР), вологолюбиві дерева та кущі, які використовуються в розроблених ДЕА фітотехнологіях біоплато типу ФРБГТ фітоочищення води забезпечують, наприклад, наведені нижче екологічні ефекти: для утворення 1 т сухої органічної маси деревні вологолюбиві рослини поглинають 1820–1840 кг CO<sub>2</sub> і виділяють 1393–1426 кг кисню. З кожних 264 кг вуглекислого газу і 108 кг води вищі водні рослини біоплато типу ФРБГТ продукують 180 кг глюкози і 192 кг кисню. У сприятливий літній день 1 га розробленого ДЕА біоплато-лісу утворює 120–150 кг сухої фітомаси, поглинаючи 220–275 кг CO<sub>2</sub> і виділяючи 180–215 кг кисню, що забезпечує потребу у кисні 430–500 чоловік впродовж 10 год. 4 дорослі

вологолюбиві дерева (вищі водні рослини на площі 6–8 м<sup>2</sup>) біоплато типу ФРБГТ забезпечують добову потребу у кисні 1 людини.

1 гектар 20-річних соснових насаджень на біоплато типу ФРБГТ поглинає щорічно 9,4 т CO<sub>2</sub> і виділяє 7,3 т кисню, а 60-річних – виділяє більше 10 т кисню. Найбільше кисню виділяють середньовікові насадження на біоплато типу ФРБГТ (від 30 до 70–80 років). Наприклад, досліджено, що кращі насадження на біоплато типу ФРБГТ ялини європейської Іа класу бонітету у 50-ти річному віці зможуть виділяти 14,3 т/га кисню, а в 120-річному – 7,1 т, насадження бука на біоплато типу ФРБГТ відповідно 12,9 і 6,8 т/га. Швидкоростучі вологолюбиві деревні породи на біоплато виділяють кисню більше, ніж повільноростучі. Наприклад, в одних і тих же умовах на біоплато типу ФРБГТ 40-річні деревостани дуба червоного виділяють 19,6 т/га кисню, а такі ж деревостани з дуба звичайного – 12,4 т/га. 1 гектар насаджень на біоплато типу ФРБГТ тополі виділяє у 7 разів більше кисню, ніж 1 га ялинових насаджень. 1 широколистяне вологолюбиве дерево на біоплато з проекцією крони 150 м<sup>2</sup> продукує за 10 років таку кількість кисню, що забезпечує потреби 1 людини впродовж 2 років.

На біоплато типу ФРБГТ використовується принцип інвазії-насичення води киснем, окислення багатоконпонентних забруднень вищими водними рослинами (ВВР)

За певної температури та тиску у воді може розчинитися строго певна кількість кисню. Розчинність його зростає у разі зменшення температури та збільшення тиску. Так, за температури + 20° С та тиску 1 атм. 100%-не насичення води киснем становить близько 9 мг/л або 9 г/м<sup>3</sup>. Головним джерелом надходження кисню у воду є процес фотосинтезу водоростей, насамперед, дрібних одноклітинних, так званого фітопланктону, який дає майже 100 % всього кисню, що виробляється водними рослинами (на біоплато типу ФРБГТ).

У таблиці 4.1 наведено основні напрями практичного використання розроблених ДЕА Синергетичних фітотехнологій очищення води біоплато типу ФРБГТ, охорони водних ресурсів та відновлення природних властивостей прісних вод із забезпеченням доступу громадян до чистої води.

#### Принципи фітоочищення води

#### Фітоочищення води на біоплато типу ФРБГТ (розроблених ДЕА) базується на наведених нижче принципах.

Біоплато, як споруди для очищення та доочищення господарсько-побутових, виробничих стічних вод та забрудненого поверхневого стоку, в останні роки набувають популярності. Їх перевагою є те, що вони практично не потребують витрат електроенергії та хімічних реагентів, значного експлуатаційного обслуговування та забезпечують високу якість очищення води від широкого спектру забруднюючих речовин органічного та мінерального характеру [24].

Сутність функціонування більшості біоплато полягає в тому, що очищення води у них відбувається вищою водною рослинністю (ВВР): рогоз широколистяний, комиш озерний, сусак, стрілолист, елодея, лілея водяна, аїр болотний, вольфія безкоренева, рдест та інші, які можуть плавати на поверхні та у товщі

Таблиця 4.1

№ п/п	Основні типи розроблених ДЕА синергетичних фітотехнологій біоплато типу ФРБГТ очищення води та їх технологічні складові	Основна область використання синергетичних фітотехнологій ДЕА для глибокого очищення води та енергозбереження	Посилання на патенти України, якими захищено розроблені ДЕА синергетичні фітотехнології очищення води
1	2	3	4
1	Тип 1. Фітотехнології ДЕА із використанням на біоплато типу ФРБГТ виключно тільки вищих водних рослин (ВВР) без допоміжних систем та водоочисних установок	Використовується для самофітоочищення муніципальних та промислових стоків без обслуговування споруд персоналом	
2	Тип 2. Фітотехнології ДЕА із використанням на біоплато типу ФРБГТ вищих водних рослин (ВВР) та допоміжних систем і водоочисних установок гідро автоматизованих гідророботів-фільтрів-прояснювачів води	Використовується для інтенсифікації очищення муніципальних та промислових стоків, водопідготовки (питна вода) із поверхневих джерел (ріка, канал, озеро, водосховище)	
3	Тип 3. Фітотехнології ДЕА із використанням на біоплато типу ФРБГТ вищих водних рослин (ВВР) та допоміжних систем, водоочисних установок гідро автоматизованих гідророботів-фільтрів із блочно-модульними комплексами електрохімічної інтенсифікації очищення води	Використовується для інтенсифікації глибокого очищення муніципальних та промислових стоків, водопідготовка із поверхневих джерел (ріка, канал, озеро), фітоопріснення солонуватих вод	
4	Тип 4. Фітотехнології ДЕА із використанням на біоплато типу ФРБГТ вищих водних рослин (ВВР) та допоміжних систем, водоочисних установок гідророботів-фільтрів із комплексами інтенсифікації очищення води іонованим повітрям	Використовується для глибокого очищення муніципальних стоків, водопідготовка із поверхневих джерел (ріка, канал, озеро), фітоопріснення солонуватих вод, окислення домішок води	
5	Тип 5. Фітотехнології ДЕА із використанням на біоплато типу ФРБГТ вищих водних рослин (ВВР) та допоміжних систем, водоочисних установок гідроавтоматизованих гідророботів-фільтрів із блочно-модульними комплексами інтенсифікації очищення води, активованої електростатичним струмом аерозолі	Для глибокого очищення муніципальних стоків, водопідготовка питної води із поверхневих джерел (ріка, канал, озеро, водосховище), фітоопріснення солонуватих вод, знезараження та глибоке доочищення й кондиціонування води	
6	Тип 6. Фітотехнології ДЕА із використанням на біоплато типу ФРБГТ вищих водних рослин (ВВР) та допоміжних систем, водоочисних установок гідроавтоматизованих гідророботів-фільтрів із блочно-модульними комплексами інтенсифікації очищення води ефективними мікроорганізмами-ензимами	Для глибокого очищення муніципальних стоків, водопідготовка питної води із поверхневих джерел (ріка, канал, озеро, каптаж), фітоопріснення солонуватих вод, знезараження та глибоке доочищення й кондиціонування води	

води або можуть бути занурені у ґрунт водойми. ВВР здатні вилучати із води біогенні елементи (азот, фосфор, калій, кальцій, магній, сірку), важкі метали (кадмій, мідь, свинець, цинк), аніони солей (хлориди, сульфати, нітрати), різноманітні органічні речовини (феноли, нафтопродукти, поверхнево-активні речовини (ПАР), продукти життєдіяльності живих організмів тощо), бактеріологічні забруднення. Таке фітоочищення відбувається у результаті фільтрувальної, поглинаючої, накопичувальної, окислювальної та детоксикаційної здатності рослин [25, 26].

Найпоширеніше використання біоплато із відкритим дзеркалом води (або подібних споруд, зокрема лагун, ставків, траншей тощо) для очищення води в країнах із теплим та помірним кліматом. Залежно від регіону та виду рослин ступінь очищення від забруднень може становити значну величину. Зокрема, за даними досліджень у Великій Британії середнє процентне зменшення концентрацій забруднюючих речо-

вин у господарсько-побутових стічних водах становить 48 % для БПК, 83 % для завислих речовин, 51 % для загального азоту, 13 % для фосфору, більше 99 % для патогенних мікроорганізмів [27]. У США ступінь очищення побутових стічних вод із використанням водного гіацинту по БПК<sub>5</sub> досягає 97–98 % [28]. У Китаї ефективність очищення води від срібла, завислих речовин, сполук фосфору та азоту, відповідно становить 100 %, 91 %, 54 % та 93 %, до цього БПК і ХПК зменшувались на 98 % та 91 %. Дещо менше зменшувалась концентрація хлоридів та сульфатів (до 60 %), а також солей жорсткості та важких металів (до 37 %) [29]. Фітоспори з ВВР ефективно використовуються для очищення господарсько-побутових стічних вод та поверхневого стоку в Нідерландах [30], Японії [31], Норвегії [32], Австралії [33] та інших країнах.

Однак у регіонах із теплим кліматом у відкритій воді біоплато з великою ймовірністю розмножуються шкідливі комахи (включаючи личинки малярійного

комара). У разі потрапляння нафтопродуктів відкрите дзеркало води блокується плівкою, що перешкоджає процесам біологічного очищення та аерації водойм. Не забезпечується ефективно видалення важких металів, миш'яку, діоксинів, залишків ліків, пестицидів, гормонів, ПАР, оскільки вони тільки частково накопичуються у біомасі ВВР. Наявність відкритого дзеркала води на біоплато також є причиною утворення шкідливих аерозолів та неприємних запахів. За наявності у відкритих біоплато патогенних мікроорганізмів вони з великою ймовірністю можуть розноситися водоплаваючими птахами, комахами та водними тваринами. У відкритих біоплато не забезпечується регулювання процесів масообміну, газонасичення та аерації води, не видаляються мінералізований мул та осад. Це призводить до кольматації систем дренажу, фільтрувальної засипки, накопичення мулу в донній частині споруд, що стає причиною вторинного забруднення води та значного зменшення ефективності очищення від різноманітних та особливо токсичних забруднень. Крім того, у регіонах із помірним кліматом ефективність роботи відкритих біоплато зменшується у осінньо-зимовий період в середньому на 30–40 % [34].

#### Сумісні базові дослідження

У Державній екологічній академії післядипломної освіти та управління, а також в Інституті гідробіології НАН України досліджено відкриті біоплато різних конструкцій для очищення води, що показали високу ефективність. Зокрема, як споруди для доочищення води, використано канали, якими транспортується вода із Дніпра для водозабезпечення таких регіонів, як Крим, Донбас [35, 36]. Широке дослідження та впровадження таких споруд виконується в Інституті екологічних проблем (м. Харків) [37]. У Державній екологічній академії (м. Київ) розроблено біоплато із плаваючою засипкою у вигляді спеціальних плотів з висадженими в них ВВР, зокрема, рогозом широколистяним та айром болотним, які дозволяють досить ефективно очищати воду від нафтопродуктів, жирів, ПАР, біогенних сполук азоту та фосфору, зважених речовин [38]. У цих спорудах застосовано комбінований горизонтально-вертикальний рух води, що надає можливість регулювати швидкість фільтрування, збільшити тривалість контакту забруднень із кореневою системою ВВР та покращити сорбцію різноманітних забруднень.

У науково-інженерному центрі «Потенціал-4» (м. Київ) запропоновано закриті біоплато гідропонного типу (ЗБГТ) [39]. У них рівень води є нижче верхнього рівня засипки, у якій висаджено ВВР, і їх коренева система постійно омивається водою, що рухається вертикально зверху-вниз, або знизу вверху.

ЗБГТ об'єднує основні елементи очищення із використанням іммобілізованої мікрофлори на інертній засипці та вищих водних рослинах із водовідведенням зворотних доочищених вод у водойму безпосередньо або через потік ґрунтових вод. Особливістю ЗБГТ є регулювання якості води використовуючи штучно створений гідробіоценоз, характеристики компонентів якого формуються під безпосередньою дією ВВР без відкритого дзеркала води. Одним із варіантів ЗБГТ такого типу є утеплені біоплато, в зоні дзеркала води або під/над засипкою яких розміщуються термоізоляційні волокнисті матеріали. Це дозволяє рекуперувати

тепло стічних вод і використовувати ЗБГТ у регіонах із помірним кліматом та в зимовий період [40].

У той же час, у таких ЗБГТ відбувається поступова кольматація порового простору фільтрувальної засипки та дренажу мінералізованим осадом, накопичення мулу в донній частині споруд, зменшення надходження кисню до кореневої системи ВВР, що може призводити до зменшення ефективності роботи споруд, пептизації осаду та вторинного забруднення води. Оскільки в ЗБГТ не забезпечується видалення осаду, то по мірі його ущільнення в засипці починають протікати анаеробні біологічні процеси, внаслідок чого зменшується сорбція та детоксикація токсичних домішок. Для відновлення роботи біоплато необхідна періодична їх зупинка на ремонтно-відновлювальній роботі, пов'язані із промиванням фільтрувальної засипки.

#### Мета здійснення досліджень

Метою роботи Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління під керівництвом ректора ДЕА, професора, д. б. н., члена кореспондента НААНУ, заслуженого діяча науки і техніки України Бондаря О.І., за участю к. т. н. Кравця В.В. та академіка екології МАНЕБ, наукового працівника ДЕА Курилюка М.С. є розроблення та дослідження закритих біоплато-фільтрів гідропонного типу (ЗБФГТ), в яких реалізується постійне автоматичне промивання та регенерація фільтрувальної засипки, кореневої системи ВВР, а також дренажу, що забезпечує глибоке вилучення різноманітних забруднень із вод багатокомпонентного складу, стабільну та безперервну роботу комплексу споруд та підвищення надійності їх функціонування у різних кліматичних умовах.

#### Основні об'єкти впровадження розробок

Закрите біоплато-фільтр гідропонного типу (ЗБФГТ) досліджено на спорудах очищення комунальних стічних вод у м. Ківерці та м. Кам'янка-Бузька. Склад вихідної стічної води перед фітоочищенням наведено у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

Склад вихідної стічної води перед фітоочищенням

№ з/п	Найменування показника	Розрахункова концентрація на вході у біоплато-фільтр, мг/дм <sup>3</sup>	
		А	Б
1	2	3	4
1	Завислі речовини	60	15
2	БСК <sub>5</sub>	65	15
3	ХСК	180	60
4	Нафтопродукти	2,5	0,5
5	Азот амонійний	6,5	2,5
6	Фосфати	15	4,0
7	СПАР	4,0	1,5

**Примітки:** А – усереднений склад вихідної стічної води після її попереднього освітлення відстоюванням; В – усереднений склад вихідної стічної води після її попереднього очищення в аеротенках та відстоювання.



**Принципові схеми водних інновацій**

Принципову схему ЗБФГ, досліджена в м. Ківерці, наведено на рисунку.

Біоплато-фільтр складено із прямокутного залізобетонного резервуару (1) шириною 13 м, довжиною 50 м та глибиною 2,6 м, в якому розміщено двошарову фільтрувальну засипку (2, 15). Верхній шар фільтрувальної засипки (2) складено із митого гранітно-базальтового щебеню фракції 35–50 мм, нижній шар (15) із митого гранітно-базальтового щебеню фракції 15–25 мм. Товщина всіх пластів фільтрувальної засипки становить 2100 мм, в якій верхній фільтрувальний гранітно-базальтовий шар становив 1400 мм (рис. 4.1).

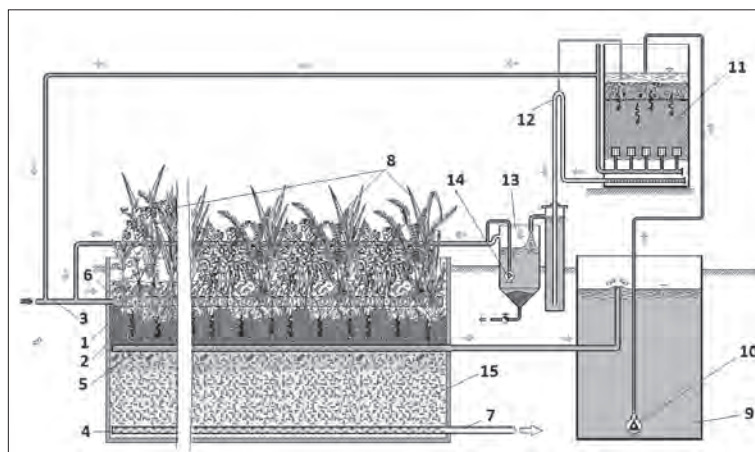
**Основні принципові схеми водних інновацій**

Нижче приведено принципові схеми та опис роботи основних типів розроблених ДЕА синергетичних фітотехнологій біоплато типу ФРБГТ очищення води і їх технологічні складові.

**I. Загальний опис прикладу розробленої Фітотехнології ДЕА із використанням на біоплато типу ФРБГТ виключно тільки вищих водних рослин (ВВР) без допоміжних систем та водоочисних установок. Тип 1 фітотехнології ФРБГТ ДЕА.**

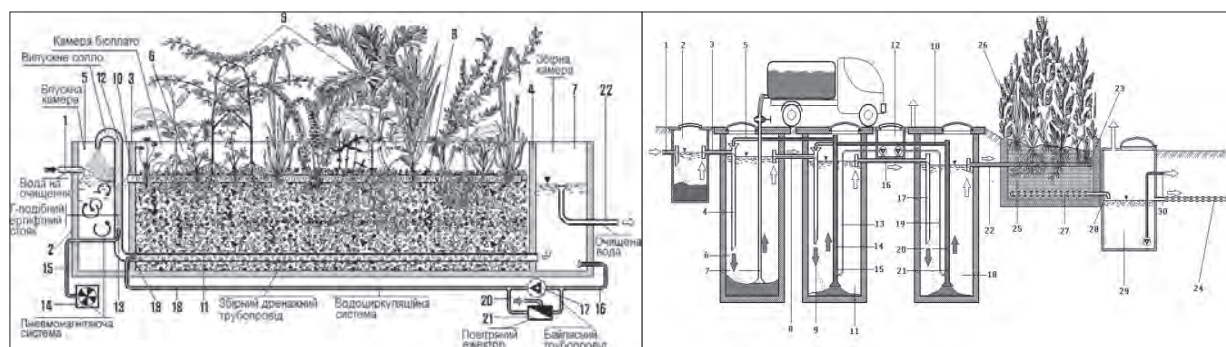
На рис. 4.2 зображено схему біоплато-фільтру ФРБГТ з рециркуляцією води (Тип 1 фітотехнології ФРБГТ ДЕА) і варіант підземних споруд попереднього очищення води.

Біоплато-фільтр із рециркуляцією води складаються з: трубопроводу подавання води для очищення – 1, корпусу біоплато – 2, який додатковими вертикальними перегородками – 3 та 4 розділяють корпус на впускну камеру – 5, камеру біоплато – 6, збірну камеру – 7, камеру біоплато, заповнену зернистим завантаженням, – 8, в якому висаджено вищі вологолюбні рослини – 9, дренажного трубопроводу розподілу води у зоні кореневої системи рослин – 10, збірного дренажного трубопроводу – 11, до якого при-



**Рис. 4.1. Принципова схема ЗБФГТ конструкції ДЕА:**

- 1 – корпус біоплато-фільтра; 2 – верхній шар фільтраційної засипки;
- 3 – колектор подавання води на фіто очищення; 4 – нижній дренаж відводу очищеної води; 5 – середній дренаж збору та відведення циркуляційно-промивних вод; 6 – верхній дренаж розподілу води в міжкореневій системі ВВРiД; 7 – колектор відведення очищеної води; 8 – вищі водні рослини і/або вологолюбиві дерева (ВВРiД),
- 9 – накопичувач циркуляційно-промивних вод біоплато-фільтра;
- 10 – насос; 11 – пінополістирольний фільтр; 12 – пристрій гідроавтоматичного промивання фільтру; 13 – збірник-просянувач промивних вод пінополістирольного фільтру; 14 – насос освітлених промивних вод; 15 – нижній шар фільтраційної засипки.

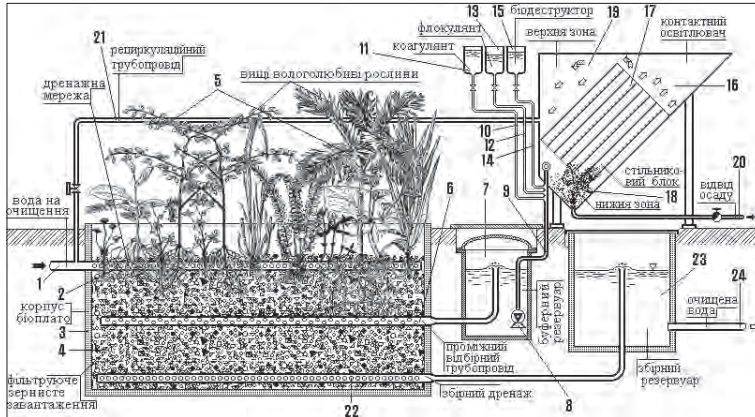


**Рис. 4.2. Біоплато-фільтр із рециркуляцією води (Тип 1 фітотехнології ДЕА)**

єднаний Г-подібний ерліфтний стояк – 12 із випускним соплом, нагнітаючої форсунки – 13 пневмонагнітаючої системи, що включає також блок подавання стиснутого повітря – 14 і трубопровід – 15, водоциркуляційної системи, котра включає забірний трубопровід – 16, циркуляційний насос – 17, нагнітаючий трубопровід – 18, заведений в збірний дренажний трубопровід штуцер – 19, байпасний трубопровід – 20 навколо циркуляцій-

ного насоса із повітряним ежектором – 21, трубопроводу відведення очищеної води – 22.

**II. Загальний опис прикладу розробленої Фітотехнології ДЕА із використанням на біоплато типу ФРБГТ вищих водних рослин (ВВР) і допоміжних систем та водоочисних установок гідроавтоматизованих гідророботів-фільтрів-прояснювачів. Тип 2 фітотехнології ФРБГТ ДЕА.**



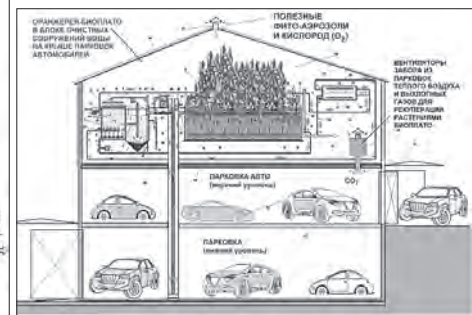
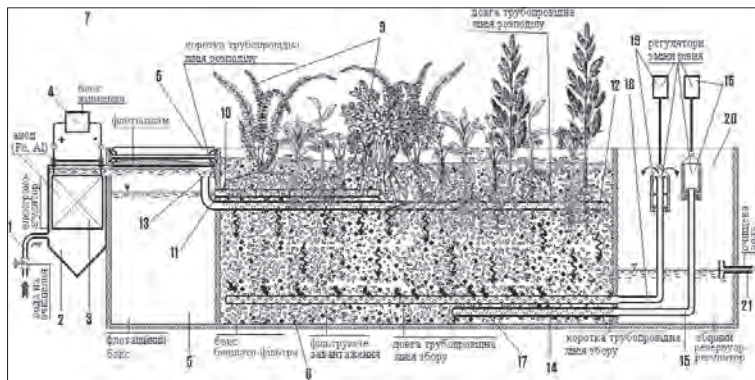
**Рис. 4.3. Біоплато із промиванням-рециркуляцією освітленою водою (Тип 2 фітотехнології ФРБГТ ДЕА) та фільтрами доочищення води**

На Рис. 4.3 та фото зображено схему біоплато типу ФРБГТ із рециркуляцією освітленої води та фільтрами автоматичного очищення циркуляційно-промивних вод біоплато.

Біоплато із рециркуляцією освітленої води (Тип 2 фітотехнології ФРБГТ ДЕА), складається із трубопроводу подавання води на очищення – 1, із дренажною мережею її розподілу – 2, розташованою в корпусі – 3, котрий заповнено фільтруючим зернистим завантаженням – 4, в якому висаджені вищі вологолюбиві рослини – 5, проміжного відбірного трубопроводу – 6, заведеного в буферний резервуар – 7, обладнаний насосом подавання води – 8 в транспортний трубопровід – 9, в який заведені лінії ведення реагентів, наприклад, коагулянту – 10 із бокс-дозатора – 11, флокулянту – 12 із бокс-дозатора – 13, розчину біодеструктора – 14 із бокс-дозатора – 15, перед введенням транспортного трубопроводу в контактний освітлювач – 16, який міс-

тить стільниковий блок із системи полиць – 17 таким чином, що утворює нижню – 18 і верхню – 19 зони, у нижню зону заведено трубопровід подавання води із буферного резервуару і трубопровід відведення осаду – 20, а у верхню зону заведено рециркуляційний трубопровід – 21, що з'єднує розділювач із трубопроводом подавання стічної води. У нижній зоні корпусу біоплато розміщено збірний дренажний трубопровід – 22, заведено в збірний резервуар – 23, до якого підведений трубопровід відводу очищеної води – 24.

**III. Загальний опис прикладу розробленої Фітотехнології ДЕА із використанням на біоплато типу ФРБГТ вищих водних рослин (ВВР) та допоміжних систем, водоочисних установок гідроавтоматизованих гідророботів-фільтрів-прояснювачів із блочно-модульними комплексами електрохімічної інтенсифікації очищення води. Тип 3 фітотехнології ФРБГТ ДЕА.**



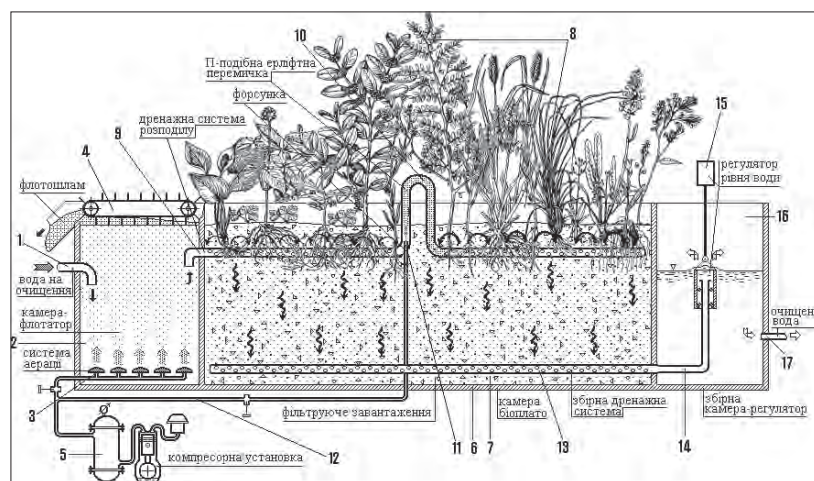
**Рис. 4.3. Біоплато із електрокоагулятором-флотатором (тип 3 фітотехнології ФРБГТ ДЕА)**

На фіг. 1 зображено схему біоплато із електрокоагулятором-флотатором (Тип 3 фітотехнології ФРБГТ ДЕА) і варіант «дахових» біоплато-фільтрів.

Біоплато (Тип 3 фітотехнології ФРБГТ ДЕА) із електрокоагулятором-флотатором складається із трубопроводу подавання води на очищення – 1, приєднаного до пристрою електрокоагуляційної флотації – 2, обладнаного електродами із електрохімічно розчинним анодом – 3 (виконаним із алюмінію, заліза), що приєднано до блоку живлення постійним струмом – 4, флотаційного боксу – 5, обладнаного пристроєм відводу флотошляму – 6, боксу біоплато-фільтру – 7, заповненого фільтруючим завантаженням – 8, в якому висаджені вищі вологолюбні рослини – 9, дренажної системи розподілу води у зоні кореневої системи рослин, котра включає першу коротку трубопровідну лінію – 10, із впускним отвором – 11, заведеним у бокс реагентного флотатора та довгу трубопровідну

лінію – 12 із впускним отвором – 13, заведеним в бокс реагентного флотатора вище впускного отвору короткої лінії, збірної дренажної системи, що включає, коротку трубопровідну лінію – 14, із відповідним трубопроводом – 15, обладнаним регулятором зміни рівня води – 16 та довгу трубопровідну лінію – 17 із відповідним трубопроводом – 18, обладнаним регулятором зміни рівня води – 19, збірного резервуару-регулятора – 20, до якого приєднано трубопровід відводу очищеної води – 21.

**IV. Загальний опис прикладу розробленої Фітотехнології ДЕА із використанням на біоплато типу ФРБГТ вищих водних рослин (ВВР) та допоміжних систем, водоочисних установок гідророботів-фільтрів-прояснювачів із блочно-модульними комплексами інтенсифікації очищення води іонованим повітрям. Тип 4 фітотехнології ФРБГТ ДЕА.**



**Рис. 4.5. Гідропонні очисні споруди флотатор-біоплато (Тип 4 фітотехнології ФРБГТ ДЕА)**

На Рис. 4.5 зображено схему гідропонної очисної споруди «Флотатор-біоплато» (Тип 4 фітотехнології ФРБГТ ДЕА) та варіант компактного розміщення очисних споруд (фото).

Гідропонна очисна споруда «Флотатор-біоплато» (Тип 4 фітотехнології ФРБГТ ДЕА) складається із трубопроводу подавання води на очищення – 1, приєднаного до камери-флотатора – 2, обладнаною системою аерації – 3 та пристроєм відводу флотошляму – 4, компресорної установки – 5 іонованого повітря, камери біоплато – 6, заповнену фільтруючим завантаженням – 7, в якому висаджені вищі вологолюбні рослини – 8, дренажної системи розподілу води – 9, виконаною із П-подібною ерліфтною перемичкою – 10, котра поділяє дренажний трубопровід на відокремлені зони і додатково обладнана нагнітаючою форсункою – 11, приєднаною до патрубку – 12 подавання стиснутого повітря від компресорної установки, збірної дренажної системи – 13, трубопроводу – 14 із регулятором зміни рівня води – 15, що розташований у збірній камері-регуляторі – 16, до якої приєднано трубопровід відведення очищеної води – 17.

**V. Загальний опис прикладу розробленої Фітотехнології ДЕА із використанням на біоплато типу ФРБГТ вищих водних рослин (ВВР) та допоміжних систем, водоочисних установок**

**гідроавтоматизованих гідророботів-фільтрів із блочно-модульними комплексами інтенсифікації очищення води, активованої електростатичним струмом аерозолі. Тип 5 фітотехнології ФРБГТ ДЕА.**

На Рис. 4.6 зображено принципову схему та фото біоплато-фільтра (м. Кам'янка-Бузька) запропонованого фітоблоку із Тесла-активатором води AQUA-T-SYNERGY-14UA згідно розробленого ДЕА Типу 5 фітотехнології ФРБГТ.

Фітоблок із Тесла-активатором води AQUA-T-SYNERGY-14UA (Тип фітотехнології ФРБГТ ДЕА) містить фітоочисний пристрій, що складається з корпусу-біоплато – 1, фітошару вищих водних рослин-макрофітів – 2, і/або вологолюбивих дерев і кущів – 3, і/або плаваючої на поверхні води ейхорнії (*Eichhornia crassipes*) – 4, котрий розташований в корпусі-біоплато – 1, трубопроводів подавання води на очищення – 5 і відведення фітоочищеної води – 6, додатково обладнано фітоелектролізною коректорно-відновлювальною системою активації води, під'єднаною до трубопроводу відведення фітоочищеної води – 6, що включає послідовно встановлені прояснювач – 7 та електрореактор – 8, що містить, як мінімум, 1 катодну – 9 та 1 анодну – 10 електролізні комірки, розділені неактивною перетинкою – 11,



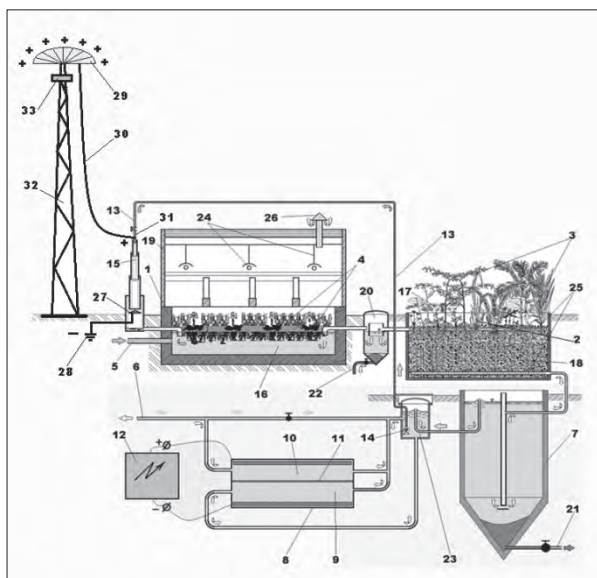


Рис. 4.6. Фітоблок із тесла-активатором води AQUA-T-SYNERGY-14UA (Тип 5 фітотехнології ФРБГТ ДЕА)

електрично під'єднаний до низьковольтного джерела електричного струму – 12, при цьому, фітоелектролізна коректорно-відновлювальна система активації води додатково обладнана окремим циркуляційним трубопроводом-газосатуратором – 13, який гідрравлічно з'єднаний з корпусом-біоплато – 1, окрім того, зблокована з циркуляційним насосом – 14 із ежекційною насадкою – 15, а трубопровід відводу фітоочищеної води – 6 гідрравлічно приєднаний до анодної електролізної комірки – 10 електрореактора – 8, при цьому, корпус-біоплато розділяють, як мінімум, на 2 автономні фітосекції, гідрравлічно з'єднаними між собою послідовно по ходу фітоочищення води, в яких фітошар вищих водних рослин-макрофітів, що плавають на поверхні води, зокрема ейхорнія (*Eichhornia crassipes*) – 4 розміщують у фітосекції першого ступеня фітоочищення – 16, а фітошар вищих водних рослин-макрофітів – 2 і/або вологолюбивих дерев і кущів – 3 розміщують у фітосекції другого ступеня фітоочищення – 17, яку додатково заповнюють фільтраційним завантаженням із цеолітовим, і/або кварцитовим, і/або кремнієвим, і/або бруситовим щебенем – 18, активованим католітом із прикатодної зони. Крім того, фітосекцію першого ступеня фітоочищення – 16 накривають світлопрозорим термозахисним накриттям – 19, орієнтованим на південь. До цього, між фітосекцією першого ступеня фітоочищення – 16 та фітосекцією другого ступеня фітоочищення – 17 розміщено додатковий прояснювач фітоочищеної води, і/або фільтр-гегенератор, і/або водосховище-накопичувач із протифільтраційною мембраною в земляному котловані – 20. Прояснювач містить патрубок скидання осаду – 21, а додатковий прояснювач фітоочищеної води, і/або фільтр-гегенератор, і/або водосховище-накопичувач із протифільтраційною мембраною в земляному котловані – 20 укомплектовані патрубок скидання мулу – 22. Пристрій гідрравлічно з'єднаний із резервуаром чистої фітоочищеної води – 23 і трубопроводом відведення чистої фітоочищеної води – 6. Світлопрозоре

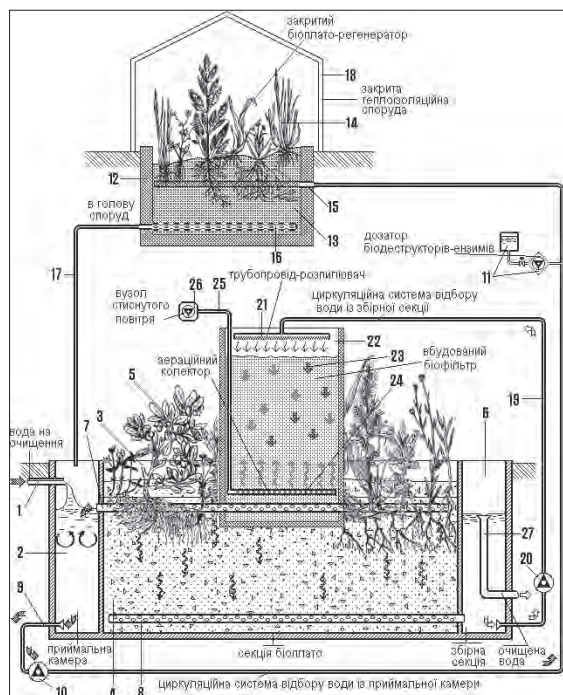


термозахисне накриття – 19 обладнане лампами освітлення – 24 та кондиціонером повітря і/або сонячним колектором нагріву повітря і води – 26. У фітосекції другого ступеня фітоочищення – 17, яку додатково заповнюють фільтраційним завантаженням із цеолітовим, і/або кварцитовим, і/або кремнієвим, і/або бруситовим щебенем – 18, активованим католітом із прикатодної зони, встановлено дренажні трубопроводи – 25 для подавання та збору фітоочищеної води, а також додатково містить ежекційну насадку – 15, що зроблена у вигляді вертикальної колони, розміщеної вище рівня води у фітосекції першого ступеня фітоочищення фітоочисного пристрою і яка обладнана у нижній частині відбійно-розрядною пластиною – 27 із струмопровідного матеріалу, електрично з'єднаною із заземлюючим контуром – 28, у верхній частині ежекційна насадка – 15 гідрравлічно з'єднана із струмопровідним ежекційним розпилювачем води – 31, електрично приєднаним струмопроводом – 30 до окремо встановленої струмопровідної купола-сітки – 29 для приймання статичних атмосферних розрядів, розміщеної на ізоляторі – 33 електрично ізольованій опорі – 32 над поверхнею землі.

**VI. Загальний опис прикладу розробленої Фітотехнології ДЕА із використанням на біоплато типу ФРБГТ вищих водних рослин (ВВР) та допоміжних систем, водоочисних установок гідроавтоматизованих гідророботів-фільтрів із блочно-модульними комплексами інтенсифікації очищення води ефективними мікроорганізмами-ензимами. Тип 5 фітотехнології ФРБГТ ДЕА.**

На Рис. 4.7 зображено принципову схему та фото біоплато із ейхорнією запропонованого біоплато-біофільтра із закритим регенератором біодеструкторів-ензимів згідно розробленого ДЕА Типу 6 фітотехнології ФРБГТ.

Біоплато-біофільтр із закритим регенератором біодеструкторів складається із трубопроводу подавання води на очищення – 1, корпусу біоплато, що



**Рис. 4.7. Біоплато-біофільтр із закритим регенератором біодеструкторів-ензимів (Тип 6 фітотехнології ФРБГТ ДЕА)**

включає приймальну камеру – 2, центральну секцію біоплато – 3, заповнену зернистим завантаженням – 4 із вищими вологолюбивими рослинами – 5, збірну секцію – 6, що гідравлічно об'єднані між собою дренажною системою введення води в центральну секцію біоплато – 7 та збірною дренажною системою – 8, розташованих в секції біоплато, трубопроводу циркуляційної системи відбору води із приймальної секції – 9 із насосом – 10, дозатора біодеструкторів-ензимів – 11, закритого біоплато-регенератора, що включає відокремлений блок – 12, заповнений зернистим завантаженням – 13, в якому висаджені підібрані вищі рослини – 14, розташовані в зоні кореневої системи рослин дренажної системи введення води – 15, приєднаної до трубопроводу циркуляційної системи, дренажної системи – 16, розташовані в нижній частині блоку, з'єднаної із трубопроводом – 17 подавання води у голову споруд, закриваючої теплоізоляційної споруди – 18, що забезпечує необхідну інсоляцію рослин, циркуляційної системи відбору води із збірної секції – 19 із насосом – 20, подачі води через перфорований трубопровід-розпилювач – 21 у вбудований в центральну секцію біоплато біофільтр – 22, заповнений гранульованим завантаженням – 23, у нижню зону якого заведено дренажну систему введення води в біоплато, над якою розміщений аераційний колектор – 24, приєднаний трубопроводом – 25 до вузла подавання стиснутого повітря – 26, розташованого у збірній секції трубопровід відведення очищеної води – 27.



**Фото 4.1. Загальний вигляд блок-елемента мобільної фільтрувальної установки (розробка на базі патентів України за участю ДЕА) для отримання питної води та води для госпіталів в польових умовах**

## Література до Розділу 4

1. Яцик А.В. Екологічна ситуація в Україні і шляхи її поліпшення, К.: «Оріяни», 2003 – 96 с.
2. Водний кодекс України від 06.06.1995 № 213/95-ВР. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80>
3. Земельний кодекс України від 25.10.2001 № 2768-111. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2768-14>
4. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25.06.1991 № 1264-ХІІ. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1264-12/page>
5. Методичне керівництво по розрахунку антропогенного навантаження і класифікації екологічного стану малих річок України НТД 33-4759129-03-04-92. – К.: Мінприроди України, Держводгосп України, 1992 – 40 с.
6. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. – К.: «Символ-Т», 1998. – 28 с.
7. Наукові засади раціонального використання водних ресурсів України за басейновим принципом: монографія / За редакцією В.А. Сташука; [В.А. Сташук, В.Б. Мокін, В.В. Гребінь, О.В. Чунарьов]. – Херсон: Гринь Д.С., 2014. – 320 с.
8. Правила експлуатації Дністровського водосховища. Міненерго УРСР, Укргідропроект, Харків. – 1987.
9. Панасюк І.В., Томільцева А.І. Гідродинамічна небезпека – шляхи її упередження. – Комунальне господарство міст. Серія: Безпека життя і життєдіяльності людини – освіта, наука, практика. – Випуск 120 (1), Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, м. Харків, 2015. – С. 130–136.
10. Шинкарук Л.А. Протипаводковий захист на річках Українських Карпат в умовах глобалізації кліматичних змін. Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. – Випуск 3 (71), Збірник наукових праць. Частина 1. Технічні науки, м. Рівне – 2015. – С. 293–390.
11. Закон України «Про затвердження Загальнодержавної цільової програми розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення басейну річки Дніпро на період до 2021 року» від 24.05.2012 № 4836-VI. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/4836-17>
12. Закон України «Про Державний бюджет України на 2016 рік» від 25.12.2015 № 928-VIII. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/928-19/page>
13. Рішення Дніпропетровської облради «Дніпропетровська обласна комплексна програма (стратегія) екологічної безпеки та запобігання змінам клімату на 2016 – 2025 роки» (від 21.10.2015 № 680-34/VI, від 15.06.2016 № 57-4/VII, від 2.12.2016 № 132-7/VII, від 14.07.2017 № 198-9/VII, від 11.10.2017 № 241-10/VII) від 21.10.2015 № 680-34/6. – Режим доступу: <http://oblrada.dp.gov.ua/region-programmes/>
14. Рішення Черкаської обласної ради «Про обласну екологічну програму «Чистий Дніпро» в розрізі обласної програми «Будуємо нову Черкащину» на період до 2021 року» від 22.03.2013 № 21-2/VI 15. – Режим доступу: <http://oblradack.gov.ua/ostanni-rishennya-sesyi/936-xxi-sesya-oblasnoyi-radi-vi-sklikannya.html>
16. Закон України «Про внесення змін до Бюджетного кодексу України щодо реформи міжбюджетних відносин» від 28.12.2014 № 79-VIII. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/79-19>
17. Проект «Попередження і захист від паводків в верхів'ї басейнів річок Сірет, Прут шляхом впровадження сучасної системи моніторингу з автоматичними станціями – EAST AVERT». – Режим доступу: <http://east-avert.org/?p=766#more-766>
18. Компонент «Зміна клімату та безпека в басейні річки Дністер» проекту «Зміна клімату та безпека в Східній Європі, Середній Азії та Південному Кавказі». – Режим доступу: [http://www.zoinet.org/web/sites/default/files/publications/Dniester\\_ukr\\_web.pdf](http://www.zoinet.org/web/sites/default/files/publications/Dniester_ukr_web.pdf)
19. Проект ЄС «Clima East: збереження та стале використання торфовищ». – Режим доступу: [http://www.ua.undp.org/content/ukraine/uk/home/operations/projects/environment\\_and\\_energy/conservation-of-peatlands.html](http://www.ua.undp.org/content/ukraine/uk/home/operations/projects/environment_and_energy/conservation-of-peatlands.html)
20. Проект ЄС «Підтримка України в апроксимації напрацьованого законодавства ЄС у сфері навколишнього середовища». – Режим доступу: <http://env-approx.org/index.php/ua/>
21. Постанова Кабінету Міністрів України «Про призначення Уповноважених Кабінету Міністрів України з питань співробітництва на прикордонних водах та їх заступників» від 10 березня 2017 року № 126. – Режим доступу: <http://www.kmu.gov.ua/control/uk/cardnpd?docid=249806488>
22. Меморандум про взаєморозуміння між Державним агентством водних ресурсів України та Міністерством водних ресурсів Китайської Народної Республіки (11.09.2012, м. Київ). – Режим доступу: [http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/156\\_105](http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/156_105)
23. Яцик А.В., Томільцева А.І. Стратегія реформування водного господарства України для збалансованого екологобезпечного використання та збереження водних ресурсів. Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. – Випуск 3 (71), Збірник наукових праць. Частина 1. Технічні науки, м. Рівне – 2015. – С. 136–142.
24. Стольберг В.Ф., Ладыженский В.Н., Спиринов А.И. Биоплато – эффективная малозатратная экотехнология очистки сточных вод. Экология довкілля та безпека життєдіяльності. – № 3/2003.
25. Дикиева Д.М., Петрова И.А. Химический состав макрофитов и факторы, определяющие концентрацию минеральных веществ в высших водных растениях. – Гидробиологические процессы в водоёмах. Под ред. И.М. Распопова. – Л.: «Наука», 1983.
26. Смирнова Н.Н. Эколого-физиологические особенности корневой системы прибрежно-водной растительности. – Гидробиологический журнал – 26, № 3/1980.
27. Healy A., Cawley M. Nutrient Processing Capacity of a Constructed Wetland in Western Ireland. – J. Environ. Quality. – 2002. – 31.

28. McAnally A.S., Benefield J.D. Use of constructed water hyacinth treatment systems to upgrade small flow municipal wastewater treatment. *J. Environ. Sci and Health*. – 1992. – 27, № 3.
29. Чен Юаньгао, Дай Цюаньюй, Пи Юй, Чжан Хан. Исследование условий роста водного гиацинта в сербросодержащих сточных водах и определение предела безвредного для него содержания серебра в таких водах. – *J. Ecol.* – 11, № 2/1992.
30. Gleichman-Verheyc E.G., Putten W.H., Vander L. Alvalwaterzuivering met helofytenfilters, een haalbaarheidsstudie. – *Tijdschr. watervoorz. en. afvalwater.* – 1992. – 25, № 3.
31. Hosokova Yasuschi, Miyoshi Eiich, Fukukawa Keita. Характеристика процесса очистки прибрежных вод тростниковыми зарослями. – *Rept. Part and Harbour. Res. Inat.* – 1991. – 30, № 11.
32. Blankenberg A.-G.B., Braskerud B.C. «Lierdammen» – a wetland testfield in Norway. Retention of nutrients, pesticides and sediments from a agriculture runoff: *Diffuse Pollut. Conf, Dublin, 2003.*
33. Lloyd S.D., Fletcher T.D., Wong T.H.F., Wootton R.M. (Australia). Assessment of Pollutant Removal Performance in a Bio-filtration System: Preliminary Results, 2nd South Pacific Stormwater Conf.; Rain the Forgotten Resource, 27–29 June 2001, Auckland, New Zealand.
34. КНД 211.1.6-06. Споруди для очищення зворотних вод з використанням фітотехнології. Проектування, будівництво, експлуатація. Міністерство охорони навколишнього середовища. – К., 2008.
35. Короткевич Л.Г. К вопросу использования водоохранно-очистных свойств тростника обыкновенного. – *Водные ресурсы.* – № 5/1976.
36. Смирнова Н.Н. Эколого-физиологические особенности корневой системы прибрежно-водной растительности. – *Гидробиологический журнал.* – 26, № 3/1980.
37. Ладыженский В.Н., Саратов И.Е. Защита водных объектов от загрязнения поверхностным стоком с территории полигонов ТБО. – 1-ая Конференция с международным участием «Сотрудничество для решения проблемы отходов», 6 февраля 2004 г., Харьков, Украина.
38. Кравець В.В., Остапенко Н.В. Використання біологічних ставків з вищими водними рослинами в практиці очищення стічних вод // Інформаційний бюлетень Держбуду. – К., 2002. – № 4. – С. 38.
39. Диренко А.А., Коцарь Е.М. Использование высших водных растений в практике очистки сточных вод и поверхностного стока // СОК (сантехника, опалення, кондиціювання). – 2006. – № 4. – С. 12–15.
40. Коцарь Е.М. Инженерные сооружения типа «биолатер» как блок доочистки и водоотведения с неканализованных территорий: Тез. докл. междунар. конф. «Aquaterra», Санкт Петербург, 1999.
41. Курилюк О.М., Бондар О.І., Курилюк М.С., Филипчук В.Л. та ін. Синергетичний комплекс очищення води AQUA-U-ELION.174. Патент № 95617 // Промислова власність. – 2014. – № 24.
42. Курилюк О.М., Курилюк М.С., Бондар О.І., Базурін С.О. та ін. Фітобіоплато з підземним біореактором-фільтром AQUA-123U. Патент № 97064. // Промислова власність. – 2015. – № 4.
43. Курилюк О.М., Бондар О.І., Курилюк М.С., Филипчук В.Л., Лико Д.В. і др. Водоочисна фіто-синергетична станція АІГ-152. Патент № 96292 // Промислова власність. – 2015. – № 2.
44. В.Б. Мокін, М.П. Боцула, А.Р. Ящолт, Є.М. Крижановський. Автоматизована система екоінспекційного контролю стану забруднення довкілля України та викидів, скидів і відходів «ЕкоІнспектор». Частина II. Підсистема «Вода та скиди». Електронне методичне видання. Затверджено Вченою радою Вінницького національного технічного університету як методичний посібник для студентів напряму підготовки 6.040106 – «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування». Протокол № 3 від 25 жовтня 2012 р. «Універсум-Вінниця», 2012. – Режим доступу: [https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/9005/Water\\_posibnik\\_2012-2.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/9005/Water_posibnik_2012-2.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
45. Физико-химические методы очистки сточных вод. Управление водными ресурсами / Под ред. И.М. Астрелина и Х. Ратнавиры. – К., 2015. – 614 с. – (Проект «Water Harmony»).
46. Воронов Ю.В., Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2006. – 704 с.
47. Пантелят Г.С., Андронов В.А. Создание новых технологий водоподготовки, позволяющих использовать воду в замкнутых системах, исключающих сброс сточных вод в водоёмы // *Наук. вісн. буд-ва.* – 2000. – Вип. 10. – С. 104–107.
48. Пантелят Г.С., Андронов В.А. Обработка и очистка промышленно-ливнёвых сточных вод коксохимических предприятий с целью их использования в замкнутых системах оборотного водоснабжения // *Наук. вісн. буд-ва.* – 2003. – Вип. 24. – С. 116–119.
49. Янковский Н.А., Степанов В.А., Кравченко Б.В. Создание замкнутой системы водообеспечения промышленного предприятия. – Донецк: ООО «Лебедь», 2004. – 284 с.
50. Мацуська О., Параняк Р., Гумницький Я. Очищення стічних вод природними сорбентами від сполук фосфору // *Водне господарство України.* – 2011. – № 2. – С. 25–28.
51. Коваленко А.Н., Шевченко Т.А. Усовершенствование методов удаления фосфора из бытовых сточных вод // *Коммунальное хозяйство городов: науч.-техн. сб.* – 2010. – № 93. – С. 187–191.
52. Жмур Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. – М.: АКВАРОС, 2003. – 512 с.
53. Саблій Л.А., Кононцев С.В. Біологічне доочищення стічних вод // *Зб. наук. праць «Вісник РДТУ».* – 2000. – Вип. 4 (6). – С. 168–174.
54. Хенце М., Армоэс П., Ля-Кур-Янсен Й. и др. Очистка сточных вод / [пер. с англ.]. – М.: «Мир», 2004. – 587 с.
55. Высоцкий С.П., Кочеренчук В.И. Особенности процессов применения и производства воды высокой чистоты // *Вода і водоочисні технології.* – 2010. – № 2 (2). – С. 41–52.

56. Высоцкий С.П. Мембранная и ионитная технология водоподготовки в энергетике. – К.: «Техника», 1989. – 176 с.
57. Смирнов А.Д. Сорбционная очистка воды. – Л.: «Химия», 1982. – 168 с.
58. Смирнов Д.Н., Генкин В.Е. Очистка сточных вод в процессах обработки металлов. – М.: «Металлургия», 1989. – 223 с.
59. Когановский А.М., Клименко Н.А., Левченко Т.М. и др. Адсорбция органических веществ из воды. – Л.: «Химия», 1990. – 256 с.
- 
- 

**Питання для самоперевірки**  
**Розділ 4**

1. Назвіть основні напрями з правового регулювання водних відносин.
2. Завдання нормування водоспоживання.
3. Яким нормативним документом треба користуватися під час складання лімітів забору, використання води та скидання забруднюючих речовин у разі настання маловоддя?
4. Основні напрями та завдання наукових передпроектних досліджень для еколого-експертної оцінки території підприємств-водокористувачів.
5. Назвіть склад комплексних водогосподарсько-екологічних заходів для запобігання шкідливої дії паводків.
6. Назвіть державні та місцеві програми розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення басейнів річок.
7. Приклади двостороннього та багатостороннього міжнародного співробітництва у галузі раціонального використання, охорони вод і відтворення поверхневих водних ресурсів.
8. Сучасні методи очищення стічних вод.



## 5. ВОДНЕ ГОСПОДАРСТВО ТА СТАЛИЙ РОЗВИТОК ДЕРЖАВИ

### 5.1. ОСНОВНІ ЕТАПИ СТАНОВЛЕННЯ ГАЛУЗІ ТА ПРОБЛЕМИ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА

Забезпечення громадян та галузей економіки країни здійснює спеціально створена галузь – водне господарство. Основні етапи становлення цієї галузі [1] пов'язано з функціонуванням міст, промислового виробництва та меліорації земель, а саме:

до 1941 р. основне водоспоживання належало комунальному господарству та промисловості, зрошуваних земель було всього 78 тис. га;

у 1965 р. площу зрошуваних земель збільшено до 540,3 тис. га, а у 1984 р. – до 2395,5 тис. га;

у 1989 р. площа зрошуваних земель перевищила 2,6 млн. га;

частина промисловості в загальному водоспоживанні поступово зменшувалася та становила: у 1960 р. – 65 %, 1975 р. – 58 %, пізніше – 45–42 %. Це сталося внаслідок збільшення використання води у сільськогосподарському та комунальному господарствах частина його збільшилась від 6,3 % у 1960 р. до 13 % і більше в 2-й половині 1980-их років і на початку 1990-их років.

Обсяг забору свіжої води від 1960 р. до 1985 р. збільшився у 2,26 рази. У 1980–1992 роках загальний обсяг забору води перевищив 30 км<sup>3</sup>/рік. Протягом 1991–1999 років загальний обсяг забору води зменшився на 45 % – від 35,6 км<sup>3</sup> у 1990 році до 19,7 км<sup>3</sup> у 1999 році.

З усього об'єму використаної води у 1980 році на господарсько-питні потреби припадало 13 % на виробничі – 61 %, на зрошення – 21 %, на сільськогосподарське водопостачання – 5 % в 1999 році ці цифри відповідно становили 27; 50; 18 та 5 % [1].

У промисловості найбільшу кількість води споживає енергетика (69–73 %). У сільському господарстві основні об'єми води витрачаються на зрошення. Починаючи з 1984 року намітилася тенденція до зменшення використання води у сільському господарстві, що спричинило зменшення питомого водоспоживання під час зрошення. У перспективі для ощадливого використання водно-земельних ресурсів потрібно впроваджувати підґрунтове та краплинне зрошення.

Детальну інформацію щодо водоспоживання в наступний період з 2005 по 2015 роки наведено в підрозділі 2.4.

Слід зазначити, що найбільше навантаження та найбільша питома кількість водоспоживання припадає на малі річки. Їх водність зменшується внаслідок прямого забору води з русла та водоносних горизонтів, що гідравлічно пов'язані з річищем. Дуже часто об'єми втрат досягають 30–50 %. Аналіз структури використання води конкретних річок показав, що в Поліссі на господарсько-побутові потреби витрачається від 3 до 25 % від загального об'єму річкового стоку, в Лісостепу – 10–20 % і в Степу – 20–40 %. Майже скрізь малі річки є джерелом сільськогоспо-

дарського водопостачання. На окремих річках на ці потреби витрачається понад 40 % водних ресурсів, що використовуються галузями економіки.

Виробництво продукції в Україні є набагато водомісткіше, ніж у країнах Європи.

Переходу України на позиції сталого розвитку мають передувати реформування галузей економіки та розроблення відповідної еколого-економічної політики, а також вирішення проблем стійкого водокористування.

На шляху створення стійкого водокористування як основи сталого розвитку України постає чимало проблем, основні з яких є:

забруднення води, ґрунтів та повітря (забруднення ґрунтів і повітря – одна із основних причин забруднення води);

дефіцит водних ресурсів;

недооцінка ресурсів підземних вод як джерела господарсько-питного водопостачання;

непродуктивне витрачання та втрати води в господарській діяльності;

невідповідність наявних технологій підготовки питної води до стану води у вододжерелах;

застарілі та недосконалі технології очищення стічних вод.

Стійке водокористування як основа сталого розвитку держави може бути здійснено за таких методологічних передумов:

1. Здійснення комплексних заходів із раціонального використання та охорони ресурсів водних об'єктів.

2. Пріоритетне використання підземних вод у питному водопостачанні.

3. Системне вирішення водогосподарських завдань з позицій розгляду басейну як об'єднаної водогосподарської системи, що складається із природних об'єктів, техногенно-інженерних споруд і взаємовідносин з її управлінням.

4. Нижчими ієрархічними ланками басейнової системи є системи споживачів, де на базі повторних, оборотних та замкнутих систем водопостачання реалізується інженерно-промислове відтворення водних ресурсів.

5. Участь усіх водокористувачів у вирішенні водогосподарських проблем басейну. Зазначене завдання розглянуто далі у підрозділі 5.2 на прикладі гідроенергетичних комплексів.

### 5.2. СИСТЕМА ОПТИМІЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ ВОДНИМИ РЕСУРСАМИ ГІДРОЕНЕРГЕТИЧНИМИ КОМПЛЕКСАМИ В БАСЕЙНАХ ДНІПРА ТА ДНІСТРА

Всі ГЕС сконструйовано для забезпечення добового регулювання навантаження. Їх роботу заплановано так, щоб функціонувати у години пікового навантаження (ранковий та вечірній піки енергопостачання

та інші періоди пікового навантаження, пов'язані зі станом енергосистеми України) й зупиняться у період без навантаження. Вимоги до коливання рівнів води у періоди скидів води внаслідок добового реагування потребують здійснення точніших розрахунків сучасними методами моделювання хвиль попусків у руслах та детальніших вимірювань рівнів води у режимі реального часу використовуючи автоматизовані станції, яких ще немає на Дніпровському та Дністровському каскадах у необхідній кількості.

Більшість річок Дніпровського басейну (рис. 5.1) належать до річок переважно снігового живлення, для яких характерною є тенденція до вирівнювання внутрішньорічного розподілу стоку. На півночі та у цен-

тральній частині України доля снігового живлення трохи перевищує 50% від річного стоку, а на півдні вона збільшується до 80% й більше. На річках снігового живлення найбільші середні місячні витрати води спостерігаються у березні – квітні, а найменші – наприкінці літа або на початку осені. Приток до Київського водосховища, верхнього водосховища Дніпровського каскаду, формується у басейнах верхнього Дніпра (на території Російської Федерації та Республіки Беларусь) та Прип'яті (на території України та Республіки Беларусь) – річками снігового живлення. Такий характер притоку потребує акумуляції води у водосховищах у весняний період для забезпечення енергетичних та інших потреб водокористування протягом року.



Рис. 5.1. Басейн річки Дніпро

З урахуванням формування притоку води до Дніпровського каскаду особливе значення має задача значного збільшення точності прогнозування стоку весняної повені Верхнього Дніпра, Прип'яті та Десни в умовах, коли один із цих басейнів практично повністю знаходиться за кордоном України (Верхній Дніпро), а 2 інших (Десна та Прип'ять) є транскордонні річки.

Така ситуація формує важливість задачі із розроблення сучасної методології прогнозу притоку до Дніпровського каскаду із використанням даних дистанційного зондування Землі.

Басейни річок України наведено на рис. 5.2.

Гідроенергетичні об'єкти Дніпровського та Дністровського басейнів України зображено на рис. 5.2.

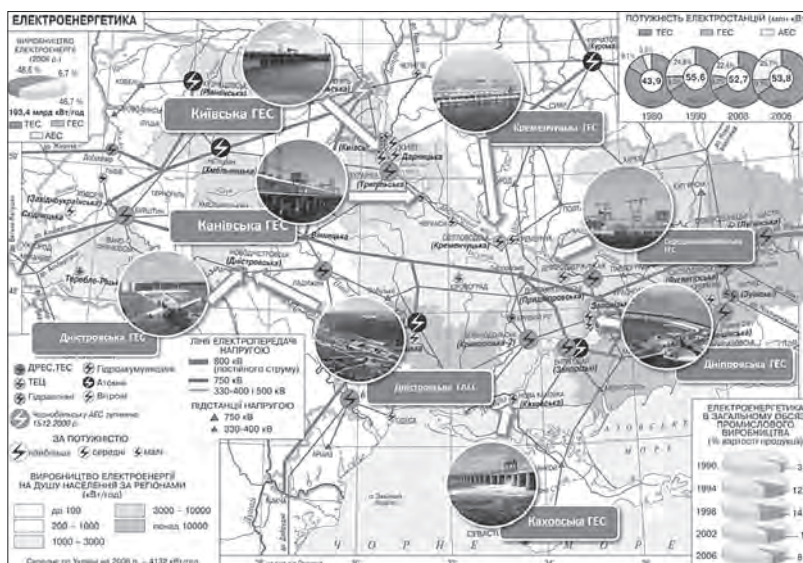


Рис. 5.2. Гідроенергетичні об'єкти Дніпровського та Дністровського басейнів України

### 5.3. ЕКОЛОГІЧНІ КОМПЕНСАТОРНІ ЗАХОДИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВОДНИХ РЕСУРСІВ (НА ПРИКЛАДІ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ)

Світовий досвід екологічно збалансованого водогосподарювання сьогодні вказує на те, що його метою має бути забезпечення функціонування річкових екосистем на рівні, найбільш наближеному до природного, а експлуатація водних ресурсів не має супроводжуватися деградацією гідроекосистем вище допустимого мінімального рівня. У Карпатах, де ситуація з водопостачанням є історично складною, а гідрологічний режим річок є досить специфічним, порушення, що зазнають природні комплекси малих річок, є особливо помітними. Невпорядкована господарська діяльність на водозбірних площах тут призводить до посилення руйнівної дії паводків, погіршення екологічного стану річок та якості води. Саме тому необхідним є розроблення заходів щодо компенсації господарського впливу на гідрологічну мережу регіону, насамперед із регулювання гідрологічного режиму, відновлення ландшафтної структури, збереження та підтримки у стабільному стані річкових екосистем. Таке розроблення необхідно здійснювати на основі результатів комплексних наукових досліджень, проектних та організаційних робіт, експлуатаційних заходів із запобігання або послаблення наслідків антропогенного навантаження на водозбірних площах.

Карпатські ріки мають долини, розташовані поперек основних гірських хребтів, що перетинають основні морфоструктурні елементи та характеризуються своєрідними проявами сучасних геоморфологічних процесів, розвиток яких обумовлено цілим рядом чинників: неотектонічною будовою, особливостями геологічного складу та ґрунтів, морфологічною будовою гір та гірських схилів, породним та віковим складом лісів і, насамкінець, господарською діяльністю. Річкові долини є переважно вузькими, часто з крутими та прямовисними схилами. Лише на ділянках виходів м'яких олігоценових порід вони розширюються, утворюючи круглі та продовгуваті котловини. Поперечне розташування річок обумовлює проходження водотоку через усі висотні пояси та поступову зміну поясних ландшафтних комплексів у долині зверху до низу.

Завичай долини гірських річок перетинають 3 основні пояси (зони): верхній гірський, середній висотний та нижній передгірський. Верхній гірський пояс (нижня межа проходить на позначці 1250 м над рівнем моря), пояс високогірних лук (полонини) та низькорослих сланких чагарників (стелюхів). Тут формуються притоки останнього порядку – струмки та потічки, з яких і починаються гірські річки. Саме від їх функціонування залежить стабільність режиму річок. Середній висотний пояс (пояс гірських лісів) починається на межі 850 м над рівнем моря. Основна його функція у гідрологічному плані – трансформаційно-акумулятивна. Тут протікають притоки 1–3 порядків. Це ділянки, де гірські схили є найбільш крутими та найбільше потерпають від ерозії, а нахили русел порівняно із верхнім поясом є більш вираженими. Нижній передгірський пояс з нижньою межею 450 м над рівнем моря має відносно спокійний малюнок рельєфу. Тут з'являються заплави та перші надзаплавні тераси. У гідрологічному відношенні пояс

виконує трансформаційну або колекторну функції, оскільки русло річки має пропускати під час паводків всю масу води, що стікає з території басейну. Цей пояс є найнебезпечнішим щодо руйнування господарських об'єктів під час катастрофічних паводків, оскільки тут розвиваються бокова та донна ерозія русла, а також I та частково II заплавних терас, де збудовано дороги, інженерні споруди, житлові будівлі тощо.

З метою розроблення екологічних компенсаторних заходів експлуатації водних ресурсів Карпатського регіону досліджено ряд гірських та передгірських річок Карпат. Вибір репрезентативних об'єктів досліджень здійснювався, виходячи із таких положень:

- розташування річки у межах однієї адміністративної області; переважання сільськогосподарського використання земель у межах її водозбірного басейну; фітоценотична спрямованість подальшого біотехнічного впорядкування водозбірної площі у межах водоохоронних зон (ВЗ) і прибережних захисних смуг (ПС) річки;

- інженерне впорядкування (у незначних об'ємах) з метою забезпечення безаварійного пропуску паводків.

Об'єктами досліджень стали: річки басейну Дністра – верхні ділянки р. Дністра у районі впадіння річок Лімниця, Сивка, Бистриця (Івано-Франківська обл.), річки Коропець (Тернопільська обл.), Верещиця (Львівська обл.), Луква (Івано-Франківська обл.), Малий Сирет (Чернівецька обл.) та басейну Тиси – р. Уж (Закарпатська обл.).

У результаті комплексних науково-дослідних робіт запропоновано до втілення ряд екологічних компенсаторних заходів, спрямованих на мінімізацію антропогенного впливу на водно-земельні ресурси річкових басейнів Карпатського регіону:

#### **заходи з дотримання водоохоронного режиму:**

- відведення водоохоронних зон та прибережних захисних смуг із дотриманням режиму господарювання у них;

- дотримання режиму природокористування у межах ПЗС згідно з законодавством України;

- здійснення заходів щодо відновлення природної ландшафтної структури на порушених ділянках водоохоронної зони водосховища;

#### **заходи щодо оптимізації просторової структури водозбірних територій:**

- відновлення та підтримання природного стану водозбірних територій верхніх ділянок річкового басейну, де формується основний річковий стік;

- розширення природоохоронних територій;

- розбудова регіональної екологічної мережі;

#### **заходи щодо мінімізації шкідливого впливу вод:**

- комплексні інженерно-технічні експлуатаційні заходи, спрямовані на зменшення руйнівної дії води під час проходження паводків;

- здійснення інженерно-біотехнічних заходівна абразійно-небезпечних ділянках;

- біотехнічне впорядкування прибережних зон з метою забезпечення безперешкодного проходження паводкових вод;

#### **заходи з екологічно збалансованого водогосподарювання:**

- перегляд об'ємів та режиму експлуатації водних ресурсів з метою приведення їх до норм екологічно збалансованого водогосподарювання;

перегляд правил регулювання річищ з урахуванням екологічних вимог, спрямований, насамперед, на максимальну компенсацію втраченого природного режиму річки та підтримання самоочисної здатності екосистеми;

дотримання правил екологічної рівноваги антропогенних перетворень (у тому числі й меліоративних) річкових долин та водозбірних земель.

Враховуючи складність рельєфу та високу ерозійну активність територій, мінімальна ширина прибережної захисної смуги (ПЗС) для малих річок Карпатського регіону має становити не менше 50 м, для решти – не менше 100 м [2]. Водоохоронні заходи у межах ВЗ та ПЗС визначаються з урахуванням «потужності» антропогенного навантаження у водозбірній площі річки за результатами здійснених розрахунків балансу біогенних елементів та залишкового біогенного навантаження та рельєфу місцевості у басейнах річок [3].

Для упорядкування сучасного стану ПЗС та ВЗ у рамках дотримання положень Водного кодексу України необхідним є винесення в натуру та закріплення відповідними знаками меж ПЗС із подальшою інспекцією дотримання положень Водного кодексу України щодо режиму їх експлуатації.

З метою збереження екосистеми річки та її водозбору ландшафтна організація територій має базуватися на оптимальному співвідношенні природних та антропогенно-змінених територій. Це поєднання має узгоджуватися з основними елементами річкової долини у вертикальному розрізі (від витоків до гирла) та горизонтальному розрізі (від річища через заплаву та берегові тераси за всім водозбором).

Витоки річок є найуразливішими екосистемами, частка природних або близьких до них територій тут має бути найбільшою, поступово зменшуючись до гирла (зверху вниз). Найбільше сільськогосподарське навантаження мають відчувати лише середні та нижні ділянки річки, де угруповання гідробіонтів розвинуті краще й самоочисні механізми працюють ефективніше. Проте варто враховувати, що основне завдання русла річок нижнього поясу – як можна скоріше пропустити воду, що рухається (руйнівна сила води тут є пропорційною гідрологічному стану 2 верхніх поясів). Тому головна функція передгірського поясу – постійно підтримувати живий переріз русла у вільному стані (тут необхідними є роботи із розчищення та розширення русла, днопоглиблення тощо).

Оптимальною є така вертикальна просторова організація водоохоронних територій, коли частка природних або наближених до них земель (природні сінокоси та пасовища, багаторічні посіви трав, сади, виноградники тощо) становить у гірському поясі 80–90 %, у середньому – 60–70 %, у передгірському ця величина може зменшуватися до 40–50 %.

Оптимальною горизонтальною просторовою організацією ландшафтів річкових долин є така, коли (поза межами ПЗС) частка природних (і наближених до них) ландшафтів зверху до низу за зональністю становить: на прибережних ділянках – 100 % для гірських районів; 80 % – для передгірських; на центральних ділянках річкових долин (заплав) 50 % та 30 % відповідно; на ділянках берегових терас та решті територій водозбору 80 % – для гірських районів, 40–50 % – для передгірських та рівнинних районів.

Оптимізація ландшафтної структури у межах всього водозбору має:

базуватися на принципі створення екологічної інфраструктури водозбору, що включатиме вертикальні та горизонтальні екологічні коридори та розвинену мережу ядер – природних ділянок, спроможних виконувати функцію збереження та відтворення біорізноманіття (не менше 10 га);

бути спрямованою для розширення природоохоронних територій (об'єктів ПЗФ різного рівня, структурних елементів Смарагдової мережі України, водноболотних угідь міжнародного значення тощо);

забезпечувати мозаїчність біотичного різноманіття та структури ландшафтів водозбірних басейнів;

передбачати розміщення агроценозів з урахуванням природних типів місцевості, екологічної придатності земель та водних ресурсів;

надавати перевагу традиційним методам господарювання;

надавати перевагу фітомеліорації у системі меліоративних заходів;

включати дотримання положень Водного кодексу України [4].

Головним завданням ландшафтної реконструкції має бути повернення до природного стану долини (насамперед у межах ПЗС та ВЗ) гірської річки з метою відновлення природного гідрологічного режиму водотоку, захисної (буферної) ролі рослинного покриву прибережних ландшафтів та недопущення негативних проявів паводків [5].

Для водних ресурсів Карпатського регіону екологічні компенсаторні заходи є неможливими без здійснення заходів щодо мінімізації шкідливого впливу вод. Сьогодні все частіше й у все катастрофічніших проявах дають про себе знати негативні наслідки антропогенного втручання у природні ландшафти долини та водозборів гірських річок: спостерігається зміна гідрологічної структури, посилення ерозійних процесів, замулення русла, затоплення прибережних територій, що супроводжується руйнуванням будівель, інженерних споруд та втратою сільськогосподарських угідь. Ці проблеми часто посилюються внаслідок фрагментарності підходів до вирішення питання безаварійного пропуску паводку.

Перелічені негативні процеси призводять до великих соціально-економічних збитків, а також впливають на екологічний стан річок. Саме тому необхідними є постійні відповідні інженерно-технічні експлуатаційні заходи, насамперед у русловій частині річок та у межах ВЗ і ПЗС. Саме тому для багатьох гірських річок Карпат актуальними завданнями на сьогодні є здійснення комплексних заходів, спрямованих на зменшення руйнівної дії води під час проходження паводків шляхом покращення природного стану їх долин та посилення надійності роботи протипаводкових споруд. Найживішими методами виконання інженерних протипаводкових заходів на гірських та передгірських річках є: сповільнення стоку води в річку; затримання атмосферних опадів; збільшення швидкості проходу води у річці та усунення причин місцевого підпору поверхні води; захист затоплюваних місцевостей дамбами обвалування; будівництвом водосховищ; сповільнення стоку води у тальвегах використовуючи ставки; стискання тальвегів напівзагатами або водопроникними загатами; будівництво

ярусних каналів на схилах долин річок; сповільнення стоку шляхом дотримання відповідних агрометодик.

Зважаючи на складний гідрологічний режим річок, забирання ґрунту (видобування гравію), днопоглиблювальні роботи, реконструкція русел малих річок та водосховищ, роботи щодо регулювання русел та створення штучних водойм у регіоні є можливими лише після позитивної екологічної експертизи (організаціями екологічного профілю) та виготовлення технічної документації на проведення таких робіт [6].

Господарчо-управлінські методи мають передбачати здійснення стабільних експлуатаційних робіт у долині річки, переорієнтацію господарського комплексу на екологічно безпечні види діяльності, контроль за дотриманням виконання законодавства щодо охорони та відтворення водних і біологічних ресурсів; бути спрямованими на покращення та посилення надійності роботи наявних протипаводкових споруд і зменшення руйнівної сили води під час проходження паводків. Господарська діяльність має базуватися на принципах дотримання законодавства у галузі охорони природи та мінімізації впливу на водотоки, а об'єми освоєння земель мають враховувати оптимальне поєднання антропогенно змінених і природних територій, коли вплив на екосистему річки буде мінімальним [6].

Саме поєднання інженерних, біотехнічних та господарчо-управлінських заходів з упорядкування ВЗ (ПЗС) є найефективнішим під час розроблення протипаводкових заходів для гірських річок Карпат [6].

Комплекс запропонованих компенсаторних водохоронних заходів спрямовується на максимальне відновлення природних екосистем та досягнення оптимального співвідношення природних і господарськозмінених територій у долині річки. Зазначений комплексний підхід для обґрунтування заходів щодо упорядкування ВЗ (ПЗС) призведе до найприроднішого поєднання з існуючим ландшафтом, унеможливить у подальшому екологічно необґрунтоване господарювання у басейні та дасть у майбутньому найбільшу ефективність з точки зору виконання цими територіями водо- та природоохоронних функцій.

#### 5.4. РОЗРОБЛЕННЯ ЗАХОДІВ З ПРОДОВЖЕННЯ СТРОКУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВОДОСХОВИЩ У ЗВ'ЯЗКУ З ЇХ ЗАМУЛЕННЯМ

*Вирішення проблеми з раціонального використання та охорони водних ресурсів має тісний зв'язок із вирішенням проблеми замулення та занесення водосховищ.*

Загальна кількість водосховищ та ставків в Україні становить понад 50,4 тисяч. Акумуляція води в них дає можливість збільшити меженний стік на 35 %.

Під час визначення інтенсивності замулення необхідно враховувати критерії комплексної класифікації водосховищ, а саме: цільове призначення, розміщення щодо земної поверхні (рівнинне, передгірське, гірське), положення в гідрологічній мережі (річкові, яружні, схиліві (лиманного типу), озерні, подові котловинні, долинні (прості, складні)); розміщення за природними зонами (водосховища лісової, лісостепової, степової зон); морфометричними характеристиками щодо об'єму та площі – цей показник також

використовується під час економічних досліджень як показник, щодо характеристики можливих збитків внаслідок затоплення земельних угідь.

Щодо визначення інтенсивності замулення необхідно враховувати всі зазначені критерії, особливо інженерно-геологічні процеси у прибережній зоні, що також залежить від морфометричних особливостей водосховищ.

Найуразливішими до замулення в Україні є гірські та передгірські водосховища Карпат і Криму. Наприклад, на верхніх ділянках Дністровського водосховища спостерігається замулення річища внаслідок акумуляції твердого стоку р. Дністра, що засвідчено на космічних знімках та під час гідрометричних і гідрографічних робіт з уточнення об'єму Дністровського водосховища.

У річкові долини більшості річок Лісостепової та Степової зон надходить велика кількість твердого стоку внаслідок руйнуючої дії поверхневого стоку.

Створення великих рівнинних водосховищ значно вплинуло на зменшення об'ємів робіт, що пов'язано із розчищенням транзитного суднового ходу внаслідок збільшення глибин воднотранспортних магістралей. Наприклад, об'єм землечерпання із розчищення транзитного суднового ходу на дніпровських водосховищах зменшився з 1959 до 1979 років понад ніж у 3,6 рази відповідно з 18,8 млн. м<sup>3</sup> до 5,1 млн. м<sup>3</sup>. Об'єм позатранзитних робіт не змінився, внаслідок інтенсивного берегообвалювання, площинної ерозії із прибережних територій, яружної діяльності та винесення твердого стоку, що надходить із річок. У результаті цього утворюється потужний вздовжбереговий потік наносів, що перекриває гирлові ділянки заток і заносить території портів, судохідних підхідних каналів тощо.

Інтенсивність замулення, окрім зазначених ерозійних процесів, пов'язана із рельєфними особливостями, зливовим характером опадів та характером поєднання. Потужне сніготанення призводить до утворення вимойн та ярів. Слід відзначити інтенсивне замулення ставків та водойм у районах Карпат, Криму, Донбасу, Одеської й Миколаївської областей [7].

**Особливості проектування та експлуатації водосховищ, що інтенсивно замулюються.** Під час розрахунків замулення водосховищ [2] залежно від господарських задач вирішуються такі питання:

оцінка строку замулення водосховища та оцінка втрати їх корисного об'єму;

встановлення межі зони кривої вільної поверхні внаслідок замулення;

оцінки зміни судохідних глибин під час замулення; встановлення меж зони активізації поперечних переміщень русла;

оцінка надходження наносів до греблі; оцінка ефективності промивок водосховища під час спрацювання рівня.

У [8] наведено: методи розрахунку транспортуєної здатності потоку – суспензійних та тягнених наносів; методи розрахунку замулення водосховищ за 1 рік; розрахунок хронологічного ходу замулення; детальний розрахунок замулення водосховищ за їх ділянками; розрахунок замулення малих водосховищ та ставків.

Як основні характеристики під час розрахунків замулення приймаються: показник умов замуленості  $t_z$  та відносна ємкість водосховища

Показник умовної замуленості  $t_y$  – термін повного замулення водосховища за умов відсутності виносу з нього наносів (за роками). Він визначається за формулою:

$$t_y = W / V_r, \quad (5.1)$$

де  $W$  – об'єм водосховища,  $m^3$ ;  
 $V_r$  – середній багаторічний стік наносів річки, що впадає у водосховище,  $m^3$ .

Відносна ємкість водосховища:

$$W_b = W / V_b, \quad (5.2)$$

де  $V_b$  – середній багаторічний стік води, що надходить у водосховище,  $m^3$ .

Якщо термін умовної замуленості більше 200 років ( $t_y > 200$  років), то розрахунок терміну замулення на цьому завершується [8]. У випадку швидкого замулення водосховища ( $t_y < 50$  років) для отримання вихідних даних із розрахунку: відстійників, загальних деформацій у нижньому б'єфі, оцінки можливості стирання наносами гідротурбін, необхідно оцінити надходження наносів до греблі та винесення їх у нижній б'єф [8].

Отже, склад питань, що вирішуються під час розрахунків замулення залежить від призначення водосховища, його основних характеристик (термін умовної замуленості  $t_y$  (5.1) та відносна ємкість водосховища  $W_b$  (5.2)). А також природних умов, що визначають процес замулення – режим стоку води та наносів, рельєф і геологічна будова водозбірної басейну, склад наносів.

Під час складання програми розрахунків замулення потрібно оцінити показник умовної замуленості водосховища, встановити наявність об'єктів, що можуть потрапити у зону впливу підпору (з урахуванням підвищення рівнів води у процесі замулення), визначити вимоги щодо обвалування окремих ділянок водосховища, а також розглянути всі інші обставини, що можуть вплинути на програму розрахунку.

З програмою розрахунку пов'язується й програма вишукувальних робіт.

У разі замулення водосховищ на річках, що транспортують велику кількість дрібних фракцій наносів, виявляється можливість виникнення «важких потоків», що сприяють винесенню наносів у нижній б'єф і змінюють розподіл відкладів у водосховищі.

Під час проектування малих водосховищ і ставків, відносна ємкість яких  $W_b$  менше 0,2, визначають величини щорічного замулення. У [8] рекомендовано спрощений емпіричний метод, оснований на використанні зв'язку відносної наносотримуючої здатності водойми з її відотною ємкістю. Для контролю розрахунків рекомендується підбирати аналоги з існуючих водойм, що перебувають в аналогічних умовах.

**Наявні методи розрахунку та прогнозу замулення та занесення водосховищ**

**Розрахунки замулення гірських водосховищ** поділяються на 3 основні групи:

**засновані на балансових розрахунках** (Мостков М.А., Шапов Г.І., Віноградова В.І., Лапшенков В.С., Скрильніков В.А.);

**методи, що використовують формули однієї моделі руслового зависоносучого потоку** (Сапоян В.Г., Натишвілі О.Г.);

**засновані на використанні осереднених кількісних показників, що визначаються методами**

**статистичного оброблення даних натурних спостережень.** Для цього методу необхідно врахування регіональних умов розташування водосховища за 5 характерними групами: рівнинні, озерні, передгірські, гірські та високогірні.

За даними детального аналізу існуючих методів прогнозу розвитку процесу та співставлення розрахунків можна стверджувати, що найперспективнішим є використання методів третьої групи із введенням додаткових критеріальних умов або коефіцієнтів за даними статистичного узагальнення спостережень на наявних водосховищах.

**Розрахунки занесення низьконапірних гідровулів і верхів'я водосховищ** зведено до визначення таких параметрів: довжина кривої підпору; об'єм відкладення наносів; термін занесення верхнього б'єфу; гідравлічні елементи сформованого русла за визначеними створами.

Найточнішим методом треба вважати балансовий метод (Леві І.І., Алтунін С.Т. та Бузунова І.А., Чонгаров В.Н. та Полтавцев В.Н., Шолохов В.Н., Скрильніков В.А. та Пулатов А.І., Сичінава О.А. Табунишвілі К.Ф.).

**Заходи зі зменшення процесів замулення/занесення водосховищ** складаються із комплексу протиерозійних, будівельних та експлуатаційних заходів, що об'єдані загальним планом та здійснюються на всій території водозбірної басейну водосховища.

Під час здійснення протиерозійних робіт (на схилах і в руслах у басейнах річок) в першу чергу необхідно визначити основні осередки схилової та руслової ерозії й з них розпочинати роботи. Потрібно також звернути увагу на протиерозійні заходи у гірській частині басейнів річок. Нарівні із будівництвом водосховищ у середній та нижній течії річок доцільно створювати в їх верхів'ях водосховища із багаторічним регулюванням стоку, що призведе до зменшення паводку та ерозійної здатності потоку. До цього зменшуватиметься замулення водосховищ у середній і нижній течії.

Під час складання проектів водосховищ враховуються заходи щодо запобігання замулення, а саме: розроблення правил їх експлуатації з урахуванням можливості зменшення кількості акумульованих наносів під час заповнення та спрацювання водосховищ; застосування найприйнятніших конструктивних рішень із перехоплення, промивання та відведення наносів; із затриманням наносів у верхів'ях річок та їх приток до водосховищ.

Для водосховищ сезонного регулювання з невеликою регулюючою ємкістю порівняно зі стоком рекомендується [9] пропуск паводка, насиченого наносами, через спорожнені водосховища та заповнення їх на спаді високої хвилі паводку.

Під час розроблення режиму роботи водосховищ комплексного використання у багатоводні роки потрібно пропускати паводок за умов завчасного зменшення рівня водосховища, що є можливим у разі завчасного гідрометеорологічного прогнозу. Отже, режим роботи водосховищ має бути обов'язковим для служби експлуатації та підлягає корегуванню залежно від водності року. Цю умову враховано у Правилах експлуатації водосховищ Дніпровського каскаду [10], де визначено пріоритети водоспоживання та водокористування та еколого-економічна оцінка встанов-

леного режиму за періодами року (літньо-осінній, осінньо-зимовий, весняний) з 50, 75, 95 %-ною забезпеченістю стоку.

Є рекомендації щодо скидів у паводок у нижній б'єф в обхід водосховища великих витрат, насичених наносами за відповідними каналами, паводковими скидами, донними трубами великого діаметру.

Потрібно влаштувати на вході у водосховище спеціальні споруди, що перехоплюють наноси та відводять їх від водосховища із малими витратами води у нижній б'єф або в місця, передбачені для складування із наступним їх механічним сортуванням або у відділені мілководні частини водосховищ для наступного використання цих площ для галузевого використання залежно від гранулометричного складу наносів.

Разом із заходами щодо зменшення замулення водосховищ необхідно здійснювати роботи з упередження розвитку ерозійних процесів на їх водозборах у межах водоохоронних зон.

Упереджувальні заходи складаються з: поліпшення існуючих умов водозбору водосховища; зменшення впливу антропогенного фактору; створення нових типів та поліпшення конструктивних елементів головних споруд.

Для оцінки стану водоохоронних територій доцільно використовувати методи дистанційного зондування Землі, що здійснено на прикладі Дністровського комплексу водосховищ ГЕС і ГАЕС [10]. Використовуючи зазначену вихідну інформацію щодо стану водоохоронних територій потрібно застосовувати заходи щодо затримання наносів у верхів'ях річки до водосховищ.

Для цього потрібно: збереження та збільшення площ заліснення гірських схилів бажано із застосуванням широколистяних порід дерев (дуб, бук, граб тощо); перекриття виносу наносів із приток річки шляхом створення в їх гірлах протиерозійних насаджень, посадок-фільтрів у ярах і балках, створення фільтруючих запруд із каменю для затримання донних відкладів. Доцільно також створювати середні гірські та передгірські водосховища в сполученні з малими водосховищами на притоках. Це найраціональніша схема розташування водосховищ з урахуванням зменшення їх замулення та отримання найбільшого ефекту у використанні водних ресурсів.

Після закінчення будівництва водосховищ потрібно також закінчити будівництво руслорегулюючих берегоукріплювальних споруд для сталості берегів та зменшення каламутності води. Місце розташування споруд має враховувати відносно рівномірного водозбору за довжиною ріки з метою освітлення відібраної води та трансформування наносів нижче водозбору.

Складати режим роботи водосховищ потрібно з урахуванням максимально можливого зменшення об'єму їх замулення річковими наносами та матеріалом внаслідок обвалення високих берегів. Під час експлуатації руслових водосховищ потрібно максимально використовувати промивний ефект паводків, що мають пропускатися через відкриті водоскиди гребель із найбільшим наближенням до побутового режиму річки до будівництва водосховища.

За сприятливих умов доцільно влаштувати наливні (позаруслові) водосховища, що наповнюються та спорожняються через дериваційні канали.

Слід також зазначити ефективність щодо сталості до замулення наливних берегових водосховищ. Наприклад, відомо, що 2 берегових гіндикушських водосховищ на р. Муграб сумарною ємкістю 41,9 млн. м<sup>3</sup> за 25 років (1912–1937 роки) замулилося на 3,6 млн. м<sup>3</sup>. Наливне Хатга-Курганське водосховище об'ємом 662 млн. м<sup>3</sup> протягом 1941–1965 років пропустило 11658 млн. м<sup>3</sup> і замулилося на 25 млн. м<sup>3</sup>.

Отже, в результаті аналізу наведених даних можна зазначити про таке:

1. Заходи зі зменшення процесів замулення / занесення водосховищ складаються із комплексу протиерозійних, будівельних та експлуатаційних заходів, що об'єдані загальним планом та здійснюються на всій території водозбірного басейну водосховища.

2. Разом із заходами щодо зменшення замулення водосховищ необхідно здійснювати роботи з упередження розвитку ерозійних процесів на їх водозборах у межах водоохоронних зон.

3. Доцільно створювати середні гірські та передгірські водосховища в сполученні з малими водосховищами на притоках [11]. Це найраціональніша схема розташування водосховищ з урахуванням зменшення їх замулення та отримання найбільшого ефекту у використанні водних ресурсів.

#### Література до Розділу 5

1. Яцик А.В. Екологічна ситуація в Україні і шляхи її поліпшення, К.: «Оріяни», 2003 – 96 с.
2. Порядок визначення розмірів і меж водоохоронних зон та режим ведення господарської діяльності // Підзаконний акт до статті 87 Водного кодексу України. Затверджено Постановою Кабінету Міністрів України від 8 травня 1996 р. № 486.
3. Методика упорядкування водоохоронних зон річок України. Мінприроди України, Держводгосп України, УНДІВЕР, «Оріяни», К., 2004. – 128 с.
4. Водний кодекс України від 06.06.1995 № 213/95-ВР. – Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80>
5. Яцик А.В., Томільцева А.І., Зуб Л.М. До питання розробки протипаводкових заходів шляхом ландшафтної відновлення долин гірських річок Карпат. Свалявський р-н, с. Солочин, 24–28 лютого 2009 р.
6. Томільцева А.І., Зуб Л.М. Екологічні компенсаторні заходи експлуатації водних ресурсів Карпатського регіону. Дванадцята міжнародна науково-практична конференція (30–31 травня 2013 року). Ресурси природних вод Карпатського регіону (Проблеми охорони та раціонального використання). Збірник наукових статей. м. Львів, 2013, С. 71–74.
7. Заиление водохранилищ и борьба с ним, Издательство «Колос», М., 1970.
8. Указания по расчёту заиления водохранилищ при строительном проектировании, Гидрометеоздат, Л., 1973.

9. Фроликова Е.Я. Режим работы водохранилищ – основное звено борьбы с заилением, Издательство «Колос», М., 1970.

10. ЗубЛ.М. Томченко О.В., Томільцева А.І. Оцінка стану водоохоронних територій з використанням методів дистанційного зондування Землі (на прикладі Дністровського комплексу ГЕС і ГАЕС), Журнал «Гідроенергетика України», № 3–4, 2016.

11. Томільцева А.І. До питання розроблення заходів з продовження строку експлуатації водосховищ у зв'язку з їх замуленням. Шістнадцята Міжнародна науково-практична конференція. 25–26 травня 2017 р., м. Львів. Ресурси природних вод Карпатського регіону (Проблеми охорони та раціонального використання). Збірник наукових статей, м. Львів, 2017, С. 257–261.

12. Закон України «Про затвердження Загальнодержавної цільової програми розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення басейну річки Дніпро на період до 2021 року» від 24.05.2012 № 4836-VI. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/4836-17>

13. Яцик А.В. Водогосподарська екологія у 4 томах. – К.: «Генеца», 2004.

14. Управление водными ресурсами в бассейне рек. РосНИИВХ, Екатеринбург, 1993.

15. Концепція Державної програми екологічного оздоровлення басейну р. Дністер.

16. Лиманно-устьевые комплексы Причерноморья. Под редакцией Г.И. Швевса, Ленинград, «Наука» Л.Д., 1988.

17. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 13 липня 2016 р. № 552-р «Про схвалення Програми розвитку гідроенергетики на період до 2026 року» – Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/552-2016-%D1%80>

---

### **Питання для самоперевірки Розділ 5**

1. Основні проблеми стійкого водокористування.
2. Методологічні передумови для вирішення проблем стійкого водокористування.
3. Оптимізація управління водними ресурсами гідроенергетичних комплексів у басейні Дніпра та Дністра.
4. Наведіть перелік компенсаторних заходів для мінімізації антропогенного впливу на водно-земельні ресурси річкових басейнів Карпатського регіону.
5. Заходи щодо запобігання замулення рівнинних і гірських річок.
6. Роль водосховищ малих і середніх ГЕС у верхів'ї Дністра та прогнозування можливих ризиків.



## 6. СТРАТЕГІЯ ЕКОЛОГІЧНО-БЕЗПЕЧНОГО ВОДОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ

### 6.1. ПЕРСПЕКТИВА УПРАВЛІННЯ ВОДНИМИ РЕСУРСАМИ

На сьогодні перспективою управління водними ресурсами, що покладено в основу головних стратегічних складових державної водної політики, є впровадження системи інтегрованого управління водними ресурсами за басейновим принципом, що відповідає вимогам Водної Рамкової Директиви ЄС [1]. Такий механізм управління водними ресурсами має відображення у Законах України «Про основні засади (стратегія) державної екологічної політики до 2020 року» та «Про Загальнодержавну цільову програму розвитку водного та екологічного оздоровлення басейну річки Дніпро до 2021 року» [2].

Згідно з Угодою про асоціацію між Україною та Європейським Союзом Україна зобов'язується набли-

зити своє законодавство до законодавства ЄС у встановлені строки із дати набрання чинності Угодою (1 листопада 2014 року) [3], про що більш детально викладено у розділі 10.

Подальше впровадження басейнового принципу управління, що здійснює Держводагентство України, є важливою та необхідною умовою для вирішення питань раціонального використання, охорони та відтворення водних ресурсів країни, а також збереження їх для прийдешніх поколінь.

Необхідно збирати та верифікувати інформацію для Державного водного кадастру України, розділ якого щодо поверхневих вод, за який з 2017 року відповідає Держводагентство України, буде розміщено у спеціально створеній новій веб-системі (рис. 6.1), вже доступній за адресою <http://map.davr.gov.ua:44481>.

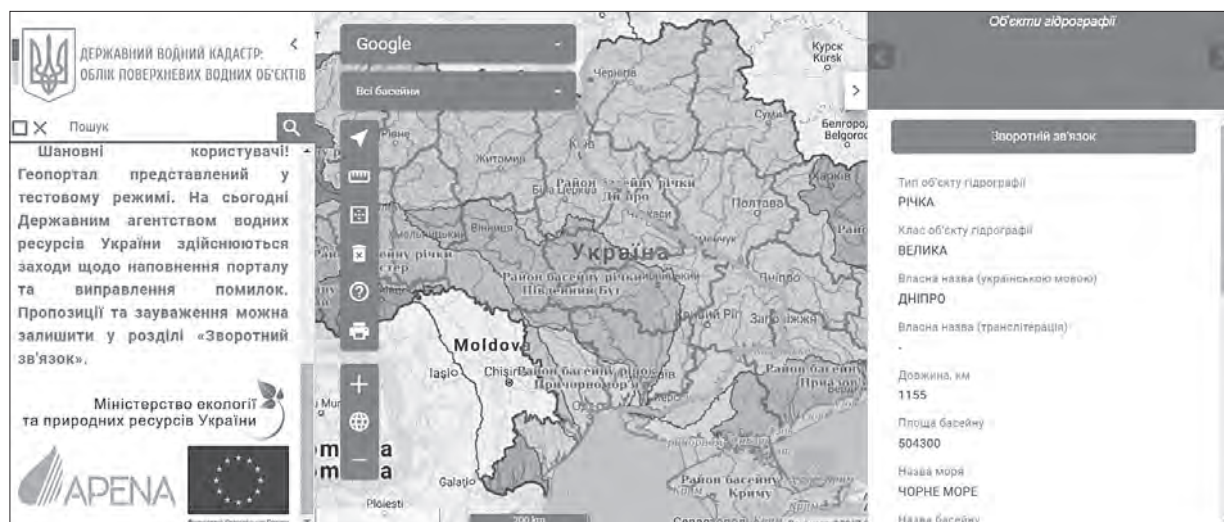


Рис. 6.1. Геопортал «Державний водний кадастр обліку поверхневих водних об'єктів»

### 6.2. ЗАХИСТ ВІД ШКІДЛИВОЇ ДІЇ ВОД

#### 6.2.1. Проблема шкідливої дії вод та її структурний аналіз

На початку XXI століття проблема води визначилась як глобальна проблема людства, що створюється нестачею води в посушливих районах або її надлишком на територіях, які потерпають від постійного або періодичного перезволоження земель, підтоплення, повеней та паводків. Вода, що є основним джерелом життя на Землі, за певних обставин, створює для людства серйозну загрозу. Враховуючи позитивний та негативний впливи води на життєдіяльність людини та екологічний стан навколишнього природного середовища, проблему води доцільно розглядати

за її 2 складовими: проблему дефіциту вод (дефіциту корисної дії вод) та проблему шкідливої дії вод.

Проблему дефіциту вод вирішують шляхом відновлення природних та будівництва штучних водойм, створення систем водоспоживання та водокористування. Під водоспоживанням розуміють процес, у якому вода для певних потреб вилучається із водного об'єкта та у водний об'єкт вже не повертається, або повертається частково у зміненому якісному стані, наприклад, у вигляді стічних вод. На відміну від водоспоживання, водокористування не передбачає вилучення води із водного об'єкта. До водокористування відносять гідроенергетику, водний транспорт, рибництво, водний туризм тощо.

Проблема шкідливої дії вод – проблема, що виникає внаслідок шкідливого впливу вод на людину, сферу

її господарської діяльності та навколишнє природне середовище. Цій проблемі приділяють недостатньо внаслідок того, що заходи із захисту від шкідливої дії вод у більшості випадків не мають комерційної привабливості для інвесторів. Проблема шкідливої дії вод

є досить складною. Структурно-аналітичний аналіз складових проблеми шкідливої дії вод (рис. 6.1) свідчить про те, що її складові в сукупності становлять близько половини від усіх складових загальної проблеми води.



Рис. 6.1. Структурно-аналітична схема складових проблеми шкідливої дії вод

**6.2.2. Види прояву шкідливої дії вод та відповідні заходи захисту**

За результатами структурного аналізу проблеми шкідливої дії вод складові цієї проблеми доцільно розглянути у вигляді альтернатив, скоординованих за 3 базисними ознаками: за походженням вод, що спричиняють шкідливу дію; за характером гідрологічного впливу на об'єкт; за характером наслідків шкідливої дії вод на об'єкт.

**За походженням вод, що спричиняють шкідливу дію:**

- шкідлива дія природних вод;
- шкідлива дія техногенних вод;

**За характером гідрологічного впливу на об'єкт:**

- шкідлива дія поверхневих вод;
- шкідлива дія ґрунтових вод.

**За характером наслідків шкідливої дії вод на об'єкт:**

- затоплення територій;
- підтоплення територій;
- руйнування об'єкту гідростатичною силою;
- руйнування об'єкту гідродинамічною силою.

Шляхом обрання однієї із альтернативних складових проблеми шкідливої дії в межах кожної із 3 виділених базисних ознак та їх наступної комбінації виділено основні види прояву шкідливої дії вод.

**1-й вид. Затоплення території природними поверхневими водами.**

Під цим розуміють затоплення територій у період проходження повеней та паводків – природних явищ, що періодично проявляють свою руйнівну силу, спричиняючи значні економічні, екологічні та соціальні збитки.

Повінь – фаза водного режиму річки, що спостерігається щороку, настає в один і той же сезон й характеризується значним підняттям рівня води в річці внаслідок весіннього танення снігу.

Паводок – фаза водного режиму річки, що характеризується відносно короткочасним підняттям рівня води у річці під час зливових дощів, інтенсивного танення снігу у разі відлиг. Паводок може мати місце у різні періоди року. Особливо небезпечним регіоном України є Карпати, де паводки можуть повторюватись 3–5 разів за рік.

Заходами превентивного захисту від повеней та паводків є:

- регулювання русел річок для можливості безаварійного збільшення витрати води в річках;
- спорудження протипаводкових водосховищ, що, залежно від рельєфу місцевості, можуть бути гірського та рівнинного типу.

**2-й вид. Затоплення території техногенними поверхневими водами.**

Під цим розуміють затоплення території внаслідок аварії на гідротехнічних спорудах, наприклад, прориву греблі на водосховищі, або внаслідок аварії на водопровідно-каналізаційних мережах.

Заходами превентивного захисту від прояву цього виду шкідливої дії вод є модернізація та реконструкція напірних і регулюючих гідротехнічних споруд, а також водопровідно-каналізаційних мереж, з метою недопущення затоплення прилеглих територій.

**3-й вид. Підтоплення території природними поверхневими водами.**

Під цим розуміють постійне або сезонне підтоплення та заболочення низинних територій на площах

водозбору, де немає або є недостатній природний відтік води. На таких територіях розташовано деякі сільські населені пункти, сільськогосподарські та лісові угіддя.

Заходами захисту від прояву даного виду шкідливої дії вод є:

- спорудження дренажу;
- спорудження глибоких ставків великої ємності;
- здійснення осушувальних сільськогосподарських меліорацій тощо.

#### **4-й вид. Підтоплення території техногенними поверхневими водами.**

Під цим розуміють підтоплення територій у зоні техногенної діяльності внаслідок: фільтраційних втрат води із штучних водойм та зрошувальних каналів; перевищення норм зрошення; витоку води із систем водопостачання та каналізації тощо. Підтоплення техногенними водами у багатьох випадках додатково супроводжується забрудненням, засоленням, заболоченням земель, прилеглих до джерела витоку техногенних вод. В останні роки спостерігається тенденція до збільшення площ підтоплення селищеских територій та промислових підприємств внаслідок втрат води із водопровідно-каналізаційних мереж на цих територіях.

Заходами захисту від прояву даного виду шкідливої дії вод є:

здійснення профілактичних заходів та ремонтно-відновлювальних робіт на водогосподарських і водопровідно-каналізаційних системах;

- зменшення норм зрошення;
- запобігання інфільтрації техногенних вод у ґрунтовий масив шляхом спорудження протифільтраційних екранів на каналах, водоймах, полігонах промислових і побутових відходів тощо.

#### **5-й вид. Підтоплення території природними ґрунтовими водами.**

Під цим розуміють підтоплення території ґрунтовими водами, що шляхом інфільтрації живляться при-

родними водами на інших територіях, від яких ґрунтові води рухаються до території, що захищається.

Заходами захисту від прояву даного виду шкідливої дії вод є:

спорудження протифільтраційних завіс для перешкоди небажаному переміщенню ґрунтових вод до території, що захищається;

спорудження дренажу для відведення ґрунтових вод, що вже надійшли до території.

#### **6-й вид. Підтоплення території техногенними ґрунтовими водами.**

Під цим розуміють підтоплення території ґрунтовими водами, що шляхом інфільтрації забруднюються техногенними водами на інших територіях, від яких ґрунтові води рухаються до території, що захищається.

Заходами захисту від прояву цього виду шкідливої дії вод є:

спорудження глибоких протифільтраційних завіс для перешкоджання руху ґрунтових вод;

спорудження дренажу глибиною понад 4 м для відведення ґрунтових вод, що вже надійшли до території, що захищається.

#### **7-й вид. Руйнування об'єктів гідростатичною силою поверхневих вод.**

Під цим розуміють руйнування силою гідростатичного тиску поверхневих вод напірних стінок, гребель, запірної арматури тощо.

Заходами захисту від прояву цього виду шкідливої дії вод є:

модернізація та реконструкція гідротехнічних споруд та запірно-регулюючої арматури; нарощування тіла земляних дамб та гребель;

спорудження на укосах та в тілі земляних дамб і гребель протифільтраційних екранів та діафрагм тощо.

#### **8-й вид. Руйнування об'єктів гідростатичною силою ґрунтових вод.**

Під цим розуміють руйнування силою гідростатичного тиску ґрунтових вод заглиблених гідротехнічних споруд, облицювання каналів (фото 6.1).



**Фото 6.1. Руйнування силою гідростатичного тиску ґрунтових вод бетонного облицювання Північно-Кримського каналу на ділянці 357 ÷ 358 км**

Заходами захисту від прояву цього виду шкідливої дії вод є:

створення дренажних прорізів у стінках заглиблених споруд та в облицюваннях каналів;

спорудження дренажу на прилеглих до гідротехнічних споруд територіях;

дотримання рекомендованих режимів споруження зрошувальних каналів.

#### 9-й вид. Руйнування об'єктів гідродинамічною силою поверхневих вод.

Під цим розуміють руйнування гідротехнічних об'єктів силою гідродинамічної дії поверхневих вод, наприклад руйнування покриттів берегів річок у період проходження паводку.

Захист від прояву даного виду шкідливої дії вод здійснюють за 2 основними варіантами:

використовують більш стійкі до руйнування потоком води споруди, наприклад, стійкіші до руйнування берегоукріплювальні покриття русел річок;

зменшують пікові витрати потоку води, наприклад, шляхом будівництва акумуляційних ємностей.

### 6.2.3. Основні етапи визначення ефективності заходів захисту від шкідливої дії вод

#### Етап 1. Визначення збитків внаслідок шкідливої дії вод.

Загальні збитки  $Z$  внаслідок прояву шкідливої дії вод для певної території або об'єкту, що пошкоджується водою, визначають за формулою:

$$Z = Z^{Ekn} + Z^{Ekl} + Z^{Cn}, \text{ тис. грн.}, \quad (6.1)$$

де  $Z^{Ekn}$  – економічні збитки, тис. грн.;

$Z^{Ekl}$  – екологічні збитки, тис. грн.;

$Z^{Cn}$  – соціальні збитки, тис. грн.

До складу економічних збитків  $Z^{Ekn}$  входять: збитки, завдані основним фондам; збитки, завдані обіговим фондам; збитки, завдані готовій продукції підприємств та господарств;

збитки внаслідок простоїв підприємств та порушень ритму їх роботи;

збитки, пов'язані із виконанням попереджувальних, аварійно-відновлювальних та рятувальних заходів в екстремальних ситуаціях;

непрямі економічні збитки.

До складу екологічних збитків  $Z^{Ekl}$  входять:

збитки, завдані природним ресурсам;

збитки, завдані рекреаційним зонам;

збитки, завдані природно-заповідному фонду.

До соціальних збитків  $Z^{Cn}$  належать:

збитки у результаті втрати життя та здоров'я громадянами;

збитки, пов'язані із тимчасовим порушенням постачання громадян продовольчими та промисловими товарами внаслідок ускладнення транспортних перевезень;

збитки, пов'язані із погіршенням житлових умов громадян;

збитки, пов'язані з неможливістю працівникам своєчасно потрапити на роботу;

збитки у вигляді моральної шкоди громадянам внаслідок руйнування їх планів тощо.

#### Етап 2. Визначення витрат на здійснення заходів захисту від шкідливої дії вод.

Витрати на здійснення комплексу заходів захисту від шкідливої дії вод складаються із капітальних та експлуатаційних витрат і визначається за формулою:

$$V^T = \sum K^T + bT, \quad (6.2)$$

де  $T$  – розрахунковий термін експлуатації захисної системи, рік;

$V^T$  – витрати на здійснення комплексу захисних заходів протягом терміну часу  $T$ , тис. грн.;

$\sum K^T$  – сума капітальних витрат на будівництво комплексу захисних споруд, тис. грн.;

$b$  – річні витрати, пов'язані з експлуатацією системи, тис. грн./рік.

#### Етап 3. Визначення позитивного ефекту від здійснення заходів захисту від шкідливої дії вод.

Шляхом розрахунків та прогнозування визначають можливі фізичні показники збитків для певних видів прояву шкідливої дії вод протягом розрахункового терміну часу  $T$  у разі, якщо превентивні захисні заходи не буде застосовано. На основі фізичних показників за формулою 6.1 визначають розмір можливих збитків  $ZT$  протягом розрахункового терміну часу  $T$  у разі незастосування превентивних захисних заходів.

У разі застосування превентивних захисних заходів збитки  $ZT$  буде відвернуто. Величина відвернутих превентивними захисними заходами збитків  $VZT$  дорівнює величині можливих збитків  $ZT$  ( $VZT = ZT$ ). Величину відвернутих збитків  $VZT$  вважають позитивним ефектом, отриманим протягом терміну часу  $T$  внаслідок здійснення захисних заходів.

#### Етап 4. Визначення показників економічної ефективності від здійснення заходів захисту від шкідливої дії вод.

Показники економічної ефективності розраховують за формулами:

$$\text{Повний економічний ефект } E = VZT - B^T; \quad (6.3)$$

$$\text{Річний економічний ефект } Ep = (VZT - B^T) / T; \quad (6.4)$$

$$\text{Індекс дохідності інвестицій } \dot{I} = VZT / B^T; \quad (6.5)$$

$$\text{Рентабельність } P = (VZT - B^T) / B^T. \quad (6.6)$$

### 6.3. ЗАХИСТ ТЕРИТОРІЙ НА ОСНОВІ ІНТЕГРОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ПАВОДКОВИМ СТОКОМ В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНИХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН

#### 6.3.1. Коротка характеристика основних документів із оцінки впливу кліматичних змін на Землі

**Рамкова конвенція ООН зі зміни клімату (РКЗК ООН), 1992** – міжнародний екологічний договір, мета якого полягає у стабілізації концентрації парникових газів в атмосфері на такому рівні, що не допускатиме небезпечного антропогенного впливу на клімат. Обговорення РКЗК ООН відбулося в Ріо-де-Жанейро (Бразилія) на Конференції Організації Об'єднаних Націй із навколишнього середовища і розвитку (КООНОСР), неофіційно названої як Саміт Землі. Конвенцію прийнято 9 травня 1992 року, й відкрито для підписання 4 червня 1992 року. Конвенція вступила в силу 21 березня 1994 року. Від імені України конвенцію підписано 11 червня 1992 року та ратифіковано 29 жовтня 1996 року. Станом на березень 2014 року РКЗК ООН об'єднує 196 Сторін (країн).

Щорічно, починаючи з 1995 року, Сторони Конвенції періодично зустрічаються на конференціях для оцінки прогресу в боротьбі зі зміною клімату.

**Київський протокол, 1997.** Одним із перших завдань, поставлених РКЗК ООН, є створення національних кадастрів викидів та абсорбції парникових газів. У 1997 році на 3-ій конференції сторін Конвенції укладено **Київський протокол**, тобто юридично оформлено зобов'язання для розвинених країн зі скорочення викидів парникових газів. Протокол зобов'язав розвинені країни та країни із перехідною економікою скоротити або стабілізувати викиди парникових газів у **2008–2012** роках до рівня **1990** року. На сьогодні підписали та ратифікували протокол 191 країна, в тому числі більшість промислово розвинутих країн, крім **США**, що підписали, але не ратифікували угоду, а пізніше анонсували про свій намір покинути Конвенцію. У зв'язку з інтенсивним підвищенням температури на планеті десятки членів Національної академії наук США, в тому числі 30 лауреатів Нобелівської премії, опублікували відкритий лист у 2015 році, закликаючи Вашингтон не виходити з міжнародної угоди, потрібної, щоб уповільнити глобальне потепління. Але це не вплинуло на рішення США й президент Дональд Трамп у червні 2017 року оголосив, що США виходять із Паризької угоди про клімат, укладеної 2015 року. Одночасно він наголосив, що Вашингтон почне нові переговори про угоду з клімату на умовах, вигідних для США.

**Паризька угода, 2015.** Наступним документом у рамках Рамкової конвенції ООН про зміну клімату стала **Паризька угода** щодо регулювання заходів зі зменшення викидів двоокису вуглецю з 2020 року. Текст угоди було погоджено на **21-ій Конференції учасників Конвенції**, що пройшла у Парижі. Паризька кліматична угода, призвана не допустити підвищення середньої температури більш, ніж на 2 градуси. У 2020 році Паризька угода має замінити Київський протокол.

В **Україні** виконання вимог цієї конвенції та впровадження механізмів **Київського протоколу** до неї, у тому числі в частині реалізації проектів, спрямованих на охорону навколишнього природного середовища, є метою діяльності **Національного агентства екологічних інвестицій України** (з вересня 2014 року ці функції передано Мінекології України). Україна підписала **Паризьку угоду** цієї Конвенції 22 квітня 2016 року у м. Нью-Йорк. Верховна Рада України ратифікувала її 14 липня 2016 року.

### 6.3.2. Зміни клімату та наслідки потепління на Землі

Протягом ХХ сторіччя температура повітря в середньому на Землі підвищилась на 0,6°C, до того потепління у високих широтах північної півкулі було в декілька разів вище за зазначену величину.

6 літніх місяців 2015 та 2016 років увійшли до числа 17 найспекотніших місяців, зареєстрованих за весь історичний період метеоспостережень, тобто за останні 136 років. Липень 2016 року став рекордно найспекотнішим місяцем за всю історію метеоспостережень на Землі. Літні місяці 2017 року були найспекотнішими у Європі за останні 10 років. Учені наголошують про значний вплив парникових газів

на збільшення температури на Землі й прогнозують, що внаслідок такої ситуації, станом на 2030 рік, світова економіка зазнаватиме збитків у розмірі майже 2 трильйони доларів США за рік, пов'язаних із впливом зміни клімату на продуктивність праці.

Зміна клімату в найближчому майбутньому негативно впливатиме на економіку 43 країн, переважно в Азії. Зокрема, до 2030 року в результаті «теплого стресу» валовий внутрішній продукт Китаю зменшиться на 1%, Індонезії – на 6%, а сумарні втрати ВВП Китаю та Індії досягатимуть 450 млрд. доларів США за рік.

Зміна клімату найбільше вплине на суспільство та екосистеми саме через вплив **води** – її непередбачуваний надлишок в одних місцях та нестача в інших місцях. Крім того, зміна клімату однозначно позначиться на якості води, оскільки існує ризик забруднення систем водопостачання.

Наслідки глобального потепління передусім позначатимуться на країнах із середнім і низьким рівнями доходу.

**Паводки та зміни клімату.** Незважаючи на те, що свого часу відомий гідролог О.І. Воейков [4] сформулював положення про те, що річки можна розглядати як **продукт клімату**, але розділ гідрології, що вивчає русла річок і руслові процеси до недавнього часу розвивався без усякого взаємозв'язку із дослідженнями клімату, його змінами та впливом на водність природних водотоків.

З початку ХХІ віку внаслідок затоплення високими водами постраждало понад 3 млн. людей на території, підпорядкованій Європейській економічній комісії Організації Об'єднаних Націй (ЄЕК ООН), включаючи 1,9 млн. осіб тільки у Східній Європі. В останні роки почастішали катастрофічні паводки, збільшились їх економічні, соціальні та екологічні наслідки та збільшилась кількість, спричинених ними, людських жертв.

Оцінюючи серйозність такої ситуації й приймаючи до уваги розширення територій, де відбуваються зміни клімату, можна передбачити, що такі очікувані кліматичні зміни призведуть до того, що затоплення стануть частішими та масштабнішими.

Слід зазначити, що, зазвичай, паводки провокують і супроводжують інші катаклізми: зсуви, селі, буревії, можливим є забруднення та зараження джерел водопостачання тощо. Тому збитки внаслідок затоплень територій високими водами за своїми масштабами займають 2-е місце після збитків, спричинених землетрусами.

Спеціалісти звертають увагу на особливість проходження сучасних паводків, констатуючи той факт, що норма опадів на територіях, що зазнали затоплення, залишається такою ж, як і раніше, але інтенсивність їх випадання в часі значно прискорилась. Наприклад, у м. Житомир у вересні 2013 року за 6 годин безперервної зливи випала місячна норма дощових опадів, що становила 72 мм. Затоплення внаслідок інтенсивних злизових дощів зазнали міста Луцьк та Одеса у вересні 2016 року.

Результати наслідків останніх катастрофічних паводків, що пройшли на річках Українських Карпат у 1998, 2001 та 2008 роках, і паводки у світі, що відбулися за період 2008–2017 роки, засвідчують, що слід мати чітку схему пропуску паводкових витрат і бути впевненими у надійній роботі всіх гідротехнічних споруд, особливо під час такого раптового та швидкоплинного гідрологічного процесу, як паводок.

Спеціалісти констатують, що до тих пір, доки не буде здійснено всю систему захисних заходів у річковому басейні, затоплення завжди будуть можливими [5, 6].

Сучасна тенденція протипаводкового захисту передбачає **інтегроване управління паводковим стоком**, що, у свою чергу, містить:

- 1) попередження затоплень;
- 2) захист від затоплень; готовність до можливого затоплення;
- 3) невідкладні заходи;
- 4) відновлення після наслідків затоплення.

### 6.3.3. Протипаводковий захист і дослідження з регулювання русел

Аналіз наявних традиційних методів і схем регулювання водних потоків показує, що найактуальнішими та найефективнішими на сьогодні є: **стабілізація русел річок і здійснення протипаводкового захисту** [7].

Цими питаннями займаються спеціалісти кафедри гідротехнічного будівництва та гідравліки Національного університету водного господарства та природокористування, м. Рівне. Кафедра має дієву унікальну та найпотужнішу в Україні гідротехнічну лабораторію, загальною площею 915 м<sup>2</sup>, здійснюються інноваційні наукові розробки, можливе виконання фізичного та математичного моделювання гідротехнічних споруд, річкових русел і руслових потоків, у тому числі дослідження з комплексного регулювання русел річок (фото 6.2 та 6.3) та протипаводкового захисту (фото 6.4 та 6.5) [8].

На сьогодні, у період глобальних кліматичних змін на Землі, варіант захисту із використанням протипаводкових акумулюючих емкостей є найперспективнішим внаслідок поєднання та одночасного використання в захисній схемі класичних гідротехнічних і традиційних регуляційних споруд.

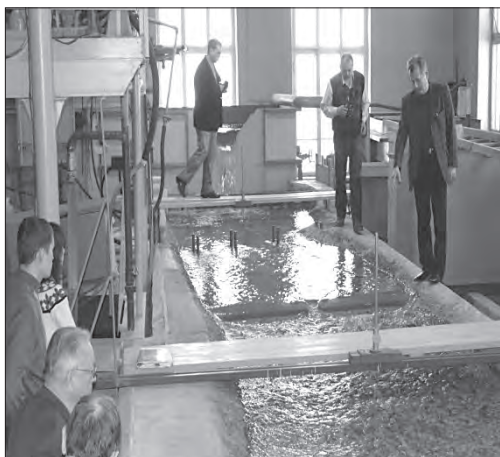


Фото 6.2. Лабораторні модельні дослідження донних порогів для стабілізації русла р. Дністер у м. Старий Самбір Львівської області



Фото 6.3. Донні пороги, побудовано на р. Дністер у м. Старий Самбір Львівської області (за рекомендаціями кафедри ГТБГ)

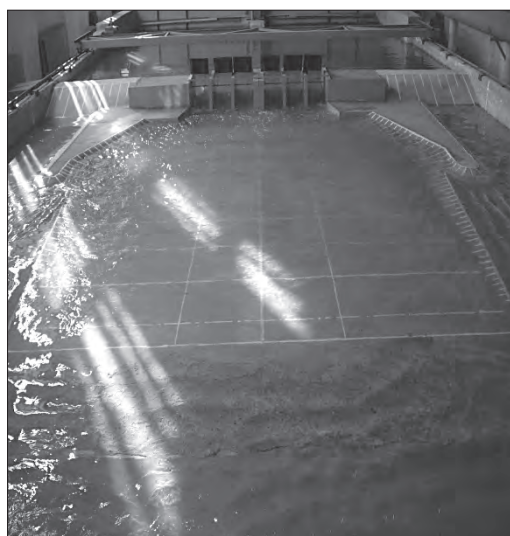


Фото 6.4. Лабораторні дослідження протипаводкової акумулюючої емкості на р. Тиса у Закарпатській області



Фото 6.5. Лабораторні дослідження протипаводкової акумулюючої емкості «Тершаків» на р. Бистриця у Львівській області

Отже, аналізуючи надану інформацію, слід зазначити, що:

глобальне потепління на Землі призведе до підвищення температури навколишнього природного середовища;

підвищення температури призведе до посух і дефіциту прісної води, що обумовить посилення людської агресивності, і, як наслідок, – до збільшення глобальних конфліктів: за прогнозами до 2050 року їх кількість збільшиться в 4 рази;

весь час пріоритетною проблемою будуть **річкові та прибережні паводки та повені, а також посухи**. Ідеальний вихід – поєднання потужних інженерних рішень (споруд) і створення протипаводкових емкостей із захисною метою, а також внаслідок можливості їх використання як резервуари для накопичення та збереження запасів прісної води;

для захисту від негативних проявів води рекомендуємо використовувати схеми захисту та регуляційні конструкції, розроблені та апробовані кафедрою гідротехнічного будівництва та гідравліки НУВГП.

#### 6.4. КОНЦЕПЦІЯ ПРОТИПАВОДКОВОГО ЗАХИСТУ В УКРАЇНІ

Найактуальніші водогосподарські проблеми в Україні: захист від затоплення та підтоплення територій паводковими і повеневими водами; відновлення та розвиток гідромеліорації земель; забезпечення громадян питною водою; відновлення та розвиток малої гідроенергетики; забезпечення надійної роботи наявних гідротехнічних споруд. Усі вищезазначені проблемні питання спроможні вирішувати науковці та фахівці Національного університету водного господарства та природокористування (НУВГП).

На наш погляд, для ефективного вирішення глобальної та актуальної проблеми – здійснення захисту територій від затоплення, необхідно поєднати зусилля спеціалістів, які працюють на Землі – гідротехніків, гідрологів, гідрогеологів і спеціалістів, які, використовуючи спеціальне супутникове обладнання, здійснюють моніторинг Землі методом дистанційного зондування (ДЗЗ) і можуть прогнозувати стихійні лиха, в тому числі урагани, затоплення

внаслідок річкових паводків і прибережних повеней тощо.

Усе більшого визнання набуває концепція, згідно з якою традиційні засоби протипаводкового захисту слід використовувати в поєднанні з регулюванням паводкового стоку – **здійснювати управління паводковими витратами**, під час цього обов'язковими до використання є протипаводкові емкості в поєднанні з регуляційними спорудами.

Протипаводкові емкості в нормальних умовах – порожні емкості, що заповнюються тільки під час паводків рідкої повторюваності, а спрацювання заакумульованого об'єму здійснюється після проходження паводка. Досвід роботи таких споруд на Дністрі показує, що поріг водозабірних споруд, що є основною спорудою захисної схеми, необхідно влаштовувати на позначках, що відповідають витратам у річці з діапазоном забезпеченостей від 20 % до 1 %. Для цього необхідно обов'язково здійснювати лабораторну перевірку роботи таких споруд, охопивши найширший прогностований (але можливий під час експлуатації) діапазон витрат і рівнів високої води на предмет перевірки пропускної спроможності споруд. Ці питання вирішує кафедра гідротехнічного будівництва та гідравліки НУВГП (м. Рівне).

У Європі регулювання паводкового стоку почали впроваджувати з XIX століття. Одним із перших захищених об'єктів було місто Відень. Вище міста за течією в межах пониженої частини річкової долини р. Дунай було побудовано 7 басейнів із вимощенням їх ложа камінням, що виконували роль паводкозатримувальних емкостей.

На сьогодні, сусідні з Україною країни – Румунія та Угорщина, на які припадає відповідна доля Карпатських гір і гірських річок, тобто мають аналогічні умови з гірськими річками Українських Карпат, а також проблеми із протипаводковим захистом, випереджують нас у плані будівництва протипаводкових емкостей. Так, наприклад, в Угорщині у 2008 році побудовано польдер «Циганд» (фото 6.6); у 2014 році здано в експлуатацію найбільший паводкоакумулюючий польдер у Середній Європі (фото 6.7). Він розташований в межиріччі річок Самош – Красна. Польдер реалізований у рамках програми «Подальший Розвиток Плану Вашаргелі» за фінансової підтримки ЄС.



Фото 6.6. Водозабірна споруда протипаводкової акумулюючої емкості «Циганд», Угорщина, 2008 рік



Фото 6.7. Водозабірна споруда найбільшого протипаводкового акумулюючого польдера в середній Європі, Угорщина, 2014 рік

#### 6.4.1. Обґрунтування необхідності будівництва акумулюючих ємкостей

Паводок, що був у Прикарпатті 23–27 липня 2008 року, завдав значних збитків економіці України; він характеризується катастрофічними наслідками і, на жаль, не обійшлося без людських жертв. За оцінкою спеціалістів, прямі збитки внаслідок липневого паводка 2008 року становлять біля 6 млрд. гривень, тільки в Львівській області понад 340 млн. гривень. Для ліквідації наслідків паводку 2008 року та попередження надалі катастрофічним проявам водної стихії розроблено «Державну цільову програму комплексного протипаводкового захисту в басейнах річок Дністра, Пруту та Сірету» [7] та «Схему» [9] до цієї програми, де використано кращий світовий і вітчизняний досвід проектування споруд протипаводкового захисту. Згідно з Програмою однією з основних споруд протипаводкового комплексу будуть: **проти-паводкові акумулюючі ємкості, польдери та проти-паводкові водосховища**. На кінець завершення Програми (2025 рік) їх загальна кількість повинна становити 139 шт.

#### 6.4.2. Особливості проектування акумулюючих ємкостей

Хронологія розроблення проектних рішень у заплаві р. Дністер у Львівській області є такою.

У 1997 році для захисту населених пунктів від затоплення інститутом «Львівдипроводгосп» розроблено «Схему протипаводкового захисту в заплаві р. Дністер Львівської області». Під час розроблення цієї «Схеми...» розглянуто ряд варіантів схем захисту й за основний прийнято варіант, що забезпечує зменшення розрахункових рівнів у річці внаслідок трансформації паводкового стоку на площі протипаводкових акумулюючих ємкостей, влаштованих на заплаві.

У 1999 році розроблено проектну документацію «Акумуляція паводка на правобережній заплаві р. Дністер в районі с. Тершаків Городоцького району Львівської області», згідно з якою передбачено влаштувати акумулюючу ємкість «Тершаків» об'ємом 50 млн. м<sup>3</sup>.

У 2002 році розроблено проект об'єкта «Акумуляція паводка на заплаві р. Дністер в районі с. Чайковичі», яким передбачено влаштування акумулюючої ємкості «Чайковичі» об'ємом 55 млн. м<sup>3</sup>. Реалізація ємкос-

тей «Чайковичі» та «Тершаків» дозволяла зменшити рівень води під час проходження паводка в розрахунковому створі на 1,0 м.

Аналіз результатів проходження паводків показав, що влаштування тільки 2 акумулюючих ємкостей – «Чайковичі» та «Тершаків» не вирішує проблему захисту населених пунктів, розташованих у верхній частині Дністра (Чайковичі, Мости, Монастирець, Тершаків). У зв'язку з цим запропоновано додатково влаштувати ще одну акумулюючу ємкість об'ємом 57 млн. м<sup>3</sup> на правобережній заплаві вище с. Мости (ємкість «Мости»).

Першочерговими заходами в реалізації Державної програми у Львівській області заплановано будівництво 3 акумулюючих ємкостей для трансформації паводкового стоку р. Дністер: «Чайковичі» (об'єм акумуляції – 55 млн. м<sup>3</sup>), «Мости» (об'єм акумуляції – 57 млн. м<sup>3</sup>), «Тершаків» (об'єм акумуляції – 50 млн. м<sup>3</sup>) (рис. 6.2). У підсумку 3 ємкості зможуть акумулювати 162 млн. м<sup>3</sup> води, що дозволить знизити горизонт води у розрахунковому створі р. Дністер (у місці впадіння р. Бистриця до р. Дністер, біля с. Липиці) на 2,21 м і захистити від підтоплення 30 тис. га території, 25 населених пунктів, позитивно вплине на проходження наступних паводків і зменшить ризик затоплення територій у сусідніх областях, розташованих нижче за течією – Львівській, Івано-Франківській та Тернопільській областях.

Першою із вищезазначених ємкостей розпочато будівництво акумулюючої ємкості «Тершаків». Для прогнозування майбутньої надійної роботи проти-паводкового комплексу та його складної конструкції для цієї ємкості було здійснено гідравлічне лабораторне дослідження моделі автоматичного бокового водозабору (фото 6.8). Ємкість «Тершаків» буде розташовано найнижче за течією Дністра біля с. Тершаків, але обрана для будівництва першою, оскільки це найнебезпечніше місце під час проходження паводків: тут стікаються аж 4 річки – Дністер (основна річка), її притоки – річки Верищиця, Бистриця та Тисмениця. На сьогодні основні споруди цієї ємкості побудовано.

Другою до будівництва прийнято ємкість «Чайковичі» у верхів'ї річки Дністер біля с. Чайковичі, що буде акумулювати 55 млн. м<sup>3</sup>, що дозволить понизити рівень води на 0,7 м і захищатиме територію з площею більше 10 тисяч гектарів. На сьогодні цю споруду побудовано та прийнято в експлуатацію (фото 6.9).



Фото 6.8. Лабораторні дослідження бокового водозабору протипаводкової акумулюючої ємкості «Тершаків» на р. Бистриця у Львівській області



Фото 6.9. Реальний боковий автоматичний водозабір протипаводкової акумулюючої ємкості «Чайковичі» на р. Дністер у Львівській області



На стадії завершення об'єкт у Мостах, він акумулюватиме 57 млн. м<sup>3</sup>.

Слід зазначити, що всі ємкості, тою чи іншою мірою, включались до роботи. Так, наприклад, під час інтенсивних дощових опадів 15 – 16 травня 2014 року внаслідок підняття рівнів води у р. Дністер спрацювала протипаводкова ємкість «Тершаків», що дало змогу заакумулювати понад 21 млн. м<sup>3</sup> надлишкового паводкового стоку, чим було забезпечено захист 20 населених пунктів.

#### 6.4.3. Протипаводковий захист і мала гідроенергетика

Спеціалісти в галузі гідротехнічного будівництва та гідроенергетики переконані, що, здійснивши захист від затоплення високими водами методом створення штучних протипаводкових водойм, ці водойми можна використовувати, як джерело для виробництва електроенергії. Основне завдання полягає у виборі раціонального компонування гідроспоруд гідроек-

трянції відносно розташування водойм, де буде накопичуватись вода під час паводків або повеней високої вірогідності.

Відомо, що всі гідротехнічні споруди, що створюють напір, мають гідроенергетичний потенціал, тому їх доцільно використовувати як виробники екологічно чистої електроенергії. Вважають, що найрентабельнішими будуть такі малі ГЕС, під час створення яких використовують наявний напірний фронт (готові підпірні гідротехнічні споруди), побудовані раніше з іншою метою (для водопостачання, риборозведення, рекреації тощо), але їх доцільно використовувати на сьогодні для створення малих гідроеклектростанцій. Згідно із зарубіжними даними, витрати під час спорудження нових малих ГЕС мають такий розподіл: гідроспоруди та будівлі – 45–50 %, основне обладнання – 25–35 %, засоби автоматизації та регулювання – 15 %; затрати на інфраструктуру територій – 5–10 %. Під час використання готового напірного фронту витрати на будівництво зменшуються на 30–40 %.

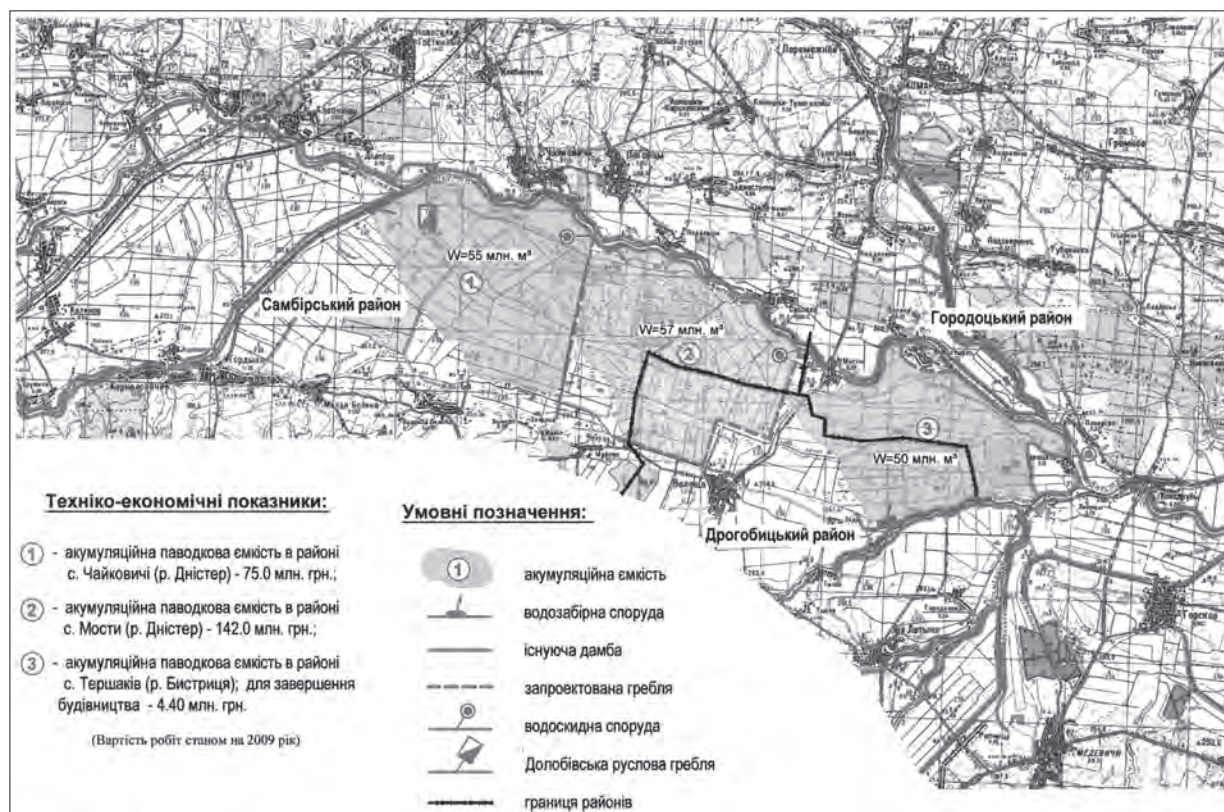


Рис. 6.2. Схема протипаводкового захисту із використанням акумулюючих ємкостей у басейні р. Дністер у Львівській області

Тому ми рекомендуємо, в першу чергу, використовувати для відновлення малої гідроенергетики ті створи, де раніше побудовано малі ГЕС, але в часі вони зазнали руйнування. По-друге, пропонуємо проектувати нові малі ГЕС, що мають право на свою реалізацію з метою раціонального гідроенергетичного використання водних ресурсів, включаючи будівництво міні-ГЕС, але для цього потрібно здійснити водноенергетичне обґрунтування запропонованих варіантів із детальною оцінкою соціальних, економічних і екологічних умов на зазначеній території [10–12].

Рекомендації з наданої інформації є такими: період підвищення й глобалізації водності на всій Землі диктує необхідність поєднання та одночасного використання у захисній схемі класичних гідротехнічних споруд (польдерів, протипаводкових акумуляційних ємкостей, водосховищ) і традиційних регуляційних споруд;

схеми протипаводкового захисту, що включають до свого складу польдери, акумулюючі ємкості, бокові водозабори, водовипуски та традиційні регуляційні споруди, є досить складними, оскільки на них покла-

дено функцію регулювання паводкових витрат. Тому, для перевірки майбутньої роботи такої схеми необхідно попередньо здійснювати гідравлічне моделювання, як метод прогнозування роботи споруд під час проходження майбутнього паводка або повені;

у 2014 році під час інтенсивних дощових опадів 15–16 травня 2014 року внаслідок підняття рівнів води в р. Дністер спрацювала недобудована до кінця проти-паводкова ємність «Тершаків» у Львівській області, що дало змогу заакумулювати понад 21 млн. м<sup>3</sup> надлишкового паводкового стоку, чим було забезпечено захист 20 населених пунктів. Цим було доведено ефективність використання таких споруд;

стратегія розвитку гідроенергетики в «Енергетичній стратегії України на період до 2030 року» передбачає спорудження нових малих ГЕС на малих водотоках, в тому числі на існуючих водоймах (греблях), в системах технічного водозабезпечення та водовідведення, мікро- та міні-ГЕС для самоенергозабезпечення окремих підприємств (сумарна потужність 121 МВт, приріст виробництва електроенергії 426 млн. кВт-годин) [10, 11]. Для цього попередньо слід здійснити водно-енергетичне обґрунтування запропонованих варіантів енергетичних об'єктів із детальною оцінкою соціальних, економічних та екологічних умов на зазначеній території [11, 12].

### 6.5. ЕНЕРГООЩАДНІСТЬ ПІД ЧАС УКРІПЛЕННЯ БЕРЕГІВ ВОДОСХОВИЩ

Характеризуючи питання з енергоощадності берегоукріплювальних заходів розглядаємо:

актуальність проблеми захисту берегів (на прикладі великих дніпровських водосховищ);

основні принципи укріплення берегів; види та типи споруд;

характеристику енергії вітрових хвиль, що надходять до берегів на різних ділянках дніпровських водосховищ;

використання енергії хвильового впливу для захисту берегів [13].

#### 6.5.1. Актуальність проблеми укріплення берегів

Актуальність проблеми укріплення берегів є впродовж всього терміну експлуатації водосховищ.

Наприклад, для дніпровських водосховищ довжина абразійних та ерозійних берегів становить більше 32 % від загальної їх довжини.

Інженерно-геологічне обґрунтування здійснюється на основі інженерних вишукувань, що складаються з інженерно-геодезичних та інженерно-геологічних робіт.

У результаті інженерно-геологічного обґрунтування здійснюють геолого-геоморфологічну характеристику ділянки берегоукріплення, у тому числі дані про стадію розвитку та генетичний тип берегу, основні геодинамічні процеси, розміщення у схемі інженерно-геологічного районування, результати лабораторного аналізу ґрунтів відмілини та берегового уступу, прогноз розвитку берегу.

Під час проектування берегоукріплень здійснюють спеціальні дослідження, що складаються з:

вивчення руслових процесів у верхів'їв водосховища та процесів переробки берегів;

вивчення елементів течії та вітрових хвиль у межах берегового схилу;

вивчення змін у морфології схилу та пересуванні наносів.

На основі результатів багаторічних досліджень ефективності берегоукріплювальних споруд на дніпровських водосховищах [13] маємо змогу визначити також найбільш енергоощадний тип берегоукріплення.

Комплексом питань під часу такого розгляду є такі: оцінка ефективності берегоукріплень під час їх довготривалої наявності у водосховищі, що має велике значення для подальшої діяльності з їх утримання та нового будівництва;

врахування відповідності способу берегоукріплення особливостям об'єктів захисту, умовам експлуатації цих споруд з точки зору гідрологічного районування водосховищ;

аналіз основних факторів, умов розвитку берегової зони та територій формування динамічних систем берегів під час проектування та створення берегоукріплювальних споруд.

Слід мати на увазі, що після створення каскаду дніпровських водосховищ під водою опинились великі ділянки річкової заплави. Берегова лінія на значних територіях межує з прибережними терасами або з береговими схилами. Ці ділянки берегів складено переважно з алювіальних та лесових порід, є надзвичайно динамічними, легко руйнуються під впливом хвильової та вітрової енергії. Тому на окремих ділянках водосховищ берегоукріплення є доцільним, а інколи єдиним методом стабілізації берегу.

**Основні принципи укріплення берегів водосховищ є такі:**

берегоукріплення – екологічно обґрунтований елемент інженерно-біотехнічного упорядкування прибережної захисної смуги (ПЗС);

укріплення берегу як елемент рекреаційного упорядкування ПЗС має забезпечувати вільний доступ до води та до берегу;

під час укріплення берегу, що є елементом його динамічної системи, необхідно враховувати переміщення наносів, що вплине на термін безремонтної експлуатації або розмиву сусідніх ділянок берегів;

найдоцільнішою є берегоукріплювальна споруда активного типу з точки зору можливості регулювання режиму течій, потоків наносів, вітрового хвилювання, водногравітаційних процесів на схилах та берегових уступах;

для захисту берегів у сільських населених пунктах, лісових угіддях, ділянках ріллі доцільно вибирати методи поетапного будівництва штучних берегозахисних пляжів, окремих пляжних примивів;

берегоукріплення має бути комплексним, в якому застосовано елементи інженерного та біотехнічного упорядкування;

берегоукріплювальна споруда має бути економічно та екологічно обґрунтованою за вартісними, натуральними та відносними показниками;

місце та тип берегоукріплення підбирається з урахуванням місця ділянки захисту в системі інженерно-геологічного (геодинамічного) районування та стадії розвитку та типу берегу на ділянці захисту;

підбір схем, типів та видів берегоукріплень здійснюється з урахуванням природно-технічних процесів, соціально-економічних та екологічних факторів, перспектив комплексного використання водогосподарського об'єкту;

берегоукріплення потрібно будувати забезпечуючи надійний захист берегу протягом заданого терміну експлуатації, максимально використовуючи місцеві будівельні матеріали, застосовуючи оптимальні технології будівництва;

укріплення берегів у першу чергу здійснюється на ділянках, де відступання берегу є неприпустимим або у випадках, якщо будівництво та експлуатація берегоукріплювальних споруд за умовний термін їх експлуатації є більш дешевим, ніж перенесення об'єкту, де здійснюються захисні заходи, за межі визначеної зони берегозбереження;

заходи щодо захисту берегу, за довжиною якого формуються неоднакові гідрометеорологічні та інженерно-геологічні умови, розділяються на ділянки, де споруджують кріплення різні за типом та капітальністю;

на початку проектування збирається інформація щодо природних умов та ефективності здійснення берегоукріплювальних заходів [13].

#### 6.5.2. Види та типи споруд для укріплення берегів водосховищ

Раціональні заходи із берегоукріплення необхідно здійснювати з урахуванням класифікації берегозахисних заходів, умов і меж застосування, окремих типів та видів захисту.

Основні види захисту є такі:

**хвилезахисні:** вздовжберегові гравітаційні споруди – хвилевідбійні стінки; набережні різного призна-

чення та конструкції; хвильоломи; укисні покриття – монолітні, плиткові, покриття у вигляді збірних плит, сітчастих блоків, габіонів;

**хвилегасячі:** вздовжберегові – кам'яні банкети; піщані примиви; укисні покриття – штучні пляжі, кріплення зі штучною шорсткістю напірної грані; накиди каменю із оборотним фільтром або підготовки зі щебеню; мостіння, накид та укладання фасонних блоків різної форми; покриття із синтетичних матеріалів та вторинної сировини;

**пляжеутримуючі:** вздовжберегові – кам'яні банкети; піщані примиви; поперечні споруди – буни, моли, шпори, комбінований захист (пляжі з бунами), хвилеломи з траверсами;

**спеціальні заходи:** регулювання розвитку процесу – управління стоком річок; берегозахисні споруди, що імітують морфологічні природні форми; перебазування запасів наносів (підводні кар'єри для наміву, байпасні та інші); схилезахисні – протизсувні та протиерозійні; штучне поліпшення фізико-механічних властивостей ґрунтів шляхом ін'єкцій та просочення; фітозахист (посадка рослин та задернування);

**експлуатаційні:** берми та рисберми (для захисту основи та зменшення деформації наявних берегозахисних споруд); експлуатаційне просочення інертними матеріалами; реконструкція та додаткові заходи з укріплення укосу [13].

Перелічені вище типи та види захисту берегової зони необхідно виконувати з метою непогіршення умов, що склалися під впливом природних і техногенних факторів на суміжних (незахищених) територіях та акваторіях, а саме: не сприяти створенню підпору ґрунтових вод, заболочуванню, руйнуванню акумулятивних форм берегів, посиленню динаміки берегового процесу, утворенню та активізації зсувів.

Таблиця 6.1

#### Середньозважені середньобагаторічні дані з енергії вітрових хвиль E (тис. тм) до укосів захисних дамб на дніпровських водосховищах

Водосховища	Захисні дамби	Довжина по гребеню	Термін спостережень, (роки)	Кількість розрахункових точок	Сумарна середньозважена середньорічна енергія за термін спостереження $\sum E_{ср}$ , тис. тм	Середньорічна енергія за багаторічний період $\sum E_{ср}$ , тис. тм
Каховське	Дамба № 4	4,7	1956–1980 25	3	1605645	64226
	Дамба № 5	2,8	1956–1980 25	1	1572489	62900
	Дамба № 8	3,87	1958–1980 23	3	1033267	44925
	Нікопольська	3,85	1956–1980 25	5	1256343	50254
	Кам'янська	8,6	1958–1981 24	3	3652973	152207
	Знам'янська	7,2	1958–1981 24	3	2952275	123011
Дніпродзержинське	Верхньодніпровська	1,84	1965–1980 16	3	688628	43039
	Орельська	28,48	1965–1980 16	7	508806	31800
Кременчуцьке	Золотоніська	21,2	1960–1980 21	6	859635	40935

Важливою складовою проекту берегоукріплювальних робіт є інженерно-геологічне та гідродинамічне обґрунтування.

**Характеристику енергії вітрових хвиль** наведено за даними розрахунків енергії хвильового впливу (в тис. тм) на берег, що визначається за висотою хвиль та терміном дії вітру за безльодоставний період (таблиця). Енергію вітрових хвиль, що надходить до визначених точок, розраховано на різних ділянках дніпровських водосховищ за довжиною захисних дамб обвалування. Сумарна величина енергії розраховується на 1 м довжини берегу з урахуванням кута підходу хвиль згідно з методикою прогнозування перетворення берегів водосховищ [14].

За аналізом результатів розрахунків, наведених у таблиці 6.1 можна зазначити:

наявність величезної енергії вітрових хвиль на дніпровських водосховищах;

ця енергія є основою для оцінки енергоощадності під час укріплення берегів за умов її використання у будівничому напрямку.

Останнє твердження є цілком реальним, зважаючи на досвід впровадження в практику гідротехнічного будівництва **піщаних примивів**, що є інженерним рішенням із захисту укосів дамб [15, 16] та берегів від абразії.

Слід також зазначити, що досвід впровадження посилення піщаними примивами напірних укосів захисних дамб на Каховському водосховищі став ефективним заходом щодо їх стійкості проти руйнівної дії потужних вітрових хвиль, висота яких досягала 2,5 м під час шторму нечастої повторюваності у жовтні 1969 року [17, 18].

На прикладі примиву Кам'янської захисної дамби на Каховському водосховищі (де найбільша середньорічна енергія за багаторічний період за наведеними даними у таблиці) встановлено, що мостіння верхнього укосу, що працює під захистом примиву на сьогодні

41 рік, пошкоджень немає [13]. Враховуючи надійний захист напірного укосу Кам'янської дамби піщаним примивом (об'ємом 2,5 млн. м<sup>3</sup>), напірний укос Знам'янської дамби під час її експлуатації протягом 1959 – 2009 років періодично підсилюється на окремих ділянках наливом піщаної призьми на найнебезпечніших ділянках (об'єм наливу становив понад 1,7 млн. м<sup>3</sup>). Зараз є необхідність продовження робіт із підсилення сталості напірного укосу Знам'янської дамби примивом піску на ділянці від ПК 26 + 50 [13].

Застосування енергії хвиль використано під час впровадження за розробками Українського науково-дослідного інституту водогосподарсько-екологічних проблем (УНДІВЕП) разом з Дніпровським БУВР **локальних піщаних примивів** на 4 абразійних мисових ділянках Київського водосховища від с. Казаровичі до с. Глібівка та впровадженням УНДІВЕП разом з Укрводпроектком локальних примивів у проект берегоукріплення на абразійній ділянці Кременчуцького водосховища біля с. Васютинці та на берегах Куйбишевського водосховища на 2 ділянках у районі с. Тіньки (захист території плодороднопідільника та кладовища), де використано пісок, завезений баржами.

Не зважаючи на спосіб наливання піщаного ґрунту, такий тип берегоукріплювальної споруди є економічно та екологічно доцільним порівняно з традиційно застосованими типами споруд із каміння та бетону. На дніпровських водосховищах визначено більше 40 ділянок, перспективних для захисту абразійних берегів локальними піщаними примивами.

Можливість порціального наливів на визначений термін безремонтної експлуатації, застосування енергозберігаючих технологій шляхом використання енергії вітро-хвильового впливу [19] в процесі створення берегоукріплювальної споруди, сприяє збільшенню захищених берегів і створенню комфортних піщаних пляжів, що є також соціально вагомою їх перевагою.

### Література до Розділу 6

1. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення. – К.: 2006. – 240 с. – Режим доступу: <http://dbuwr.com.ua/docs/Waterdirect.pdf>
2. Закон України «Про затвердження Загальнодержавної цільової програми розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення басейну річки Дніпро на період до 2021 року» від 24.05.2012 № 4836-VI. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/4836-17>
3. Угода про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом і його державами-членами, з іншої сторони (електронне видання), Урядовий портал. – Режим доступу: <http://www.kmu.gov.ua>
4. Воейков О.І. Клімат земної кулі, особливо Росії. СПб., 1884.
5. Гинко С.С. Катастрофи на берегах рек. – Л.: Гидрометеоиздат, 1977. – 128 с.
6. Нежиховский Р.А. Наводнения на реках и озерах. – Л.: Гидрометеоиздат, 1988. – 184 с.
7. Державна цільова програма комплексного протипаводкового захисту в басейнах річок Дністра, Пруту та Сірету. – К.: Держводгосп України, 2008. – 11 с.
8. Шинкарук Л.А., Хлапук М.М., Якушев А.І. Гідроморфологічний моніторинг і регулювання р. Дністер в межах м. Старий Самбір // Водне господарство України. – 2011. – № 2. – С. 41–47.
9. Схема комплексного протипаводкового захисту в басейнах річок Дністер, Прут та Сірет (перша редакція). Основні положення. ВАТ «Укрводпроект», К.: 2008. – 26 с.
10. Розпорядження Кабінету Міністрів України «Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність»» від 18.08.2017 № 605-р. – Режим доступу: [http://search.ligazakon.ua/l\\_doc2.nsf/link1/KR170605.html](http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/KR170605.html)
11. Нікіторович В.О. Мала гідроенергетика України: вчора, сьогодні, завтра // Гідроенергетика України, № 4, 2009. – С. 44–46.
12. Романишин О.П. Протипаводкові заходи та мала гідроенергетика // Гідроенергетика України, № 3, 2009. – С. 50–57.

13. Ефективність та екологічна роль берегоукріплювальних споруд на дніпровських водосховищах. Монографія. КНУТД, К.: 2012, 120 с.

14. Методическое руководство по прогнозированию переработки берегов водохранилищ. П-30, ВНИИГ, Л., 1975.

15. Методика з проектування берегоукріплення локальним примивами з піщаних ґрунтів на водосховищах, які тривалий період експлуатуються з коливанням рівня до 2 м. ВНД 33-2.3-06-2003 – Держводгосп, К.: 2006, 74 с.

16. Цайц Е.С., Томильцева А.И., Соляник Д.И. Экономические показатели строительства и эксплуатации защитных дамб на Каховском водохранилище. – В кн.: Мелиорация и водное хозяйство. К., 1974, вып. 29, С. 46–52.

17. Томильцева А.И. Действие шторма на защитные сооружения Каховского водохранилища. – Гидротехника и мелиорация, 1972, № 5.

18. Томильцева А.И., Самойленко В.Н., Плосконос А.В., Стружко А.А. Эксплуатация защитных дамб на водохранилищах днепровского каскада. Материалы конференции и совещания по гидротехнике. Влияние водохранилищ ГЭС на хозяйственные объекты и природную среду. – Л., «Энергия», 1980. – С. 70–74.

19. Панасюк І.В., Томильцева А.І. Енергоощадність під час укріплення берегів водосховищ. VII Міжнародна науково-практична конференція «Нетрадиційні і поновлювані джерела енергії як альтернативні первинним джерелам енергії в регіоні», м. Львів, 2013.

---

---

**Питання для самоперевірки**  
**Розділ 6**

1. Базисні ознаки проблеми шкідливої дії вод.
2. Складові збитків внаслідок шкідливої дії вод.
3. Які нормативні документи з оцінки кліматичних змін на Землі.
4. Складові інтегрованого управління паводковим стоком.
5. Комплексне призначення протипаводкових ємкостей.
6. Основні споруди протипаводкового комплексу.
7. Приклади будівництва протипаводкових ємкостей в Україні.
8. Назвіть складові водноенергетичного обґрунтування запропонованих варіантів енергетичних об'єктів.
9. Види та типи берегоукріплювальних споруд на водосховищах.
10. У чому полягає енергоощадність під час укріплення берегів водосховищ локальними піщаними примивами.

## 7. МОНІТОРИНГ СТАНУ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ

### 7.1. СТАН ПИТАННЯ

Системний аналіз сучасного екологічного стану басейнів річок України та використання водних ресурсів окреслив найактуальніші проблеми:

це надмірне антропогенне навантаження на водні об'єкти, що призвело до зменшення самовідтворювальних можливостей річок та виснаження водоресурсного потенціалу;

відсутність автоматизованої постійно діючої системи моніторингу вод на підприємствах, і, в першу чергу, на підприємствах-забруднювачах;

відсутність дієвого контролю за скидами стічних вод.

З метою отримання повноцінної інформації щодо стану поверхневих вод, забезпечення точності, достовірності та оперативності вимірювань, прийняття обґрунтованих управлінських рішень необхідно вирішити такі першочергові заходи:

метрологічного забезпечення системи моніторингу поверхневих вод;

регламентів моніторингових робіт: вибору створів, термінів відбору проб та переліку показників, що визначаються у кожному створі;

методології екологічної оцінки стану поверхневих вод відповідно до вимог Водної Рамкової Директиви ЄС [1];

автоматизації моніторингу скидів забруднюючих речовин на підприємствах.

Моніторинг якості поверхневих вод здійснюється за басейновим принципом згідно з Програмою моні-

рингу поверхневих вод 27 лабораторіями на 436 створах 170 річок, 29 зрошувальних систем, 1 лимані та 11 каналах комплексного призначення.

Щорічно відбирається більше 3 тисяч проб поверхневої води, виконується близько 100 тисяч вимірювань показників, що характеризують гідрохімічний та фізико-хімічний стан водних об'єктів [2–4].

Результати моніторингу свідчать, що якість води основних джерел централізованого водопостачання не можна визнати задовільною. У більше ніж 80 % проб у контрольних створах зафіксовано перевищення нормативних значень вмісту забруднюючих речовин або показників фізико-хімічного стану поверхневих вод. Невідповідність нормативам відзначено найчастіше за показниками ХСК, БСК, кольоровість, залізо загальне, марганець, сухий залишок, жорсткість, сульфати, нафтопродукти, феноли.

В останні роки спостерігається тенденція до активнішого впливу на зміни якості вод сезонних коливань температурного фону. Щорічно літня спека спричиняє значне зменшення у воді водосховищ та у місцях міських водозаборів вмісту розчиненого кисню та, як наслідок, збільшення вмісту марганцю, органічного забруднення та «цвітіння» води.

Переважає більшість лабораторій водогосподарських організацій, що є у сфері управління Держводагентства України, оснащено засобами вимірювань, що є фізично та морально застарілими (технічний знос окремих приладів становить 95 %). Низький рівень матеріально-технічного забезпечення лабораторій не відповідає європейським підходам щодо орга-



Рис. 7.1. Веб-система «Моніторинг та екологічна оцінка водних ресурсів України» Держводагентства України

нізації моніторингу стану навколишнього природного середовища. Так, відсутність сучасного лабораторного обладнання та устаткування не дає змоги здійснювати інструментально-лабораторні вимірювання компонентів забруднення вод за гідробіологічними, токсикологічними показниками, що визначено як пріоритетні у Водній Рамковій Директиві ЄС [1].

Для оцінки екологічного стану водних об'єктів, їх гідрологічні, гідрохімічні та гідробіологічні особливості необхідно спиратися на результати гідроекологічного моніторингу.

Гідроекологічним моніторингом називають систему послідовних спостережень, збору, оброблення даних про стан водних об'єктів, прогнозування їх змін та розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття управлінських рішень та розроблення ефективних водоохоронних заходів.

Методики екологічного моніторингу водних об'єктів мають базуватися на комплексних галузевих та міжгалузевих методичних підходах з урахуванням всього різноманіття абіотичних, біотичних особливостей водних об'єктів та наслідків їх господарського використання. Базовими аспектами екологічного моніторингу є гідрологічні спостереження та екологічна оцінка якості вод.

Саме з урахуванням цих вимог, та на виконання статті 21 нової редакції Водного кодексу України (від 04.10.2016) готується законодавче затвердження нового Порядку здійснення державного моніторингу вод з 2019 року, де буде передбачено моніторинг біологічних, гідроморфологічних, хімічних та фізико-хімічних показників.

Для підвищення ефективності функціонування системи екологічного моніторингу якості поверхневих вод підрозділами Держводагентства України та забезпечення доступу населення до даних цього моніторингу у цьому Агентстві у 2017 році створено нову версію системи «Моніторинг та екологічна оцінка водних ресурсів України» (рис. 7.1) (розробник – ТОВ «Інститут розробки інформаційних систем»).

## 7.2. ГІДРОЛОГІЧНІ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ТА ВИМІРЮВАННЯ

Гідрологічні спостереження та вимірювання здійснюються за єдиною технологією відповідно до вимог нормативних документів УкрГМЦ (Настанова гідрометеорологічним станціям і постам – випуск 6, частина 1 – Гідрологічні спостереження та роботи на великих та середніх річках). Стандартні спостереження за гідрологічним режимом на стаціонарних водомірних постах УкрГМЦ в умовах стабільного водного режиму здійснюються щоденно двічі на добу – о 8-й та 20-й годинах за Київським часом і складаються із визначення: рівня води та його зміни за минулу добу, температури води та повітря, стану річки або характеристики льодових явищ (за їх наявності), товщини льоду та висоти снігу та льоду, щоденних (розрахункових) витрат води, кількості опадів за добу та за півдобу й тривалість їх випадання.

Відомості про щоденні витрати води, необхідні для оцінки водності річки, фактичного припливу води до водосховищ та його прогнозування, розраховуються організаціями гідрометеослужби та органів водного господарства на основі графічно-табульованої залеж-

ності між рівнями та витратами води. Такі залежності встановлюються окремо для кожного гідрологічного поста на основі інструментальних вимірів витрат води, що складаються з вимірів швидкості руслового потоку та площі його перетину.

Гідрометеорологічні особливості водних об'єктів України досліджуються за достатньою інформацією гідрометеорологічного моніторингу, що складається з: комплексу фактичних спостережень на стаціонарній мережі гідрометеорологічної служби за елементами гідрологічного та метеорологічного режиму;

розрахунків окремих параметрів (витрати води, дефіцит вологи повітря, характеристики водного балансу);

прогнозування характеристик водного та льодового режимів;

складання штормових попереджень щодо загроз негативних наслідків у період високих водопіль, активного льодоутворення та руйнування льоду, можливих заторів (зажорів), дощових паводків, маловоддя.

Передавання даних гідрометеорологічного моніторингу та оперативних гідрологічних та метеорологічних прогнозів і попереджень здійснюється на:

центральному рівні – відділом гідропрогнозів УкрГМЦ;

обласному рівні – оперативно-виробничою організацією гідрометеослужби – обласним центром з гідрометеорології (ЦГМ);

місцевому рівні – метеорологічними станціями.

Для оперативного взаємного інформування щодо гідрометеорологічного, водогосподарського станів, надзвичайних ситуацій, рівнів, витрат води, льодового стану на річках і водоймах, наповнення водойм, формування та проходження повеней, паводків та льодоходу, їх шкідливої дії розроблено та узгоджено з водогосподарськими організаціями графіки обміну відповідною інформацією із зазначеним терміном подання інформації, відповідальних спеціалістів, електронних адрес та номерів телефонів (у рамках затверджених Держводагентством України порядків взаємодії організацій, що належать до сфери управління Держводагентства України, розташованих у басейні річки, з питань управління водними ресурсами).

## 7.3. СИСТЕМА ОПТИМІЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ ВОДНИМИ РЕЖИМАМИ ГІДРОЕНЕРГЕТИЧНИХ КОМПЛЕКСІВ

Всі ГЕС сконструйовано для забезпечення добового регулювання навантаження. Їх роботу заплановано так, щоб функціонувати в години пікового навантаження (ранковий та вечірній піки енергопостачання, інші періоди пікового навантаження, пов'язані зі станом енергосистеми України) і зупинятися в період без навантаження. Вимоги до коливання рівнів води в періоди скидів води внаслідок добового реагування потребують точніших розрахунків сучасними методами моделювання хвиль попусків у руслах та детальнішого вимірювання рівнів води у режими реального часу використовуючи автоматизовані станції, яких ще немає на обох каскадах в необхідній кількості.

Більшість річок Дніпровського басейна належать до річок переважно снігового живлення і для яких характерною є тенденція до вирівнювання внутріш-

ньорічного розподілу стоку. На півночі та в центральній частині України доля снігового живлення трохи перевищує 50 % річного стоку, а на півдні вона збільшується до 80 % й більше. На річках снігового живлення найбільші середні місячні витрати води спостерігаються у березні – квітні, а найменші – наприкінці літа або на початку осені. Приток до Київського водосховища, верхнього водосховища Дніпровського каскаду, формується в басейнах верхнього Дніпра (на території Російської Федерації та Республіки Беларусь) та Прип'яті (на території України та Беларусі) – річками снігового живлення. Такий характер притоку потребує акумуляції води у водосховищах у весняний період для забезпечення енергетичних та інших потреб водокористування протягом року.

З урахуванням формування притоку води до Дніпровського каскаду особливе значення приймає задача значного збільшення точності прогнозування стоку весняної повені Верхнього Дніпра, Прип'яті та Десни, в умовах, коли один з цих басейнів практично повністю розташовано за кордоном України (Верхній Дніпро), а 2 інших (Десна та Прип'ять) є транскордонними річками. Така ситуація формує важливість задачі розроблення сучасної методології прогнозу притоку до Дніпровського каскаду з використанням даних дистанційного зондування землі.

### 7.3.1. Стан моніторингу гідрометеорологічних параметрів, що використовується для управління каскадами водосховищ

Основою гідрометеорологічного моніторингу стану річок басейну Дністра та Дніпра є наявна гідрометеорологічна мережа станцій і постів України, де здійснюються регулярні стандартні та спеціалізовані

спостереження, вимірювання параметрів водного, льодового, гідрохімічного режиму водних об'єктів та стану погоди. Ця мережа, яка раніше підпорядковувалась спеціалізованому державному органу – ДСНС України, після його ліквідації отримує методологічну та організаційну підтримку Українського гідрометеорологічного центру (УГМЦ) ДСНС України та підпорядковано частково УГМЦ, частково обласним та регіональним гідрометеорологічним центрам.

У басейні Дніпра, включаючи й його водозбір поза межами України (в Республіці Беларусь та Російській Федерації), регулярні спостереження за станом водних об'єктів здійснюється у створах 155 постів на річках та у створах 36 постів на дніпровських водосховищах; спостереження за параметрами та станом погоди здійснюють 112 метеорологічних станцій. Ці дані використовується під час поточного інформування та прогнозування гідрологічного режиму об'єктів (у тому числі й припливу води до водосховищ) на довгострокову перспективу (10 діб та більше). Наявну гідрометеорологічну мережу практично неавтоматизовано. У басейні р. Дністер вище району м. Могилів-Подільський працює 63 інформаційних гідрологічних поста (з них на 58 вимірюються витрати води); 12 метеорологічних станцій; на 60 маршрутах здійснюються маршрутні снігомірні зйомки. Стандартні елементи, що вимірюються (спостерігаються) і в подальшому використовуються під час гідрологічного прогнозування та обслуговування: рівень та витрати води; температура води та повітря; опади; льодові явища, товщина льодового покриву, висота снігу на ньому; висота снігового покриву та запас води у ньому; швидкість та напрямок вітру; вологість повітря.

Мережу гідропостів Дніпровського та Дністровського басейнів України зображено на рис. 7.2.

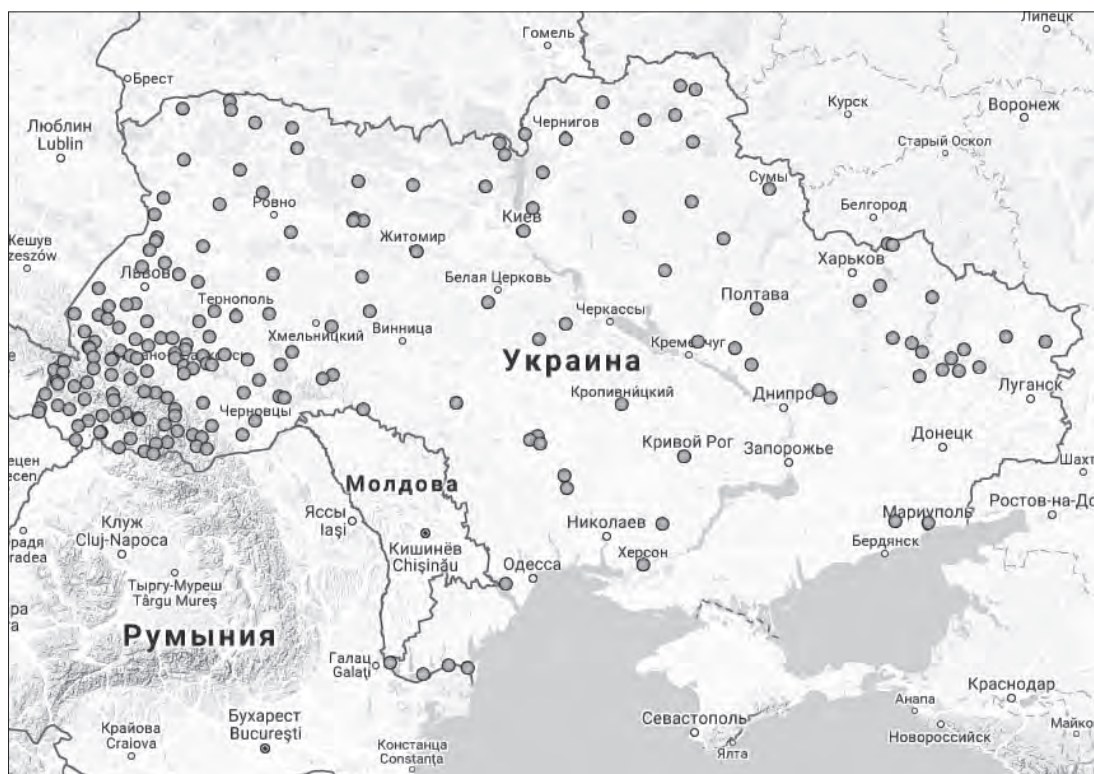


Рис. 7.2. Мережа гідропостів Дніпровського та Дністровського басейнів України



### Програмні системи, що використовуються у задачах управління режимом каскадів водосховищ

Прогнозування гідрологічного режиму р. Дніпро, в тому числі притоку до Дніпровського каскаду здійснюється УГМЦ ДСНС України. Також УГМЦ здійснює прогнозування притоку до Дністровського водосховища.

Облік припливу води до водосховищ дніпровського каскаду – в оперативному режимі включає в себе щоденний розрахунок припливу води до акваторії водосховищ за основними річками, що впадають до кожного з них. Починаючи із Канівського, приплив води до акваторій водосховищ розраховується як сума середньодобового скиду води через греблю розташованого вище водосховища та витрат води у замикальних створах основних річок. Приплив до Каховського водосховища визначається лише скидом води з Дніпровського.

Для прийняття рішень під час встановлення режимів роботи каскаду водосховищ на коротку та довгострокову перспективу УкрГМЦ складає й розповсюджує прогнози припливу води до водосховищ різної завчасності та на різні періоди, оскільки основну частину води, що надходить до каскаду, визначає приплив води до Київського водосховища та стік р. Десна (бічний приплив до Канівського водосховища), то більшість прогнозів складається саме для цих річок.

Сумарний приплив води до Дністровського водосховища складається із основного, що надходить по Дністру розраховується як витрата води у створі гідрологічного поста Заліщики) і бічного, який формується стоком річок, що впадають до водосховища на ділянці Заліщики – створ греблі Дністровської ГЕС-1.

Гідрологічні прогнози зміни водності Дністра, припливу води до Дністровського водосховища та попередження (оповіщення) про різкі зміни гідрологічного режиму є одним із необхідних умов планування роботи водосховища, раціонального та збалансованого використання його ресурсів в інтересах всіх учасників водогосподарського комплексу. Прогнозування основного припливу води до Дністровського водосховища за таких особливостей формування режиму значною мірою визначається можливостями та деталістю прогнозування параметрів погоди (кількості

опадів, їх інтенсивності, тривалості та змін температури повітря).

Незадовільний стан фінансування гідрометеорологічних установ України, що став катастрофічним після ліквідації спеціалізованого гідрометеорологічного державного органу, не дозволяє ні модернізувати мережу моніторингу, ні впровадити сучасні моделі прогнозування річкового стоку, що базуються на використанні просторово розподіленої інформації, даних онлайн автоматичного моніторингу та доступних у відкритому доступі даних дистанційних супутникових вимірювань. Тому важливо у рамках проекту запровадити таку сучасну систему прогнозування з її подальшим використанням в УГМЦ у тісній взаємодії з УГЕ.

### Мета проекту

Метою проекту є впровадження у ПрАТ «Укргідроенерго» (УГЕ) та, при підтримці УГЕ, у відповідних гідрометеорологічних установах апаратно-програмних комплексів (АПК) для:

прогнозування припливів води до каскадів дніпровських і дністровських водосховищ у сезонному, тижневому та добовому розрізі із використанням даних онлайн і регулярного автоматизованого моніторингу;

оптимізації режимів роботи гідроелектростанцій у каскадах водосховищ та оптимізації роботи каскадів у складі об'єднаної енергетичної системи за критеріями максимуму сумарного виробництва електроенергії гідроелектростанціями з урахуванням обмежень, що накладаються нормативними та актуальними вимогами всіх відповідальних користувачів дніпровського і дністровського басейнів.

### 7.3.2. Прогнозування припливів води до каскадів дніпровських і дністровських водосховищ за сезонами року

Для розроблення сучасної системи прогнозування припливів до дніпровських та дністровського водосховищ під час весняних повеней потрібно виконати такі роботи:

**1. Розроблення системи для отримання супутникових даних про басейни річки Дніпро та їх використання у гідрологічних прогнозах**

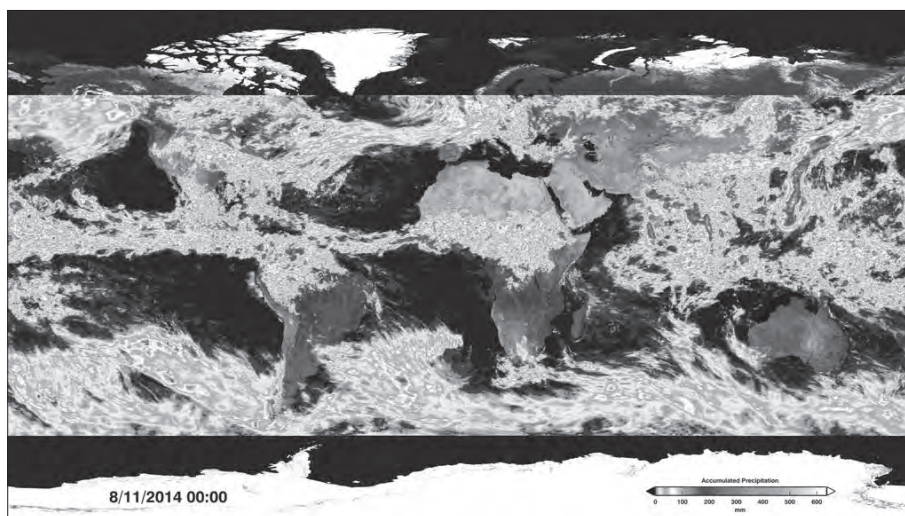


Рис. 7.3. Візуалізація супутникових спостережень за опадами

Сучасні технології дозволяють отримати дані обробки супутникових знімків, доступних у відкритому доступі:

опади Precipitation (via Global Precipitation Measurement – GPM mission facilities),

вологість ґрунту Soil moisture (via SMOS and SMAP);

евапотранспірація Evapotranspiration (via LDCM includes IR based on LANDSAT and MODIS data);

сніговий покрив Snow cover (via VIIRS: MODIS and AMSR-E Snow-Cover and SWE Maps);

витрати води на малих річках Stream discharges on small ungaged watersheds (via SWOT);

стан ґрунтових вод (via GRACE, GRACE-II).

Результати програми обробки – вхідні дані для розподілених моделей формування весняного стоку в басейні Дніпра – притоку до Київського та Канівського водосховищ, що будуть використовуватись разом з даними наявних «наземних» спостережень. Візуалізацію супутникових спостережень показано на рис. 7.3.

## 2. Розроблення та впровадження розподілених гідрологічних моделей стоку, що генерується сніготаненням для прогнозування стоку весняних повеней у басейні Верхнього Дніпра, Прип'яті та Десни

Адаптація для басейнів Верхнього Дніпра, Прип'яті та Десни сучасної розподіленої моделі, формування річкового стоку великих річок, що може використовувати дані дистанційного зондування (приклад моделі DHSVM, TOPKAPI та інші).

Розроблення для моделі українізованого графічного інтерфейсу користувача-прогнозіста та програмного інтерфейсу з даними супутникових спостережень автоматизованого та регулярного моніторингу.

Тестування моделі у складі програмного комплексу.

## 3. Розроблення та впровадження розподілених гідрологічних моделей стоку для прогнозування притоку до каскадів водосховищ у добовому та тижневому масштабі часу

Для покращання прогнозів тижневого, добового та часових масштабів необхідно:

запровадити для басейнів, що формують припливи до Дніпровського та Дністровського каскадів ГЕС числові прогнози погоди сучасними метеорологічними моделями (наприклад) WRF, або надати доступ до даних регіональних європейських систем (COSMO, ECMF або інших, що вкривають зазначену територію);

пов'язати результати прогностичного моделювання температури та опадів з результатами розподілених гідрологічних моделей опади – стік, що потрібно впровадити для цих басейнів;

вдосконалити наявні регресійні моделі прогнозування притоків із зазначенням нових даних онлайн моніторингу, отриманих внаслідок реалізації проекту.

## 4. Оптимізації режимів роботи гідроелектростанцій у каскадах водосховищ та оптимізації роботи каскадів у складі об'єднаної енергетичної системи

Розробити систему оптимізації за критеріями максимуму сумарного вироблення електроенергії гідроелектростанціями з урахуванням обмежень, що накладаються нормативними та актуальними вимогами всіх відповідальних користувачів дніпровського та дністровського басейнів.

Включити в оптимізаційний модуль сучасні одновимірні моделі (засновано на формулах Сен-Венана) гідравлічного розрахунку розповсюдження хвиль попусків у річках та водосховищах, що значно збільшить точність таких розрахунків порівняно з методами, і зараз використовуються для оптимізації.

Здійснити тестування нової моделі гідравлічного режиму за даними вимірювань нових автоматизованих станцій

Створити апаратно-програмний комплекс, який працює спільно з існуючими SCADA системами і системами АСУ ТП, які керують роботою гідроагрегатів.

## 7.4. ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ ТА КОМПЛЕКСНИЙ ГІДРОЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ

Екологічна оцінка якості води – це оцінка стану водних об'єктів із використанням біологічних властивостей та інших прямих вимірювань біоти, заснована на системі біоіндикації [6–9]. Протягом останніх 20 років в Європейському Союзі відбувся перехід до оцінки екологічного стану водних об'єктів насамперед у відповідності з біологічною складовою. Основною причиною переходу на біологічний контроль є той факт, що угруповання водних організмів відображають сукупний вплив факторів середовища на якість поверхневих вод. Згідно із зазначеним нормативним документом процедура виконання екологічної оцінки якості води складається із таких послідовних етапів: визначення пунктів гідроєкологічних спостережень; групування та оброблення вихідної інформації; визначення класів і категорій якості річкових вод за окремими показниками та окремими блоками; визначення об'єднаної оцінки якості води окремих ділянок досліджуваного водного об'єкта для років різної водності (багатоводних, маловодних і середніх за водністю) й за 3 сезонами року (зима, весна, літо-осінь); картографічного подання результатів досліджень з екологічної оцінки якості води [9–11].

Для санітарно-екологічної оцінки якості води основного русла річки використовуються такі нормативні документи: щодо гігієнічних вимог до зон рекреації водних об'єктів – ГОСТ 17.1.5.02-80 та СанПиН № 4630-88; санітарно-гігієнічна оцінка якості води на ділянках, придатних для централізованого питного водопостачання здійснюється за сезонами року (зима, весна, літо-осінь) за маловодний період за ДСТУ 4808:2007 [12]. Рибогосподарська оцінка якості води річки виконується з позиції охорони та раціонального використання водних і біологічних ресурсів у місцях наявного риборозведення за всією довжиною водотоку із дотриманням нормативних документів [13, 14].

Серед різноманітних методик оцінки якості вод все більш уживаними є біологічні методи, що базуються на розумінні того, що абіотичні властивості води визначають спектр видів, здатних тут мешкати. Біологічні методи ґрунтуються на вивченні кількісного та якісного складів населення водойми (бактерій, рослин, тварин) та змін, що відбуваються у їх угрупованнях. Метод біоіндикації дає змогу оцінити наслідки постійного та залпового забруднення, оскільки відповідь біоти усереднює «ефект забруднення» у часі. Біологічні методи дозволяють оцінити спроможність

та інтенсивність перебігу у водоймі процесів самоочищення та відновлення екосистеми після дії забруднювача. Головними перевагами біологічних методів оцінки якості води є: низька вартість водночас із серйозною науковою обґрунтованістю; швидке отримання результатів; «м'якість» для навколишнього природного середовища; можливість виявити результати впливу попереднього чи довготривалого забруднення; доступність процедур для широкого кола фахівців та активістів природоохоронного руху.

У різних країнах є різні системи біоіндикації вод, адаптовані до умов регіону та специфіки. Сьогодні є 2 найвживаніші системи: американська система RPBs (Rapid Bioassessment Protocols) та британська RIVPACS (River Invertebrate Prediction and Classification System). Суттєвий поштовх до розвитку та вдосконалення системи біоіндикації у країнах ЄС дала Європейська Рамкова водна директива (WFD) [15]. Відповідно до неї розроблено й вступили в дію моніторингові програми, що є основою для управління водними ресурсами [16]. Основною метою Директиви є досягнення високого екологічного статусу для усіх водних систем.

Для забезпечення комплексного гідроекологічного моніторингу за процесами та явищами у межах басейну ріки необхідно розв'язати ряд принципових питань, без яких неможливо побудувати повноцінні оптимальні моделі управління басейном та розробити правила його експлуатації. Підтримання якості води на високому рівні та збереження біорізноманіття мають стати ключовими завданнями будь-яких заходів у галузі водокористування, раціонального природокористування та здійснення природоохоронних дій у водоймах.

Розпочинаючи моніторингові програми за базовий фон слід обрати середні багаторічні кількісні та якісні показники розвитку біоти, санітарно-хімічні, санітарно-мікробіологічні, паразитологічні та токсикологічні показники, а також показники гідрологічного та гідрохімічного режимів водосховищ або окремих ділянок річки.

Багаторічні дані накопичуються в УкрГМЦ, Державному агентстві водних ресурсів України, Міністерстві екології та природних ресурсів України, Державному агентстві рибного господарства України, Міністерстві охорони здоров'я України, Міністерстві аграрної політики та продовольства України, науково-дослідних інститутах Національної академії наук України та в профільних інститутах.

Для визначення фонового (базового) рівня окремих компонентів та характеристик екосистем водосховищ, схеми пунктів екологічних спостережень мають охоплювати весь басейн річки, включаючи основні водосховища, найважливіші притоки, великі затоки та зони впливу найбільших забруднювачів річки. У межах водосховищ пункти екологічних спостережень обов'язково мають розміщуватися у верхній, середній та нижній частинах, що розрізняються за гідрологічними, гідрохімічними та гідробіологічними характеристиками.

Крім звичайних показників якості води, що визначаються щорічно та посезонно, а в деяких випадках й щомісячно, мають здійснюватися спеціальні дослідження, що характеризують ландшафтне та біологічне різноманіття як гідроекосистем водосховищ і водотоків, так і водоохоронних територій.

## 7.5. ДЕРЖАВНИЙ МОНІТОРИНГ ПІДЗЕМНИХ ВОД

Вагомим чинником запобігання забрудненню території України є функціонування спостережної мережі державного моніторингу підземних вод затвердженої у 2006 році, яка станом на 01.01.2017 складалась із 896 спостережних пунктів, зокрема за ґрунтовими водами – 291, за міжпластовими водами – 215, на опорних полігонах за вивченням умов формування експлуатаційних запасів підземних вод – 390 (рис. 7.4–7.5). Спостереження за рівнем підземних вод у 2016 році здійснювалось на 171 спостережних пунктах, а за хімічним станом – на 38. Розподіл спостережної мережі Державного рівня за адміністративними областями та за водоносними горизонтами у межах України наведено у таблицях 7.1, 7.2.

Розподіл спостережної мережі державного моніторингу підземних вод у межах басейнів підземних вод за видами режиму та за водоносними горизонтами наведено на рисунках 7.4, 7.5.

Більшість водозаборів України, що експлуатують підземні води із розвіданими запасами, працювали у 2016 році у сталому гідродинамічному та гідрохімічному режимі без перевищення розрахункових величин. На окремих водозаборах зберігалось забруднення підземних вод експлуатаційних водоносних горизонтів, що вивлялось у збільшенні мінералізації, загальної жорсткості, підвищеного вмісту сполук групи азоту, марганцю, літію, свинцю тощо. Загальна кількість таких водозаборів у останні роки значно зменшилась і становила станом на 01.01.2017 р. – 94 од. (у 1998 році – 319).

Вагомим чинником запобігання забрудненню території країни є функціонування спостережної мережі державного моніторингу підземних вод, затвердженої у 2006 році, що станом на 01.01.2017 складалась із 896 спостережних пунктів (с. п.), зокрема на ґрунтові води – 291 с. п., на міжпластові води – 215 с. п., на опорних полігонах із вивчення умов формування експлуатаційних запасів підземних вод – 390 с. п. (рис. 7.4, 7.5). Спостереження за рівнем підземних вод у 2016 році здійснювались на 171 спостережних пунктах, а за хімічним станом – на 38 спостережних пунктах.

Видобування Полтавським ГЗКом Горишне-Плавнинського родовища залізистих кварцитів здійснювалось відкритим способом із осушенням всіх водоносних горизонтів та комплексів, тут поширених. За даними попередніх років депресійна воронка у четвертинному водоносному горизонті у районі Полтавського ГЗКу займала площу 40 км<sup>2</sup>, на площі біля 7,0 км<sup>2</sup> ґрунтовий водоносний горизонт був осушений повністю, площа забруднення тут поширювалась на прилеглу частину русла р. Дніпро та пригирлової частину русла р. Псьол. Стійке хімічне забруднення водоносного горизонту у четвертинних алювіальних відкладах було зафіксовано у районі Полтавського ГЗКу ще в середині 1980 років, на площі приблизно 10 км<sup>2</sup>. Підземні води четвертинних відкладів тут забруднено залізом, вміст якого досягав 300 мг/дм<sup>3</sup> (ГДК 0,3), фтором до 2,5 мг/дм<sup>3</sup> (ГДК 0,7–1,5) та марганцем до 3,0 мг/дм<sup>3</sup> (ГДК 0,1). Забруднення ґрунтових вод впливало на якість підземних вод нижчезалегаючих водоносних горизонтів бучацьких і докембрійських відкладів.



Рис. 7.4. Схематична карта щільності спостережних пунктів державного рівня моніторингу та їх розподілу за складом мережі моніторингу в межах адміністративних областей

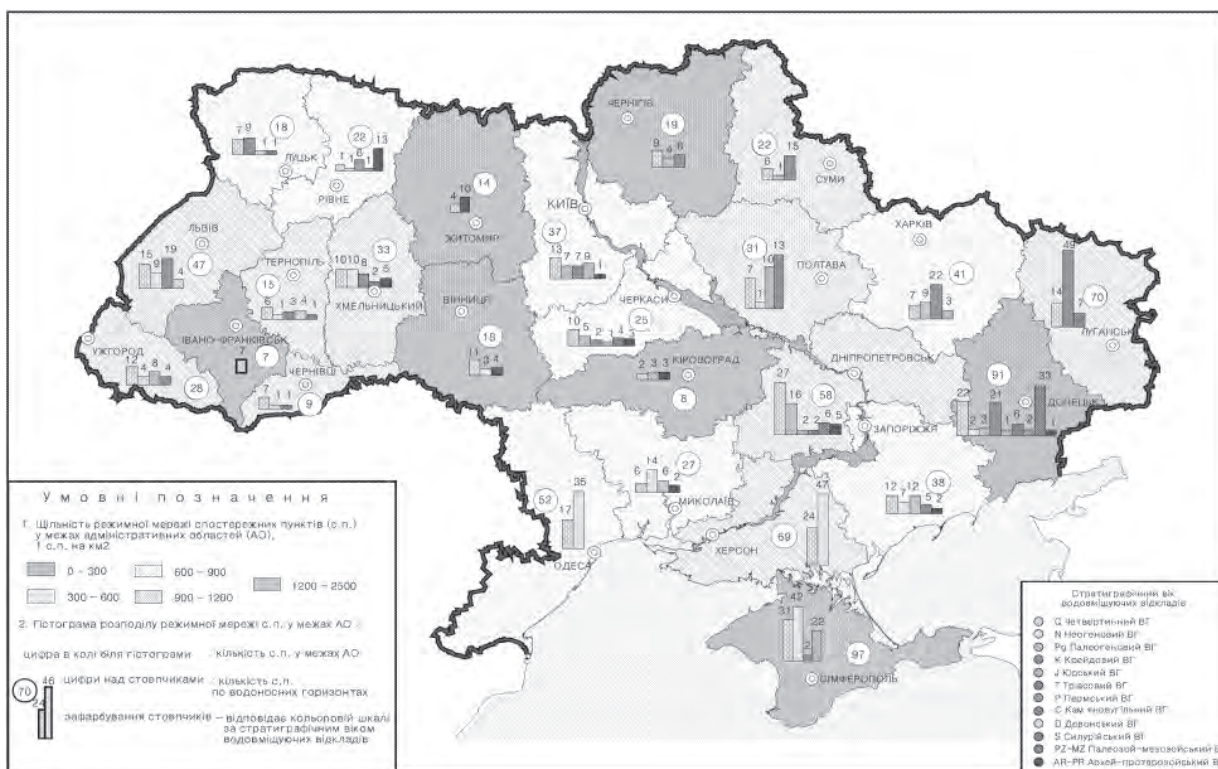


Рис. 7.5. Схематична карта щільності спостережних пунктів державного рівня моніторингу та їх розподілу за водоносними горизонтами у межах адміністративних областей

У районах промислових підприємств області забруднення підземних вод відбувалось на всій території, це пов'язано з інфільтрацією у ґрунтові води промислових та побутових стоків.

Кременчуцький нафтопереробний завод, що є одним із головних забруднювачів навколишнього природного середовища, має свою спостережну мережу свердловин на території заводу та у межах розташування ставка-випаровувача.

Роботи із дослідження геоecологічних проблем виконує УкрНДІЕП, м. Харків. За даними досліджень навкруги ставка-випаровувача, розташованого біля с. Бондарі Кременчуцького району, протягом багатьох років спостерігалась велика площа постійно існуючого фенольного (до 0,005 мг/дм<sup>3</sup>) та нафтопродуктового (до 3,9 мг/дм<sup>3</sup>) забруднення, що постійно переміщується у південно-західному напрямку до руслу р. Псьол. У 2016 році дані спостережень не надано.

Основним джерелом забруднення підземних вод, у зв'язку з незахищеністю водоносного горизонту алювіальних відкладів, що експлуатуються, є промислова зона південно-східної частини м. Черкаси, де розташовано великі підприємства – ВАТ «Азот», ВАТ «Черкаське хімволокно» тощо.

Основна увага під час виконання спостережних робіт приділялась вивченню впливу діяльності підприємств на якісний стан підземних вод. За даними попередніх років ґрунтові води на території промзони залягали на глибині від 2,5 до 6,28 м, але у районі накопичувачів стічних вод ВАТ «Черкаське хімволокно» та південно-західніше від них утворилась ділянка, де глибина залягання рівня води підвищувалась до 1,15–2,95 м. Саме з такою ділянкою пов'язана присутність у воді забруднюючих компонентів та підвищена мінералізація.

Таблиця 7.1

## Розподіл спостережної мережі Державного рівня за адміністративними областями

Адміністративні одиниці	Кількість спостережних пунктів			
	На ґрунтові води	На міжпластові води	На ділянках водозаборів	За областю
1	2	3	4	5
Вінницька область	12	6	–	18
Волинська область	7	7	4	18
Дніпропетровська область	19	13	26	58
Донецька область	22	30	39	91
Житомирська область	5	5	4	14
Закарпатська область	20	2	6	28
Запорізька область	13	12	13	38
Івано-Франківська область	5	–	2	7
Київська область	12	6	19	37
Кіровоградська область	5	3	–	8
Луганська область	8	17	45	70
Львівська область	11	10	26	47
Миколаївська область	2	11	14	27
Одеська область	18	13	21	52
Полтавська область	8	–	23	31
Рівненська область	3	4	15	22
Сумська область	5	1	16	22
Тернопільська область	5	7	3	15
Харківська область	7	6	28	41
Херсонська область	28	19	22	69
Хмельницька область	12	8	13	33
Черкаська область	5	8	12	25
Чернівецька область	5	4	–	9
Чернігівська область	9	4	6	19
АР Крим*	45	19	33	97
<b>Всього за Україною</b>	<b>291</b>	<b>215</b>	<b>390</b>	<b>896</b>

\* – дані станом на 01.01.2013

Таблиця 7.2

**Розподіл спостережної мережі Державного рівня за водоносними горизонтами у межах України**

Адміністративна одиниця	Водоносний горизонт	Кількість спостережних пунктів					На ділянках водозаборів
		Всього, в тому числі:	Грунтові води		Міжпластові води		
			Природний режим	Порушений режим	Природний режим	Порушений режим	
1	2	3	4	5	6	7	8
Україна	Q	284	187	30	7	1	59
	N	176	12	12	18	52	82
	P	84	13	–	12	12	47
	K	190	7	2	23	15	143
	J	38	18	–	2	5	13
	T	12	1	–	6	–	5
	P	2	–	–	2	–	–
	C	46	–	2	16	7	21
	D	9	–	–	5	1	3
	S	6	–	–	4	2	–
	AR-PR	49	6	1	15	10	17
Всього:	896	244	47	110	105	390	
			291		215		

**7.6. МОНІТОРИНГ НА ТРАНСКОРДОННИХ СТВОРАХ (НА ПРИКЛАДІ Р. СІВЕРСЬКИЙ ДОНЕЦЬ)**

**7.6.1. Стан питання**

Широкомасштабної та ефективної мережі контролю стану водних об'єктів потребують басейни водних об'єктів, де на сучасному етапі збільшується ризик транскордонних вод но-екологічних ускладнень, особливо у промислово розвинених містах, на території яких розташовано екологічно небезпечні об'єкти.

Територія ділянки басейну ріки Сіверський Донець у Харківській, Луганській та Донецькій областях є високо урбанізованим та індустріально-розвиненим регіоном України із інтенсивним сільським господарством. Промислово-виробничий потенціал цього регіону перевищує 30 % від загального потенціалу України, а за паливною галуззю та чорною металургією понад 55 і 40 % відповідно. В той же час водно-ресурсний потенціал регіону становить лише 7,9 % від загальнодержавного. Водозабезпеченість населення місцевим стоком характеризується як «низька» та «надзвичайно низька». Вона у 3 рази є нижчою від середньої за Україною, а без урахування транзитного стоку – майже у 8 разів. Інтенсивність (кратність) використання місцевого річкового стоку досягає 1,2 рази, а у маловодні роки зростає до 3,5 разів, тоді як в середньому по Україні вона становить відповідно 0,6 і 1,4 рази. У маловодні роки дефіцит водних ресурсів басейну досягає 1 км<sup>3</sup>. До цього, на тлі обмеженості водних ресурсів в областях відзначаються високі показники водоспоживання та водовідведення, обумовлені наявністю великої кількості водомістких виробництв.

**7.6.2. Характеристика моніторингу стану р. Сіверський Донець**

У сайті СД БУВР: <http://sdbuvr.slav.dn.ua/> наведено перелік показників, за якими здійснюється оцінка якості поверхневих вод Сіверсько-Донецьким БУВР, а саме: 32 гідрохімічні показники; 2 гідробіологічні показники (чисельність фітопланктону, кл/см<sup>3</sup>; біомаса, мг/дм<sup>3</sup>); 2 бактеріологічні показники (колі-індекс, КУО/дм<sup>3</sup>; загальне мікробне число, КУО/см<sup>3</sup>); а також токсикологічні показники: 6 – хлорорганічні пестициди (ХОП), у мг/дм<sup>3</sup>: трефлан, альфа-ГХЦГ, гама-ГХЦГ, ДДЕ, ДДД, ДДТ; 4 – триазинові гербіциди, мг/дм<sup>3</sup>: тразін, пропазин, прометрин, сімазін; 2 – радіологічні показники, Бк/дм<sup>3</sup>: стронцій-90, цезій-137.

Характеристики моніторингу стану р. Сіверський Донець за властивостями інгредієнтів, переліком забруднюючих речовин органічного походження та біогенних забруднюючих речовин наведено у таблиці 7.3.

У таблиці 7.4 наведено список пунктів спостереження за якістю поверхневих вод, де хімічна лабораторія обласних центрів ДСНС України відбирає проби та аналізує їх (рис. 7.6).

Критерії оцінки забруднення, де лімітуючим показником шкідливості є рибо господарчий, наведено у таблиці 7.5.

Для характеристики стану води річок басейну р. Сіверський Донець використовувались дані спостережень ДСНС України за 1997, 2000, 2002 та 2003 роки. Якщо проаналізувати один із показників, наприклад мінералізацію, то можна зробити такі висновки.

У 1997 році мінералізація змінювалась від 408 до 2354 мг/л. За хімічним складом вода у річці належить до гідрокарбонатного класу – від с. Огурцево до м. Ізюм, та гідрокарбонат – хлоридного від м. Лисичанськ до с. Кружилівка.

Таблиця 7.3

**Характеристики інгредієнтів, що визначаються в пунктах контролю  
якості поверхневих вод р. Сіверський Донець**

Властивості, газовий склад, основні іони	Забруднюючі речовини органічного походження	Біогенні забруднюючі речовини
1	2	3
Запах, бали	Колірна температура, градуси Кельвіна	Азот нітритний, мг/л
Прозорість, см	Дихроматна окиснюваність, мг/л	Азот нітратний, мг/л
Температура, 0С	Перманганатна окиснюваність, мг/л	Азот амонійний, мг/л
Завислі речовини, мг/л	БСК5, мг/л	Азот загальний, мг/л
Ph	Трефлан, мг/л	Фосфати, мг/л
Кисень, мг/л	Феноли, мг/л	Кремній, мг/л
Насиченість киснева, %	Смоли та асфальт, мг/л	Фосфор загальний, мг/л
Вуглекислий газ, мг/л	Нафтопродукти, мг/л	Залізо загальне, мг/л
Сірководень, мг/л	СПАР, мг/л	Залізо вал.+2, мг/л
Магній, мг/л	ДДД, мкг/л	Мідь, мкг/л
Хлор, мг/л	ДДЕ, мкг/л	Цинк, мкг/л
Сульфат, мг/л	ДДТ, мкг/л	Хром вал.+6, мкг/л
Мінералізація, мг/л		Ртуть, мкг/л
Жорсткість, мл мол/л		Марганець, мкг/л
Гідрокарбон, мг/л		
Натрій, мг/л		
Калій, мг/л		
Кальцій, мг/л		
Прозорість за базою даних,м		
Електропровідність, см/см		

Таблиця 7.4

**Перелік пунктів спостережень якості поверхневих вод р. Сіверський Донець  
у Харківській, Луганській та Донецькій областях**

№ з/п	Ріки, пункти спостережень	Створи	Кількість взятих проб (2002 рік)
1	2	3	4
1	р. Сіверський Донець – с. Огурцеве	1	14
2	р. Сіверський Донець – м. Чугуїв	2	12/11
3	р. Сіверський Донець – м. Зміїв	2	12/11
4	р. Сіверський Донець – м. Балаклея	2	13/14
5	р. Сіверський Донець – м. Ізюм	2	17/17
6	р. Сіверський Донець – м. Лисичанськ	6	44/40/38/40/40/43
7	р. Сіверський Донець – с. Кружилівка	1	21
8	р. Сіверський Донець – м. Вовчанськ	1	5
9	р. Уди – м. Харків	3	20/9/20
10	р. Уди – смт Есхар	1	17
11	р. Лопань – м. Харків	2	19/18
12	р. Харків – м. Харків	1	18
13	р. Оскол – м. Куп'янск	2	13/19
14	р. Казений Торець – м. Слов'янск	2	21/13
15	р. Кривий Торець – м. Дружківка	1	14
16	р. Сухий Торець – смт Черкаське	1	14
17	р. Бахмут – м. Артемівск (зараз м. Бахмут)	2	11/11
18	р. Бахмут – с. Дронівка	1	7
19	р. Мокра Плотва – м. Соледар	1	14
20	р. Красна – м. Кременна	1	8

1	2	3	4
21	р. Борова – м. Сєвєродонецьк	1	18
22	р. Біленька – м. Лисичанськ	2	9/43
23	р. Лугань – м. Кіровськ (зараз м. Голубівка)	2	22/14
24	р. Лугань – м. Луганськ	2	24/9
25	р. Лугань (гірло)	1	24
26	вдсх. Печенізьке – с. Печеніги	1	14
27	вдсх. Червонооскільське – с. Червоний Оскіл (зараз с. Оскіл)	1	8
28	вдсх. Червонооскільське – с. Сінькове	1	8

Таблиця 7.5  
Критерії оцінки забруднення води

№ з/п	Назви інгредієнтів	Гранично-допустимі концентрації в мг/л
1	Розчинений кисень	Не менше взимку 4 мг/л, влітку – 6 мг/л
2	Реакція Ph	6,5–8,5
3	БСК5	3
4	Fe загальне	0,5
5	Mn	0,05
6	Cu	0,001
7	Сульфати	100
8	Cl	350
9	Cr	0,001
10	Zn	0,05
11	Нафтопродукти	0,05
11	Феноли	0,001
12	Мінералізація	1000

Мінералізація річки Сіверський Донець у 2000 році змінювалась у межах від 636 до 2463 мг/л. Мінералізація річок Казений Торець, Сухий Торець, Бахмут, Красна, Борова, Біленька, Лугань перевищувала гранично допустиму норму та змінювалась від 702 до 2463 мг/л.

У 2002 році мінералізація річки Сіверський Донець змінювались у межах від 646 до 1372 мг/л. Мінералізація річок Вовча, Уди, Лопань, Харків, Оскіл змінювалась від 651 до 866 мг/л.

Мінералізація річок Казений Торець, Сухий Торець, Бахмут, Красна, Борова, Біленька, Лугань перевищувала ГДК та коливалась від 1570 до 2639 мг/л.

У 2003 році мінералізація річки Сіверський Донець змінювалась у межах 304–1300 мг/л.

Мінералізація притоків Сіверського Донця – річок Вовча, Уди, Лопань, Харків, Оскіл змінювалась від 588 до 744 мг/л.

Мінералізація річок Казений Торець, Сухий Торець, Бахмут, Красна, Борова, Біленька, Лугань

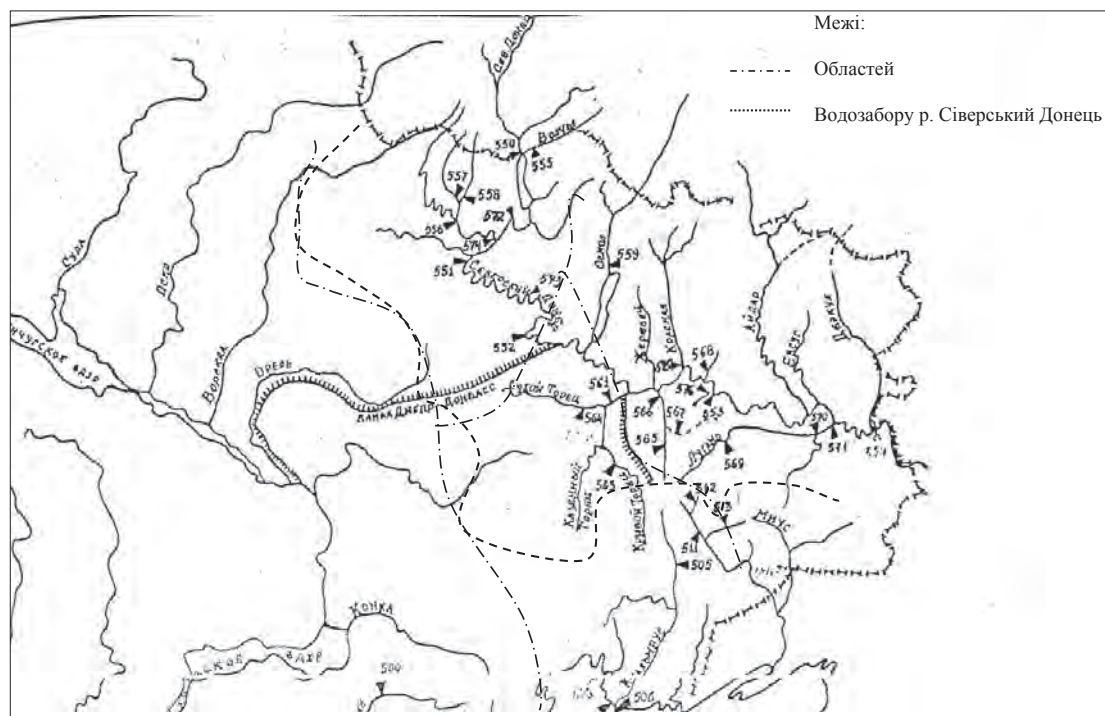


Рис. 7.6. Локалізація пунктів спостережень ДСНС України за якістю поверхневих вод р. Сіверський Донець



перевищувала гранично допустиму концентрацію. Максимальна концентрація зафіксована 2018 мг/л – річка Бахмут.

Значний антропогенний тиск на басейн Сіверського Дінця зумовлює підвищений рівень значення показника мінералізації вздовж річки, що значно перевищує норму.

Аналізуючи таблицю 7.3, можна побачити, що в основному для контролю якості поверхневих вод р. Сіверський Донець проби беруть 1–2 рази за місяць або навіть менше. Крім того, створи розташовано так, що повну картину забруднення річки Сіверський Донець не можна побачити. У більшості випадків проби у притоках взято значно вище, чи нижче їх гирла, або їх взагалі немає. Тоді для вирішення питань

якісного моніторингу така періодичність аналізу хімічного складу річки Сіверський Донець та густота пунктів його спостережень є замалою.

На рисунку 7.6 показані існуючі та рекомендовані додаткові створи, необхідні для оцінки стану річки Сіверський Донець.

Маючи детальніші дані можна буде побачити різке збільшення цінності інформації, яку ми отримуємо. Необхідно пам'ятати також, що результат значною мірою залежить від об'єму та якості вихідної інформації. Вона має включати найбільш докладні дані про просторово-часову мінливість показників якості води та мати докладні відомості щодо видів та об'ємів діяльності на водозаборах, включаючи дані щодо джерел забруднення.

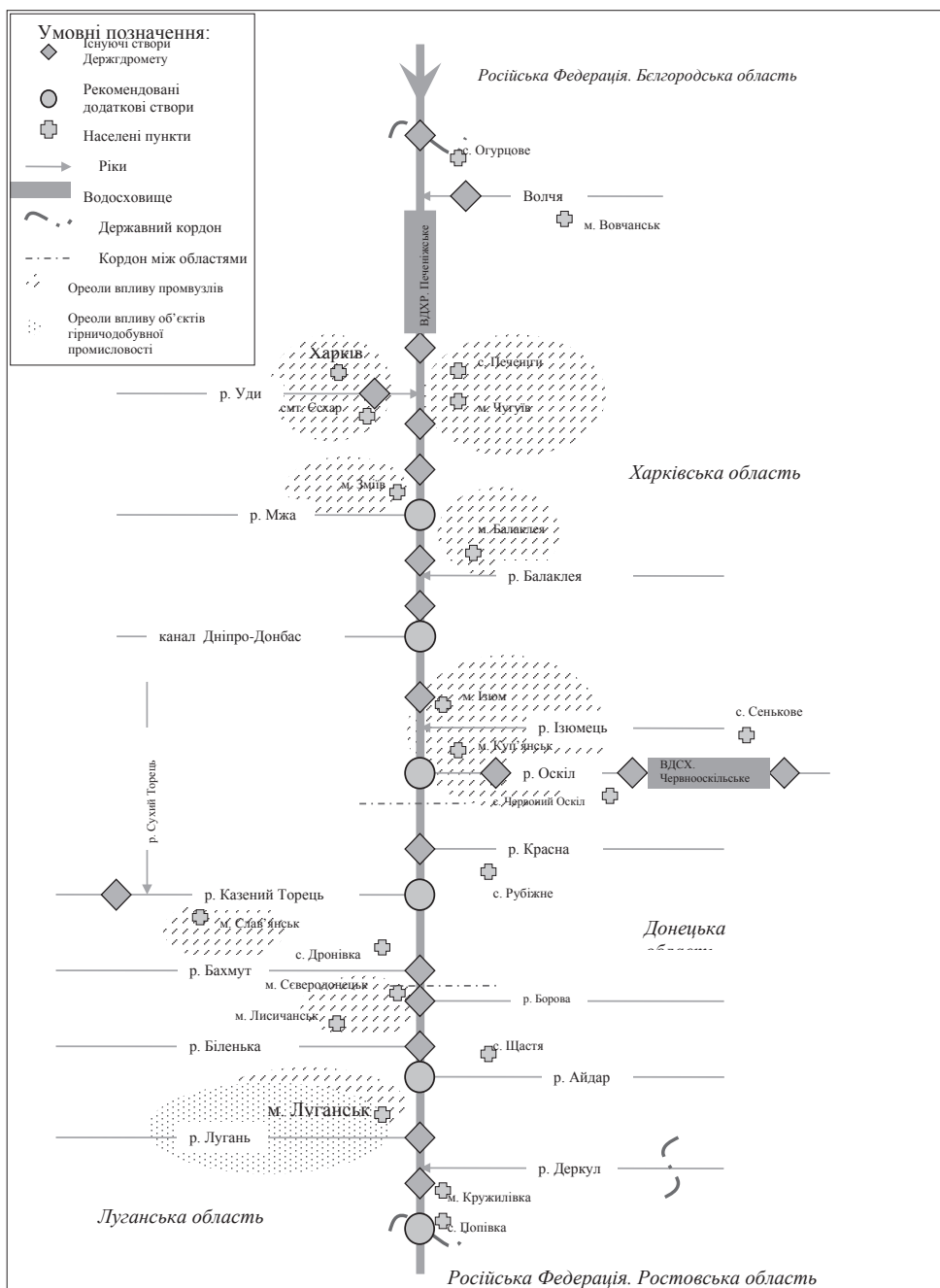


Рис. 7.7. Мережа наявних та рекомендованих додаткових створів моніторингу

**7.6.3. Аналіз сучасного екологічного стану басейну ріки Сіверський Донець з оцінкою впливів у транскордонному контексті**

За даними моніторингу гідрохімічних показників р. Сіверський Донець та її основних приток впродовж 2009–2011 років здійснено аналіз сучасного стану водних об'єктів басейну, екологічну оцінку стану водних об'єктів та оцінку якості води за водогосподарськими та екологічними нормативами, а також оцінку транскордонного впливу на стан річок.

Стан української частини річки у верхів'ї оцінюється як «добрий» для визначення екологічного стану та «достатньо чистий» для визначення ступеню чистоти води. Але після впадіння притоки (р. Уди) оцінка змінюється на «задовільний» для визначення екологічного стану та «слабко забруднені» для визначення ступеню чистоти води й надалі високе загальне забруднення зберігається та підтримується новими чинниками антропогенного тиску до самого кордону з Російською Федерацією (Ростовська область).

Оцінка за максимальним значенням показників, що зазначає на епізодичну наявність забруднень, що на деякий час значно погіршують якість води, вздовж течії річки теж має значні відмінності й на окремих ділянках погіршується до «поганого» для визначення екологічного стану та «брудного» для визначення ступеню чистоти води.

Найбільш забрудненими є ділянки річки: 813 км після впадіння р. Уди; 510 км після впадіння р. Казений Торець; 425 км (нижче м. Лисичанськ).

Основними притоками, що суттєво впливають на стан Сіверського Дінця, є: р. Уди (825 км, Харківська обл.); р. Казений Торець (515 км, Донецька обл.); р. Бахмут (482 км, Донецька обл.); р. Верхня

Біленька (400 км, Луганська обл.); р. Лугань (302 км, Луганська обл.).

Перевищення ГДК для рибогосподарських водойм мають місце за всією довжиною р. Сіверський Донець та на її притоках для багатьох речовин, зокрема для сульфатів, нітритів, фосфатів, БСК, нафтопродуктів, заліза загального, важких металів.

Перевищення ГДК для водойм культурно-побутового водовикористання не є системними й відзначаються для загальної мінералізації, сульфатів, БСК, ХСК, фенолів.

Під час проходження через територію України сольове забруднення р. Сіверський Донець значно збільшується – приблизно вдвічі (в середньому на 560 мг/дм<sup>3</sup>), а, зокрема, сульфатів на 238 мг/дм<sup>3</sup>, що значною мірою має природну складову та підтверджує необхідність диференційованого територіального підходу до оцінки таких забруднень.

Забруднення фенолами спричинено скидами недостатньо очищених комунальних стоків, а також процесами «цвітіння» води влітку.

За хімічним складом вода р. Сіверський Донець на ділянках питних водозаборів належить до другого класу та характеризується як «добра». Згідно з класифікацією за ДСТУ 4808:2007 «Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні і екологічні вимоги до якості води та правила вибору» на всіх питних водозаборах р. Сіверський Донець є умови для водокористування з метою забезпечення питного водоспоживання, але лише після застосування інтенсивних методів очищення води.

На сьогодні на підконтрольних територіях Донецької та Луганської областей моніторинг якості поверхневих вод здійснює Сіверсько-Донецьке басейнове управління водними ресурсами. Схему розташування створів спостереження цієї організації наведено на рис. 7.8.

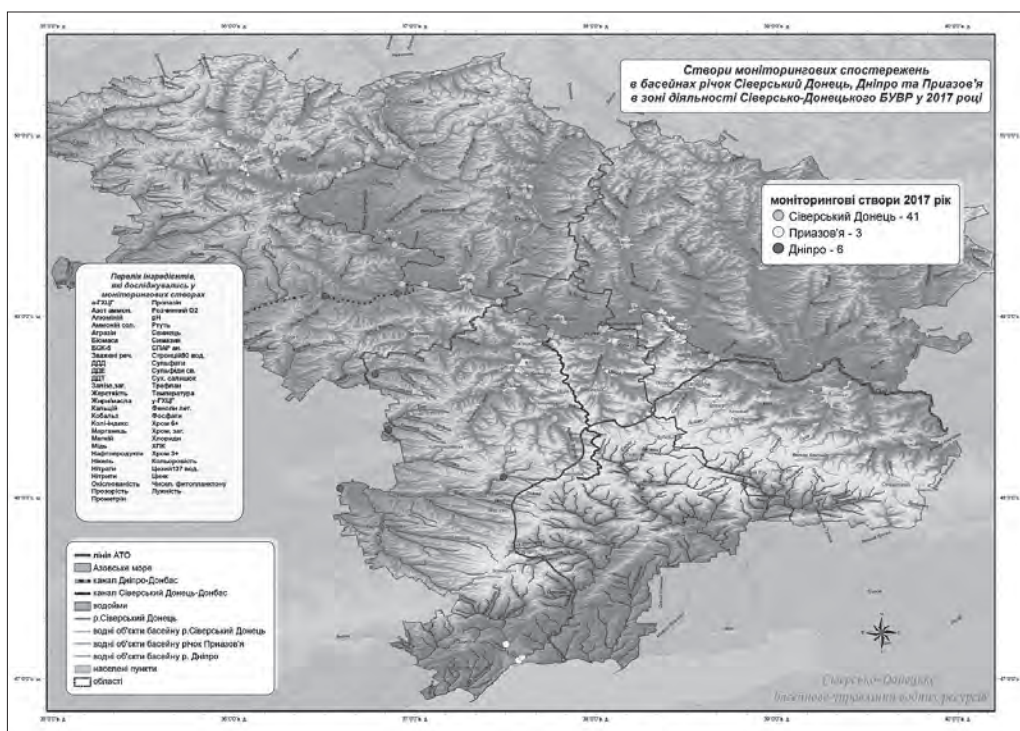


Рис. 7.8. Схема розташування створів спостереження за якістю поверхневих вод СД БУВР

Моніторинг якості поверхневих вод здійснюється в таких створах спостереження:

**Басейн р. Сіверський Донець на території:**

Донецької області – 11 створів (у т. ч. 1 – на водосховищі й 1 – у місці питного водозабору);

Луганської області – 6 створів (у т. ч. 2 – у місцях питних водозаборів).

**Басейн річок Приазов'я** – 3 створи (у т. ч. 1 – на водосховищі і 1 – у місці питного водозабору) на території Донецької області.

**Басейн р. Дніпро** – 6 створів (у т. ч. 2 – на водосховищах, 1 – у гирлі каналу «Дніпро – Донбас» і 1 – у місці питного водозабору), з яких на території:

Донецької області – 4 створи (у т. ч. 1 – на водосховищі).

Якісний стан поверхневих водних об'єктів басейну р. Сіверський Донець за I квартал 2017 року наведено на рисунках 7.9–7.10.

Поверхневі води у створах вздовж водотоку річки Сіверський Донець на основі інтегрального показника якості води (категорія) належать переважно до III класу якості 4 категорії (задовільні, слабо забруднені), II клас якості 3 категорії (добрі, досить чисті) відзначається лише у верхів'ї у створах на межі Белгородської області РФ та Харківської області й у Печенізькому водосховищі. У гирлах основних приток якості води на основі Інтегрального показника якості води (категорія) така: ріки Казенний Торець і Бахмутка (Донецька область), Верхня Біленька та Нижня Біленька (Луганська область) – III класу якості 5 категорії (посередні, помірно забруднені); Уди (Харківська область) – III класу якості 4 категорії (задовільні, слабо забруднені); Вовча, Тетліга та Оскіл (Харківська область) – II класу якості 3 категорії (добрі, досить чисті).

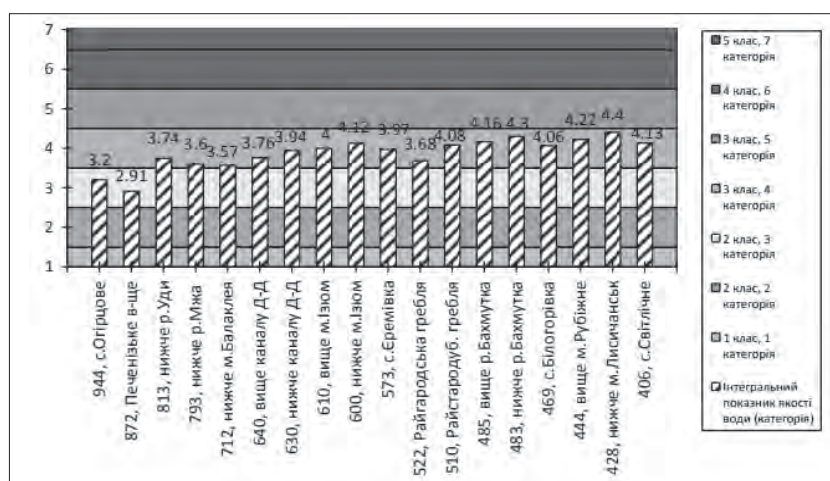


Рис. 7.9. Класи якості р. Сіверський Донець на основі Інтегрального показника якості води (категорія)

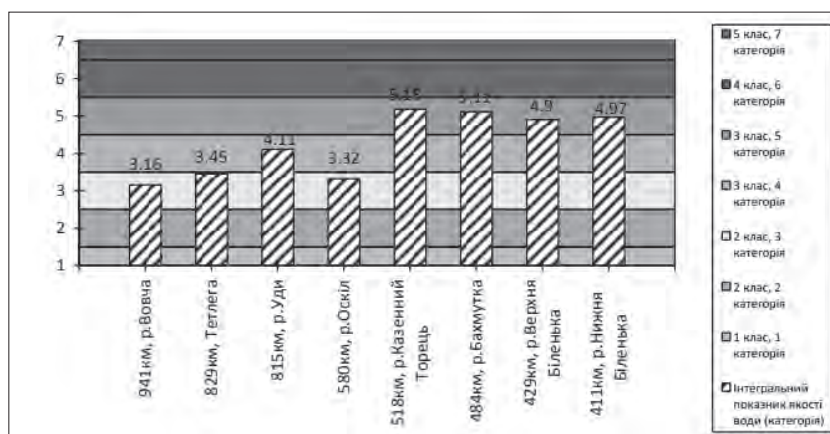


Рис. 7.10. Класи якості приток першого порядку р. Сіверський Донець на основі Інтегрального показника якості води (категорія)

Здійснено детальний аналіз даних моніторингу якості поверхневих вод у місцях розташування питних водозаборів та порівняння за 2010 та 2017 роки за основними показниками якості.

Графічну інтерпретацію цієї інформації за показниками якості хлоридів, сухого залишку та жорсткості наведено на рисунках 7.11–7.13.

Аналіз зазначеної інформації свідчить, що у створах р. Сіверський Донець у 2017 році порівняно з 2010 роком якості води, наприклад, за показниками:

хлоридів змінилась незначно і є у межах ГДК, проте перевищення ГДК (більш ніж двократне) спостерігалось постійно у створі м. Маріуполь. Якість

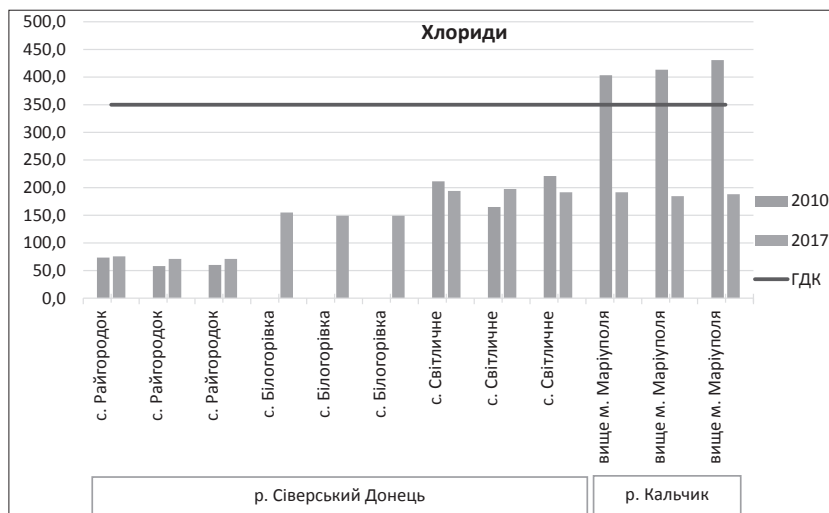


Рис. 7.11. Графічне подання даних моніторингу якості вод за показником хлориди

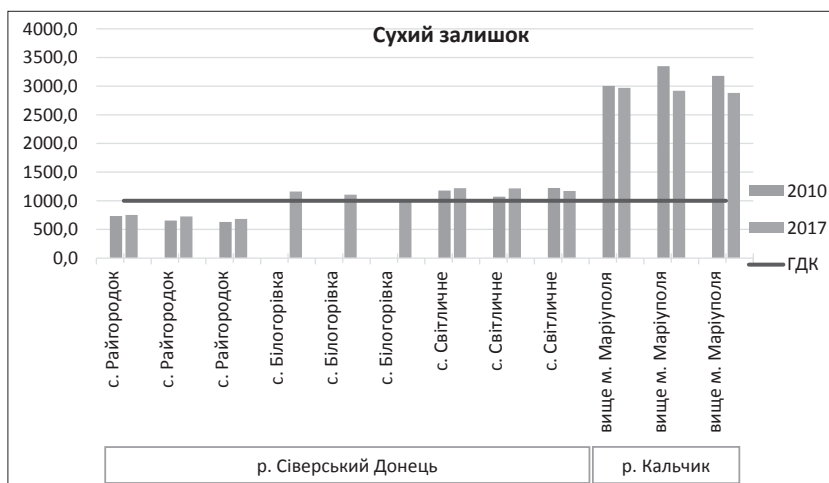


Рис. 7.12. Графічне подання даних моніторингу якості вод за показником сухий залишок

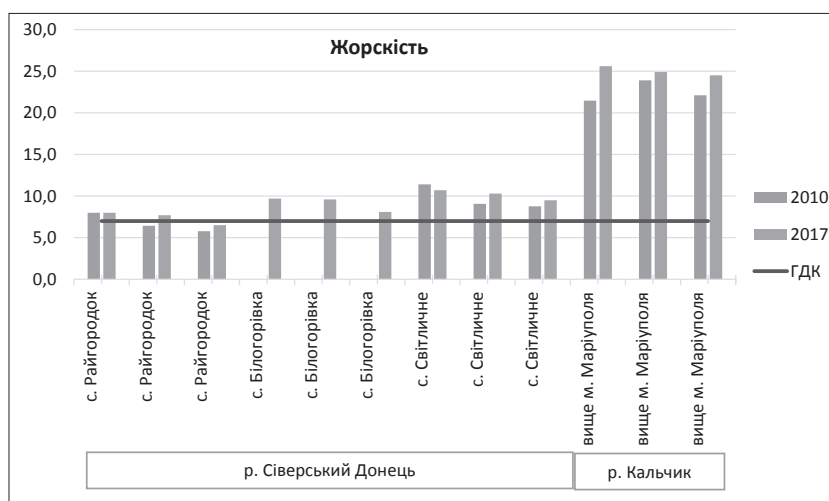


Рис. 7.13. Графічне подання даних моніторингу якості вод за показником жорсткість

води за цим показником у всіх інших контрольних створах залишалася в межах норми;

сухого залишку перевищення ГДК (трикратне) спостерігалось постійно у створі м. Маріуполь. Зафіксовано незначні перевищення ГДК на 2 постах на р. Сіверський Донець (с. Білогорівка та с. Світличне);

жорсткості змінилась незначно, а перевищення ГДК (трикратне) спостерігалось постійно у створі м. Маріуполь. Також зафіксовано незначні перевищення ГДК на всіх контрольних створах і також спостерігається поступове нарощення концентрації жорсткості за водотоком річки.

### Література до Розділу 7

1. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення. – К.: 2006. – 240 с. – Режим доступу: <http://dbuwr.com.ua/docs/Waterdirect.pdf>
2. Порядок розроблення водогосподарських балансів [Електронний ресурс] / Додаток до наказу Міністерства екології та природних ресурсів України від 26.01.2017 № 26. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0232-17>
3. Мокін В.Б. Технологія оптимізації управління водними ресурсами басейну р. Дністер шляхом автоматизації складання його водогосподарського балансу / В.Б. Мокін, Є.М. Крижановський, Л.М. Скорина, В.В. Гребін // XIV Міжнародна науково-практична конференція: Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях: 5–9 жовтня 2015 р. – К.: 2015. – С. 131–134.
4. Мокін В.Б. Автоматизація розрахунку водогосподарського балансу ділянок басейнів річок / В.Б. Мокін, Є.М. Крижановський, А.Р. Ящолт, Л.М. Скорина // Водне господарство України. – 2017. – № 3 (129) – С. 25–30.
5. Настанова гідрометеорологічним станціям і постам – Випуск 6, частина 1. – Гідрологічні спостереження та роботи на великих та середніх річках.
6. Афанасьев С.А. Развитие европейских подходов к биологической оценке состояния гидроекосистем в мониторинге рек Украины / С.А. Афанасьев // Гидробиологический журнал. – 2001. – Т. 37, № 5. – С. 3–18.
7. Визначення якості води методами біоіндикації / В.І. Мальцев, Г.О. Карпова, Л.М. Зуб. – К.: НЦЕБМ НАН України, ІНЕКО, 2011. – 112 с.
8. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / В.Д. Романенко, В.М. Жукинський, О.П. Оксіук та ін. – К.: «ВІПОЛ», 1998. – 28 с.
9. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / За ред. В.Д. Романенка. – К.: «Логос», 2006. – 408 с.
10. Досвід використання «Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними критеріями» (пояснення, застереження, приклади) / А.В. Яцик, В.М. Жукинський, А.П. Чернявська, І.Є. Єзловецька. – К.: «Символ-Т», 1998. – 48 с.
11. Методика картографування екологічного стану поверхневих вод України за якістю води / Л.Г. Руденко, В.П. Разов, В.М. Жукинський та ін. – К.: «Оріяни», 2006. – 60 с.
12. Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні екологічні вимоги щодо якості води та правила вибирання: ДСТУ 4808:2007. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 36 с. – (Національний стандарт України).
13. Правила охраны поверхностных вод. – М.: Госкомприроды СССР, 1990. – 38 с.
14. Обобщенный перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. – М., 1990. – 37 с.
15. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення / EU Water Framework Directive 2000/60/EC. Definitions of Main Terms/ – К.: [б. в.], 2006. – 240 с.
16. Єдине міжвідомче керівництво по організації та здійсненню державного моніторингу вод. – Офіційне Видання – К.: Мінекоресурси України 2001. – 54 с. – (Нормативний документ).

---

### Питання для самоперевірки Розділ 7

1. Зазначте мережу та обсяг моніторингу поверхневих вод, здійснюваного Держводагентством України.
2. Які особливості зміни якості вод в останні роки, причини зміни?
3. Дайте визначення терміну «гідроекологічний моніторинг», які його базові аспекти?
4. Що Вам відомо про веб-систему «Моніторинг та екологічна оцінка водних ресурсів України» Держводагентства України?
5. Що є основою гідрометеорологічного моніторингу стану річок басейнів Дніпра та Дністра?
6. Для чого складаються прогнози припливу води до водосховищ за сезонами року?
7. В чому полягає перспектива удосконалення прогнозування?
8. Які головні переваги біологічних методів оцінки якості води?
9. Який обсяг спостережної мережі Державного моніторингу підземних вод і його значення?
10. У чому полягає ризик транскордонних водно-екологічних ускладнень?

## 8. ВИКОРИСТАННЯ ДАНИХ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ (ДЗЗ) ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ

### 8.1. НАПРЯМИ ВИКОРИСТАННЯ АЕРОКОСМІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Дослідження водних ресурсів Землі на сьогодні важко уявити без використання супутникових методів та геоінформаційних систем (ГІС). Використовуючи космічні знімки можна визначити стан поверхневих вод та оцінити екологічний стан води. Основними перевагами космічних знімків є: одночасність охоплення значної площі акваторії, безперервність інформаційного змісту знімка для кожної точки зображення, висока періодичність реєстрації стану водних мас та прибережних територій.

Методи дистанційного зондування Землі ґрунтуються на результатах вимірювань електромагнітного випромінювання землею поверхнею, включаючи всі розташовані на ній природні, природно-техногенні та інші об'єкти. Такі дослідження включають виділення однорідних за спектральними характеристиками ділянок місцевості, виявлення розташованих на земній поверхні об'єктів, встановлення стану об'єктів за низкою параметрів, зміни яких проявляються у змінах їх емісійної або альбідної здібності.

Застосування аерокосмічних знімків значно розширює можливості здійснення гідроecологічних, природоохоронних та водогосподарських робіт. Розроблено методологічні підходи, програми та алгоритми оброблення матеріалів ДЗЗ дозволяють:

здійснювати інвентаризацію водойм та водотоків, водогосподарських, зрошувальних і зволожувальних меліоративних систем та гідротехнічних споруд, у тому числі отримувати різномасштабні карти ландшафтів водозаборів та оцінювати ступінь їх антропогенного порушення;

відслідковувати сингенетичні та екзогенні зміни рослинного покриву, трансформацію ландшафтів;

визначати біологічну продуктивність водойм, оцінювати біоресурси (запаси фітомаси макрофітів, ступінь розвитку угруповань зоо- та фітопланктону, площі нерестовищ, місць нагулу риб та годівлі водоплавних птахів тощо);

виявляти антропогенно спровоковані та природні зміни водної маси (природне та антропогенне евтрофування, зміна прозорості води, загальна мінералізація, наявність суспензій тощо);

контролювати утворення ділянок теплового забруднення водних об'єктів та виявляти ділянки порушених санітарних зон у районах водозаборів;

контролювати гідрографічну мережу та споруди на заплавах і призаплавних ділянках, особливо у районах великих міст та в зонах великомасштабного гідротехнічного будівництва;

визначити інтенсивність і масштаби процесів ерозії та абразії берегів, реєструвати переформування русел річок і відмілин, заростання гирлових зон та заболочування прилеглих територій;

оцінювати об'єми та прогнозувати наслідки господарчого впливу на водні об'єкти та їх водозбори (у тому числі й рекреації);

здійснювати моніторинг шкідливих впливів вод (підтоплення, засолення, катастрофічні паводки) та оцінювати збитки; здійснювати моніторинг та моделювання (в тому числі з урахуванням гідравліки) процесів затоплення території під час повеней за тривимірними моделями рельєфу;

здійснювати моніторинг водного та льодового режимів водойм, спостерігати за процесами сніготанення з метою прогнозування стоку, здійснювати контроль льодової обстановки під час проходження паводку на річках;

оцінювати стан водоохоронних територій, природоохоронних об'єктів та дотримання законодавства, що регулює взаємовідносини людини та природи (Водний, Лісовий, Земельний кодекси України);

здійснювати екологічний моніторинг на базі ГІС-технологій;

реалізовувати побудову та аналіз гідрологічно коректних цифрових моделей рельєфу (ЦМР) [1].

Космічні знімки, отримані в різних спектральних діапазонах, мають роль реальної картографічної основи, що забезпечує екстраполяцію відомостей, отриманих у результаті наземних і супутникових спостережень. Такий підхід під час використання інтегральних інформативних показників відкриває нові можливості для виявлення загальних тенденцій змін, що відбуваються у екосистемах, може стати основою комплексного моніторингу водойм та їх водозборів на якісно новому рівні та бути базою для розроблення екологічно дружніх методів господарювання.

### 8.2. МІЖДИСЦИПЛІНАРНИЙ ПІДХІД ДО ДОСЛІДЖЕННЯ ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ ЗАСОБАМИ ГІС/ДЗЗ-ТЕХНОЛОГІЙ

Водні об'єкти є складними екосистемами, їх аналіз здійснюється на основі узагальнених критеріїв, фактично інтегруючих результатів досліджень, отриманих у різних наукових напрямках: екології, гідробіології, гідрології, гідрохімії, гідрогеології.

Для дистанційних аерокосмічних досліджень у гідроекології запропоновано [2] процес інтеграції наукових знань називати: «мультидисциплінарний науковий напрямок» із визначенням методичної основи, як: інтеграція теоретичних положень, методів і моде-

лей, інформаційних матеріалів та експериментальних результатів із різних наукових дисциплін на основі методів системного аналізу (рис. 8.1).

Дослідження водних ресурсів Землі важко уявити без використання матеріалів дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) та геоінформаційних (ГІС) технологій. Використовуючи аналіз космічних знімків (КЗ) можна не лише отримати уявлення про стан водотоків, окремих водойм, водозбірних басейнів, але й оцінити їх екологічний стан. Основними перевагами використання космічних знімків є: одно-

часне охоплення значної площі акваторії/території та певного часового проміжку, безперервність інформаційного змісту знімка для кожної точки зображення, висока періодичність реєстрації даних аналізу. Досвід багаторічних досліджень свідчить, що найкращі результати досягаються у разі спільного використання наземних спостережень та космічної інформації. Тому розроблення комплексних методів оцінки екологічних характеристик навколишнього природного середовища є найбільш актуальною задачею.

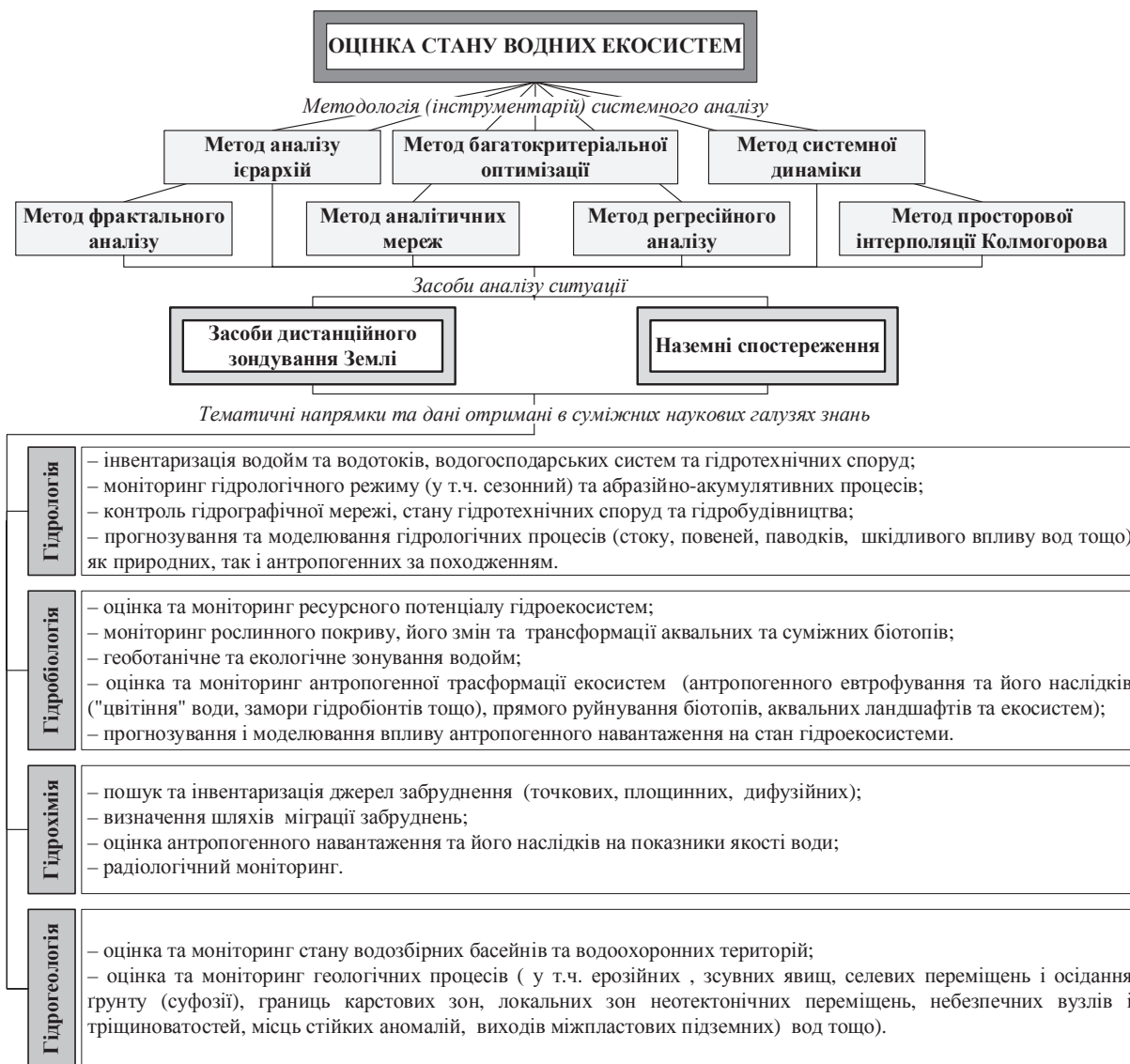


Рис. 8.1. Концептуальна схема мультидисциплінарного аналізу аерокосмічної і наземної інформації методами системного аналізу під час гідроекологічних досліджень (за [3])

### 8.3. ДИСТАНЦІЙНА ОЦІНКА ЗМІН ОСНОВНИХ КОМПОНЕНТІВ БІОТИ

#### 8.3.1. Оцінка змін вищої водної рослинності

Основним компонентом біоти більшості водних екосистем та їх найчуттєвішою ланкою є вища водна

рослинність, як представник базового трофічного та середовищемоформуючого рівнів. Склад і структурні особливості рослинності визначають структуру міководних ландшафтів водойми, формуючи певні природні територіальні комплекси (ПТК), і можуть бути універсальними індикаторами екологічного стану самої водойми та водозбору загалом. Участь рослин-

них угруповань у комплексі внутрішньоводоймищних процесів можна умовно розділити на 3 напрямки:

механічний (хвильоруйнівна та седиментаційна функція зарослевої зони);

трансформуючий (накопичення, трансформація та захоронення забруднювачів, що визначають потенціал водойми до самоочищення від забруднень);

продукційний.

Зарості водних рослин, певною мірою, є інтегральним показником екологічного стану водойми. За їх якісними та кількісними показниками можна отримати досить повне уявлення щодо цілої низки абіотичних складових водного середовища, зокрема, рівні рН, навантаження середовища біогенними речовинами (трофність водойми), трансформацію гідрологічного режиму, наявність забруднень [4].

Флористичний склад вищих водних рослин у водоймах України представлено більш ніж 150 видами, що формують понад 160 угруповань та їх різновидностей. Важливість ролі водної рослинності у формуванні якості води та біологічної продуктивності водойм обумовлює необхідність систематичного контролю за її розвитком, особливостями горизонтального та вертикального розподілу, якісними й кількісними змінами у часі та у просторі під впливом зовнішніх факторів. До переліку задач моніторингу входить вирішення таких завдань:

оцінка змін у якісному складі, структурі угруповань та кількісних показниках запасів фітомаси;

відслідковування динаміки змін площ заростання;

виявлення джерел забруднень та особливостей міграції забруднень за водоймами;

визначення сучасного та прогноз екологічного стану водних об'єктів.

Зазначені вище завдання успішно вирішуються використовуючи космічний геомоніторинг. Космічні знімки, по-перше, забезпечують можливість вивчення особливостей оселіщ рослинних угруповань: характер берегової лінії, тип мілководь, наявність заплачних водойм, обмілин, рукавів, інтенсивність водообміну тощо. По-друге, дозволяють виокремити та розрахувати площі заростей вищих водних рослин. Крім того, космічні знімки, отримані в різних спектральних діапазонах, виконують роль реальної картографічної основи, що забезпечує екстраполяцію даних наземних і супутникових спостережень.

В основу розроблених у ЦАКДЗ алгоритму й програми (VRLK) покладено структурно-функціональні взаємозв'язки біотичних (характеристики рослинних угруповань) та гідролого-гідрохімічних показників як структурних елементів акваторіального ландшафту. Інструментом алгоритму є математичні методи системного аналізу, що успішно застосовано для систематизації інформації. Як зазначено, на водоймах (природних та штучних) є значна кількість комбінацій рослинних угруповань, що під впливом зовнішніх факторів безупинно змінюють свою конфігурацію, структуру та обумовлюють, відповідно до нових умов, плавний та безупинний перехід одного типу ПТК в інший. Зазначені обставини й потребують застосування такого експрес-методу, що у разі класифікації досліджуваних об'єктів дозволяв би враховувати не тільки перебіг зазначених сукцесійних змін, але й здійснювати біоіндикацію змін середовища. У разі традиційного підходу до класифікації зарослих

територій приймається бінарне рішення, наприклад,  $m = 1$  – у випадку приналежності ділянки до конкретного типу ПТК чи  $m = 0$  – неприналежності. Теорія нечітких множин заміняє строгу приналежність досліджуваної ділянки до якого-небудь типу ПТК на безупинну функцію приналежності до кожного ПТК [5].

Для реалізації методу використовуються математичні моделі різних типів ПТК. Принцип побудови останніх засновано на узагальненні досвіду експертів-гідробіологів щодо вивчення розподілу рослинних угруповань рангу асоціації (у трактуванні шкали Браун-Бланке) за площею різних типів ПТК для конкретних водних екосистем. У структурі ПТК прийнято бальну шкалу Браун-Бланке для описання частки кожного конкретного угруповання. До цього перша домінанта відповідає 4-му балу за шкалою Браун-Бланке, що свідчить про те, що угруповання цієї асоціації займає 50–75 % від загальної площі ПТК. Друга домінанта відповідає 3-му балу (площа угруповань асоціації 25–50 %) тощо. Практикою визначено, що виставлення балів за шкалою Браун-Бланке не є однозначною процедурою. Так, наприклад, якщо частка  $S = 55 \%$ , то віднести її до 1-ої домінанти можна лише з певною умовністю. Щоб обійти цей недолік, кожному бальному класу шкали Браун-Бланке поставлено у відповідність функцію приналежності, що приймає значення 1, якщо площа покриття потрапляє в середину бального інтервалу, і 0,5, якщо значення цієї площі є на краю інтервалу. Процес вирішення задачі визначення типу ПТК складається з 3 етапів: створення бази даних можливих типів ПТК для подальшого машинного оброблення; визначення за супутниковим знімком переліку зафіксованих наземними спостереженнями рослинних угруповань та обчислення займаних ними площ; визначення функції приналежності досліджуваної ділянки до кожного типу ПТК та виявлення бажаного типу за максимальним значенням функції приналежності [6–11].

Якщо донедавна розроблення дистанційних методів контролю аквальної частини ПТК зводилося в основному до вивчення змін концентрації хлорофілу фітопланктону як індикатора біологічної продуктивності акваторій за даними оптичного діапазону, то на сьогодні для досліджень зарослих аквальної частини ландшафтів широко використовуються також матеріали, отримані в ІЧ- та УФ-зонах спектра.

Кожна дешифрувальна ознака використаних знімків залежно від просторової розрізненості на місцевості віддзеркалює конкретний ландшафтний індикатор чи їх комплекс. На космічних знімках низької просторової розрізненості фіксуються загальні генералізовані риси типів ПТК. Наприклад, фототон може характеризувати стан рослинного покриву в цілому, зволоженість ґрунтів чи ступінь горизонтального розчленовування рельєфу; текстура й рисунок зображення – специфіку ґрунтового покриву, розподіл видового складу заростей тощо. Ця істотно різна інформація має аналізуватися під кутом зору поставленої задачі, а виділені у процесі дешифрування одноозначкові аномалії позначати передбачуваний зв'язок: дешифрувальна ознака – ландшафтний індикатор – елемент прогнозованої структури. Знімки високої просторової розрізненості дозволяють на основі аналізу відмінностей елементів ландшафту, зафіксованих у зображенні, виявити



межі співіснування окремих угруповань, а, почасти, й видів рослинності.

Космічні знімки дозволяють наочно відобразити

зміни що відбуваються у водних екосистемах та описувати зміни у характері заростання водойми за тривалий період часу (рис. 8.2).

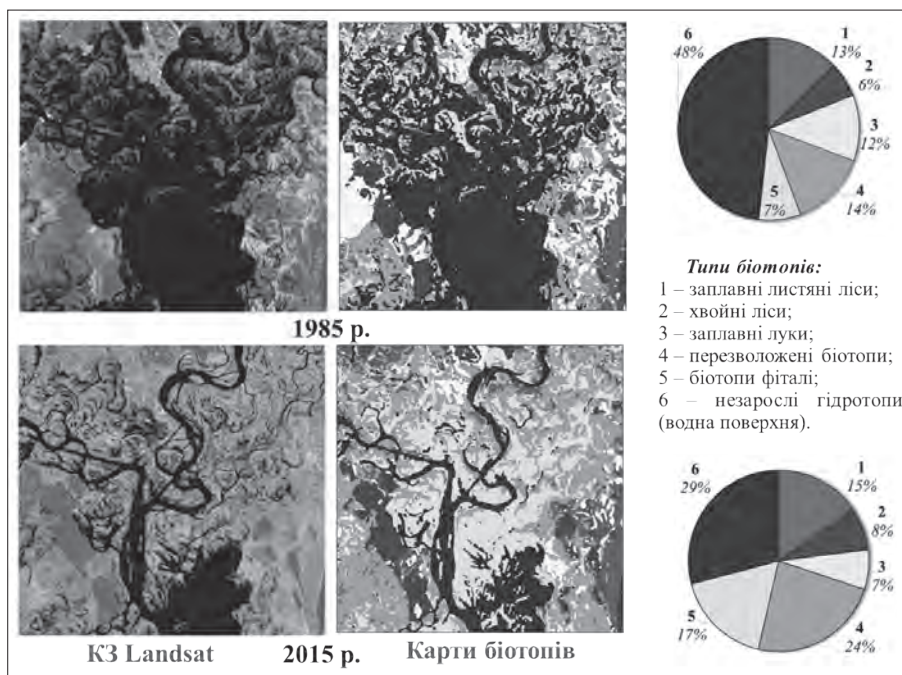


Рис. 8.2. Дослідження динаміки заростання верхів'я Київського водосховища за матеріалами дешифрування КЗ Landsat (за [2])

### 8.3.2. Комплексна оцінка екологічного стану водойм

Під час дистанційних аерокосмічних досліджень ряду водних об'єктів для оцінки їх екологічного стану обрано найрепрезентативніші та надійно дешифровані за космічними знімками біологічні складові, на основі яких для ДЗЗ сформовано індикаторні критерії. Так, під час дослідження озера Світязь за період 1988 – 2009 років [7, 9] у його заростевій зоні виділено такі складові-індикатори (рис. 8.3): прибережні чагарниково-болотні комплекси; водно-болотні

комплекси; непорушені прибережні піщані мілководдя; літоральні комплекси «водних» очеретів; літоральні комплекси рдесників; деградовані прибережні піщані мілководдя. Додатково проаналізовано показники середньої температури води за літній період та рівень води за роками. На основі вибраних складових та здійснених мультифрактальних досліджень матеріалів дешифрування космічних знімків [8] як критерій оцінки екологічного стану озера Світязь прийнято фрактальну розмірність  $D_q$  у разі  $q = 4$ , коефіцієнт кореляції якої з експертними оцінками за роками дорівнював  $r = 0,78$  [8, 9].

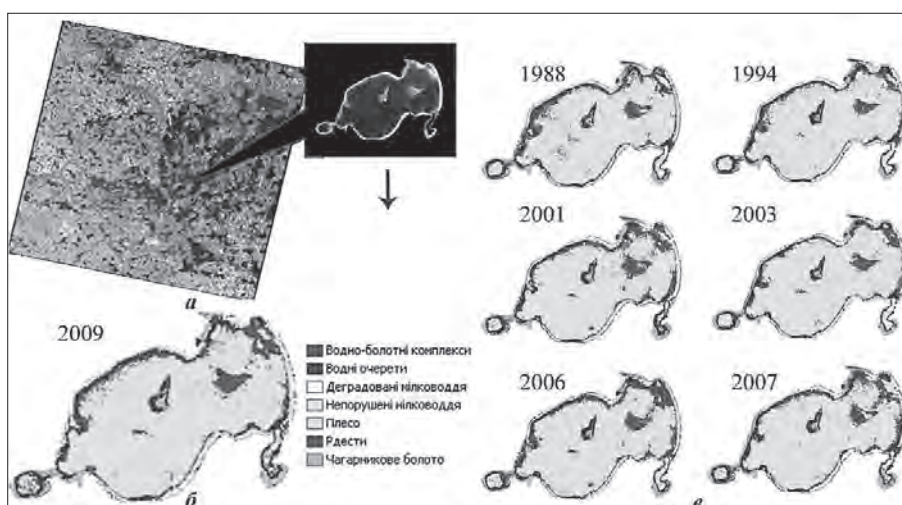
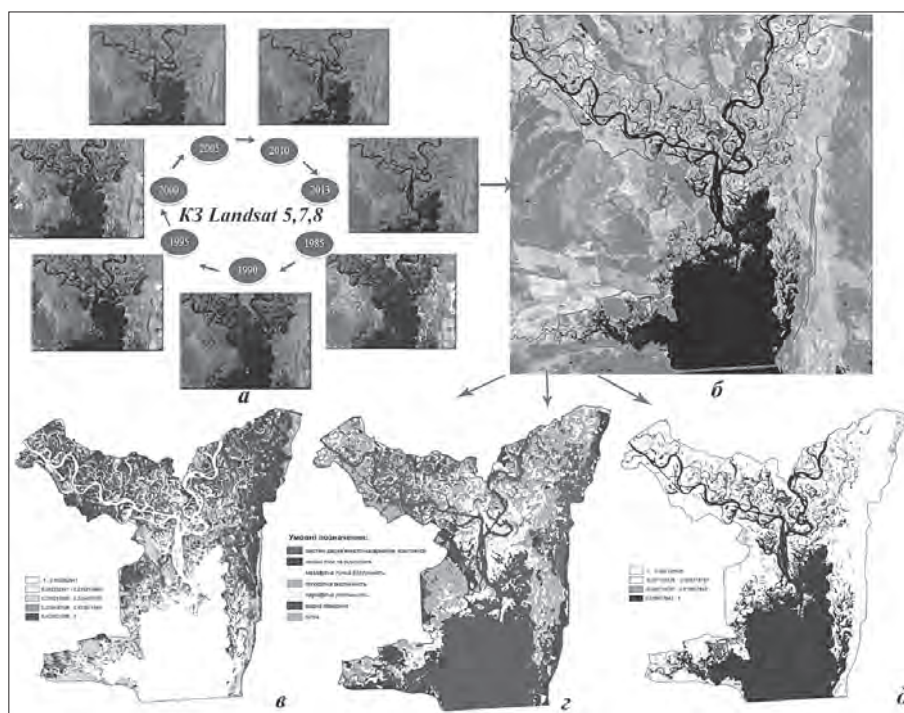


Рис. 8.3. Карти розподілу ПТК озера Світязь за 11 років

(а – космічний знімок Landsat 5 за 2009 рік; б – карти розподілу ПТК озера Світязь за 2009 рік; в – ретроспективний ряд карт розподілу ПТК озера Світязь з 1988 по 2007 роки) (за [10])

Для отримання оцінки якості води верхів'я Київського водосховища обрано критерій на основі методу багатокритеріальної оптимізації [9, 12]. За результатами дешифрування та аналізу космічних знімків Landsat за період з 1989–2013 роки (рис. 8.4) виділено основні біотопи водно-болотних угідь верхніх ділянок водойми, а саме: лісові біотопи (заплавні листяні ліси та штучні хвойні насадження); заплавні луки; вища водна рослинність (прибережні перезволожені біотопи та біотопи вищих гідрофітів); прибережні незарослі або слабозарослі піщані біотопи; відкрита водна поверхня та отримано дані щодо динаміки їх площ через кожні 2 роки. Далі на основі площ виділених біотопів обчислено функцію приналежності, що характеризує якість води.

У ході аналізу встановлено, які саме типи біотопів позитивно й негативно впливають на якість води. Так, параметри максимізуються, коли збільшення показника впливає на якість води позитивно та мінімалізуються, коли позитивно на якість води впливає зменшення показника. Заключним етапом розрахунків є отримання функції приналежності як суми функцій відповідності всіх параметрів складових за кожен рік дослідження порівняно з 1989 роком, прийнятим за еталон. У таблиці 1 наведено значення функції приналежності  $F(ДЗЗ)$ , отримані за результатами дешифрування космічних знімків, що відображають зміну якості води Київського водосховища в бік незначного погіршення за фізико-хімічними характеристиками [11–14].



**Рис. 8.4. Дешифрування космічних знімків середньої просторової розрізненості та складання карт біотопів ВБУ Київського водосховища**

- а – ретроспективний ряд КЗ Landsat з 1985 по 2013 роки;
- б – космічний знімок Landsat 8 (дата зйомки 13.08.2013); в – розподіл значень нормалізованого вегетаційного індексу (NDVI); г – карта біотопів ВБУ Київського водосховища станом на 13.08.2013; д – розподіл значень нормалізованого водного індексу (NWI) (за [2])

Наступний крок – визначення ступеня взаємозв'язку між динамікою заростання Київського водосховища вищою водною рослинністю та даними гідрохімічних досліджень (за матеріалами наземних статистичних спостережень Держгідрометслужби України (ДГМС)). У результаті розрахунків отримано

взаємозв'язок функцій приналежності  $F_{ДЗЗ}$  та  $F_{назем}$ , що становить 0,7 за коефіцієнтом кореляції Пірсона, та є цілком достатнім аргументом для підтвердження доцільності оперативного контролю якості води на основі матеріалів ДЗЗ на відміну від трудомістких наземних спостережень.

Таблиця 8.1

**Значення узагальненого критерію оцінки якості води Київського водосховища за даними ДЗЗ та наземних спостережень ДГМС (за [12]).**

Роки	1989	1991	1993	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007	2009	2011	2013
<b>F (ДЗЗ)</b>	1,000	0,976	0,965	0,941	0,961	0,874	0,839	0,811	0,764	0,825	0,831	0,807	0,727
<b>F (назем.)</b>	0,973	0,761	0,606	0,486	0,431	0,410	0,432	0,370	0,354	0,343	0,399	0,448	0,464

Дослідження, як у випадку озера Світязь, так і Київського водосховища, свідчать про наявність статистичної залежності між наземними, в тому числі, експертними оцінками екологічного стану водних об'єктів та оцінками, здійсненими за космічними знімками із подальшим обробленням отриманих даних методами фрактального аналізу та багатокритеріальної оптимізації.

### 8.3.3. Оцінка евтрофікації водойм (виявлення ділянок «цвітіння» води)

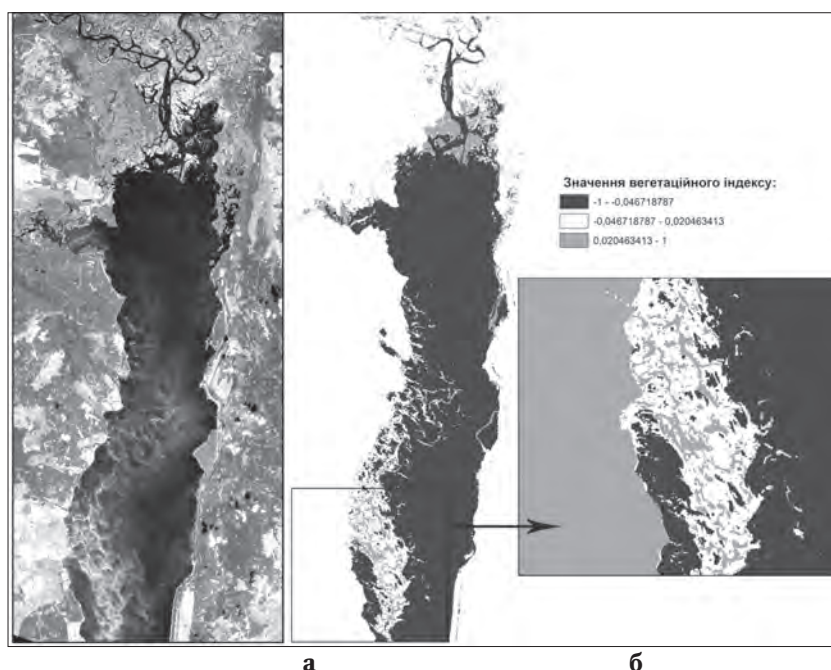
«Цвітіння» води (період максимального розвитку водоростей, зазвичай синьо-зелених, у товщі води) – явище, що може мати природний характер та бути спровокованим антропогенним впливом, зокрема надходженням у водойми забруднених біогенними речовинами комунальних або сільськогосподарських стоків, мінеральних добрив, синтетичних миючих засобів тощо. Проявляється «цвітіння» у зміні забарвлення води внаслідок масового розмноження мікроскопічних водоростей. Саме тому методи оброблення космічних знімків для виявлення ділянок «цвітіння» води зазвичай базуються на аналізі варіації коефіцієнту дифузного відбивання світла поверхневими та підповерхневими шарами води у разі збільшення у них концентрації фітопланктону. Найбільше підходить для спостережень червона область спектру видимого діапа-

зону 600–700 нм та ближній ІЧ-діапазон. Також додатковою дешифрувальною ознакою під час ідентифікації «цвітіння» вод може бути текстура зображення, так для ділянок інтенсивного «цвітіння» найчастіше характерною є специфічна ниткоподібна текстура [15].

На сьогодні функціонує досить велика кількість супутників ДЗЗ, на яких встановлені прилади, що забезпечують спостереження Землі в оптичному та ІЧ-діапазонах. Програма Landsat є однією із найстаріших за створенням та експлуатацією космічних систем дистанційного зондування Землі та містить найтриваліший часовий ряд архівних КЗ. Запуск космічного апарату Landsat-1, здійснено у 1972 році. Безкоштовні дані Landsat-5, 7 та 8 поширюються через Інтернет-архів USGS (<http://glovis.usgs.gov/>). Саме тому КЗ Landsat – базові у наших дослідженнях.

Як приклад [1], для виявлення ділянок «цвітіння» води Київського водосховища використано вегетаційний індекс, що дало можливість здійснити чітку локалізацію осередків «цвітіння» синьо-зелених водоростей (рис. 8.5).

Отримані результати картографічно відобразили результати наземних спостережень гідрометслужби ЦГО МНС України у 2013 році. Якісні та кількісні показники розвитку фітопланктону Київського водосховища у 2013 році досягли максимальних значень у середній (с. Страхолиця) та нижній (с. Нові Петрівці) частинах водойми.



**Рис. 8.5. Дослідження просторового розподілу ділянок «цвітіння» синьо-зелених водоростей на території Київського водосховища**

(а – космічний знімок Landsat 8 станом на 13.08.2013; б – розподіл значень вегетаційного індексу у найбільшому осередку «цвітіння» у районі населених пунктів Козаровичі – Лютіж (за [1])

### 8.4. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВЕРХНІ ВОДОЙМИ

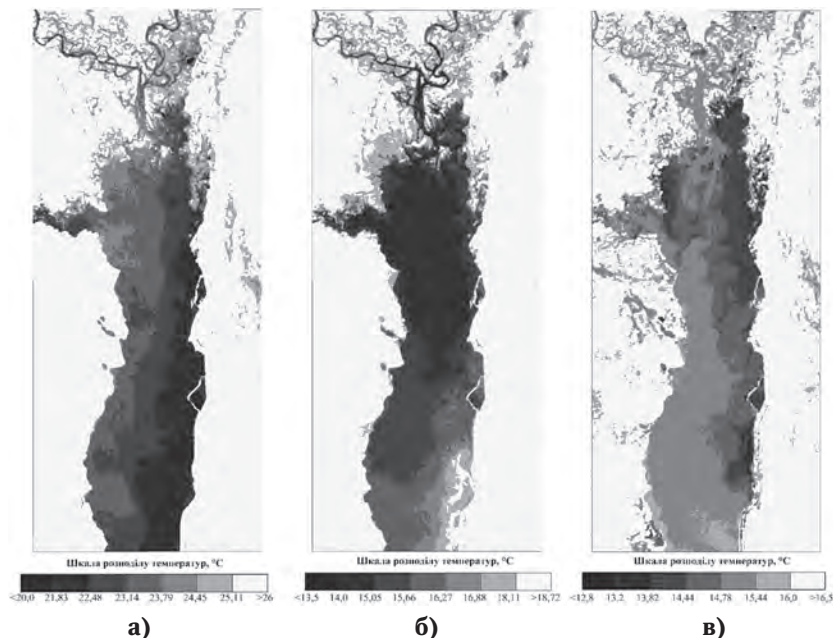
Для отримання карт розподілу температури на поверхні реалізовано процедуру конвертації даних теплових каналів Landsat 8 сенсор TIRS (10-й канал

(10,30–11,30 мкм) та 11-ий канал (11,50–12,50 мкм)) у значенні температури [16, 17].

У результаті супутникові дані теплових каналів конвертовано у значення абсолютних температур на земній поверхні у градусах Кельвіна, чутливість цих даних становить близько 0,5°К.

Нижче наведено результати сезонного моніторингу температури водної поверхні Київського водосховища (рис. 8.6) [1]. Оскільки водосховище – динамічна водойма із вираженою течією, то карти розподілу температур не можуть бути підказкою щодо розподілу глибин на акваторії, а лише наочно

ілюструють розподіл температури поверхневого шару. Ці матеріали можуть бути основою для виявлення теплових аномалій на акваторії водойми та прогнозування виникнення явищ літньої «задухи» чи згаданого вище «цвітіння» води, що сприяє збільшенню температури води.



**Рис. 8.6. Карти розподілу температури поверхні Київського водосховища за даними теплових каналів Landsat 8 (дати зйомки: а) – 31.07.2014; б) – 01.09.2014; в) – 17.09.2014) (за [1])**

### 8.5. ВПЛИВ ГІДРОЛОГІЧНИХ УМОВ НА СКЛАДОВІ КОМПОНЕНТИ ЕКОСИСТЕМ

Функціонування водних екосистем багато в чому пов'язано із впливом гідрологічних умов на складові компоненти екосистем. За результатами дослідження рівень та ступінь проточності водойм є факторами, що найістотніше впливають на стан водної екосистеми як середовища існування біоти, а також на якісні характеристики води. Змінюючи внутрішній та зовнішній водообмін, рівень води, швидкість течії, можна регулювати самоочисну здатність та біопродуктивність водойм. Щоб реалізувати таку можливість, необхідно знайти кількісні залежності показників екологічного стану водойм та якості води у них від зазначених елементів водного режиму, що є лише складовою частиною загального комплексу факторів, що визначають стан екосистеми. До цього комплексу входять фізико-географічні характеристики водойм та їх водозборів, хімічні, біохімічні та біологічні аспекти формування якості вод, антропогенний вплив тощо. Отже, регулювання водного режиму з метою зміни у потрібному напрямку яких-небудь характеристик водних екосистем має погоджуватися із загальною концепцією управління станом екосистеми. До цього потрібно забезпечити наукову обґрунтованість та доцільність запропонованого рішення, технічну й економічну реальність його реалізації, розрахувати ефективність важелів впливу.

У роботі [18] наведено модель, що описує взаємозв'язок гідрологічних показників (площа вод-

ного дзеркала, інтенсивність водообміну, тип мілководь, наявність заплавних водойм тощо) з параметрами, що їх характеризують.

На основі цієї моделі визначаються елементи гідрологічного режиму. Віднесення досліджуваної ділянки до конкретного типу гідрологічних параметрів здійснюється за максимальним значенням функції приналежності. У таблиці 2 наведено перелік типів гідрології гирлових зон Дніпра, кожному з яких належить певний перелік апріорної інформації щодо ПТК, гідрохімічних параметрів, якості води та характеристик нерестовищ [19].

На основі розроблених математичних моделей для мезокомбінацій, гідрологічних умов, типів зарослих водною рослинністю ПТК і гідрохімічних параметрів створено алгоритм, за яким у автоматичному режимі класифікують сукупність гідрологічних умов та аналізують екологічний стан різних водних екосистем [18].

Зазначені методику та програму випробувано на прикладі класифікації водної рослинності та визначення якості води у гирловій зоні ріки Прип'яті [20]. На космічному знімку (рис. 8.3а), супутника «Океан-О» (прилад МСУ-В) дешифрувальником-гідробіологом зафіксовано елементи різної гідрологічної характеристики та розраховано їх площі.

Результати дешифрування використано як вхідну інформацію для класифікації використовуючи програми виділених рослинних угруповань за типами ПТК.

У результаті розрахунків досліджувані ділянки віднесено до 12 типів ПТК. За розподілом ділянок у гирловій зоні ріки дано якісну оцінку хіміч-

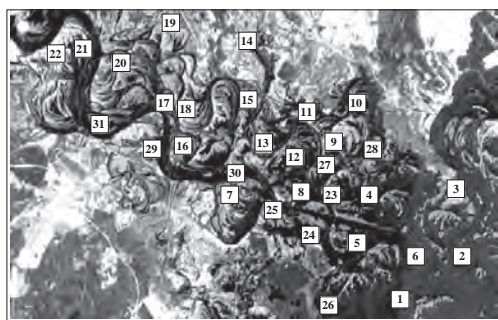
Перелік типів гідрології гирлових зон Дніпра (за [18])

Типи гідрології	Описання умов
I	Відкриті прируслові мілководдя, що знаходяться під впливом стокових течій вітрохвильової діяльності. Швидкість течій у період паводку досягає 0,6 м/с, у межень – 0,1–0,2 м/с. Промиваемість заростей є задовільною. Проективне покриття становить 30 – 60 %. Переважають піщані ґрунти.
II	Напівзакриті прируслові мілководдя, зі свіжоамитим піщаним алювієм. Швидкість відкладення алювіальних наносів вища (2–3 см/рік).
III	Мілководдя на місці розмитих островів центральної заплави. Характеризуються більш вирівняним рельєфом, ніж на прируслових мілководдях. Даний тип рельєфу утворився в результаті слабопроявлених акумулятивно-ерозійних процесів.
IV	Відкриті та напівзакриті притерасові мілководдя. Характеризуються більш вирівняним рельєфом заплави. Алювіальні процеси виражені слабо (0,2 мм/рік). Переважають мулисто-торфяно-глеєві групи та торфяники. Ділянки знаходяться під впливом дії вітрових течій, промивка заростей – помірна.
V	Закриті притерасові мілководдя, цілком ізольовані від основного плеса. Характеризуються обмеженим водообміном та інтенсивними процесами накопичення органічної речовини (мул із рослинним детритом). Переважають процеси заболочування.
VI	Найбільш підвищені ділянки мілководь, до яких належать численні заплавні острови, що в період паводку на 70–80 % залито водою. Переважають угруповання чагарникової та лугової рослинності.
VII	Ділянки старих заток, рукавів і стариць зі слабким водообміном та інтенсивним мулонакопиченням.
VIII	Ділянки відкритих мілководь прісноводного узмор'я зі значною хвильовою активністю, мулисто-піщаними піщанисто-черепашниковими та мулисто-черепашниковими донними відкладеннями.
IX	Ділянки відкритих мілководь солонуватоводного узмор'я зі значною хвильовою активністю, мулисто-черепашниковими донними відкладеннями та піщанисто-черепашниковими донними відкладеннями.
X	Конуси виносу та алювіальні обмілини уздовж рукавів, із практично прісною водою, наявністю течії, мулисті та мулисто-піщані донні відкладення.
XI	Відкриті ділянки прісноводних заток із інтенсивною седиментацією та перевідкладенням наносів.
XII	Відкриті ділянки солонуватоводних заток із інтенсивною седиментацією та перевідкладенням наносів.
XIII	Закриті ділянки прісноводних заток зі слабким водообміном та інтенсивним автосточним мулонакопиченням. Рослинність тут піддана зовнішнім впливам і є осредкоутворюючим фактором
XIV	Закриті ділянки солонуватоводних заток зі слабким водообміном та інтенсивним автосточним мулонакопиченням. Рослинність тут знаходиться під зовнішнім впливом і є осредкоутворюючим фактором.
XV	Ізольовані внутрішньодельтові прісноводні водойми із гіперакумуляцією органічної речовини та припливом свіжої води лише під час повені.
XVI	Ізольовані внутрідельтові солонуватоводні водойми із гіперакумуляцією органічної речовини
XVII	Екотонні прісноводні ділянки, що окантовують плавневі острови.
XVIII	Солонуватоводні екотонні ділянки між водною плавневою рослинністю.

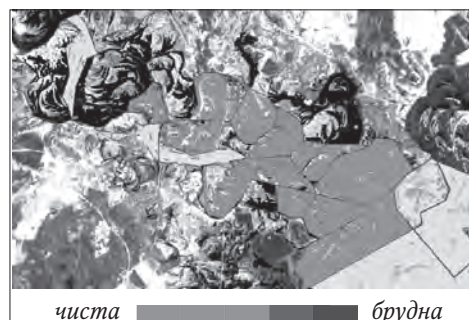
ного складу води. За нею відповідно до методики (Оцінка якості поверхневих вод суші і естуаріїв України КНД 211.1.4.010-94) виділено ділянки із різною якістю води.

На рис. 8.7б наведено карту якості води, що ілюструє результати досліджень. Вірність отриманих оці-

нок якості води засвідчують результати наземних контактних вимірів показників гідрохімічного режиму, виконаних Інститутом гідробіології НАН України у період серпень–вересень 2008 року на 4-й та 5-й ділянках (210 буїв), на 25-й ділянці (Оташево) та на 26-й ділянці (Березова кладь).



а



б

**Рис. 8.7. Фрагмент зображення та картосхеми гирлової зони ріки Прип'ять (за [19]):**  
а – фрагмент КЗ «Landsat 5», де цифрами позначено ділянки, де контролювалась якість води;  
б – ділянки різної якості води виділено відповідними кольорами

**8.6. ВПЛИВ ЗАРОСТАННЯ ВОДОЙМ  
ВИЩОЮ ВОДНОЮ РОСЛИННІСТЮ  
НА ФОРМУВАННЯ ГІДРОХІМІЧНОГО  
РЕЖИМУ ВОДИ**

Формування гідрохімічного режиму вод Київського водосховища відбувається під впливом багатьох факторів, основними із яких є гідрометеорологічні умови (температура, вітер, освітлення), гідрологічний режим (наявність або відсутність водообміну, рівневий режим), типи ґрунтів та життєдіяльність водних організмів. За період функціонування Київського водосховища у його гідрохімічному режимі відбувся ряд змін, наприклад, середньорічна температура води у ньому збільшилась на 1,2–1,5°C, а водообмін зменшився на 7% [21, 22].

Загалом проаналізовано 25-річну динаміку 38 гідрохімічних показників ДГМС. Розрахунки коефіцієнтів кореляції із метою оцінки впливу процесів ландшафтоперетворень та перерозподілу площ зарослих мілководь на гідрохімічний режим Київського водосховища засвідчили наявність взаємозв'язків зміни площ зарослих акваторій із значеннями лише ряду гідрохімічних чинників: концентраціями розчиненого у воді діоксиду вуглецю, хлору (висока кореляція) та показниками вмісту іонів міді, біхроматної окислюваності, кольоровості води, вмісту завислих речовин (значна кореляція).

Посилення заростання водосховища, насамперед, впливає на газовий та седиментаційний режими водойми, певною мірою визначає деякі інгредієнти сольового складу та мікроелементів. Залежності між показниками розчиненого у воді O<sub>2</sub> та зростанням заростей макрофітів не виявлено. Концентрація розчиненого у воді O<sub>2</sub> має флуктуаційний характер, проте на сьогодні спостерігається поступове збільшення його концентрації.

Дослідженням взаємозв'язку гідрохімічних параметрів та розвитку ВВР виявлено залежність між зміною площ зарослих акваторій та вмістом розчиненого у воді діоксиду вуглецю, хлору (висока кореляція)

та показниками біхроматної окислюваності, кольоровості води, вмістом іонів міді та завислих речовин (значна кореляція) (табл. 8.3).

Найпомітнішою виявилася залежність між зміною зарослих площ та показниками розчиненого у воді діоксиду вуглецю. Варто відзначити, що зміни розчиненого CO<sub>2</sub> є чи не найбільшими серед гідрохімічних показників верхніх ділянок Київського водосховища за останні 25 років вони зросли більш ніж у 6 разів (з 1,8 до 14,5 мг/дм<sup>3</sup>). Такі збільшення концентрацій розчиненого у воді CO<sub>2</sub> можна пояснити, насамперед, змінами гідрологічного режиму верхніх ділянок водосховища внаслідок уповільнення руху водних мас мілководдями, що інтенсивно заростають.

Впливає на збільшення концентрації розчиненого у воді CO<sub>2</sub> та посилення вторинного забруднення вод у результаті щорічного відмирання величезної кількості рослинних решток. Крім того, аналізом змін площ заростання основних екологічних груп водної рослинності виявлено активізацію на сучасному етапі процесів евтрофікації та заболочення, що пояснюється інтенсивним вторинним заплавоутворенням. Карбонатний режим водойми обумовлює, зазвичай, зміни величини рН. Вегетація вищої водної рослинності, асимілюючи розчинений у воді діоксид вуглецю, спричиняє зменшення його вмісту та впливає на підвищення значень рН. Проте помітного зв'язку між збільшенням кислотності води верхніх ділянок Київського водосховища та збільшенням площ заростей не виявлено.

Вода Київського водосховища, як і води Дніпра та Прип'яті, належить до гідрокарбонатного класу, і вміст іонів хлору у ній завжди був незначним. Збільшення площ заростей сприяє його зменшенню за рахунок їх акумулюючих властивостей. Адсорбційними властивостями угруповань водних рослин пояснюється негативна кореляція вмісту міді та збільшення площ заростей верхніх ділянок водосховища.

У ході дослідження відібрано 7 основних показників гідрохімічного режиму верхніх ділянок Київського

Таблиця 8.3

**Величина коефіцієнту кореляції Пірсона між значеннями декотрих гідрохімічних показників і площами макрофітів для верхніх ділянок Київського водосховища на період 1986–2013 роки (за [23])**

Показник	Зарості гідрофітів, га	Зарості гелофітів, га	Загальна площа заростей макрофітів, га
O <sub>2</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	- 0,17	- 0,09	- 0,091
Діоксид вуглецю, мг/дм <sup>3</sup>	0,839	0,65	0,829
pH	0,232	0,461	0,305
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> + NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> + NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мгN/дм <sup>3</sup>	0,289	0,265	0,268
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мгN/дм <sup>3</sup>	0,047	0,317	0,401
Фосфор загальний, мгP/дм <sup>3</sup>	- 0,022	- 0,097	0,053
Хлоридні іони, мг/дм <sup>3</sup>	- 0,855	- 0,840	- 0,893
Сульфатні іони, мг/дм <sup>3</sup>	- 0,497	- 0,682	- 0,538
Сума іонів, мг/дм <sup>3</sup>	- 0,464	- 0,359	- 0,389
Залізо загальне, мг/дм <sup>3</sup>	- 0,411	- 0,212	- 0,5
Мідь, мг/дм <sup>3</sup>	- 0,760	- 0,742	- 0,776
БСК <sub>5</sub> , мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	- 0,192	- 0,005	- 0,114
ХСК, мгO/дм <sup>3</sup>	0,679	0,588	0,657
Калій, мг/дм <sup>3</sup>	- 0,163	- 0,191	- 0,268
Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	0,826	0,799	0,859
Кольоровість, градуси	0,663	0,604	0,755

водосховища (параметрів), що надалі й використано для розрахунків узагальнених критеріїв оцінки якості води:  $O_2$ ,  $CO_2$ , фосфор, завислі речовини,  $NH_4^+ + NO_2^- + NO_3^-$ , ХСК, колір.

Регулярний моніторинг за перерозподілом забруднювачів, насамперед радіонуклідів, має винятково важливе значення не тільки для контролю функціонування водних екосистем водосховищ, але й для забезпечення належної якості води.

Розподіл радіоактивного забруднення донних відкладень у заростях вищих водних рослин відбувається нерівномірно. Центральна частина прибережних фітоценозів, що розташована у глибині заростей на відстані до 20 м від його нижньої межі, є зоною підвищеного вмісту радіонуклідів. Так, для Київського водосховища, на цих ділянках вміст  $Sr^{90}$  у 4–40 разів, а  $Cs^{134} + Sr^{90}$  у 2–26 разів перевищував рівень радіоактивного забруднення донних відкладень порівняно з іншими ділянками заростей, а також із такими, де немає заростей рослин. У заростях занурених рослин (рдести) радіоактивне забруднення донних відкладень є вищим, ніж на чистій воді у 3,5 рази для  $Sr^{90}$  і в 2,5 рази для  $Cs^{134} + Cs^{137}$ .

У процесі росту вищі водні рослини, крім радіонуклідів, поглинають із ґрунту та води біогенні елементи (азот, фосфор, калій тощо), також мікроелементи, у тому числі ті, що належать до важких металів. Цим поглинанням виконується важливі функції консервації та трансформації забруднювачів, очищення та кондиціонування води. Проте, сезонне відмирання рослин або зменшення рівня води водойм, що обумовлює осушення літоралі та одночасне відмирання рослинності спричиняють залпове повернення у воду (у разі повторного затоплення) зв'язаних біомасою біогенних елементів.

Найтриваліший період зв'язують біогенні елементи повітряно-водні рослини. По-перше, вони розвивають могутню кореневу систему, що становить 30–60%, а іноді 70–80% від загальної біомаси, що не відмирає до кінця вегетації. Тому, незважаючи на активний весняний відтік із кореневої системи біогенних елементів для формування надземних пагінців, значна кількість цих речовин залишається в біомасі кореневища й разом із придатковими коренями та старими кореневищами йде у глибші шари донних відкладень, тобто хорониться. Саме ця група рослин найчіткіше контролюється дистанційними методами під час зйомок у період вегетації.

Для інтегральної оцінки забруднення води обрано критерій на основі методу багатокритеріальної оптимізації –  $F_{назем}$ . До цього кореляція сумарного показника хімічного забруднення води (ПХЗ-10) та отриманого значення функції належності  $F_{назем}$  і розрахованих за період 1989–2013 роки становить 0,94. Це доводить, що отриманий узагальнений критерій оцінки хімічного забруднення води можна використати на рівні із показниками інтегральних індексів, розрахованими загальноприйнятими методами [23].

### 8.7. ДОСЛІДЖЕННЯ ЛІТОРАЛЬНОЇ МІГРАЦІЇ ДОННИХ ВІДКЛАДІВ І РОЗПОДІЛУ РАДІОНУКЛІДІВ

Відомо, що важливу роль у накопиченні донних відкладів водойм відіграє рельєф дна, що визначається переважно сучасними вертикальними рухами за розломами. Крім того, за зонами розломів відбувається інтенсивна

фільтрація води із розчинними у ній компонентами на глибину. Ці явища мають особливе значення для дослідження стану донних відкладів Київського водосховища, де накопичено багато радіонуклідів, пов'язаних з аварією на Чорнобильській АЕС [24].

З метою дослідження літоральної міграції донних відкладів розподілу радіонуклідів використано матеріали структурного дешифрування різночасових космічних знімків різної просторової розрізненності «Океан-О», «SPOT» і «Landsat»). Враховуючи порівняно невелику ширину водосховища (середня – 8,4 км, максимальна – 12 км), виділені на берегах структури екстрапольовано у межах дна водосховища. Крім того, здійснено аналіз морфології рельєфу за топографічними картами різних років, враховано матеріали наземних геофізичних досліджень навколишньої суші, а також дані гідробіологічних, гідроекологічних, радіоекологічних досліджень Київського водосховища та р. Прип'яті.

У результаті досліджень складено структурну схему району, де зазначено розломи, блоки, кільцеві структури й вузли перетинання розломів, тобто всі структури, що впливають на латеральне переміщення відкладів та вертикальну проникненість гірських порід і фільтрацію підземних вод.

Виходячи із наведених досліджень найнебезпечнішою структурою з погляду забруднення підземних вод радіонуклідами є північна частина водосховища, де сходяться Прип'ятський та Дніпровський відрogi. У цьому місці перетинаються порушення Одесько-Тальновської, Південної прибортової, Тетерівської



#### Позначення

- 1 – Одесько-Тальнівська зона порушень (ЗП)
- 2 – Північно-Українська горстова ЗП
- 3 – Південно прибортова ЗП
- 4 – Дніпродзержинська ЗП
- 5 – Тетерівська зона порушень

#### Кільцеві структури:

- 6 – у районі Опачичі – Страхолисса
- 7 – у районі гирла р. Ірпінь

#### Вузли перетинання розломів:

- 8 – на півночі Київського водосховища
- 9 – на півдні Київського водосховища
- 10 – у районі Тетерівської зони
- 11 – у районі селища Толокунь
- 12 – у районі селища Лютиж.

#### Блоки: I, II

Рис. 8.8. Структура рельєфу дна Київського водосховища за результатами аналізу космічних знімків супутників «Океан-О», «SPOT» і «Landsat». Зони розломних порушень, що визначають розподіл радіонуклідів, позначені пунктирними лініями та цифрами (за [24])

зон розломів та одного із субширотних порушень Північноукраїнської горстової зони. До того, у цьому районі розташовано кільцеву структуру, активну на сучасному етапі розвитку.

### 8.8. ІСТОРИЧНА РЕКОНСТРУКЦІЯ ГІДРОГРАФІЧНОЇ МЕРЕЖІ ТА ОЦІНКА ЇЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ

Порівняння історичних карт та сучасних даних ДЗЗ дозволяє здійснити реконструкцію гідрографічної мережі певної території або ландшафтних карт окремих водосховищ і водних басейнів. Цікаві результати дає порівняння вигляду водних об'єктів до та після антропогенних трансформацій. Прикладом може бути здійснене оцінювання трансформації річища Дніпра та його заплави у верхній частині Київського (рис. 8.9) та у середній Канівського водосховищ.

Київське водосховище є одним із 6 водосховищ Дніпровського каскаду. Воно належить до водних об'єктів загальнодержавного значення. Введено в експлуатацію в 1964 році. Водосховище розташовано на території Київської та Чернігівської областей України й Гомельської області Республіки Беларусь. Його площа за нормального підпірного рівня становить 92,2 тис. га, об'єм – 3,73 км<sup>3</sup>, довжина – 110 км. Найбільша ширина водосховища – 12 км, середня глибина – 4,1 м. Рівень води під час сезонного регулювання стоку коливається у межах 1,5 м [25].

Первинна рослинність поліських заплав Дніпра та нижніх течій Прип'яті й Тетерева до утворення Київського водосховища була представлена деревно-чагарниковими, луговими, болотними та прибережно-водними (земноводними) фітоценозами. На деревно-чагарникову рослинність припадало: у заплаві поліської частини Дніпра – 10–12 % від усієї площі заплави, Прип'яті – 8–10 %, Тетерева – 14–17 %. Лугові фітоценози займали відповідно 70–90 %, 70–80 %, 70–80 %; болотні – 4–6 %, 12–15 %, 4–6 %, прибережно-водні – 1–2 %, 1–2 %, 1–1,5 % [26].

Водосховище внесло відчутні зміни у природні умови краю: гідрологічні, підґрунтово-ґрунтові та еколого-біологічні режими лугових ділянок, що опинилися під впливом мілководного затоплення та підґрунтово-ґрунтового підтоплення. Ці зміни позначилися на формуванні, розвитку та становленні їх рослинних фітоценозів [26].

Отримані карти реконструкції старого русла Дніпра дозволили відтворити історичний вигляд річки до утворення водосховища. Порівнявши ці матеріали із сучасними актуальними космічними знімками після дешифрування, ми змогли оцінити масштаби затоплення та трансформації заплави Дніпра, що відбулися внаслідок зарегулювання річки Київською ГЕС. Вигляд природного русла Дніпра та акваторії Київського водосховища у стані повного наповнення відтворено на рис. 8.9.

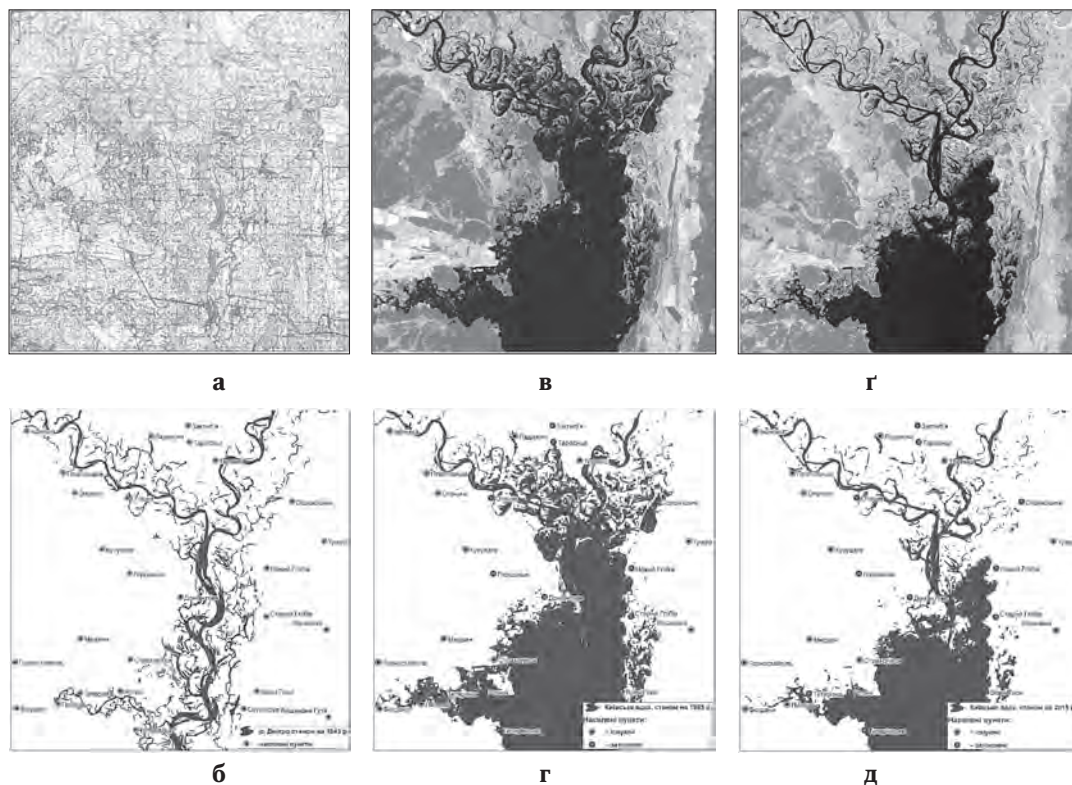
На рис. 8.10 наведено приклади поступової трансформації найбільш динамічної ділянки водо-



**Рис. 8.9. Трансформація річища та заплавної комплексу р. Дніпро в результаті створення Київського водосховища (за [27])**

сховища, а саме його верхів'я. На зображеннях добре видно, що за досліджуваний період відбулося значне заростання акваторії водосховища вищою водною рослинністю, і хоча нині вона у видовому складі значно відрізняється від історично притаманної лугової, але помітно, що форма заплави поступово відновлюється.





**Рис. 8.10. Відновлення природного стану руслових і заплавних біотопів р. Дніпро у верхів'ях Київського водосховища (за [27])**

Вигляд досліджуваної ділянки на різні дати: 1943 р. – за німецькою топографічною картою (а і б), 1985 р. – за космічним знімком Landsat-5 (в і з), 2015 р. – за космічним знімком Landsat-8 (r і d)

### 8.9. ОЦІНКА СТАНУ ВОДОХОРОННИХ ТЕРИТОРІЙ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ (НА ПРИКЛАДІ ДНІСТРОВСЬКОГО КАСКАДУ ГЕС І ГАЕС)

Комплекс збудованих на Дністрі ГЕС і ГАЕС – складний гідренергетичний об'єкт, функціонування якого обумовлюють не лише процеси, що відбуваються у водосховищах, а, насамперед, ті процеси, що відбуваються на їх водозборах. Саме тому екологічні вимоги щодо експлуатації водосховищ Дністровського каскаду ГЕС і ГАЕС мають базуватися на врахуванні особливостей розвитку та функціонування територій усього водозбірного басейну. Потрібно також враховувати, що саме ландшафтна структура водозбору та характер господарювання на ньому визначають водність та функціонування річкової гідроекосистеми [28].

Однією із найважливіших передумов збереження та примноження водних ресурсів на сьогодні є формування водоохоронних обмежень у використанні водоохоронних зон, прибережних захисних смуг, пляжних зон, смуг відведення та берегових смуг водних шляхів, що мають запобігати забрудненню водних об'єктів, знищенню біорізноманіття, а також зменшенню коливань стоку [29]. У той же час, інформації про теперішній стан та використання земель водоохоронних територій на сьогодні практично немає, що створює

широке поле для непорозумінь та зловживань під час їх використання та призводить до інтенсивної деградації аквальної екосистем [30].

Головним постулатом успішного запровадження системи управління водними ресурсами, у тому числі й розроблення Правил експлуатації гідренергетичного комплексу, є наявність достовірної наукової інформації щодо змін, що відбуваються на водозборі. Параметри водоохоронної зони (ВЗ) та прибережних захисних смуг (ПЗС) Дністровського водосховища визначено понад 30 років тому, а саме: у проекті Дністровської ГЕС Харківською філією інституту «Союзгіпролесхоз» у 1982 році визначено параметри водозахисної зони водосховищ ГЕС (690-8-Т11); у 1992 році у розробленій тим же інститутом робочій документації відкориговано параметри та обсяги робіт у водоохоронній зоні (732-8-Т92) згідно з робочим проектом «Водоохоронних зон водосховищ Дністровського комплексного гідровузла», зробленого інститутом «Укрдіпроводгосп» на замовлення Дністровського басейнового водогосподарського об'єднання. Крім того, Харківською філією інституту «Союзгіпролесхоз» у 1988 році зроблено робочу документацію щодо захисту та декоративного озеленення зони верхнього водосховища та основних споруд ГАЕС (732-8-Т47). Проектну документацію щодо винесення в натуру меж ВЗ та ПЗС погоджено на місцевому рівні, проте подальшої інформації про її втілення не виявлено. Лісомеліоративні заходи з метою

укріплення берегів та зупинення ерозійних процесів здійснено під час будівництва Дністровського водосховища [31].

Саме тому метою досліджень є уточнення теперішнього стану водоохоронних територій Дністровського гідровузла та змін, що тут відбулися в результаті природних та антропогенних перетворень.

Дослідженнями будь-яких змін, що відбуваються в екосистемі, передбачено часовий порівняльний аналіз. Надзвичайно важливим є подібний підхід й у випадку оцінки різних видів антропогенних трансформацій та здійснення екологічного моніторингу. Серед сучасних методів контролю екологічної ситуації найефективнішими є методи, засновані на використанні геоінформаційних систем (ГІС) та даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ). Актуальним є використання результатів дистанційного моніторингу у разі здійснення досліджень змін ландшафтної структури крупних природних об'єктів, для яких здійснювати регулярні польові дослідження складно та дорого. Потрібно здійснювати такі дослідження також у тому випадку, коли дослідники стикаються з браком матеріалів ретроспективних даних (власних, чи опублікованих), аби охопити достовірний часовий проміжок.

Оцінку ландшафтної структури водоохоронних територій Дністровського комплексу ГЕС і ГАЕС [32] здійснено шляхом дешифрування ретроспективних рядів космічних знімків, для чого використано космічні знімки зі супутників «Landsat» за 3 періоди: «Landsat 5 TM» (дата 17.08.1985), «Landsat 7 ETM+» (дата 05.06.2000) та «Landsat 8 OLI» (дата 25.07.2015) із просторовим розрізненням 30 м/піксель за 1985 рік та 15 м/піксель за 2000 та 2015 роки. Для оброблення та інтерпретації даних ДЗЗ використано програмні пакети «ERDAS IMAGINE 2011» (Leica Geosystem

Inc.), «ArcGis» та «QGis». Для оцінки площі складових територій використано процедуру тематичного оброблення супутникових даних, результатом якої є карти природно-територіальних комплексів (ПТК). Для класифікації різних типів об'єктів, наведених на знімках «Landsat», застосовано піксельно-орієнтований класифікатор, побудований на штучних нейронних мережах. Розпізнавання здійснено із використанням моделі нейронної мережі багатоповилового Перцептрона (MLP), де входними ознаками є дані спектральних каналів, а також значення нормалізованого вегетаційного індексу (NDVI) та водного індексу (NWI). Як дешифрувальні ознаки використано спектральні яскравості, що відображають поверхні виділених класів.

В умовах об'єкту досліджень, згідно з наявними планами відведення ВЗ, ширина ВЗ коливається у межах від 1 до 5 км, в середньому становлячи 2,5 км, а ширина ПЗС – 100 м. У зв'язку з каньйонним типом та крутими береговими схилами Дністровського водосховища ширина ПЗС за всією довжиною водойми подвоюється й становить 200 м. У тих місцях, де ПЗС межує з ярами та лісовими насадженнями, вони потрапляють до меж ПЗС [33].

Базуючись на зазначеному, для оцінки трансформації ВЗ та ПЗС Дністровського гідровузла обрали 2 буфери (рис. 8.11), ширина першого – 2,5 км (усереднені дані ширини ВЗ), ширина другого – 200 м (ширина ПЗС). Буфери закладено на найстаршому знімку – періоду 1985 року, і за ним обриси ВЗ та ПЗС перенесено на полігони новіших знімків (2000 та 2015 років). Для буферу завширшки 200 м – ПЗС – межі відкореговано вручну із урахуванням особливостей сучасної ландшафтної структури узбережжя водосховища.

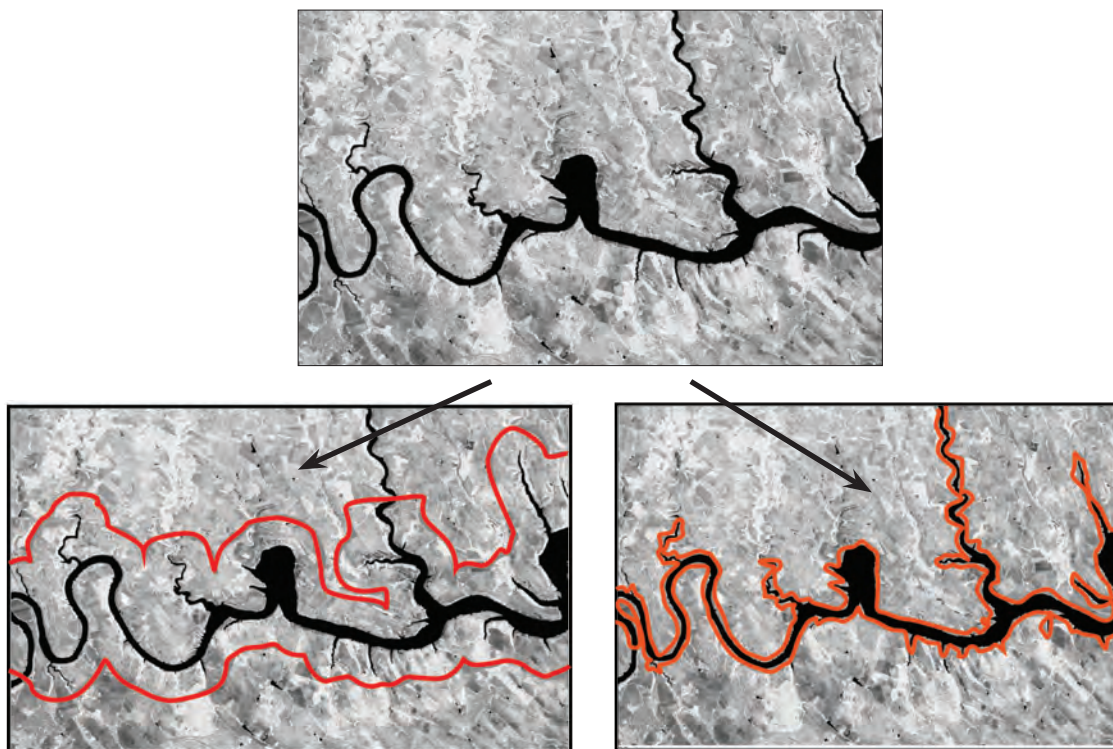


Рис. 8.11. Схема закладання буферів ВЗ (ліворуч) та ПЗС (праворуч) на космічних знімках ділянки Дністровського водосховища (за: [32])

У результаті дешифрування космічних знімків отримано 6 карт (по 3 на кожний буфер), що є ретроспективними рядами ландшафтних комплексів ВЗ та ПЗС за тридцятирічний період.

Класифікацію знімків здійснено на основі різних типів спектральної яскравості відбиваючих поверхонь залежно від довжини хвилі. Віднесення тієї або іншої ділянки досліджень до конкретного типу ландшафту здійснено шляхом уточнення його структури під час польових досліджень. У межах водоохоронних тери-

торій Дністровського гідровузла ГЕС і ГАЕС виділено 6 основних класів відбиваючих поверхонь на 6 типах ландшафтних комплексів (рис. 8.12):

- 1) ліс та рідколісся;
- 2) чагарникова рослинність;
- 3) лугові (трав'янисті) комплекси;
- 4) водні комплекси;
- 5) селітебні ландшафти (забудова, дороги, інші антропогенні комплекси);
- 6) агроландшафти (сільгоспугіддя).



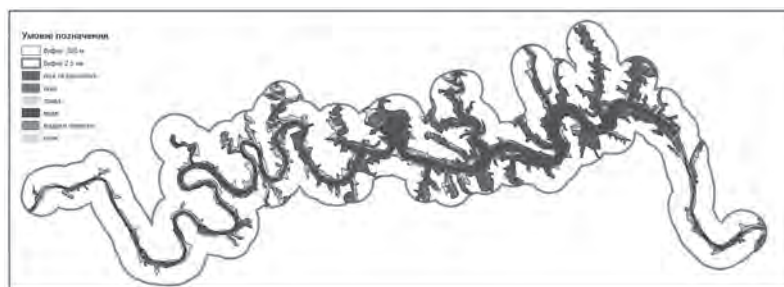
а) ВЗ станом на 1985 рік



б) ВЗ станом на 2015 рік



в) ПЗС станом на 1985 рік



г) ПЗС станом на 2015 рік

Рис. 8.12. Карты розподілу основних класів ландшафтних комплексів ВЗ та ПЗС Дністровського гідровузла за тридцятирічний період (за: [32])

Здійснено аналіз на площі 1160 км<sup>2</sup> прибережних територій та акваторій Дністровського гідровузла ГЕС і ГАЕС. 285 км<sup>2</sup> (25 % з них умовно можна віднести до ПЗС). Для усіх 6 карт розподілу ландшафтних комплексів визначено площі типів ландшафтів

(табл. 8.4). Перші 3 комплекси є природними ландшафтами, решта – антропогенно зміненими (водні комплекси також можна розглядати як антрополадшафти, оскільки водосховища – штучні за походженням).

Таблиця 8.4

**Динаміка площ ландшафтних комплексів водоохоронних територій у межах Дністровського гідровузла ГЕС і ГАЕС за 30 років (за: [32])**

Типи ландшафтів	Площі, км <sup>2</sup>					
	ВЗ (буфер 2,5 км)			ПЗС (буфер 200 м +)		
	1985	2000	2015	1985	2000	2015
1	2	3	4	5	6	7
Ліси та рідколісся	156,72	170,54	261,32	117,69	130,72	178,49
Чагарники	69,00	68,35	41,54	40,84	30,99	13,31
Лугові комплекси	152,33	146,42	92,23	80,27	57,90	36,21
Рілля	528,97	486,75	473,90	40,26	30,54	26,72
Селітебні ландшафти	148,51	152,95	159,34	4,78	1,96	4,59
Водні комплекси	103,53	136,63	128,10	103,53	136,63	128,10

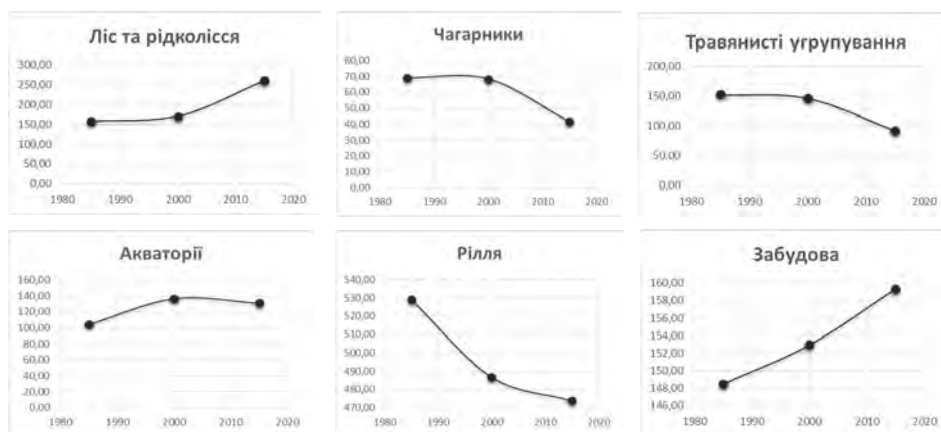
Аналіз трансформації ландшафтних комплексів водоохоронних територій Дністровського гідровузла ГЕС і ГАЕС за останні 30 років показав ряд змін, що відбулися тут (рис. 8.13).

Дешифрування космічних знімків показало значне збільшення (майже на 2/3 – 100 км<sup>2</sup>) лісової рослинності у межах водоохоронних територій Дністровського гідровузла, паралельно майже на таку саму величину зменшилися площі трав'янистих угруповань (степових та лугових) та чагарників. Це зумовлено, з одного боку, здійсненим у кінці минулого століття лісомеліоративних робіт на схилах Дністровського водосховища, з іншого – зміною традиційних типів господарювання у регіоні (насамперед, припиненням сінокосіння, що сприяло заростанням лугових ділянок лісом). Зменшення чагарникових комплексів також пояснюється переходом цього типу ландшафту до лісового (рис. 8.2). Паралельно спостерігається незначне зменшення агроугідь – за період досліджень їх площі скоротилися на 10 % – з 530 км<sup>2</sup> у

1985 р. до 475 км<sup>2</sup> – у 2015 р. Площі населених пунктів та відповідної інфраструктури за період досліджень збільшилися на 8 %.

У межах ВЗ Дністровського комплексного гідровузла протягом останніх 30 років спостерігається незначне збільшення частки природних ландшафтів (до 39 % від загальних площ на протывагу 36 %, що зафіксовано у 1985 році).

У результаті аналізу даних дешифрування космічних знімків визначено за тридцятирічний період досліджень збільшення майже на чверть площі водного дзеркала водосховищ: із 104 км<sup>2</sup> у 1985 р. до 128 км<sup>2</sup> – у 2015 р. (рис. 8.15). Збільшення акваторій водосховища відбулося у процесі заповнення водосховища за період 1985 – 1987 років та внаслідок процесів берегової абразії. Деяке зменшення тренду у 2015 році пояснюється тим, що 2015 році був одним із наймаловодніших років за період існування Дністровського водосховища – влітку цього року осушення зазнали більш як 8 км<sup>2</sup> акваторій.



**Рис. 8.13. Трансформація ландшафтів у межах ВЗ Дністровського гідровузла протягом 30 років (за: [32])**

Дешифрування ретроспективних рядів космічних знімків дозволяє детально проаналізувати лінійну переробку берегів та інтенсивність абразійних процесів (рис. 8.14). Найінтенсивніші процеси переробки берегів відзначено в районі населених пунктів Вороновиці (а), Непоротове (б), Кормань (в) та Стара Ушиця (г). На верхніх ділянках Дністровського водо-

сховища (відрізок від с. Атаки до м. Хотин) також спостерігається замулення річища внаслідок акумуляції твердого стоку р. Дністра (рис. 8.15).

Прибережні захисні смуги – ділянки, що є останнім бар'єром на шляху стічних вод та негативних впливів, що формуються на водозбірних територіях. Від їх стану почасти залежить якість води у водоймі та стан

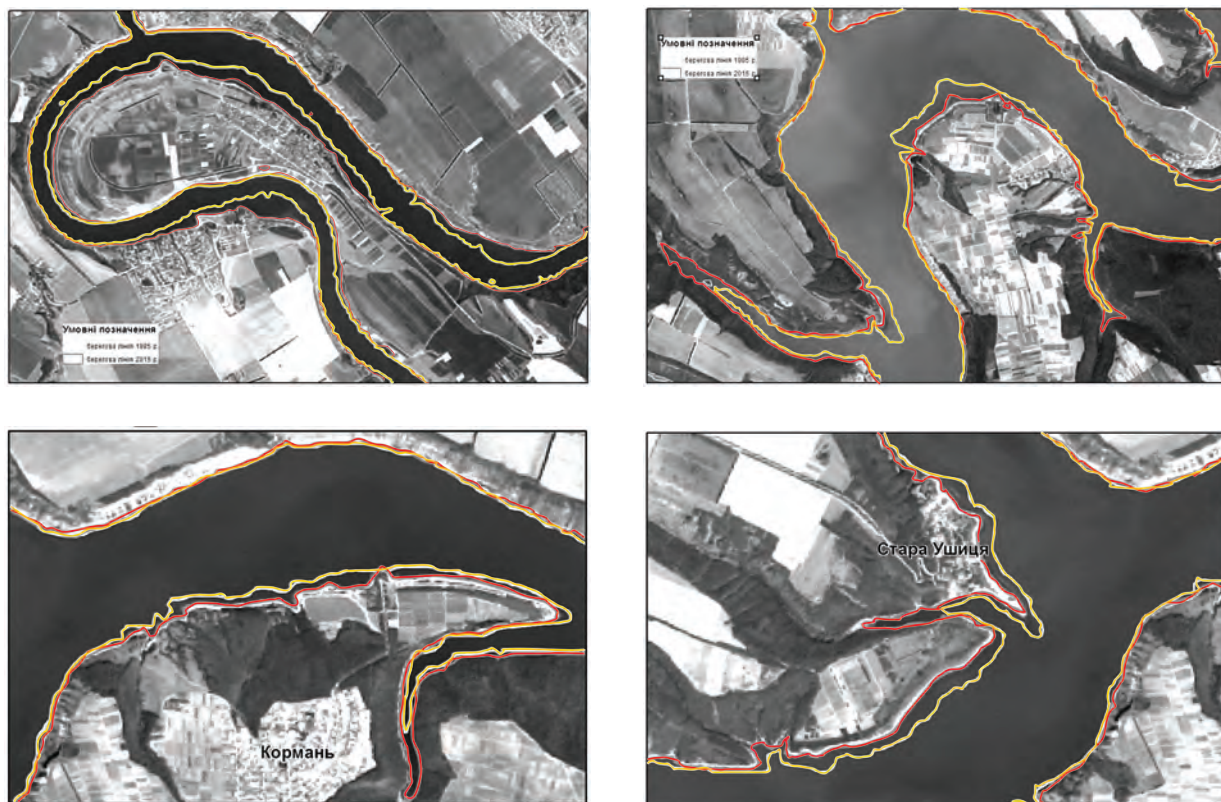


Рис. 8.14. Трансформація берегової лінії Дністровського водосховища у районі сел Вороновиці (а) та Непоротове (б) за тридцятирічний період. Жовтим кольором позначено берегову лінію станом на 1985 рік, а червоним – станом на 2015 рік (за: [32])

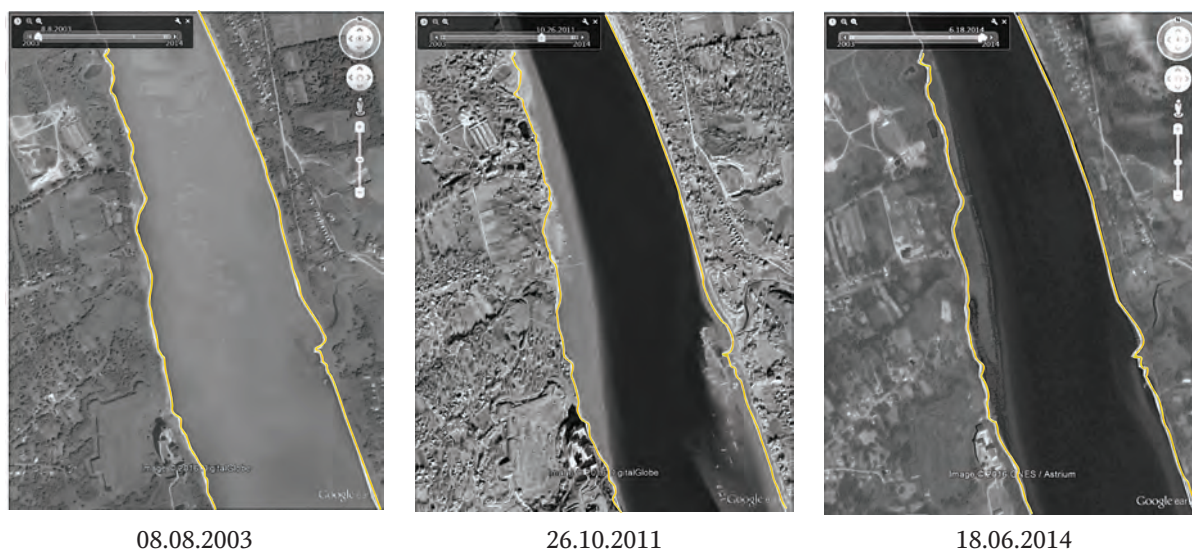
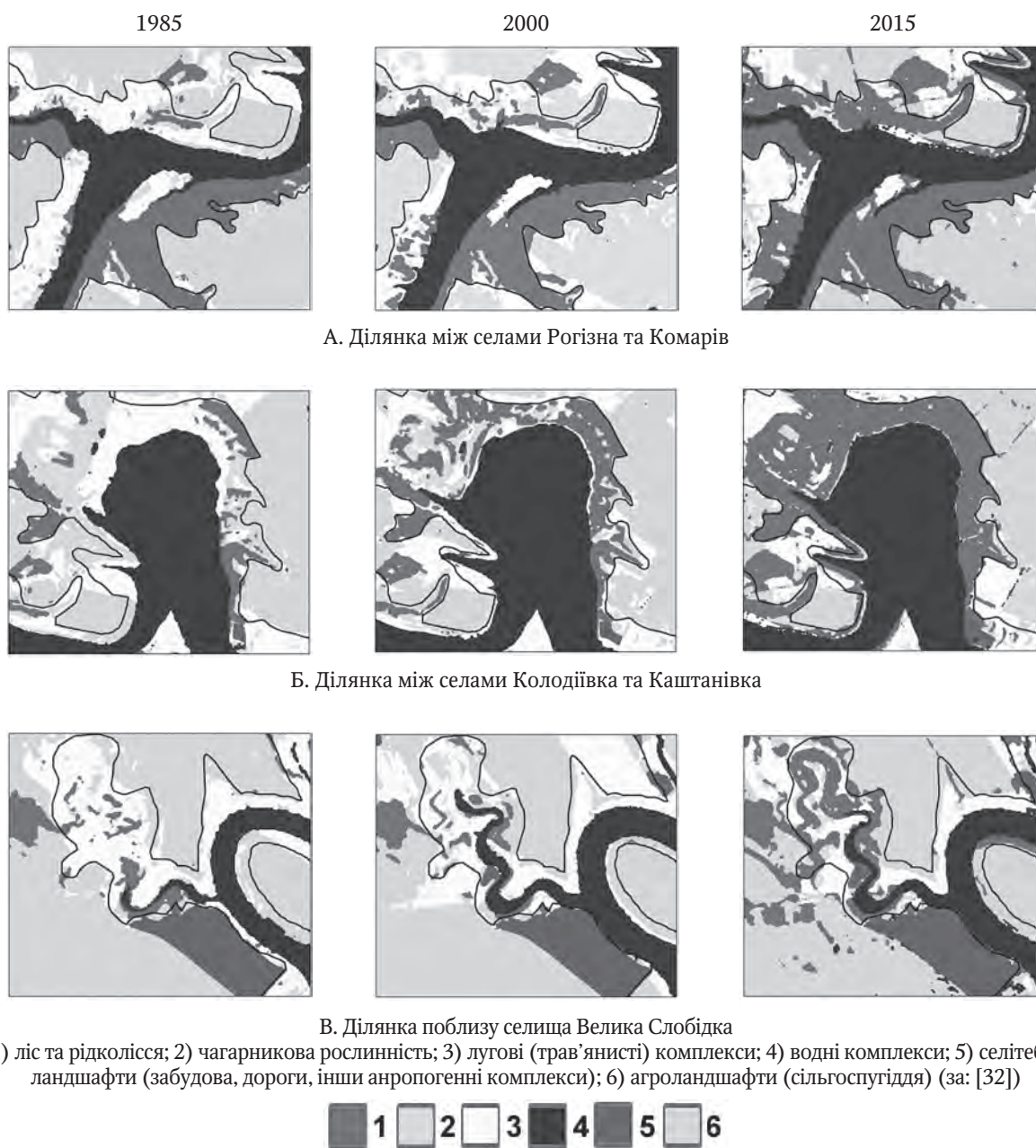


Рис. 8.15. Приклад замулення верхніх ділянок водосховища у північній частині м. Хотина (поблизу замку) на космічних знімках QuickBird з ресурсу Google Планета Земля (жовтим кольором на всіх зображеннях нанесено берегову лінію водосховища станом на 2003 рік) (за: [32])

поселень гідробіонтів. Саме тому законодавством їх оголошено територіями обмеженого господарського використання [24]. На рис. 8.16 наведено фрагменти

деталізації схем карт розподілу класифікованих ландшафтних комплексів у межах ПЗС Дністровського комплексного гідровузла за період 1985–2015 років.



**Рис. 8.16. Деталізовані фрагменти карт розподілу основних класів ландшафтних комплексів ПЗС Дністровського гідровузла за тридцятирічний період**

Аналіз трансформації ландшафтних комплексів прибережних захисних смуг Дністровського гідровузла ГЕС і ГАЕС за останні 30 років показав схожі результати з такими для ВЗ (рис. 8.17), а саме: площа лісової рослинності у межах особливо охоронних територій протягом останніх 30 років збільшилась на половину (із 120 км<sup>2</sup> до 180 км<sup>2</sup>); спостерігається майже на 50 % зменшення площ чагарникової та трав'янистої рослинності.

Збільшення площ лісової рослинності відбулося внаслідок заростання ярів та припинення ерозійних

процесів, а також наявність природного заміщення лугової рослинності на чагарникову та – у подальшому – на лісову (рис. 8.16а).

Результатами дешифрування космічних знімків визначено, що у межах ПЗС – земель, де заборонено здійснення будь-якої господарської діяльності – на сьогодні є понад 26 км<sup>2</sup> сільгоспугідь та 4,5 км селітебних територій.

Деталізацією окремих полігонів на космічних знімках визначено порушення режиму ПЗС внаслідок забудови узбережжя Дністровського водосховища (рис. 8.16. б, в, рис. 8.18).

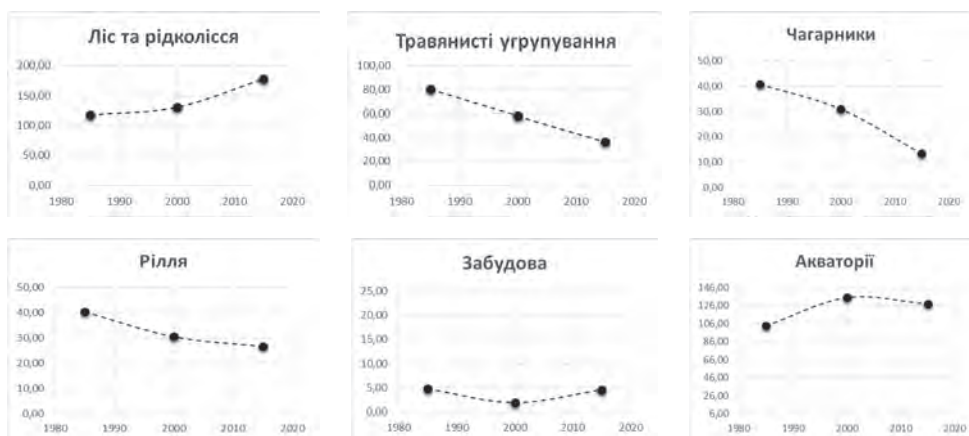


Рис. 8.17. Трансформація ландшафтів у межах ПЗС протягом 30 років (за: [32])

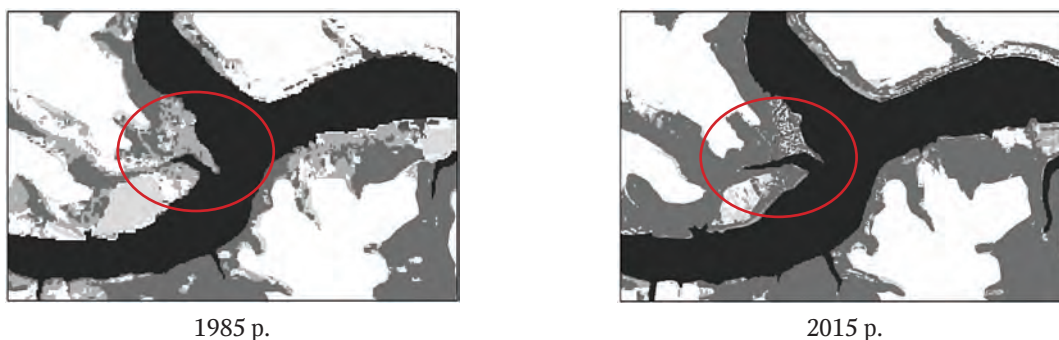


Рис. 8.18. Приклад незаконної забудови ПЗС на ділянці Дністровського водосховища (район с. Стара Ушиця) за результатами дешифрування космічних знімків (за: [32])

До позитивних тенденцій організації ландшафтної структури водоохоронних територій Дністровського гідровузла ГЕС і ГАЕС слід віднести те, що загалом частка природних ландшафтів у межах ПЗС протягом останніх 30 років безперервно збільшувалася та досягла на 2015 р. 88 %.

Отримані результати досліджень підтверджують застарілість наявних проектів відведення ВЗ та ПЗС і необхідність розроблення нових проектів із відповідним погодженням із органами місцевого самоврядування та подальшим винесенням в натуру.

Застарілість даних щодо відведення водоохоронних територій більшості водних об'єктів України потребують уточнення стану територій водоохоронних зон (ВЗ) та прибережних захисних смуг (ПЗС) на сьогодні. Використання сучасних методів дистанційного зондування Землі та дешифрування космічних знімків дає змогу якісно оцінити трансформацію ландшафтної структури водоохоронних територій за рахунок природних та антропогенних процесів.

У результаті класифікації космічних знімків на основі різних типів спектральної яскравості відбиваючих поверхонь залежно від довжини хвилі у межах водоохоронних територій Дністровського комплексного гідровузла визначено поступове збільшення протягом останніх 30 років частки природних ландшафтів: у водоохоронних зонах – до 39 %, у прибережно-захисних смугах – до 88 % від загальних площ.

У межах ПЗС на сьогодні є понад 26 км<sup>2</sup> сільгоспугідь та 4,5 км селітебних територій. Наявна структура водоохоронних територій Дністровського комплексного гідровузла є задовільною, проте не є оптимальною й потребує збільшення частки природних комплексів на 10 %.

Отримані результати досліджень підтверджують застарілість наявних проектів відведення ВЗ та ПЗС і необхідність розроблення нових проектів із відповідним погодженням із органами місцевого самоврядування та подальшим винесенням в натуру.

Аналізуючи результати досліджень необхідно зазначити, що:

для раціонального та обґрунтованого використання водних ресурсів Дніпровського каскаду ГЕС та Дністровського каскаду ГЕС і ГАЕС, підтримання належної якості води, збереження умов існування гідроекосистеми та підвищення ефективності екологічного моніторингу необхідним є розроблення нових методів дослідження, у тому числі, використання матеріалів дистанційного зондування Землі;

дослідження здійснюється на основі міждисциплінарного підходу із використанням адаптованих до водогосподарських завдань методів системного аналізу: багатокритеріальної оптимізації, аналізу ієрархії, системної динаміки, фрактального аналізу тощо.

## Література до Розділу 8

1. Томченко О. В. Використання космічної інформації дистанційного зондування Землі для моніторингу стану крупного рівнинного водосховища / О. В. Томченко // Гідроакустичний журнал (Проблеми, методи та засоби досліджень Світового океану): Зб. наук. пр. – Запоріжжя: НТЦ ПАС НАН України, 2014. – № 11. – С. 135–143.
2. Федоровський О.Д. Мультидисциплінарний аналіз аерокосмічної і наземної інформації при оцінці стану водних екосистем на основі методів системного аналізу / О.Д. Федоровський, А.В. Хижняк, О.В. Томченко, Л.М. Зуб, Л.В. Підгородецька, Т.М. Дьяченко, А.М. Шевченко, О.В. Власова, А.Я. Ходоровський // Український журнал дистанційного зондування Землі. – 2015. – № 7. – С. 27–42.
3. Томченко О.В., Підгорняк Д.Л. Системний аналіз в задачах водокористування II Міжнародна науково-практична конференція, присвячена Всесвітньому дню води (Вода і робочі місця): матеріали наук.-практ. конф. (м. Київ, Україна, 22 березня 2016 року). – Київ: Державний інститут управління та економіки водних ресурсів, 2016. – С. 124–125.
4. Гейны С. Макрофиты – индикаторы изменений природной среды / Гейны С., Дубына Д., Сытник К.М. и др. – К.: «Наукова думка», 1993. – 433 с.
5. Fedorovsky A.D., Dychenko T.N., Sirenko L.A. Use of the remote control for revealing sites of danube with various speed of water stream on the basis of phytoindication. // 32. Konferenz der IAD. Wien / Osterreich, 1997. С. 211–215.
6. Федоровский А.Д., Сиренко Л.А., Звенигородский Э.Л., Иванова И.Ю., Суханов К.Ю., Якимчук В.Г. Оценка экологического состояния водоёмов с использованием космической информации. // Космічна наука і технологія – 1996. – 2, № 5–6. – С. 103–106.
7. Зуб Л.М. Оцінка екологічного стану оз. Світязь за багаторічною динамікою рослинних комплексів аквальної біотопів / Л.М. Зуб // Природа Західного Полісся та прилеглих територій. Збірник наук. праць. За загальною ред. Ф.В. Зузук. – Луцьк: Волинський НУ ім. Л. Українки, 2012. – С. 337–343.
8. Артюшенко М.В. Мультифрактальный анализ биоразнообразия и ценотической структуры сообщества растений по данным дистанционного зондирования / М.В. Артюшенко, Л.Н. Зуб, Л.В. Подгородецкая, А.Д. Федоровский // Доповіді Національної академії наук. – 2011. – № 9. – С. 132–141.
9. Підгородецька Л.В. Використання інформації космічного геомоніторингу для оцінки екологічного стану водойм на прикладі озера Світязь / Л.В. Підгородецька, Л.М. Зуб, О.Д. Федоровський // Космічна наука і технологія. – 2010. – Т. 16 № 4. – С. 51–56.
10. Підгородецька Л.В. Обґрунтування комплексної оцінки екологічного стану водойм на основі космічної інформації ДЗЗ і наземних спостережень на прикладі озера Світязь: автореф. дис. канд. техн. наук: спец. 05.07.12 «Дистанційні аерокосмічні дослідження» / Підгородецька Л.В. – Київ, 2012.
11. Зуб Л.Н., Томченко О.В. Оценка трансформации водно-болотных угодий с использованием космической информации дистанционного зондирования Земли (на примере верховой Киевского водохранилища) // Гидробиологический журнал. – 2015. – Т. 51, № 6. – С. 29–40.
12. Томченко О.В. Використання методу багатокритеріальної оптимізації матеріалів ДЗЗ та наземних даних для оцінки екологічного стану Київського водосховища / О.В. Томченко // Екологічна безпека та природокоористування: Зб. наук. праць / М-во освіти і науки України, Нац. ун-т буд-ва і архіт., НАН України, Ін-т телекомунікацій і глобал. інформ. простору; редкол.: О.С. Волошкіна, О.М. Трофимчук (голов. ред.) [та ін.]. – К., 2014. – Вип. 15. – С. 31–39.
13. Томченко О.В. Обґрунтування методів системного аналізу стану водно-болотних угідь з використанням даних дистанційного зондування Землі і наземних спостережень (на прикладі верхів'я Київського водосховища): автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техніч. наук: спец. 05.07.12 «Дистанційні аерокосмічні дослідження» / О.В. Томченко. – К., 2015. – 22 с.
14. Стародубцев В.М. Формування дельтових ландшафтів у верхніх водосховищах Дніпровського каскаду / В.М. Стародубцев, В.А. Богданець, С.В. Яценко, О.В. Томченко, Н.В. Скіміра, Б.В. Урбан // Електронний журнал «Наукові доповіді НУБіП України». – 2010, 5 (21). – 13 с.
15. Красовський Г.Я. Космічний моніторинг безпеки водних екосистем із застосуванням геоінформаційних технологій // Г.Я. Красовський – К.: «Наукова думка», 2007. – С. 322–329.
16. Станкевич С.А. Оцінка точності визначення температури штучних та природних земних поверхонь за результатами інфрачервоного космічного знімання / С.А. Станкевич, В.В. Пилипчук, М.С. Лубський, Г.Б. Крилова // Косм. наука і технологія. – 2016. – 22, № 4. – С. 19–28.
17. Лубський М.С. Методика підвищення інформативності інфрачервоного аерокосмічного знімання на основі субпіксельної обробки сигналів: автореф. дис. канд. техн. наук: спец. 05.07.12 «Дистанційні аерокосмічні дослідження» / Лубський М.С. – Київ, 2017.
18. Федоровський О.Д., Суханов К.Ю. Якимчук В.Г. Д'яченко Т.Н. Методичні аспекти класифікації аквальної ландшафтів в зоні шельфу // Глобальная система наблюдений Чёрного моря. МГИ НАН Украины, Севастополь, 2000. – С. 24–29.
19. Романенко В.Д., Сиренко Л.А., Федоровский А.Д. Экологические проблемы Днепра в ретроспективе и на современном этапе // Гидробиологический журнал. Том 34. № 5. 1998, – С. 3–10.
20. Fedorovsky A.D., Suhanov K.Yu., Yakimchuk V.G. The estimation of ecological condition of natural water systems with use of system approach / International Archives of Photogrammetry and Remote Sensung. Vol. XXXII, Part 7, Budapest, 1998, P. 706–707.
21. Абіотичні компоненти екосистеми Київського водосховища / за ред. В.М. Тімченко. – К.: «Логос», 2013. – 60 с.
22. Киевское водохранилище. Гидрохимия, гидробиология, продуктивность / Под ред. Я.Я. Цееба, Ю.Г. Майстренко. – К.: «Наукова думка», 1972. – 460 с.



23. Зуб Л.М., Томченко О.В. Формування рослинного покриву та деякі особливості гідрохімічного режиму Київського водосховища // Екологічні науки: науково-практичний журнал / Головний редактор О.І. Бондар. – К.: ДЕА, 2015. – № 8. – С. 27–39.
24. Шестопапов В.М. О влиянии разломных структур на распределение радионуклидов в донных отложениях Киевского водохранилища / В.М. Шестопапов, В.И. Лялько, А.Д. Федоровский, Л.А. Сиренко, А.Я. Ходоровский // Доповіді Національної академії наук України. – 2000. – № 8. – С. 131–134.
25. Мальцев В.І. Водно-болотні угіддя Дніпровського екологічного коридору / В.І. Мальцев, Л.М. Зуб, Г.О. Карпова [та ін.] – К.: Недерж. наук. устан. Ін. екол. «ІНЕКО», Карадаз. прир. запов. НАН України, 2010. – 142 с.
26. Афанасьев Д.Я. Про формування та розвиток земноводної рослинності мілководь у заплавах Дніпра, Прип'яті, Тетерева // Укр. ботан. журн. – 1983. – 30, № 1. – С. 96–103.
27. Курач Т.М., Підлісецька І.О., Томченко О.В. Реконструкція вигляду річища центральної частини Дніпра за космічними знімками // Вісник геодезії та картографії. – 2015. – № 5 – 6. – С. 49–56.
28. Поліщук В.В. Малі річки України та їх охорона. – К.: Тов. «Знання УРСР», 1988. – 32 с.
29. Водний кодекс України // «Голос України» – 1995. – 20 лип. – № 133.
30. Дубняк С.С., Дубняк С.А. Оцінка стану і проблеми законодавчого регулювання водоохоронних зон водних об'єктів України // «Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія»: Наук. збірник. – К.: ВГЛ «Обрії», 2005. – Том 7. – С. 25–39.
31. Вакулюк П.Г. Нариси з історії лісів України [Текст] / П.Г. Вакулюк. – Фастів: «Поліфаст», 2000. – 624 с.
32. Зуб Л.М., Томільцева А.І., Томченко О.В. Оцінка стану водоохоронних територій з використанням методів дистанційного зондування Землі (на прикладі Дністровського комплексу ГЕС та ГАЕС) // Гідроенергетика України. – 2016. – № 3 – 4. – С. 51–56.
33. Проектування, упорядкування та експлуатація водоохоронних зон водосховищ. ВБН 33-4759129-03-05-92, видання офіційне. Держводгосп України, Міністерство охорони навколишнього природного середовища України, К., 1993. – 74 с.

---

---

**Питання для самоперевірки**  
**Розділ 8**

1. Зазначте напрями та переваги космічних знімків для водних об'єктів.
  2. Які можливості використання інтегральних інформаційних показників, отриманих у результаті наземних і супутникових спостережень?
  3. Чому зарості водних рослин є інтегральним показником екологічного стану водойми?
  4. Які завдання вирішуються використовуючи космічний геомоніторинг водних об'єктів?
  5. Коли визначено параметри водоохоронних зон (ВЗ) і прибережних захисних смуг (ПЗС) на Дністровському водосховищі?
  6. За якими періодами використано космічні знімки для оцінки ландшафтної структури водоохоронних територій Дністровського гідровузла?
  7. Наведіть результати дешифрування космічних знімків з трансформації ландшафтних комплексів водоохоронних територій Дністровського гідровузла за останні 30 років.
- 
-

## 9. НОРМАТИВНО-ПРАВОВІ АКТИ ІЗ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ТА ОХОРОНИ ВОДНО-ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ

Законодавче забезпечення управління водними та земельними ресурсами в Україні формується навколо основних документів – Земельного кодексу та Водного кодексу.

Основною ідеєю цих кодексів є запобігання погіршенню стану водно-земельних ресурсів, збереження та покращення екологічної якості навколишнього природного середовища, а також забезпечення рівних прав громадян на природні ресурси.

**Земельний кодекс України** набув чинності 1 січня 2002 року [1]. Регулює суспільні відносини щодо володіння, користування, розпорядження землею. В анотації до Кодексу зазначено, що всі земельні ділянки на території України підлягають державній охороні. Державний контроль за використанням та охороною земель здійснюється уповноваженими органами виконавчої влади по земельних ресурсах, а за дотриманням вимог законодавства про охорону земель – спеціально уповноваженими органами з питань екології та природних ресурсів.

Всього Кодекс включає 8 розділів, 37 глав, 212 статей. Звичайно, що такий важливий та об'ємний документ для чіткого розуміння його положень та використання на практиці потребує роз'яснень та коментарів. Одним із таких джерел є праця співробітників КНУ ім. Т. Шевченка – Мірошниченка А.М. та Марусенка Р.І. [2]. Також необхідну інформацію можна знайти на спеціалізованих інтернет-форумах землевпорядників, наприклад на ZemRes.Com.

В Земельному кодексі також визначено обсяг прав та обов'язків власників земельних ділянок. Під терміном «земельна ділянка» розуміють частина земної поверхні з установленими межами та певним місцем розташування. Право власності на земельну ділянку поширюється в її межах на поверхневий (ґрунтовий) шар, а також на водні об'єкти, ліси та багаторічні насадження, що на ній знаходяться, на простір, що знаходиться над та під поверхнею ділянки на висоту та на глибину, необхідні для спорудження житлових, виробничих та інших будівель і споруд.

Раціональним використанням та охороною земель в сучасному світі обов'язково передбачено комплексну моніторингову роботу зі збору даних про стан земель, розвиток ерозійних процесів. Також важливим є аналіз земельно-ресурсного потенціалу, як економічної складової, що є базовим елементом економічного розвитку території.

З метою покращення доступу громадськості до інформації, щодо використання земель, підтримки реформування земельних відносин у 2012 році співробітниками Центру Державного земельного кадастру презентовано публічну кадастрову карту <http://map.land.gov.ua/kadastrova-karta>.

Користувачу запропоновано систему пошуку для отримання інформацію про межі земельної ділянки, її кадастровий номер, площу, код цільового призначення. Карта містить функцію зворотного зв'язку, завдяки якій власники та користувачі земельних ділянок мають можливість направити запит у територіальний підрозділ Держземагентства України засобом електронного зв'язку, без особистого відвідування підрозділу. Це дає можливість виявити помилки та неточності на публічній кадастровій карті та зменшити черги в територіальних підрозділах земельних ресурсів.

Також є можливість використовувати розроблені набори даних у геоінформаційних проектах (наприклад QGIS) у вигляді шарів, що підключаються.

В частині використання водних ресурсів України основним документом є **Водний кодекс України**, що набрав чинності з 20 липня 1995 року [3]. Згідно з ним, завданням водного законодавства є регулювання правових відносин з метою забезпечення збереження, науково обґрунтованого, раціонального використання вод для потреб громадян та галузей економіки України. Останні зміни до Водного кодексу та ряду інших нормативних актів пов'язані із підписанням у 2014 році Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом, і, відповідно, необхідністю гармонізації українського законодавства із директивами ЄС.

Із прийняттям Закону України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо впровадження інтегрованих підходів в управлінні водними ресурсами за басейновим принципом» (прийнятий Верховною Радою України 4 жовтня 2016 р. № 1641-VIII) [4], розпочалося впровадження положень Директиви 2000/60/ЄС Європейського Парламенту і Ради «Про встановлення рамок діяльності Співтовариства у сфері водної політики» від 23 жовтня 2000 року [5] у Водний кодекс України і, в цілому, у практику управління водними ресурсами в Україні.

Крім того станом на 1 квітня 2017 року, наказами Мінприроди України вже затверджено п'ять документів: «Назви суббасейнів та водогосподарських ділянок у межах районів річкових басейнів» [6]; «Порядок розроблення водогосподарських балансів» [7]; «Типове положення про басейнові ради» [8]; «Перелік забруднюючих речовин для визначення хімічного стану масивів поверхневих і підземних вод та екологічного потенціалу штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод» [9]; «Про затвердження меж районів річкових басейнів, суббасейнів та водогосподарських ділянок» [10].

Пошук в інтернеті за ключовими словами «Терміни та визначення водних Директив Європейського

Союзу» дасть можливість ознайомитися з роботою над перекладом термінів та їх визначень з Директив Європейського Союзу, що стосуються якості води та управління водними ресурсами, – Терміни та визначення водних Директив Європейського Союзу: угода про асоціацію між Україною та Європейським Союзом [11] Авторський колектив складають відомі вчені та практики, які представляють Міністерство екології та природних ресурсів України, Державне агентство водних ресурсів України, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Український гідрометорологічний інститут ДСНС України та НАН України, Інститут гідробіології НАН України, проекти технічної допомоги ЄС.

Знання, розуміння та вживання термінології Директив ЄС мають забезпечити ефективніше впровадження положень директив, покращення комунікації, особливо в рамках співпраці у спільних з ЄС транскордонних річкових басейнах.

Зрозуміти логіку подій із узгодження природоохоронного законодавства та конкретність вимог дозволяє видання «Якість води та управління водними ресурсами: короткий опис Директив ЄС та графіку їх реалізації» (2014 рік), укладене в рамках проекту ЄС «Додаткова підтримка Міністерства екології та природних ресурсів України у впровадженні Секторальної бюджетної підтримки» [12]. Наведемо ключові положення із зазначеного документу.

Для України в галузі охорони навколишнього природного середовища впровадження законодавства ЄС відбувається в межах 8 секторів, що регламентуються 29 джерелами права (Директивами та Регламентами) ЄС у цій сфері. Директиви та Регламенти встановлюють загальні правила й стандарти, що мають бути транспоновані (перенесені) до внутрішньодержавного права. Ці правила та стандарти не є предметом обговорення й мають бути досягнуті повністю, інакше передбачено штрафні санкції. На відміну від сучасного природоохоронного законодавства України, що у багатьох аспектах є декларативним, джерела права ЄС визначають кількісні та якісні результати, які треба досягнути кожній країні протягом визначеного періоду часу. Особливістю Директив ЄС є те, що держави мають адаптувати своє законодавство для досягнення цілей, визначених Директивами, але при цьому самі визначають методи їх досягнення.

В Україні формування державної політики у сфері охорони навколишнього природного середовища (водних ресурсів зокрема) здійснює Міністерство екології та природних ресурсів.

Реалізує державну політику у сфері розвитку водного господарства та гідротехнічної меліорації земель, управління, використання та відтворення поверхневих водних ресурсів Державне агентство водних ресурсів України (Держводагентство) – центральний орган виконавчої влади, діяльність якого спрямовується та координується Кабінетом Міністрів України через Міністра екології та природних ресурсів.

Отже, у межах Програми підтримки секторальної політики ЄС та Україна погодилися про певний набір цілей, що ґрунтуються на Стратегії України в секторі охорони довкілля. Беручи до уваги позицію громадянського суспільства, партнери з ЄС та України оцінюють, чи було досягнуто відповідних цілей. Якщо цілі досягнуто та загальна система державного фінансу-

вання оптимізується, ЄС надає державному бюджету України погоджену суму, аби в такий спосіб сприяти реформам в Україні.

Секторальні питання співробітництва у сфері охорони навколишнього природного середовища в Угоді закріплено у Главі 6, що так і називається «Навколишнє природне середовище» Розділу V «Економічне та галузеве співробітництво». З повним текстом Угоди можна ознайомитись на сайті Кабінету Міністрів України (<http://www.kmu.gov.ua>, вкладка «Євроінтеграція»).

У Додатку XXX Угоди про асоціацію виділено такі сектори [13]:

1. Управління довкіллям та інтеграція екологічної політики у інші галузеві політики.
2. Якість атмосферного повітря.
3. Управління відходами та ресурсами.
4. Якість води та управління водними ресурсами, включаючи морське середовище.
5. Охорона природи.
6. Промислове забруднення та техногенні загрози.
7. Зміна клімату та захист озонового шару.
8. Генетично модифіковані організми.

Для кожного з них встановлено цілі (із досить детальною деталізацією основних параметрів) та терміни їх досягнення.

Розглянемо детальніше Сектор 4 «Якість води та управління водними ресурсами, включаючи морське середовище».

Структуру процесів управління в цьому секторі визначають 6 Директив. З офіційним перекладом їх текстів можна ознайомитися на сайті Міністерства юстиції України (див. електронний ресурс) <http://www.minjust.gov.ua/45875> або на сайті Верховної Ради.

Розглянемо особливості кожної з них.

#### 1. Водна рамкова директива (ВРД) [14]

Документ має встановити (згідно з метою ВРД) засади охорони внутрішніх поверхневих вод, перехідних вод, прибережних вод і ґрунтових вод, що:

запобігають подальшому погіршенню, захищають та покращують стан водних екосистем та, відповідно до їхніх водних потреб, також наземних екосистем і водно-болотних угідь, що безпосередньо залежать від водних екосистем;

сприяють відтворювальному використанню води, заснованому на довгостроковій охороні доступних водних ресурсів;

спрямовані на вдосконалення охорони та покращання водного середовища, у т. ч. використовуючи конкретні заходи для поступового зменшення скидів, викидів та втрат пріоритетних речовин і припинення або ліквідації скидів, викидів та втрат пріоритетних небезпечних речовин;

забезпечує поступове зменшення забруднення підземної води та запобігає її подальшому забрудненню;

сприяє зменшенню негативних наслідків від паводків та посух і тим самими сприяє:

постачанню достатньої кількості поверхневої води доброї якості та ґрунтових вод, як цього потребує стале, збалансоване й справедливе водокористування, значному зменшенню забруднення ґрунтової води, охороні територіальних і морських вод, і

досягненню цілей актуальних міжнародних угод, включаючи ті, що їх метою є запобігти та усунути забруднення морського середовища у результаті дій

Співтовариства щодо усунення (принаймні поступового) стоків, викидів та втрат небезпечних речовин.

ВРД закріплює райони річкових басейнів, визначені не відповідно до адміністративних або політичних кордонів, а згідно з межами річкового басейну як природного гідрографічного цілісного об'єкту.

Управління кожним виділеним річковим басейном здійснюється на основі **Плану управління річковим басейном** [15], що має містити аналіз стану басейну та чіткі механізми (програму заходів) для досягнення у встановлені терміни цілей, визначених для цього басейну – доброго стану водних об'єктів поверхневих та підземних, що містяться на його території.

У межах території України виділено 9 районів річкових басейнів: Вісли (Західного Бугу та Сяну), Дунаю, Дністра, Південного Бугу, Дніпра, Дону, річок Причорномор'я, річок Приазов'я та річок Криму (рисунок 10.1).

Межі районів річкових басейнів, суббасейнів та водогосподарських ділянок затверджує Мінприроди України. Водогосподарські ділянки виділяються у межах районів річкових басейнів з урахуванням басейнового принципу управління, адміністративно-територіаль-

ного устрою, фізико-географічних умов та господарської діяльності. Згідно з наказом Мінприроди України № 25 від 26.01.2017 [6] виділено 132 водогосподарські ділянки у межах 5 районів річкових басейнів та 13 суббасейнів, що належать до 4 районів річкових басейнів.

Межі районів річкових басейнів, суббасейнів та водогосподарських ділянок затверджено наказом Мінприроди України № 103 від 03.03.2017 [10]. У додатках до наказу Мінприроди України № 103 містяться картосхеми та переліки населених пунктів, на території яких проходять межі районів річкових басейнів, суббасейнів та водогосподарських ділянок. З метою забезпечення складання державного водного кадастру за розділом «Водокористування» здійснюється кодування районів річкових басейнів, суббасейнів та водогосподарських ділянок.

Детальну інформацію про основні етапи наукового обґрунтування підготовки змін до українського законодавства можна отримати зі статті В.К. Хільчевського та В.В. Гребеня «Гідрографічне та водогосподарське районування території України, затверджене у 2016 р. – реалізація положень ВРД ЄС» [16].



Рис. 9.1. Гідрографічне районування території України (з сайту <http://vodgosp.kherson.ua>)

Перший український план управління річковим басейном, розроблений відповідно до вимог ВРД ЄС розроблено для басейну р. Тиса [17]. Він має велике значення з огляду на транскордонний характер річкового басейну та міжнародні зобов'язання, в тому числі для реалізації тих, що взяла на себе Україна під час схвалення загальноєвропейського Плану. Також ВРД забезпечує законодавчу базу для досягнення

доброго статусу поверхневих та підземних водних об'єктів.

Для поверхневих вод добрий статус визначається добрими екологічним та хімічним статусами. Екологічний статус визначається, в першу чергу, за станом біологічних елементів (риба, донні безхребетні, водна флора). Екологічний статус водного об'єкту оцінюється за 5 класами (див. рис. 9.2).

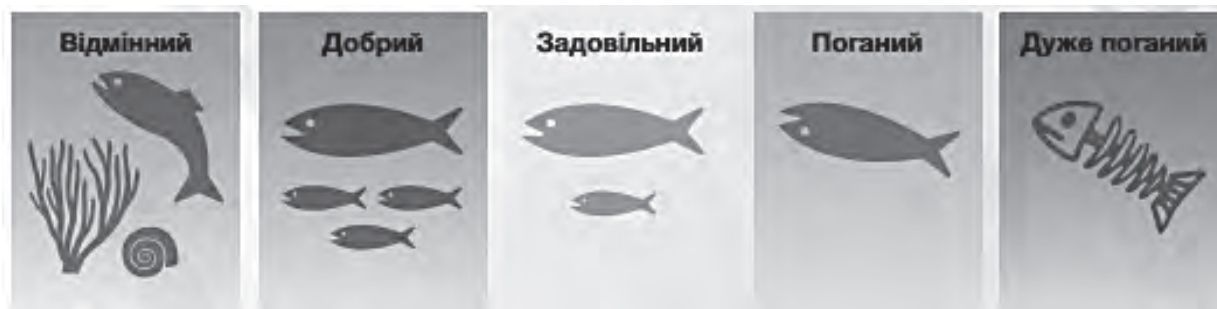


Рис. 9.2. Класи екологічного статусу

До прикладу, під час здійснення аналізу стану басейну Тиси визначено такі 6 головних водогосподарських проблем або негативних факторів впливу:

1. Забруднення органічними речовинами;
2. Забруднення поживними речовинами (азот, фосфор);
3. Забруднення небезпечними речовинами (важкі метали, синтетичні речовини);
4. Гідроморфологічні зміни (зміни морфології русла, берегів, заплави та водного режиму);
5. Засмічення русел та берегів побутовим сміттям;
6. Вселення чужорідних видів риб та тварин та рослин (ротан, сом американський, сонячний окунь та інші).

Перші 4 проблеми є загальнодунайськими, а останні дві – специфічними для української частини басейну Тиси.

Хімічний статус визначається за вмістом пріоритетних забруднювальних речовин. До них входять важкі метали (кадмій, свинець, нікель, ртуть) та органічні речовини, що є токсичними для живих організмів. Всього до переліку пріоритетних речовин на сьогодні віднесено 45 забруднювальних речовин: 33 – Директивою 2008/105/ЄС про екологічні стандарти у сфері водної політики 2 та 15 – Директивою

2013/39/ЄС3, що вносить зміни до ВРД та Директиви 2008/105/ЄС про пріоритетні речовини. Хімічний статус оцінюється лише за двома класами – «Добрий» та «Неспроможний досягнути доброго».

Для підземних вод добрий статус визначається як добрий хімічний та кількісний статус.

Мета, свого часу поставлена Директивою, була досить амбіційною: до 2015 року всі країни-члени ЄС повинні забезпечити досягнення всіма поверхневими водними об'єктами доброго екологічного та хімічного статусу.

## 2. Паводкова Директива

Повна назва: Директива 2007/60/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 23 жовтня 2007 року про оцінку і управління ризиками затоплення [18].

Попередній аналіз правового поля, викладений в Плані імплементації Директиви 2007/60/ЄС [19] показав, що законодавство України частково відповідає вимогам Директиви. Зокрема, окремі положення відображено у Водному кодексі України [3], Кодексі цивільного захисту України [20], Законах України від 21 грудня 2010 р. № 2818-VI «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року» [21], від 24 травня 2012 р. № 4836-VI «Про затвердження Загальнодержавної цільової програми розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення басейну річки Дніпро на період до 2021 року» [22], Указі Президента України «Про заходи щодо забезпечення ефективного прогнозування повеней і паводків та ліквідації їх наслідків» від 15 березня 2002 р. № 243 [23] тощо.

В Україні створена та діє єдина державна система цивільного захисту, що включає функціональну та територіальну підсистеми, проте має місце неузгодженість термінологічної бази відповідних нормативних актів та не передбачається врахування питань впливу змін клімату на виникнення повеней. Директива вимагає від держав-членів здійснення попередньої оцінки ризиків затоплення для визначення річкових басейнів та пов'язаних з ними прибережних районів, для яких такий ризик є. В цю попередню оцінку обов'язково входить опис затоплень, що відбулися в минулому і щодо яких є ймовірність їх повторення, а також історичні карти затоплень.

Далі для цих територій необхідно розробити 2 види карт:

карти загроз (зон) затоплення: охоплюють території, що можуть затоплюватися з різними рівнями ймовірності, наприклад, за паводків 1 %, 5 % чи 20 %

Таблиця 9.1

### План досягнення цілей ВРД в Україні

Заходи	Терміни
Прийняття національного законодавства та визначення уповноваженого органу	2017 рік
Закріплення на законодавчому рівні визначення одиниці гідрографічного районування території країни	
Розроблення Положення про басейнове управління з покладанням на нього відповідних функцій	
Визначення районів річкових басейнів та створення механізмів управління міжнародними річками, озерами та прибережними водами	2020 рік
Аналіз характеристик районів річкових басейнів	
Запровадження програм моніторингу якості води	
Підготовка планів управління басейнами річок, проведення консультацій з громадськістю та публікація цих планів	2024 рік



**Рис. 9.3. Карта загрози затоплення для паводків 1 % забезпеченості (1 раз на 100 років), для с. Великий Бичків, Закарпатська область**

забезпеченості. На них треба позначити площу та глибину затоплення (див. рисунок 9.3);

карти ризиків затоплення: на них треба позначити населені пункти та господарську та соціальну інфраструктури у зоні потенційного впливу затоплення (рисунок 9.4).

На основі карт необхідно розробити Плани управління ризиками затоплення, що включатимуть усі

аспекти управління ризиками затоплення, зосередившись на попередженні, захисті та підготовці до паводку, в тому числі, прогнозуванні затоплень та системи раннього попередження. Для державчленів ЄС ці плани мали бути виконані до кінця 2015 року. Надалі ці плани потрібно оновлювати кожні 6 років.

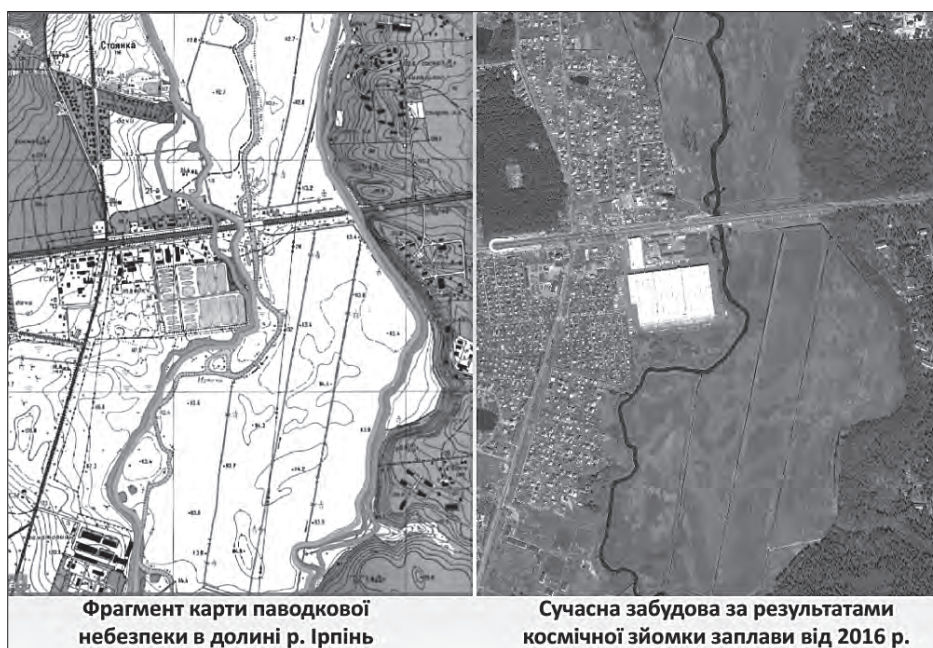
Таблиця 9.2

**План досягнення цілей Директиви 2007/60/ЄС в Україні**

Заходи	Терміни
Прийняття національного законодавства та визначення уповноваженого органу (органів)	2016 рік
Здійснення попередньої оцінки ризиків затоплення	2018 рік
Підготовка карт загроз та ризиків затоплення	2020 рік
Запровадження планів управління ризиками затоплення	2022 рік

Імплементация Директиви дозволить зменшити ризики виникнення надзвичайних ситуацій, пов'язаних із паводками, до прийнятних рівнів, мінімізувати соціально-економічні наслідки від таких надзвичайних ситуацій, забезпечити гарантований рівень безпеки громадянина, суспільства.

Відповідальними за транспозицію положень Директиви у законодавство України є такі уповноважені органи: Державна служба України з надзвичайних ситуацій (ДСНС України) – головний розробник, Міністерство екології та природних ресурсів України (Мінприроди), Державне агентство водних ресурсів України (Держводагентство), Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України (Мінрегіонбуд) відповідно до компетенції.



**Фрагмент карти паводкової небезпеки в долині р. Ірпінь**

**Сучасна забудова за результатами космічної зйомки заплави від 2016 р.**

**Рис. 9.4. Пілотний об'єкт для побудови карт паводкової небезпеки та ризику для ділянки річки Ірпінь (Шевчук С.А., 2017 рік)**

ДСНС України станом на серпень 2017 року підготувало проект наказу Міністерства внутрішніх справ України «Про затвердження Методики розроблення карт загроз і ризиків затоплення», який доступний в мережі Інтернет.

### 3. Рамкова Директива про морську стратегію

Повна назва: Директива 2008/56/ЄС Європейського Парламенту і Ради від 17 червня 2008 року про встановлення рамок діяльності Співтовариства у сфері екологічної політики щодо морського середовища [24].

Директиву спрямовано на досягнення доброго екологічного статусу морських водних об'єктів ЄС до 2020 року та забезпечення захисту морських ресурсів. Вона закріплює європейські морські регіони на основі географічних та екологічних критеріїв. Кожна держава-член, яка співпрацює з іншими державами-членами та державами, які не входять до складу ЄС в межах морського регіону, повинна розробити стратегію щодо власних морських водних об'єктів.

Морські стратегії, що будуть розроблені кожною державою-членом, мають містити детальну оцінку стану морського навколишнього середовища, визначення його «доброго екологічного статусу» на регіональному рівні та чіткі екологічні цілі і програми моніторингу. Кожна держава-член повинна розробити програму заходів з відповідною оцінкою їх впливу на стан морського середовища.

Згідно Плану імплементації Директиви 2008/56/ЄС [25] Україна на сьогодні потребує здійснення оцінки сучасного стану Азовського та Чорного морів, актуалізації цілей і завдань державної політики щодо охорони та відтворення довкілля Азовського та Чорного морів; визначення переліку невідкладних та першочергових природоохоронних заходів, спрямованих на зменшення рівня забруднення морського довкілля, поліпшення їх екологічного статусу, забезпечення невиснажливого морського природокористування.

Мінприроди України – головний виконавець заходів.

Співвиконавці: Мінінфраструктури України, Мінрегіонбуд України, МОЗ України, Міненерговугілля України, Мінагрополітики України, Держгеонадра України, ДСНС України, Держсанепідслужба України, Держрибагентство України, Держекоінспекція Украї-

ни, Укрморрічінспекція, Рада міністрів АРК, Донецька, Запорізька, Одеська, Миколаївська, Херсонська обласні державні адміністрації, Севастопольська міськдержадміністрація.

### 4. Директива про очистку міських стічних вод

Повна назва: Директива Ради 91/271/ЄЕС від 21 травня 1991 року «Про очистку міських стічних вод» [26].

Директива стосується всіх агломерацій (населених пунктів та промислових об'єктів), де еквівалент населення перевищує 2000 е. н. До відома: 1 е. н. (еквівалент чисельності населення) – це кількість розчиненого кисню, що витрачається на окислення органічних речовин у стічних водах, які надійшли від однієї людини. 1 ЕН = 60 г O<sub>2</sub> (за БСК 5) / добу.

Згідно Плану імплементації Директиви [27] одним із найголовніших завдань у сфері централізованого водовідведення є забезпечення якості очищення стічних вод та недопущення забруднення навколишнього природного середовища.

Значний обсяг стічних вод надходить на комунальні очисні споруди від промислових підприємств, що не розраховано на очищення висококонцентрованих промислових стоків, а шкідливі речовини та агресивні хімічні сполуки яких руйнують каналізаційні мережі, порушують технологічні регламенти очищення стічних вод та не видаляються в процесі біологічного очищення.

Це призводить до надзвичайних ситуацій, пов'язаних із порушенням технологічних процесів очищення на каналізаційних системах та до скиду забруднених стічних вод у поверхневі водні об'єкти.

Не в усіх населених пунктах каналізаційні очисні споруди працюють у режимі повної біологічної очистки, а в окремих випадках у водні об'єкти стічні води скидаються взагалі без очистки. Так, 16 міст та 375 селищ міського типу, 97,5 % сільських населених пунктів не оснащено централізованими системами каналізації, а в 187 міських населених пунктах очисні каналізаційні споруди працюють неефективно – у водойми щодоби скидається понад 154 тис. м<sup>3</sup> неочищених та недостатньо очищених стічних вод.

У той же час на сьогодні вимоги для стічних вод, що скидаються у водойми після очищення на каналізаційних очисних спорудах, в Україні є вищими, ніж в Європі. Так, згідно з Директивою, біохімічне споживання кисню в очищених стічних водах має не перевищувати 25 мг/л, а згідно з вимогами постанови Кабінету Міністрів України від 25 березня 1999 р. № 465 [31] – 15 мг/л, хімічне споживання кисню 125 і 80 мг/л, завислі речовини – 35 і 15 мг/л відповідно.

Директива ставить такі вимоги:

Первинне (механічне) очищення стоків агломерацій > 2000 е. н.;

Вторинне (механічне та біологічне) очищення стоків агломерацій > 2000 е. н.;

Третинне (додаткове очищення від поживних речовин) очищення стоків агломерацій > 10000 е. н. у випадку скиду в чутливі (уразливі) зони евтрофних водних об'єктів.

Також Директива ставить вимогу щодо отримання дозволів на всі скиди міських стічних вод, скиди харчової промисловості та промислових стоків до міських каналізаційних систем, вимагає здійснення

Таблиця 9.3

#### План досягнення цілей Директиви 2008/56/ЄС в Україні

Заходи	Терміни
Прийняття національного законодавства та визначення уповноваженого органу (органів)	2016 рік
Розроблення морської стратегії спільно з країнами-членами ЄС	2018 рік
Базова оцінка морських вод, визначення доброго екологічного статусу та встановлення природоохоронних цілей та індикаторів	
Запровадження програми моніторингу для здійснення поточної оцінки та регулярне оновлення цілей	2020 рік
Підготовка програми заходів для досягнення доброго екологічного статусу	2021 рік

моніторингу якості води на очисних спорудах та приймального водотоку, контролю місць складування мулів і його повторного використання, а також повторного використання очищених стічних вод.

Ця Директива є однією з найбільш «вартісних» у впровадженні. Згідно з оціночним звітом датської консалтингової компанії «COWI» «Технічні витрати на Директиву про очистку міських стічних вод» на вересень 2010 року інвестиційні витрати на вторинне очищення для населених пунктів з 100,000 е. н. або більше становить близько 115 євро на особу. Для населених пунктів з 10000 е. н. вартість є дещо вищою за 200 євро на 1 особу. Інвестиційні витрати на третинне очищення від фосфору для населених пунктів з 100,000 е. н. або більше становить близько 138 євро на 1 особу, і для населених пунктів з 10,000 е. н. – близько 250 євро на особу.

Таблиця 9.4  
План досягнення цілей Директиви 91/271/ЄЕС в Україні

Заходи	Терміни
Прийняття національного законодавства та визначення уповноваженого органу (органів)	2017 рік
Оцінка стану водовідведення та очищення міських стічних вод	2019 рік
Визначення чутливих зон та агломерацій	2020 рік
Підготовка технічної та інвестиційної програм з імплементації вимог до очищення міських стічних вод	2022 рік

### 5. Директива про питну воду

Повна назва: Директива Ради 98/83/ЄС від 3 листопада 1998 року про якість води, призначеної для споживання людиною [28].

Директиву спрямовано на забезпечення захисту здоров'я людей від несприятливого впливу будь-якого забруднення води, призначеної для споживання людиною, гарантуючи, що така вода є безпечною та чистою. В Україні Гігієнічними вимогами визначається контроль 11 показників епідемічної безпеки питної води, 41 санітарно-хімічних показників безпечності та якості питної води, 6 показників радіаційної безпечності питної води. Згідно з Планом імплементації Директиви [29], прийнятим Кабінетом Міністрів України, із 1 січня 2015 року додатково має здійснюватися контроль над 13 санітарно-хімічними показниками безпечності та якості питної води.

Директива встановлює необхідні стандарти для води, призначеної для споживання людиною. Загалом, 48 мікробіологічних та хімічних показників підпадає нормуванню у воді.

Вимоги Директиви застосовуються до питної води з усіх систем водопостачання, що обслуговують понад 50 осіб або поставляють більше 10 м<sup>3</sup>/добу, а також для питної води з цистерн, питної води у пляшках або контейнерах, води, що використовується в харчовій промисловості тощо.

До відома: Лише 42 % українців задоволені якістю питної води. У країнах ЄС цей показник коливається від 61 % (Болгарія) до 96 % (Австрія, Великобританія, Німеччина, Швеція

Таблиця 9.5  
План досягнення цілей Директиви 98/83/ЄС в Україні

Заходи	Терміни
Прийняття національного законодавства та визначення уповноваженого органу (органів)	2019 рік
Встановлення стандартів якості для води, призначеної для споживання людиною	
Створення системи моніторингу	
Створення механізмів надання інформації споживачам	

### 6. Директива про нітрати

Повна назва: Директива Ради 91/676/ЄЕС від 12 грудня 1991 року про захист вод від забруднення, спричиненого нітратами з сільськогосподарських джерел [30].

Директива спрямована на запобігання забрудненню підземних та поверхневих вод нітратами з сільськогосподарських джерел шляхом стимулювання застосування кодексів кращих методів здійснення сільськогосподарських робіт. Директива нерозривно пов'язана з Водною Рамковою Директивою ЄС та є одним з ключових інструментів для запобігання забрудненню вод від сільськогосподарської діяльності.

Виконання Директиви має здійснюватися у декілька етапів. Відповідно до Директиви, держави-члени ЄС мають:

- визначити поверхневі та підземні води, що піддаються забрудненню, або для яких є ризик забруднення, на основі процедур та критеріїв, детально викладених у Директиві (зокрема, коли концентрація нітратів у підземних або поверхневих водах досягає 50 мг/дм<sup>3</sup>, або коли поверхневі води є евтрофікованими або є ризик евтрофікації);

- визначити уразливі зони для кожного водного об'єкту;

- розробити кодекси кращих методів здійснення сільськогосподарських робіт для застосування аграріями на добровільній основі;

- розробити Плани дій для їх обов'язкового впровадження аграріями у зонах, уразливих до забруднення нітратами. Ці плани мають містити заходи з кодексів кращих методів здійснення сільськогосподарських робіт, а також додаткові заходи, перераховані у Додатку III до Директиви, метою яких є обмеження внесення в ґрунт мінеральних та органічних добрив,

Таблиця 9.6  
План досягнення цілей Директиви 91/676/ЄЕС в Україні

Заходи	Терміни
Прийняття національного законодавства та визначення уповноваженого органу (органів)	2017 рік
Визначення зон, уразливих до накопичення нітратів	
Запровадження планів дій для зон, уразливих до накопичення нітратів	2018 рік
Запровадження програм моніторингу	



що містять азот, а також внесення до ґрунту органічних добрив;

здійснювати національний моніторинг та звітність. Кожні 4 роки державичлени ЄС мають звітувати щодо концентрацій нітратів у підземних та поверхневих водах; евтрофікації поверхневих вод; оцінки впливу Планів дій на якість води та методи ведення сільськогосподарських робіт; перегляду зон, уразливих до забруднення нітратами та відповідних програм дій.

Отже, впровадження в законодавче поле України норм Директив ЄС сприятиме комплексному підходу до використання природних ресурсів, оскільки земельні, водні та інші ресурси розглядаються, як елементи однієї екологічної системи навколишнього природного середовища.

У статті 360 Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом прописано, що «Сторони

розвивають і зміцнюють співробітництво з питань охорони навколишнього середовища й таким чином сприяють реалізації довгострокових цілей сталого розвитку і зеленої економіки. Передбачається, що посилення природоохоронної діяльності матиме позитивні наслідки для громадян і підприємств в Україні та ЄС, зокрема, через покращення системи охорони здоров'я, збереження природних ресурсів, підвищення економічної та природоохоронної ефективності, інтеграції екологічної політики в інші сфери політики держави, а також підвищення рівня виробництва завдяки сучасним технологіям. Співробітництво здійснюється з урахуванням інтересів Сторін на основі рівності та взаємної вигоди, а також беручи до уваги взаємозалежність, яка існує між Сторонами у сфері охорони навколишнього середовища, та багатосторонні угоди у цій сфері».

### Література до Розділу 10

1. Земельний кодекс України від 25 жовтня 2001 р. № 2768-III. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2768-14>
2. Мірошниченко А.М., Марусенко Р.І. Науково-практичний коментар Земельного кодексу України. – К., 2009. – 496 с.
3. Водний кодекс України від 6 червня 1995 р. № 213/95-ВР. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80/page>
4. Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо впровадження інтегрованих підходів в управлінні водними ресурсами за басейновим принципом» від 4 жовтня 2016 р. № 1641-VIII. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1641-19>
5. Директива 2000/60/ЄС Європейського Парламенту і Ради «Про встановлення рамок діяльності Співтовариства у сфері водної політики» від 23 жовтня 2000 року. – Режим доступу: [http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/994\\_962](http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/994_962)
6. Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України «Про виділення суббасейнів та водогосподарських ділянок у межах встановлених районів річкових басейнів» від 26 січня 2017 р. № 25, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 14 лютого 2017 р. за № 208/30076. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0208-17>
7. Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України «Про затвердження Порядку розроблення водогосподарських балансів» від 26 січня 2017 р. № 26, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 17 лютого 2017 р. за № 232/30100. – Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/z0232-17>
8. Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України «Про затвердження Типового положення про басейнові ради» від 26 січня 2017 р. № 23, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 17 лютого 2017 р. за № 231/30099. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0231-17>
9. Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України «Про затвердження Переліку забруднюючих речовин для визначення хімічного стану масивів поверхневих і підземних вод та екологічного потенціалу штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод» від 6 лютого 2017 р. № 45, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 20 лютого 2017 р. за № 235/30103. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/ru/z0235-17>
10. Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України «Про затвердження Меж районів річкових басейнів, суббасейнів та водогосподарських ділянок» від 3 березня 2017 р. № 103, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 29 березня 2017 р. за № 421/30289. – Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/z0421-17>
11. Терміни та визначення водних Директив Європейського Союзу: угода про асоціацію між Україною та Європейським Союзом / С.О. Афанасьєв, В.С. Бабчук, О.В. Бонь та ін. – К.: «Інтерсервіс», 2015. – 32 с.
12. Якість води та управління водними ресурсами: короткий опис Директив ЄС та графіку їх реалізації. Проект ЄС «Додаткова підтримка Міністерства екології та природних ресурсів України у впровадженні Секторальної бюджетної підтримки» – Режим доступу: [http://buvrtysa.gov.ua/newsite/download/Water\\_brochure.pdf](http://buvrtysa.gov.ua/newsite/download/Water_brochure.pdf)
13. Директива № 2011/92/ЄС Додаток ХХХ до Глави 6 «Навколишнє природне середовище» розділу V «Економічне і галузеве співробітництво». – Режим доступу: [http://www.kmu.gov.ua/docs/EA/Annexes\\_title\\_V/30\\_Annex.pdf](http://www.kmu.gov.ua/docs/EA/Annexes_title_V/30_Annex.pdf)
14. Директива 2000/60/ЄС Європейського Парламенту і Ради «Про встановлення рамок діяльності Співтовариства в галузі водної політики» від 23 жовтня 2000 р. – Режим доступу: [http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/994\\_962](http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/994_962)
15. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку розроблення плану управління річковим басейном» від 18 травня 2017 р. № 336. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/336-2017-%D0%BF>

16. Хільчевський В.К. Гідрографічне та водогосподарське районування території України, затверджене у 2016 р. – реалізація положень ВРД ЄС / В.К. Хільчевський, В.В. Гребінь // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2017. – Т. 1. – С. 8–20. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/glghge\\_2017\\_1\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/glghge_2017_1_3)

17. Національний план управління басейном р. Тиса – Україна. Проект Європейського Союзу «Посилення підтримки відомствам України, відповідальним за впровадження Дунайської та Рамсарської Конвенцій». Регіональний інформаційний центр «Карпати». – Режим доступу: <http://carpaty.net/?p=13354&lang=uk>

18. Директива № 2007/60/ЄС Європейського парламенту і Ради ЄС про оцінку і управління ризиками, пов'язаними з повеннями. – Режим доступу: [http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/994\\_b29](http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/994_b29)

19. План імплементації Директиви 2007/60/ЄС Європейського Парламенту та Ради про оцінку та управління ризиками затоплення (у частині заходів із строком виконання до кінця 2017 року). – Режим доступу: [www.kmu.gov.ua/document/247983992/Dir\\_2007\\_60.pdf](http://www.kmu.gov.ua/document/247983992/Dir_2007_60.pdf)

20. Кодекс цивільного захисту України від 2 жовтня 2012 року № 5403-VI. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/5403-17/page>

21. Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року» від 21 грудня 2010 р. № 2818-VI. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2818-17>

22. Закон України «Про затвердження Загальнодержавної цільової програми розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення басейну річки Дніпро на період до 2021 року» від 24 травня 2012 р. № 4836-VI. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/4836-17>

23. Указ Президента України «Про заходи щодо забезпечення ефективного прогнозування повеней і паводків та ліквідації їх наслідків» від 15 березня 2002 р. № 243. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/243/2002>

24. Директива 2008/56/ЄС Європейського Парламенту і Ради від 17 червня 2008 року про встановлення рамок діяльності Співтовариства у сфері екологічної політики щодо морського середовища. – Режим доступу: [old.minjust.gov.ua/file/33345.docx](http://old.minjust.gov.ua/file/33345.docx)

25. План імплементації Директиви 2008/56/ЄС Європейського Парламенту та Ради про встановлення рамок діяльності Співтовариства у сфері екологічної політики щодо морського середовища (Рамкова Директива морської стратегії). – Режим доступу: [www.kmu.gov.ua/document/248103015/Dir\\_2008\\_56.pdf](http://www.kmu.gov.ua/document/248103015/Dir_2008_56.pdf)

26. Директива Ради 91/271/ЄЕС від 21 травня 1991 року «Про очистку міських стічних вод». – Режим доступу: [http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/994\\_911](http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/994_911)

27. План Імплементації Директиви Ради 91/271/ЄЕС «Про очищення міських стічних вод». – Режим доступу: [www.kmu.gov.ua/document/247993372/Dir\\_91\\_271.pdf](http://www.kmu.gov.ua/document/247993372/Dir_91_271.pdf)

28. Директива Ради 98/83/ЄС від 3 листопада 1998 року «Про якість води, призначеної для споживання людиною». – Режим доступу: [http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/994\\_963](http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/994_963)

29. План імплементації Директиви Ради 98/83/ЄС від 3 листопада 1998 року. – Режим доступу: [http://www.moz.gov.ua/ua/portal/impl\\_19981103\\_98\\_83eu.html](http://www.moz.gov.ua/ua/portal/impl_19981103_98_83eu.html)

30. Директива Ради 91/676/ЄЕС від 12 грудня 1991 року «Про захист вод від забруднення, спричиненого нітратами з сільськогосподарських джерел». – Режим доступу: [http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/994\\_962](http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/994_962)

31. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами» від 25 березня 1999 р. № 465 – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/465-99-%D0%BF>

---

### Питання для самоперевірки

#### Розділ 9

1. Яка основна ідея Водного та Земельного кодексів України?
2. Яке значення публічної кадастрової карти для власника та користувача земельної ділянки?
3. Коли розпочалося впровадження положень Директиви 2000/60/ЄС Європейського Парламенту і Ради «Про встановлення рамок діяльності Співтовариства у сфері водної політики» від 23.10.2000?
4. Які особливості Директив ЄС у адаптуванні законодавства?
5. Яка структура процесів управління в Секторі 4 (додатку ХХХ Угоди про асоціацію між Україною та ЄС) «Якість води та управління водними ресурсами, включаючи морське середовище»?

## 10. РОЗРАХУНКИ З ОЦІНКИ ЯКОСТІ ПРИРОДНИХ ВОД

### 10.1. ПОРЯДОК ЕКОЛОГІЧНОЇ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД

Екологічна оцінка якості поверхневих вод здійснюється, як правило, для важливих природоохоронних цілей: наприклад, для проектування гідротехнічних споруд на водних об'єктах, підприємств, пов'язаних із забиранням великих об'ємів води з цих водних об'єктів та скиданням у них відпрацьованої, умовно очищеної води; здійснення регіонального гідроекологічного моніторингу в басейні певної річки тощо. У складі проектів таких будівництв обов'язково має розроблятися ОВНС (оцінка впливу на навколишнє середовище), в тому числі екологічна оцінка якості поверхневих вод.

Екологічна оцінка якості води в певному водному об'єкті здійснюється за Методикою екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями [1] й може бути орієнтовною та ґрунтовою. Орієнтовна екологічна оцінка необхідна з розвідувальною (рекогносцирувальною) метою для обґрунтування попередніх, орієнтовних висновків та рішень. Ґрунтова, узагальнююча, оцінка потрібна для переконливих, відповідальних висновків та рішень. В обох випадках бажано, щоб екологічна оцінка базувалася на аналізі величин показників якості вод, належних до всіх 3 блоків:

показників сольового складу (за критеріями: мінералізації; іонного складу; забруднення прісних гіпо- та олігогалінних вод компонентами сольового складу; забруднення солонуватих  $\beta$ -мезогаліннихвод компонентами сольового складу);

трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних) показників;

показників вмісту специфічних речовин токсичної та радіаційної дії.

До цього діапазону величин усіх показників якості вод поділено на 5 класів та 7 категорій якості [1–3].

Джерелами первинних (елементарних) даних, тобто реальних величин нормативних показників, для здійснення екологічної оцінки якості поверхневих вод орієнтовним та ґрунтовним способами є, насамперед, багаторічні матеріали державного екологічного моніторингу, який здійснюють підрозділи Держкомгідромету, Мінекології та МОЗ України.

Іншим, безпосереднім шляхом одержання вихідних матеріалів для здійснення екологічної оцінки якості поверхневих вод, переважно орієнтовної, є здійснення короткочасних (рік, сезон, місяць) цілеспрямованих польових досліджень за чіткою науковою програмою. Для одержання матеріалів польових досліджень, придатних для здійснення ґрунтової екологічної оцінки якості води у певному водному об'єкті чи його частині, необхідними є організація та здійснення наукового гідроекологічного моніторингу, розрахованого, щонайменше, на декілька років. Наукові гідроекологічні моніторинги організовують,

як правило, для розв'язання складних та відповідальних проблем загальнодержавного значення.

Порядок здійснення орієнтовної та ґрунтової екологічної оцінки якості поверхневих вод суші та естуаріїв України із використанням спеціалізованих екологічних класифікацій якості води має принципово однакову процедуру й складається з 4 послідовних етапів:

етап групування та оброблення вихідних даних;

етап визначення класів та категорій якості води за окремими показниками;

етап узагальнення оцінок якості води за окремими показниками за 3 блоками із визначенням інтегральних значень класів та категорій якості води для кожного блоку;

етап визначення об'єднаної оцінки якості води досліджуваних водних об'єктів на їх окремих ділянках та в цілому за річковими басейнами за певний період спостережень;

етап картографічного подання результатів досліджень з екологічної оцінки якості поверхневих вод за [4].

**Етап групування та оброблення вихідних даних. Вихідні дані з якості води за окремими її показниками групують у просторі та часі в певному чіткому порядку та окремо для різних пунктів спостережень або ж разом (із різних пунктів спостережень) для певних ділянок водного об'єкту або ж для водного об'єкту в цілому за певний відрізок часу (місяць, сезон, рік, кілька років підряд, багаторічні спостереження).**

Вихідні дані щодо якості води за окремими показниками групують у межах кожного з 3 блоків. Згруповані за блоками щодо кожного показника якості води вихідні дані (вибірки) обробляють, визначаючи найгірші та середні їх значення, що характеризують мінливість величин кожного з показників якості води у реальних умовах виконання та аналізу результатів спостережень. Середні значення показників якості води засвідчують урівноважений, стабільний екологічний стан водних об'єктів, певну норму цього стану. Найгірші значення показників якості води, що використовують, як правило, для ґрунтової оцінки, відображають найбільші відхилення величин показників якості води від певної норми (модульних, переважаючих значень), спричинені природними явищами та діяльністю людини. Варт підкреслити, що під час планування водоохоронних заходів слід орієнтуватися саме на найгірші значення показників якості води, бо цілеспрямоване їх зменшення гарантує успіх у оздоровленні водних об'єктів.

Серед вихідних даних є такі, що за своїми екстремальними значеннями виходять за межі окресленого діапазону мінливості величин цієї вибірки, далеко від встановлених найгірших значень. Екстремальні значення окремих показників якості води підлягають спеціальному аналізу – з'ясуванню природних або антропогенних причин їх появи. Якщо екстремальні

значення окремих показників якості води є поодинокими, тобто випадають із ряду аналогічних значень в інші дні, тижні або місяці року, то їх краще вилучити з вибірки.

**Етап визначення класів та категорій якості води. Визначення класів та категорій якості води для окремих показників полягає у зіставленні середньоарифметичних (середніх) та найгірших їх значень з критеріями спеціалізованих класифікацій. Таке зіставлення здійснюють у межах відповідних блоків.**

**Етап узагальнення оцінок якості води за окремими показниками за окремими блоками.**

Визначення інтегральних значень класів та категорій якості води полягає у визначенні середніх і найгірших значень 3 блокових індексів якості води, оперуючи відносними величинами якості води – категоріями, значення номерів яких укладаються в ряд чисел від 1 до 7. Середні значення блокових індексів можуть бути дробовими числами. Це дає змогу диференціювати оцінку якості води, зробити її точнішою та гнучкішою. Для визначення субкатегорій якості води, що відповідають середнім значенням блокових індексів, треба весь діапазон значень номерів категорій (поміж цілими числами) розбити на окремі частини й певним чином позначити (табл. 10.1).

Таблиця 10.1

**Схема визначення екологічних класів, категорій та субкатегорій якості води у поверхневих водних об'єктах України**

Класи якості води	Категорії якості води	Середні значення блокових індексів	Позначення відповідних субкатегорій якості води	Словесні характеристики субкатегорій якості води
1	2	3	4	5
I	1	1,00–1,25 1,26–1,50	1 1 (2)	«Відмінні», «дуже чисті» води «Відмінні», «дуже чисті» води з тенденцією наближення до категорії «дуже добрих», «чистих»
II	2	1,51–1,75 1,76–1,99	1–2 2 (1)	Води, перехідні за якістю від «відмінних», «дуже чистих» до «дуже добрих», «чистих» «Дуже добрі», «чисті» води з ухилом до категорії «відмінних», «дуже чистих»
		2,00–2,25 2,26–2,50	2 2 (3)	«Дуже добрі», «чисті» води «Дуже добрі», «чисті» води з тенденцією наближення до категорії «добрих», «досить чистих»
II	3	2,51–2,75 2,76–2,99	2–3 3 (2)	Води, перехідні за якістю від «дуже добрих», «чистих», до «добрих», «досить чистих» «Добрі», «досить чисті» води з ухилом до «дуже добрих», «чистих»
		3,00–3,25 3,26–3,50	3 3 (4)	«Добрі», «досить чисті» води «Добрі», «досить чисті» води з тенденцією наближення до «задовільних», «слабко забруднених»
		III	4	3,51–3,75 3,76–3,99
4,00–4,25 4,26–4,50	4 4 (5)			«Задовільні», «слабко забруднені» води «Задовільні», «слабко забруднені» води з тенденцією наближення до «посередніх», «помірно забруднених»
III	5	4,51–4,75 4,76–4,99	4–5 5 (4)	Води, перехідні за якістю від «задовільних», «слабко забруднених» до «посередніх», «помірно забруднених» «Посередні», «помірно забруднені» води з ухилом до категорії «задовільних», «слабко забруднених»
		5,00–5,25 5,26–5,50	5 5 (6)	«Посередні», «помірно забруднені» води «Посередні», «помірно забруднені» води з тенденцією наближення до категорії «поганих», «брудних»
		IV	6	5,51–5,75 5,76–5,99
6,00–6,25 6,26–6,50	6 6 (7)			«Погані», «брудні» води «Погані», «брудні» води з тенденцією наближення до «дуже поганих», «дуже брудних»
V	7			6,51–6,75 6,76–7,00

**Етап визначення об'єднаної оцінки якості води.**

Для певного водного об'єкта в цілому або для окремих його ділянок обчислюють інтегральний або екологічний індекс (ІЕ). Екологічний індекс потрібен для однозначної оцінки екологічного стану водного об'єкта за якістю води для планування водоохоронних заходів, здійснення екологічного та еколого-економічного районування, картографування екологічного стану водних об'єктів, належних до певних адміністративних територій (областей, районів) чи басейнів річок.

Значення екологічного індексу якості води визначають за формулою:

$$I_E = \frac{I_1 + I_4 + I_3}{3},$$

де  $I_1$  – індекс забруднення компонентами сольового складу;

$I_2$  – індекс трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних) показників;

$I_3$  – індекс специфічних показників токсичної і радіаційної дії.

Екологічний індекс якості води, як і блокові індекси, обчислюють для найгірших та середніх значень категорій окремо:  $I_{E \text{ найгр.}}$  та  $I_{E \text{ сер.}}$ . Він може бути дробовим числом. Субкатегорії якості води на підставі  $I_E$  визначають так само, як і для блокових індексів.

Екологічна оцінка якості поверхневих вод суші та естуаріїв України має включати всі 3 блоки показників. Результати подають у вигляді єдиної екологічної оцінки, що спирається на заключні висновки за 3 блоками: показників сольового складу, трофо-сапробіологічних показників і специфічних показників токсичної та радіаційної дії. До цього потрібно враховувати певні нюанси, подані нижче.

Сольовий склад поверхневих вод, оцінений за сумою іонів та окремими компонентами. Під час групування даних у просторі та часі оцінка дається за найгіршими та середніми значеннями показників. Клас води визначають за аніонами, що переважають, групи – за катіонами, що переважають. Типи вод визначають за співвідношенням між іонами (в еквівалентах):

- I  $HCO_3^- > Ca^{2+} + Mg^{2+}$
- II  $HCO_3^- < Ca^{2+} + Mg^{2+} < HCO_3^- + SO_4^{2-}$
- III  $HCO_3^- + SO_4^{2-} < Ca^{2+} + Mg^{2+}$
- IV  $HCO_3^- = 0$

Для позначення видів природних вод вживають символи, наприклад, води гідрокарбонатного класу, групи кальцію, II типу позначають формулою  $SC^{Ca}_{II}$ ; води сульфатно-хлоридні, групи кальцію, II типу позначають формулою  $SC^{Ca}_{II}$  [5].

Прісні гіпо- та олігогалинні й солонуваті β-мезогалинні води оцінюють також за критеріями їх забруднення компонентами сольового складу, а саме: за сумою іонів, вмістом хлоридів та сульфатів [1, 2].

Потрібно брати до уваги, що мінералізація та іонний склад води в поверхневих прісних водних об'єктах є досить стабільними характеристиками, що суттєво змінюються лише за екстраординарних обставин. Загальна мінералізація води у прісних водоймах і водотоках змінюється, зазвичай, у відносно вузькому діапазоні величин залежно від гідрологічного режиму водних об'єктів та режиму їх живлення ґрунтовими водами. Із збільшенням стоку річки загальна мінера-

лізація, як правило, зменшується, і навпаки, зі зменшення річкового стоку мінералізація збільшується.

**Екологічна оцінка якості поверхневих вод за трофо-сапробіологічними (еколого-санітарними) показниками.** Ця оцінка є дуже важливою для характеристики трофічного статусу водних об'єктів та визначення ступеня сапробності води у них за широким набором гідрофізичних, гідрохімічних, гідробіологічних та бактеріологічних критеріїв. Загальна кількість показників другого блоку не має бути меншою ніж 10.

На підставі узагальнюючих характеристик якості води за еколого-санітарними показниками (рівень трофності, зона сапробності) можна скласти попереднє уявлення про тип водної екосистеми, її потенційну рибопродуктивність, а також зробити висновки щодо можливості використання відповідного водного об'єкта для рекреації населення і як джерела питного водопостачання.

**Екологічна оцінка якості поверхневих вод за специфічними показниками токсичної та радіаційної дії.** Така оцінка також є дуже важливою в сучасних умовах майже тотального забруднення водних об'єктів неорганічними та органічними речовинами у складі відходів екологічно-шкідливих виробництв промисловості та сільського господарства. До пріоритетних неорганічних токсичних забруднюючих речовин належать важкі метали, а також фториди, ціаніди, нафтопродукти, леткі феноли, синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР).

На сьогодні забруднення гідросфери токсичними речовинами антропогенного походження інтегральний екологічний індекс ( $I_E$ ) якості поверхневих вод часто визначається високим вмістом у воді цих речовин за умов відносно невисоких значень  $I_1$  та  $I_2$ , але високих значень  $I_3$ . Тому необхідно приділяти велику увагу складу та вмісту у воді політантів антропогенного походження та місцям їх підвищеної концентрації для з'ясування джерел їх надходження у водні об'єкти. Ця інформація буде запорукою ефективності водоохоронних заходів щодо водних об'єктів, сприятиме успішному відновленню нормального стану їх екосистем.

Пріоритетними показниками активності речовин радіаційної дії є сумарна бета-активність, вміст стронцію-90 та цезію-137. На сьогодні вода в поверхневих водних об'єктах може вважатися чистою за умови, що концентрація розчинених у ній біологічно небезпечних радіонуклідів стронцію-90 і цезію-137 не має перевищувати ту, що відповідає категорії 2 екологічної класифікації якості поверхневих вод суші та естуаріїв за критеріями специфічних показників радіаційної дії [1, 3].

## 10.2. ПРИКЛАД РОЗРАХУНКІВ З ЕКОЛОГІЧНОЇ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ПРИРОДНИХ ВОД

Як приклад здійснено повну (3 блоки показників) ґрунтовну екологічну оцінку якості води у басейні р. Рось.

Водний об'єкт та пункти спостережень:

р. Рось, с. Кошів;

р. Рось, с. Глибочиця;

р. Рось, м. Богуслав;

р. Рось, м. Корсунь-Шевченківський.

Період спостережень: літо–осінь маловодного року.

Джерело вихідної інформації: матеріали гідрохімічних спостережень за якістю води р. Рось низових ланок Басейнового управління водних ресурсів річки Рось.

Висновки, одержані під час роздільного аналізу величин показників 3 блоків, та розрахунки блокових індексів за найгіршими й середніми величинами показників дають змогу розрахувати значення загального екологічного індексу якості води у досліджуваному повертненому водному об'єкті, в даному разі, в р. Рось.

$$I_{E \text{ найг.}} = \frac{2,33+5,90+3,67}{3} = \frac{11,9}{3} = 3,97 (4,0),$$

тобто за найгіршими величинами показників 3 блоків ділянки основного русла р. Рось належала до III класу якості («задовільні», «забруднені» води), до категорії 4 («задовільні», «слабко забруднені» води) та субкатегорії 4 (3) (води, перехідні за якістю від «добрих», «чистих» до «задовільних», «забруднених»).

$$I_{E \text{ сеп.}} = \frac{1,67+3,90+3,44}{3} = \frac{9,01}{3} = 3,00 (3,0),$$

тобто за середніми величинами показників 3 блоків вода на досліджуваній ділянці р. Рось належала до класу II («добрі», «чисті» води), категорії I субкатегорії 3 («добрі», «досить чисті» води).

Слід звернути увагу на те, що ступінь забруднення води в р. Рось, оцінено за значеннями  $I_{E \text{ найг.}}$  та  $I_{E \text{ сеп.}}$ , визначається, насамперед, значеннями блокових індексів  $I_3$  та  $I_2$ , а саме величинами трофосапробіологічних показників та специфічних показників токсичної дії. Таким чином, забруднення води р. Рось біогенними речовинами та надмірною кількістю органічних речовин природного та антропогенного походження, а також важкими металами та органічними речовинами токсичної дії є чинниками, що визначають не дуже високу якість води цього водотоку за показниками другого та третього блоків. Водночас результатами оцінки якості води за показниками першого блоку показали незначне забруднення води р. Рось компонентами сольового складу.

Розгорнуті дані розрахунків блокових індексів якості води, що наведено нижче, дають змогу одержати додаткову інформацію про закономірності або тенденції змін якості води у різних площинах порівняння: між окремими показниками та за течією річки (таблиці 10.2–10.4).

**Висновок до таблиці 10.2:**  $I_1 \text{ найг.} = 2,33 (2,3)$  – клас II («дуже добрі», «чисті» води), категорія 2 («дуже добрі», «чисті» води), субкатегорія 2 (3) («дуже добрі», «чисті» води з тенденцією наближення до категорії «добрих», «досить чистих»);  $I_1 \text{ сеп.} = 1,67 (1,7)$  – клас II («добрі», «чисті» води), категорія 2 («дуже добрі», «чисті» води), субкатегорії 1–2 (води,

перехідні за якістю від «відмінних», «дуже чистих» до «дуже добрих», «чистих»).

**Висновок до таблиці 10.3:**  $I_2 \text{ найг.} = 5,90 (5,9)$  – клас IV, категорія 6 («погані», «брудні», політрофні,  $\alpha'$ -мезосапробні води), субкатегорія 6 (5) («погані», «брудні» води з ухилом до категорії «посередніх», «помірно забруднених», політрофні,  $\alpha'$ -мезосапробні води з ухилом до ев-політрофних,  $\alpha'$ -мезосапробних);  $I_2 \text{ сеп.} = 3,90 (3,9)$  – клас III («задовільні», «забруднені» води),

Категорія 4 («задовільні», «слабко забруднені» води) та субкатегорія 4(3) («задовільні», «слабко забруднені» води з ухилом до «добрих», «досить чистих»).

**Висновок до таблиці 10.4:**  $I_3 \text{ найг.} = 3,67 (3,7)$  – клас III («задовільні», «забруднені» води), категорія 4 («задовільні», «слабко забруднені» води) та субкатегорія 3–4 (води, перехідні за якістю від «добрих», «досить чистих» до «задовільних», «слабко забруднених»);  $I_3 \text{ сеп.} = 3,44 (3,4)$  – клас II («добрі», «чисті» води), категорія 3 («добрі», «досить чисті» води) та субкатегорія 3 (4) («добрі», «досить чисті» води з тенденцією наближення до «задовільних», «слабко забруднених»).

На сьогодні вже отримано результати здійснення екологічної оцінки якості води у лівобережних притоках Дніпра (у межах Полтавської області), в р. Прип'ять та її правобережних притоках (у межах Волинської, Рівненської та Житомирської областей), у правобережній притоці Дніпра – р. Тетерів (у межах Житомирської області); у Західному Бузі та його притоках (у межах Львівської та Волинської областей) та інші. Як правило, ці дослідження доповнювалися встановленням значень екологічних нормативів якості води та картографуванням якості води за оригінальними вітчизняними методиками [2, 4]. На жаль, згадані дослідження [6–13] організовано та здійснено за принципом адміністративно-територіального поділу України, насамперед, обласним. За такого підходу порушується науковий басейновий принцип екологічної оцінки якості вод, бо водні об'єкти областей і навіть районів України можуть належати до різних систем, де формується вода неоднакової якості. Тому є необхідним дотримання басейнового принципу екологічної оцінки якості води у водних об'єктах різного типу та встановлення щодо них екологічних нормативів якості води.

За умов продовження початого комплексу досліджень та розширення його масштабів за басейновим принципом можна дати всебічну оцінку якості поверхневих вод на всій території України, а також основних її регіонів, створено відповідну карту якості води, а також встановлено екологічні нормативи якості води стосовно найзначніших водних об'єктів держави.

Здійсненню екологічної оцінки якості води у водних об'єктах місцевого значення та здійсненню багаторічного гідроекологічного моніторингу силами обласних, районних чи басейнових організацій охорони водних ресурсів допоможе досвід, наведений у цьому розділі підручника.

Таблиця 10.2

Найгірші та середні значення вмісту показників соляового складу у воді р. Рось в літньо-осінню межень маловодного періоду

№ з/п	Пункти спостережень	Сума іонів, мг/дм <sup>3</sup>	Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	Сульфати, мг/дм <sup>3</sup>	В категоріях		Субкатегорії	
					$\sum x$	$\bar{x}$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	с. Кошів	<b>292 (1)*</b> ; 280; 291 $\sum x=863$ ; $n=3$ ; $\bar{x}=287,7$ (1)	<b>24,7 (2)</b> ; 24,4; 23,1 $\sum x=72,2$ ; $n=3$ ; $\bar{x}=24,1$ (2)	<b>31,2 (1)</b> ; 27,9; 20,3 $\sum x=79,4$ ; $n=3$ ; $\bar{x}=26,5$ (1)	4** 4	3	1,33 1,33	1(2) 1(2)
2	с. Глибочиця	356; 300; 335; <b>400 (1)</b> ; 293; 312 $\sum x=1995$ ; $n=6$ ; $\bar{x}=332,5$ (1)	22,1; 29; 28,3; 28,7; 29,6; <b>31,2 (3)</b> $\sum x=168,9$ ; $n=6$ ; $\bar{x}=28,1$ (2)	<b>57,6 (2)</b> ; 26,1; 28,7; 18,4; 14,3; 16,3 $\sum x=161,4$ ; $n=6$ ; $\bar{x}=26,9$ (1)	6 4	3 3	2,00 1,33	
3	м. Богуслав	418; 392; 410; <b>525 (2)</b> ; 360; 341 $\sum x=2446$ ; $n=6$ ; $\bar{x}=407,7$ (1)	27,2; 40,7; <b>42,2 (3)</b> ; 30,9; 30,5; 32,9 $\sum x=204,4$ ; $n=6$ ; $\bar{x}=34,1$ (3)	<b>68,1 (2)</b> ; 28,1; 29,4; 20; 26,1; 28,2 $\sum x=199,9$ ; $n=6$ ; $\bar{x}=33,3$ (1)	7 5	3 3	2,33 1,67	2(3) 1-2
4	м. Корсунь-Шевченківський	307; <b>372 (1)</b> ; 353; 340; 327; 347 $\sum x=2046$ ; $n=6$ ; $\bar{x}=341$ (1)	39; 39; <b>47 (3)</b> ; 21; 38; 43 $\sum x=227$ ; $n=6$ ; $\bar{x}=37,8$ (3)	33; 29; <b>42 (1)</b> ; 28; 35; 34 $\sum x=201$ ; $n=6$ ; $\bar{x}=33,5$ (1)	5 5	3 3	1,67 1,67	1-2 1-2
В цілому за основному руслу р. Рось:								
Визначення найгірших значень		$n=1$ ; $x=$ <b>525 (2)</b>	$n=1$ ; $x=$ <b>47 (3)</b>	$n=1$ ; $x=$ <b>68,1 (2)</b>	7	3	2,33	2(3)
Обчислення середніх значень		$\sum x=7350$ ; $n=21$ ; $\bar{x}=350$ (1)	$\sum x=672,5$ ; $n=21$ ; $\bar{x}=32$ (3)	$\sum x=641,7$ ; $n=21$ ; $\bar{x}=30,6$ (1)	5	3	1,67	1-2

**Примітки:**

\* жирним шрифтом виділено найгірші абсолютні значення показників якості води в окремих вибірках; у дужках розташовано відносні значення показників якості води, виражені в категоріях;  
 \*\* у чисельнику наведено величини, похідні від найгірших значень, а у знаменнику – величини, похідні від середніх значень показників якості води.

Таблиця 10.3

**Найгірші та середні значення трофо-сапробіологічних показників якості води р. Рось у літньо-осінню межень маловодного періоду**

№ з/п	Пункти спостережень	Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	Прозорість, см	pH	Азот амонійний, мг N/дм <sup>3</sup>	Азот нітритний, мг N/дм <sup>3</sup>	Азот нітратний, мг N/дм <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8
1	с. Кошів	<b>37,6 (5)*</b> ; 13,8; 4,2 $\sum x = 18,5; n=3;$ $\bar{x} = 6,2 (2)$	30; 29; <b>8 (7)</b> $\sum x = 67; n=3;$ $\bar{x} = 22,3 (6)$	<b>8,6 (5)</b> ; 8,1; 7,9; 8,6 $\sum x = 24,5; n=3;$ $\bar{x} = 8,2 (4)$	<b>0,22 (3)</b> ; 0,10; 0,11 $\sum x = 0,43; n=3;$ $\bar{x} = 0,14 (2)$	<b>0,030 (5)</b> ; 0,009; $\sum x = 0,048; n=3;$ $\bar{x} = 0,016 (4)$	0,11; 0,22; <b>2,45 (6)</b> $\sum x = 2,78; n=3;$ $\bar{x} = 0,93 (5)$
2	с. Глибочиця	8,1; 29,2; 19,8; <b>30,1 (4)</b> ; 11,2; 9,1 $\sum x = 107,5; n=6;$ $\bar{x} = 17,9 (3)$	28; <b>13 (7)</b> ; 15; 13; 13; 27 $\sum x = 109; n=6;$ $\bar{x} = 18,2 (7)$	8,1; 7,9; 8,6; <b>8,9 (7)</b> ; 8,4; 8,1 $\sum x = 50; n=6;$ $\bar{x} = 8,3 (4)$	0,19; 0,15; <b>0,39 (4)</b> ; 0,08; 0,19; 0,15 $\sum x = 1,15; n=3;$ $\bar{x} = 0,19 (2)$	0,012; 0,009; 0,015; 0,002; <b>0,018 (4)</b> ; 0,018 $\sum x = 0,074; n=6;$ $\bar{x} = 0,012 (1)$	0,14; <b>1,06 (6)</b> ; 0,18; 0,14; 0,25; 0,23 $\sum x = 2; n=6;$ $\bar{x} = 0,33 (3)$
3	м. Богуслав	8,5; 8,2; 15,3; <b>27 (4)</b> ; 8,4; 8,5 $\sum x = 75,9; n=6;$ $\bar{x} = 12,6 (3)$	29; <b>27 (6)</b> ; 30; 30; 30; 30 $\sum x = 176; n=6;$ $\bar{x} = 29,3 (6)$	7,9; <b>8,5 (5)</b> ; 8,1; 7,8; 8,3; 8,2 $\sum x = 48,8; n=6;$ $\bar{x} = 8,1 (3)$	0,12; 0,21; <b>0,41 (4)</b> ; 0,08; 0,09; 0,12 $\sum x = 1,03; n=3;$ $\bar{x} = 0,17 (2)$	<b>0,061 (6)</b> ; 0,015; 0,018; 0,018; 0,033; 0,027 $\sum x = 0,172; n=6;$ $\bar{x} = 0,029 (5)$	0,14; 0,72; 0,23; 0,41; <b>1,02 (6)</b> ; 0,81 $\sum x = 3,33; n=6;$ $\bar{x} = 0,55 (4)$
4	м. Корсунь-Шевченківський	6,7; 6,3; 6,8; <b>8,7 (2)</b> ; 7,2; 6,9 $\sum x = 42,3; n=6;$ $\bar{x} = 7 (2)$	27; 27; 26; <b>23 (6)</b> ; 25; 27 $\sum x = 155; n=6;$ $\bar{x} = 25,8 (6)$	7,9; <b>8,2 (4)</b> ; 8,1; 7,7; 7,7; 8,2 $\sum x = 47,8; n=6;$ $\bar{x} = 8,0 (3)$	0,17; 0,17; <b>0,41 (4)</b> ; 0,32; 0,29; 0,39 $\sum x = 1,75; n=3;$ $\bar{x} = 0,29 (3)$	<b>0,018 (4)</b> ; 0,009; 0,011; 0,013; 0,016; 0,016 $\sum x = 0,083; n=6;$ $\bar{x} = 0,014 (4)$	0,21; 0,15; 0,22; <b>0,49 (3)</b> ; 0,29; 0,47 $\sum x = 1,83; n=6;$ $\bar{x} = 0,30 (2)$
В цілому за основним руслом р. Рось:							
Визначення найгірших значень		$n=1; x = \underline{37,6 (5)}$	$n=1; x = \underline{27 (6)}$	$n=1; x = \underline{8,9 (7)}$	$n=1; x = \underline{0,41 (4)}$	$n=1; x = \underline{0,061 (6)}$	$n=1; x = \underline{2,45 (6)}$
Обчислення середніх значень		$\sum x = 244,2; n=21;$ $\bar{x} = 11,6 (3)$	$\sum x = 507; n=21;$ $\bar{x} = 24,1 (6)$	$\sum x = 171,1; n=21;$ $\bar{x} = 8,1 (3)$	$\sum x = 4,36; n=21;$ $\bar{x} = 0,21 (3)$	$\sum x = 0,377; n=21;$ $\bar{x} = 0,018 (4)$	$\sum x = 9,94; n=21;$ $\bar{x} = 0,47 (3)$



Закінчення таблиці 10.3

№ з/п	Фосфор фосфатів, мг Р/дм <sup>3</sup>	Розчинений кисень, мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	Біхроматна окислюваність, мг О/дм <sup>3</sup>	БСК <sub>5</sub> , мг О/дм <sup>3</sup>	В категоріях		Субкатегорії	
					Σ <sub>x</sub>	$\bar{x}$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	<b>0,114 (5)</b> ; 0,020; 0,016 $\Sigma_x=0,15$ ; $n=3$ ; $\bar{x}=0,050$ (3)	<b>5,5 (5)</b> ; 8,2; 10,4 $\Sigma_x=24,1$ ; $n=3$ ; $\bar{x}=8$ (2)	<b>43,6 (6)</b> ; 27,8; 28,9 $\Sigma_x=100,3$ ; $n=3$ ; $\bar{x}=33,4$ (5)	2,9; 3; <b>8,2 (6)</b> $\Sigma_x=14,1$ ; $n=3$ ; $\bar{x}=4,7$ (5)	53** 39	10 10	5,30 3,90	5(6) 4(3)
2	0,052; 0,016; 0,016; 0,016; 0,059; <b>0,065 (4)</b> $\Sigma_x=0,224$ ; $n=6$ ; $\bar{x}=0,037$ (3)	8,5; 6,4; <b>5,4 (5)</b> ; 9,2; 6,7; 6,9 $\Sigma_x=43,1$ ; $n=6$ ; $\bar{x}=7,2$ (3)	27,3; 36,6; 32; <b>55,6 (6)</b> ; 25,9; 23,2 $\Sigma_x=200,6$ ; $n=6$ ; $\bar{x}=33,4$ (5)	4,6; <b>6 (5)</b> ; 4,3; 5,1; 2,8; 4,8 $\Sigma_x=27,6$ ; $n=6$ ; $\bar{x}=4,6$ (5)	48 36	10 10	4,80 3,60	5(4) 3-4
3	0,290; 0,378; <b>0,848 (7)</b> ; 0,176; 0,134; 0,140 $\Sigma_x=1,966$ ; $n=6$ ; $\bar{x}=0,328$ (7)	8,6; <b>5,3 (5)</b> ; 6; 8,7; 5,4; 6,9 $\Sigma_x=40,9$ ; $n=6$ ; $\bar{x}=6,8$ (4)	19,4; 38,6; 32; <b>48,2 (6)</b> ; 24,5; 22,1 $\Sigma_x=184,8$ ; $n=6$ ; $\bar{x}=30,8$ (5)	3; <b>6,1 (5)</b> ; 3,5; 3,5; 2,7; 2,9 $\Sigma_x=21,7$ ; $n=6$ ; $\bar{x}=3,6$ (4)	54 43	10 10	5,40 4,30	5(6) 4(5)
4	0,104; 0,212; 0,173; 0,179; <b>0,274 (6)</b> ; 0,150 $\Sigma_x=1,092$ ; $n=6$ ; $\bar{x}=0,182$ (5)	5,4; 11; 8,3; <b>4,8 (6)</b> ; 8,6; 11,6 $\Sigma_x=49,7$ ; $n=6$ ; $\bar{x}=8,3$ (1)	29,7; <b>45 (6)</b> ; 25; 31; 30,5; 29,1 $\Sigma_x=190,3$ ; $n=6$ ; $\bar{x}=31,7$ (5)	2,9; <b>3,3 (4)</b> ; 2,4; 2,4; 3; 2,9 $\Sigma_x=16,9$ ; $n=6$ ; $\bar{x}=2,8$ (4)	45 35	10 10	4,50 3,50	4(5) 3(4)
В цілому за основним руслом р. Рось:								
	$n=1$ ; $x=$ <b>0,848 (7)</b>	$n=1$ ; $x=$ <b>4,8 (6)</b>	$n=1$ ; $x=$ <b>55,6 (6)</b>	$n=1$ ; $x=$ <b>8,2 (6)</b>	59	10	5,90	6 (5)
	$\Sigma_x=3,432$ ; $n=21$ ; $\bar{x}=0,163$ (5)	$\Sigma_x=157,8$ ; $n=21$ ; $\bar{x}=7,5$ (3)	$\Sigma_x=676$ ; $n=21$ ; $\bar{x}=32,2$ (5)	$\Sigma_x=80,3$ ; $n=21$ ; $\bar{x}=3,8$ (4)	39	10	3,90	4 (3)

Примітки:

\* жирним шрифтом виділено найгірші абсолютні значення показників якості води в окремих вибірках; у дужках розташовано відносні значення показників якості води, виражені в категоріях;

\*\* у чисельнику наведено величини, похідні від найгірших значень, а у знаменнику – величини, похідні від середніх значень показників якості води.

Таблиця 10.4  
**Найгірші та середні значення вмісту специфічних речовин токсичної дії у воді р. Рось у літньо-осінню межень маловодного періоду**

№ з/п	Пункти спостережень	Мідь, мкг/дм <sup>3</sup>	Цинк, мкг/дм <sup>3</sup>	Свинець, мкг/дм <sup>3</sup>	Хром (загальний), мкг/дм <sup>3</sup>	Нікель, мкг/дм <sup>3</sup>	Залізо (загальне), мкг/дм <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8
1	с. Кошів	<b>20 (5)*</b> ; 20; 20 $\sum x = 60; n=3;$ $\bar{x} = 20$ (5)	<b>5 (1)</b> ; 5; 5 $\sum x = 15; n=3;$ $\bar{x} = 5$ (1)	<b>20 (4)</b> ; 20; 20 $\sum x = 60; n=3;$ $\bar{x} = 20$ (4)	<b>1 (1)</b> ; 1; 1 $\sum x = 3; n=3;$ $\bar{x} = 1$ (1)	<b>5 (2)</b> ; 5; 5 $\sum x = 15; n=3;$ $\bar{x} = 5$ (2)	100; 100; <b>260 (4)</b> $\sum x = 460; n=3;$ $\bar{x} = 153,3$ (4)
2	с. Глибочиця	<b>32 (6)</b> ; 31; 25; 21; 20; 20 $\sum x = 149; n=6;$ $\bar{x} = 24,8$ (5)	<b>5 (1)</b> ; 5; 5; 5; 5; 5 $\sum x = 30; n=6;$ $\bar{x} = 5$ (1)	<b>20 (4)</b> ; 20; 20; 20; 20; 20 $\sum x = 120; n=6;$ $\bar{x} = 20$ (4)	<b>1 (1)</b> ; 1; 1; 1; 1; 1 $\sum x = 6; n=6;$ $\bar{x} = 1$ (1)	<b>15 (4)</b> ; 10; 12; 11; 5; 5 $\sum x = 58; n=6;$ $\bar{x} = 9,7$ (3)	150; 170; <b>220 (4)</b> ; 40; 100; 110 $\sum x = 800; n=6;$ $\bar{x} = 133,3$ (4)
3	м. Богуслав	<b>20 (5)</b> ; 20; 20; 20; 20; 20 $\sum x = 120; n=6;$ $\bar{x} = 20$ (5)	<b>5 (1)</b> ; 5; 5; 5; 5; 5 $\sum x = 30; n=6;$ $\bar{x} = 5$ (1)	<b>20 (4)</b> ; 20; 20; 20; 20; 20 $\sum x = 120; n=6;$ $\bar{x} = 20$ (4)	<b>1 (1)</b> ; 1; 1; 1; 1; 1 $\sum x = 6; n=6;$ $\bar{x} = 1$ (1)	<b>5 (2)</b> ; 5; 5; 5; 5; 5 $\sum x = 30; n=6;$ $\bar{x} = 5$ (2)	240; 210; <b>270 (4)</b> ; 80; 50; 70 $\sum x = 920; n=6;$ $\bar{x} = 153,3$ (4)
4	м. Корсунь-Шевченківський	<b>30 (6)</b> ; 30; 30; 30; 30; 30 $\sum x = 180; n=6;$ $\bar{x} = 30$ (6)	<b>5 (1)</b> ; 5; 5; 5; 5; 5 $\sum x = 30; n=6;$ $\bar{x} = 5$ (1)	<b>20 (4)</b> ; 20; 20; 20; 20; 20 $\sum x = 120; n=6;$ $\bar{x} = 20$ (4)	<b>5 (3)</b> ; 5; 1; 1; 1; 5 $\sum x = 18; n=6;$ $\bar{x} = 3$ (2)	<b>5 (2)</b> ; 5; 5; 5; 5; 5 $\sum x = 30; n=6;$ $\bar{x} = 5$ (2)	<b>250 (4)</b> ; 220; 210; 230; 220; 230 $\sum x = 1360; n=6;$ $\bar{x} = 226,7$ (4)
В цілому за основним руслом р. Рось:							
Визначення найгірших значень		$n=1; x=$ <b>32 (6)</b>	$n=1; x=$ <b>5 (1)</b>	$n=1; x=$ <b>20 (4)</b>	$n=1; x=$ <b>1 (1)</b>	$n=1; x=$ <b>5 (2)</b>	$n=1; x=$ <b>270 (4)</b>
Обчислення середніх значень		$\sum x = 509; n=21;$ $\bar{x} = 24,2$ (5)	$\sum x = 105; n=21;$ $\bar{x} = 5$ (1)	$\sum x = 420; n=21;$ $\bar{x} = 20$ (4)	$\sum x = 33; n=21;$ $\bar{x} = 1,6$ (1)	$\sum x = 133; n=21;$ $\bar{x} = 6,3$ (3)	$\sum x = 3540; n=21;$ $\bar{x} = 168,6$ (4)

Закінчення таблиці 10.4

№ з/п	Марганець, мкг/дм <sup>3</sup>	Нафтопродукти, мкг/дм <sup>3</sup>	Феноли, мкг/дм <sup>3</sup>	СПАР, мкг/дм <sup>3</sup>	Σx	n	x̄	Субкатегорії
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	70; 50; <b>190 (5)</b> Σx = 310; n=3; x̄ = 103,3 (5)	<b>50 (3)</b> ; 50; 50 Σx = 150; n=3; x̄ = 50 (3)	<b>1 (3)</b> ; 1; 1 Σx = 3; n=3; x̄ = 1 (3)	<b>10 (3)</b> ; 10; 10 Σx = 30; n=3; x̄ = 10 (3)	$\frac{31^{**}}{31}$	$\frac{9}{9}$	$\frac{3,44}{3,44}$	$\frac{3(4)}{3(4)}$
2	50; <b>80 (4)</b> ; 50; 70; 50 Σx = 350; n=6; x̄ = 58,3 (4)	<b>50 (3)</b> ; 50; 50; 50; 50 Σx = 300; n=6; x̄ = 50 (3)	<b>1 (3)</b> ; 1; 1; 1; 1; 1 Σx = 6; n=6; x̄ = 1 (3)	<b>30 (4)</b> ; 23; 24; 10; 10; 10 Σx = 107; n=6; x̄ = 17,8 (3)	$\frac{34}{31}$	$\frac{9}{9}$	$\frac{3,78}{3,44}$	$\frac{3(4)}{4(3)}$
3	50; 50; 60; <b>70 (4)</b> ; 70; 50 Σx = 350; n=6; x̄ = 58,3 (4)	<b>50 (3)</b> ; 50; 50; 50; 50 Σx = 300; n=6; x̄ = 50 (3)	<b>1 (3)</b> ; 1; 1; 1; 1; 1 Σx = 6; n=6; x̄ = 1 (3)	<b>10 (3)</b> ; 10; 10; 10; 10 Σx = 60; n=6; x̄ = 10 (3)	$\frac{30}{30}$	$\frac{9}{9}$	$\frac{3,33}{3,33}$	$\frac{3(4)}{3(4)}$
4	<b>50 (3)</b> ; 50; 50; 50; 50; 50 Σx = 300; n=6; x̄ = 50 (3)	30; 40; 40; <b>50 (3)</b> ; 40; 40 Σx = 240; n=6; x̄ = 40 (3)	<b>1 (3)</b> ; 1; 1; 1; 1; 1 Σx = 6; n=6; x̄ = 1 (3)	34; 36; 39; <b>44 (4)</b> ; 40; 37 Σx = 165; n=6; x̄ = 27,5 (4)	$\frac{33}{32}$	$\frac{9}{9}$	$\frac{3,67}{3,55}$	$\frac{3-4}{3-4}$
В цілому за основним руслом р. Рось:								
	n=1; x= <b>190 (5)</b>	n=1; x= <b>50 (3)</b>	n=1; x= <b>1 (3)</b>	n=1; x= <b>44 (4)</b>	33	9	3,67	3-4
	Σx = 1310; n=21; x̄ = 62,4 (4)	Σx = 990; n=21; x̄ = 47,1 (3)	Σx = 21; n=21; x̄ = 1 (3)	Σx = 362; n=21; x̄ = 17,2 (3)	31	9	3,44	3 (4)

Примітки:

\* жирним шрифтом виділено найгірші абсолютні значення показників якості води в окремих вибірках; у дужках розташовано відносні значення показників якості води, виражені в категоріях;

\*\* у чисельнику наведено величини, похідні від найгірших значень, а у знаменнику – величини, похідні від середніх значень показників якості води.

**Література до Розділу 10**

1. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. – К.: «Символ-Т», 1998. – 28 с.
2. Методика встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуаріїв України. – К., 2001. – 48 с.
3. Досвід використання «Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями» (пояснення, застереження, приклади) / А.В. Яцик, В.М. Жукинський, А.П. Чернявська, І.С. Єзловецька. – К.: «Оріяни», 2006. – 60 с.
4. Методика картографування екологічного стану поверхневих вод України за якістю води. – К.: «Символ-Т», 1998. – 48 с.
5. Алекин О.А. Общая гидрохимия. – Л.: Гидрометеиздат, 1948. – 208 с.
6. Руденко Л.Е., Яцик А.В., Денисова О.І., Серебрякова Т.М., Чернявська А.П. та ін. Екологічна оцінка сучасного стану поверхневих вод України // Укр. геогр. журн. – 1996. – № 4. – С. 3–13.
7. Чернявська А.П. Екологічна оцінка та встановлення екологічних нормативів якості води стосовно Десни в межах України // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2001. – Т. 2. – С. 702–712.
8. Чернявська А.П., Мельник В.І., Жукинський В.М. та ін. Екологічна оцінка, встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод Рівненської області. – К.: УНДІВЕП, 1999–2000. – 224 с.
9. Яцик А.В., Чернявська А.П., Єзловецька І.С., Разов В.П. Екологічна оцінка, встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод Волинської області. – К.: УНДІВЕП, 2002–2003. – 245 с.
10. Яцик А.В., Чернявська А.П., Жукинський В.М., Єзловецька І.С., Разов В.П. Екологічна оцінка, встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод Житомирської області. – К.: УНДІВЕП, 2002–2003. – 238 с.
11. Яцик А.В., Чернявська А.П., Жукинський В.М., Єзловецька І.С., Разов В.П. Екологічна оцінка, встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод Полтавської області. – К.: УНДІВЕП, 2003–2004. – 302 с.
12. Яцик А.В., Чернявська А.П., Жукинський В.М., Єзловецька І.С., Разов В.П. Екологічна оцінка, встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод Львівської області. – К.: УНДІВЕП, 2004. – 231 с.
13. Яцик А.В., Мокін В.Б., Єзловецька І.Є. Екологічна оцінка якості поверхневих вод Вінницької області. – К.: УНДІВЕП, 2004. – 96 с.

---

**Питання для самоперевірки  
Розділ 10**

1. Для чого здійснюється екологічна оцінка якості поверхневих вод?
2. На аналізі яких величин базуються показники якості вод, за якими блоками, класами та категоріями якості?
3. За якими послідовними етапами здійснюється орієнтовна та ґрунтова екологічні оцінки поверхневих вод суші та естуаріїв України?
4. Для чого потрібно визначити об'єднану оцінку якості води?
5. За якою формулою розраховується значення екологічного індексу якості води?
6. Що дає змогу розраховувати значення загального екологічного індексу якості води?
7. За якими показниками здійснюється оцінка ступеню забруднення води на досліджуваній ділянці річки?
8. За яких умов можна дати всебічну оцінку якості поверхневих вод на всій території України?

# ТЕРМІНОЛОГІЯ, ВИЗНАЧЕННЯ, СКОРОЧЕННЯ

**Альbedo** – величина, що характеризує здатність поверхні відбивати (розсіювати) випромінювання, яке падає на неї. Розрізняють істинне, або ламбертове альbedo, що співпадає з коефіцієнтом дифузного (розсіяного) відбиття, та видиме альbedo. Істинне альbedo – відношення потоку, розсіяного поверхнею у всіх напрямках, до потоку, що на неї падає. Видиме альbedo – відношення яскравості поверхні, що освітлюється паралельним пучком променів, до яскравості абсолютно білої поверхні, яка розташована нормально до променів і має істинне альbedo, що дорівнює одиниці. В задачах дистанційного зондування Землі користуються, переважно, поняттям істинного альbedo.

**Біотоп** – ділянка земної поверхні з однотипними абіотичними умовами (рельєфом, кліматом, інсоляцією, тиском, рН середовища та іншими властивостями), що займає певне біотичне угруповання – біоценоз.

**Використання води на господарсько-питні потреби** – обсяг води, що використовувалась для задоволення побутових та комунальних потреб громадян (в тому числі на потреби працівників підприємств).

**Використання води на виробничі потреби** (за винятком потреб сільського господарства) – обсяг використаної води для технічних (технологічних) потреб промисловості, транспорту, будівництва та інших галузей економіки, включаючи надходження свіжої води для поповнення систем оборотного водопостачання, а також обсяги води, що використовувалась у ставковому господарстві.

**Використання свіжої води для зрошення** – обсяг води, що використана для зрошення сільськогосподарських угідь.

**Використання свіжої води для сільськогосподарські потреби** – обсяг води, що використовується у сільському господарстві для задоволення всіх потреб, за винятком зрошення.

**Втрата води під час транспортування** – втрата води від місця забору до місця споживання (використання) на випаровування, фільтрування тощо. До показника не включаються обсяги води, що передається для використання сторонньому споживачеві.

**Горст** – піднесений блок земної кори, обмежений підкидами або скидами, як правило, видовженої форми; виділяються горсти: поздовжні, поперечні, похилі, односторонні, клиноподібні, прості, складні, складчасті тощо.

**Дешифрування знімків** – процес отримання інформації про об'єкти місцевості (або, у ширшому розумінні, про об'єкти та явища географічної оболонки) за їх зображеннями на знімках. Дешифрування знімків базується на знаннях закономірностей відтворення властивостей об'єктів на зображеннях, особливостей їх спектральних характеристик (сигнатур), геометричної форми, розміщення на місцевості.

**Дистанційні методи** – неконтактні методи вивчення поверхні Землі, гідросфери, літосфери, атмосфери та космічних тіл.

**Евклідов простір** – скінченновимірний дійсний векторний простір  $E$  із скалярним добутком. У сучасній математиці простір визначається, як множина однорідних об'єктів, між якими є просторові подібні відношення.

**Екзогенез** – утворення фітоценозів у результаті поєднань видів, що вже існують, без їх еволюційного перетворення.

**Забір води із природних водних об'єктів для використання** – обсяг вилучених водних ресурсів із природних водних об'єктів (включаючи ріки, озера, водойми, моря та підземні горизонти) за винятком обсягів вод, переданих іншим водокористувачам транзитом до інших водних об'єктів та втрат під час транспортування.

**Загальне водовідведення** – обсяг води, скинутої до природних водних об'єктів, на рельєф місцевості, сільськогосподарські поля, поля зрошення тощо та переданої іншим водокористувачам.

**Метод адаптивного балансу впливів (АВС-метод)** – запропонований І.Є. Тімченком, як розвиток методу системної динаміки. Цей метод полягає у розробленні концептуальної моделі та формуванні схеми причинно-наслідкових зв'язків між елементами складної системи.

**Метод аналізу ієрархії** – запропонований Т. Сааті. Метод дозволяє на основі ієрархічної моделі сформулювати необхідну цільову функцію експертних оцінок екологічного стану водойми за роками спостережень (альтернативах).

**Метод багатокритеріальної оптимізації (МКО)** – використовується під час вирішення завдань, для яких потрібним є одночасне врахування значень багатьох різних критеріїв, кожен із яких характеризує одну зі сторін розглянутої проблеми. За цього часто необхідно знайти компромісний варіант досліджуваної системи, коли процес вибору відбувається із використанням єдиного узагальненого критерію.

**Моделювання** – метод дослідження явищ та процесів, що ґрунтується на заміні конкретного об'єкта досліджень (оригіналу) іншим, подібним до нього (моделлю).

**Навчальна вибірка** – сукупність зображень об'єктів із зазначенням класу належності кожного об'єкта, що використовується для підготовки системи розпізнавання (інтерпретування) зображень.

**Оптимізація** – процес надання будь-чому найвищих характеристик, співвідношень (наприклад, оптимізація виробничих процесів та виробництва).

**Оборотне та послідовне (повторне) використання води** – обсяг економії забору свіжої води із застосуванням системи зворотного й повторного водопостачання, включаючи використання стічних та колекторно-дренажних вод. До оборотного викорис-

---

тання не входять витрати води в системах комунального та виробничого теплопостачання.

**Потужність очисних споруд** – максимальний обсяг зворотних вод, що можна очистити на очисних спорудах протягом року.

**Сингенетичні сукцесії** – процес заселення рослинами оголених територій, наприклад, заростання пісків, відслонень, дна водойм.

Споживання свіжої води – використання для задоволення потреб у воді всіх видів (поверхневих, підземних, пластових, шахтних, морських та ін.), забраних або отриманих із водозаборів, що належать підприєм-

ству, комунальних водопроводів та інших водогосподарчих систем.

**Флуктуація** – випадкове відхилення якоїсь величини (фізичної, біологічної, соціально-економічної тощо) від її середнього значення.

**Фрактальний аналіз** – передбачає побудову мультифрактала – статистично самоподібної структури з  $m$  типів частин. Використання мультифрактального аналізу дозволяє оцінити ступінь впорядкованості та стійкості системи до зовнішнього впливу, що неможливо визначити звичайними іншими статистичними методами.



*Навчальне видання*

# **ЕКОЛОГІЧНІ ОСНОВИ УПРАВЛІННЯ ВОДНИМИ РЕСУРСАМИ**

Навчальний посібник

*Українською мовою*

В написанні підручника брали участь: к. т. н., с. н. с. **Томільцева А.І.**, д. б. н., професор, **Михайленко Л.Є.**, к. е. н. **Барановська В.Є.**, н. с. **Курилюк М.С.** (ДЕА післядипломної освіти та управління), к. е. н. **Овчаренко І.І.** (Держводагентство України), д. т. н., професор, академік НААНУ **Яцик А.В.**, к. с.-х. н., с. н. с. **Чернявська А.П.**, **Томільцев І.М.** (УНДІВЕП), д. т. н., професор **Яковлев Є.О.** (Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАНУ), д. т. н. **Петрук В.Г.** (ВНТУ), к. г.-м. н. **Люта Н.Г.**, к. г.-м. н. **Лютий Г.Г.**, **Саніна І.В.** (УкрДГРІ), д. т. н., професор **Федоровський О.Д.**, к. т. н., с. н. с. **Томченко О.В.** (Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАНУ), д. т. н., професор **Мокін В.Б.**, к. т. н., доцент **Крижановський Є.М.**, к. т. н., доцент **Ящолт А.Р.** (Вінницький НТУ), к. т. н., с. н. с. **Петроченко В.І.** (ІВПіМ НААНУ), к. б. н., с. н. с. **Зуб Л.М.** (ІЕЕ НАНУ), д. геогр. н., професор **Гребінь В.В.**, д. геогр. н., професор **Хільчевський В.К.** (КНУ ім. Т. Шевченка), д. т. н., професор **Панасюк І.В.**, к. т. н., доцент **Скідан В.В.** (КНУТД), к. т. н., доцент **Шинкарук Л.А.**, к. т. н., доцент **Гопчак І.В.**, к. т. н., доцент **Корбутяк В.М.** (НУВГП, м. Рівне), **Загоровський Д.О.** (АТ «Банкомзв'язок»), к. с.-х. н., с. н. с. **Єзловецька І.С.** (Інститут колоїдної хімії та хімії води НАНУ), **Бабій П.О.** (БУВР р. Рось), **Гуйда В.В.** (Дністровсько-Прутське БУВР), **Гавриков Ю.С.** (БУВР р. Південний Буг), **Юречко Ю.О.**

Верстка – Н.М. Ковальчук

Підписано до друку 15.12.2017. Формат 60x84/8.  
Папір офсетний. Гарнітура Остáva. Офсетний друк.  
Умовно-друк. арк. 25,11. Тираж 500. Замовлення № 0218/01.  
Віддруковано з готового оригінал-макета.

Видавництво і друкарня – Видавництво «Молодий вчений»  
73034, м. Херсон, вул. Паровозна, 46-а  
Телефон +38 (0552) 39 95 30  
E-mail: info@molodyvcheny.in.ua  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи