


Міністерство освіти і науки України
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
ННІ «Інститут геології»
Кафедра геоінформатики

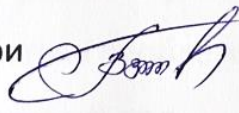
КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА
спеціальність 103 – Науки про Землю
освітня програма «Геоінформатика»

ТЕМА: «МОНІТОРИНГ ТА ОЦІНКА РИЗИКІВ КАНІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА»

Виконав студент 4-го курсу
кафедри геоінформатики  Чиньба Назарій Олегович

Науковий керівник  д.т.н., професор Зацерковний В.І.

Робота рекомендується до захисту (протокол № 14 номер протоколу)
засідання кафедри геоінформатики від ввести дату 13.06.23р

Завідувач кафедри  д.т.н., професор Зацерковний В.І.

Київ – 2023

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. ВОДОСХОВИЩА, ЇХ ОСОБЛИВОСТІ ТА РОЛЬ У ЖИТТІ ЛЮДСТВА	12
1.1. Загальні відомості про водосховища	13
1.2. Класифікація водосховищ	16
1.3. Характеристики водосховищ	18
1.4. Аналіз законодавчої бази щодо водосховищ.....	22
1.5. Аналіз світового досвіду законодавчого регулювання безпеки гідротехнічних споруд	25
1.6. Значення водосховищ для промислових і комунальних потреб.....	28
1.7. Значення водосховищ у боротьбі з повенями	30
1.8. Значення водосховищ для рекреації	33
1.9. Значення водосховищ для іригації	36
1.10. Значення водосховищ для енергетики	39
1.11. Значення водосховищ для рибного господарства	45
1.12. Значення водосховищ для транспорту	47
РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА СУББАСЕЙНУ СЕРЕДНЬОГО ДНІПРА ТА КАНІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА, ЯК ОБЄКТА ДОСЛІДЖЕНЬ	51
2.1. Загальна характеристика	51
2.2. Гідрологічні умови суббасейну.....	55
2.3. Головні водно-екологічні проблеми суббасейну	56
2.4. Забруднення поверхневих вод	57
2.5. Забруднення підземних вод	63
2.6. Оцінка ризику забруднення	65
2.7. Моніторинг вод	69
2.8. Економічний аналіз розвитку басейну р. Дніпро	71

2.10. Фізико-географічний опис об'єкта дослідження	73
---	-----------

РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ КАНІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА НА НАВКОЛИШНЄ

ПРИРОДНЕ

СЕРЕДОВИЩЕ

.....	76
3.1. Загальна оцінка території Канівського водосховища	76
3.2. Еколого-рекреаційна та економічна оцінка території Канівського водосховища	80
3.3. Трансформація рельєфу в районі гідротехнічного будівництва дніпровських водосховищ	84
3.4. Заходи захисту території водосховища від підтоплення	91
3.5. Вплив військових дій на техногенну безпеку водосховищ	97

РОЗДІЛ 4. МОНІТОРИНГТА ОЦІНКА НЕБЕЗПЕЧНИХ ЯВИЩ НА ТЕРИТОРІЇ

КАНІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА **100** |

4.1. Моніторинг евтрофікації Канівського водосховища за мульти-спектральними космічними знімками Landsat	100
4.2. Оцінка ризиків зсувів	103
4.3. Моніторинг рельєфу прибережної території Канівського водосховища	113
4.5. Дослідженняводно-ерозійних явищ на березі Канівського водосховища .	116
4.5.1. Обчислення фактору рельєфу LS	116
4.5.2. Дослідження зсувної діяльності на берегах Канівського водосховища в Google Earth Pro	118
ВИСНОВКИ	122
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	124

**Перелік умовних позначень, символів, одиниць вимірювання,
скорочень**

ГІС – геоінформаційні системи.

ГІТ – геоінформаційні технології.

ДЗЗ – дистанційне зондування Землі.

НС - надзвичайні ситуації.

ЦМР – цифрові моделі рельєфу.

LIDAR – Light Detection and Ranging, технологія вимірювання відстаней шляхом випромінювання світла (лазер) та виміру часу повернення цього відбитого світла на приймач.

SRTM – Shuttle Radar Topography Mission, радіолокаційна топографічна місія.

QGIS – («Quantum GIS») вільна крос-платформна ГІС.

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра «Моніторинг та оцінка ризиків Канівського водосховища»: ___ стор. тексту, ___ рисунків, ___ таблиць, ___ використаних джерел.

Ключові слова: ЦВІТІННЯ ВОДИ, ЗАТОПЛЕННЯ, КАНІВСЬКЕ ВОДОСХОВИЩЕ, ПРОБЛЕМИ ВОДОСХОВИЩА, ЗСУВ.

Об'єкт дослідження: Канівське водосховище.

Предмет дослідження: Стан Канівського водосховища та методи вирішення проблем водосховища та їх аналіз.

Методи дослідження – аналітичні, теоретичні, числові, геоінформаційні та експериментальні, що базуються на способах обробки мультиспектральних знімків супутників Landsat 8 Національної геологічної служби (USGS). Обробку знімків було виконано в спеціалізованому програмному забезпеченні ГІС: ArcGIS 10.4.

Для виділення території Канівського водосховища було виконано класифікацію космознімка з подальшим експортом растру, що належать водному об'єкту в формат shape-файлу, а для подальшого дослідження «цвітіння» води в водосховищі проведено аналіз з використанням інформації теплового каналу супутників Landsat для обчислення температури поверхні водосховища та за допомогою розрахунків різницевого вегетаційного індексу NDVI (Normalized Difference Vegetation Index, Нормалізований відносний індекс рослинності).

Новизна роботи полягає в оцінці сучасного стану Канівського водосховища.

Практичне значення роботи полягає в проведенні аналізу стану одного з найбільших водосховищ Дніпра – Канівського водосховища із залучення методів обробки даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) на основі

супутникових знімків Landsat (США) місії –2,5,8 за 1977–2022 рр. та в запропонованні методів для прогнозу для покращення стану водосховищ.

Результати роботи можуть використовуватись для вирішення проблем Канівського водосховища.

ВСТУП

Прагнучи досягти нових благ цивілізації, людство постійно втручається в закони природи. При цьому разом з перевагами виникають і негативні наслідки, яких воно не очікувало. Це твердження повною мірою стосується сучасної екологічної ситуації в Україні, і насамперед – ситуації з питною водою. Більшість басейнів річок і водоймищ, які переважно забезпечують потреби населення у воді, не можна вважати екологічно безпечними. У деяких містах і навіть окремих регіонах відхилення в якості води від норми сягає 70–80% (*Екологічна ситуація та стан питних вод України. Електронне видання, 2023*).

На жаль, продукти людського господарювання у вигляді стічних вод уже дісталися навіть підземних горизонтів. Далеко не в усіх регіонах підземні води відповідають вимогам до питної води через підвищений вміст хімічних сполук, нітратів і бактеріологічного забруднення. Як наслідок, значна частина населення використовує для питних потреб недоброякісну воду. Намагаючись захиститися від її шкідливого впливу, чимало українців у наш час переходять на споживання бутильованої води. Проте перед тим як потрапити у пляшку, вода із більшості підземних джерел потребує додаткової водопідготовки, в тому числі й очищення. І тільки в небагатьох регіонах України чисте екологічне середовище дозволяє виробникам бутілювати воду в її природному стані (*Екологічна ситуація та стан питних вод України. Електронне видання, 2023*).

Актуальність теми полягає в тому, що екологічний стан водойм України – цікавить не лише науковців, а й усіх громадян нашої країни. Існує нагальна потреба досліджувати всі водойми України, адже потрібно знати, які можуть виникнути екологічні проблеми та ризики. Створення на Дніпрі каскаду водосховищ умовило виникнення багатьох екологічних проблем, зокрема, підтоплення прилеглих до водосховищ земель, зсувів, абразії берегів, «цвітіння

води» тощо (Лялько В.И., Сахацкий А.И., Ходоровский А.Я., 1999, Загородня С.А., Шевякіна Н.А., Новік М.І., Радчук І.В., 2010).

Однією з основних екологічних проблем, що виникає у водосховищах, є евтрофікація («цвітіння» води у водосховищі). Це явище притаманне для більшості водосховищ Дніпровського каскаду і зокрема Канівського. На «цвітіння» води впливає температура повітря, наявність у воді біогенних речовин, негативно впливають гумусові речовини. Улітку у водосховищах переважають синьо-зелені водорості (Шевчук С.А., Шевченко І.А., 2013).

Разом з тим зростає сапробність водойми, тобто ступінь насиченості води продуктами розкладу органічних речовин. Вивчення цих проблем викликає певні труднощі, тому що існує складність проведення відповідних досліджень у польових умовах. Звичайні методи вивчення екологічного стану водосховищ, не дають змогу отримати просторову картину явищ та процесів, що в них відбуваються.

Недоліком звичайних методів є велика вартість. Не завжди є можливість для дослідження стану дамб, розмиву берегів. Також це стосується у виявленні зон з надмірним «цвітінням» води (Використання аерокосмічних методів..., 2017).

Створення та експлуатація водосховищ викликає значні зміни в природі та в господарстві річних долин, озерних котловин, на територіях, що до них прилягають, в долинах розташованих нижче дамб, в які впадають зрегульовані водосховищами річки (Водні ресурси..., 2007).

Аналіз останніх досліджень. Питанням дослідження екологічних проблем та ризиків пов'язаних з водосховищами займалися А. Б. Авакян, В. А. Шарапов, Н.М. Аршаніца, М.А. Первозніков, А.Є.Асарін, Д.В. Наумкін, В.М. Ширіков, Г.П. Калінін, В.Б. Яковлева, Л.А. Сіренко, М.Я. Гавриленко, В.І. Жадін. Значний внесок у розвиток методів обробки і тематичної інтерпретації космічних знімків зробили такі вчені, як Бутенко О.С., Березіна С.І., Козлова А.О., Красовський Г.Я., Лялько В.І., Попов М.О., Станкевич С.А. та інші. Видано

численні наукові монографії, в висвітлені можливості застосування технологій ГІС та ДЗЗ для здійснення моніторингу водних об'єктів, зокрема, Красовського Г.Я., Анпілової Є.С., Довгого С.О., Радчук В.В. Дослідженням змін, що відбуваються водних екосистемах, за матеріалами ДЗЗ присвячені публікації Томченко О.В., Стародубцева В.М., Загородньої С.А., Толстохатка В.А. та ряду інших.

Зростаюче економічне значення водосховищ, виражається у формуванні водогосподарських комплексів. Водосховища виявляються залученими в систему зв'язків і відносин не тільки власне водогосподарських, але й соціально-економічних. Навіть коли водосховище створюється на користь тільки однієї галузі, з часом інші галузі господарства виявляються зацікавленими в його використанні. Водосховища за допомогою гідравлічних і водогосподарських зв'язків неминуче виявляється також включеним в складну розгалужену систему природно-господарських відносин, спочатку в межах річкового басейну; надалі з розвитком міжбасейнових перекидань поверхневого стоку ключова роль водосховища поширюється на більші регіони.

Вплив сучасних водогосподарських суперсистем і систем, якими є водосховища, простежується в багатьох соціально-економічних сферах держави і тягнеться далеко за межі районів самих водосховищ як базових елементів цих систем.

Для виконання сформульованої мети дослідження, були поставлені такі завдання:

1. Розглянути водосховища як невід'ємну складову водної системи території.
2. Охарактеризувати досвід з використання водосховищ.
3. Описати вплив водосховищ на навколишнє середовище та життя людей.
4. Провести аналіз Канівського водосховища за допомогою технологій ГІС та ДЗЗ.

Об'єкт дослідження – стан Канівського водосховища.

Предметом дослідження – стан Канівського водосховища, проблеми існування та методи вирішення проблем водосховища та їх аналіз.

Методи дослідження – аналітичні, теоретичні, числові, геоінформаційні та експериментальні, що базуються на способах обробки мультиспектральних знімків супутників Landsat 8 Національної геологічної служби (USGS). Обробку знімків було виконано в спеціалізованому програмному забезпеченні ГІС: ArcGIS 10.4.

Для виділення території Канівського водосховища було виконано класифікацію космознімка з подальшим експортом растру, що належать водному об'єкту в формат shape-файлу, а для подальшого дослідження «цвітіння» води в водосховищі проведено аналіз з використанням інформації теплового каналу супутників Landsat для обчислення температури поверхні водосховища та за допомогою розрахунків різницевого вегетаційного індексу NDVI (Normalized Difference Vegetation Index, Нормалізований відносний індекс рослинності).

Новизна роботи полягає в оцінці сучасного стану Канівського водосховища.

Практичне значення роботи полягає в проведенні аналізу стану одного з найбільших водосховищ Дніпра – Канівського водосховища із залучення методів обробки даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) на основі супутникових знімків Landsat (США) місії –2,5,8 за 1977–2022 рр. та в запропонуванні методів для прогнозу для покращення стану водосховищ.

РОЗДІЛ 1

ВОДОСХОВИЩА, ЇХ ОСОБЛИВОСТІ ТА РОЛЬ

Водні ресурси є стратегічним та важливим природним ресурсом, який забезпечує усі сфери життєдіяльності людини. Територія України вкрита густою мережею річок, але, незважаючи на це, відноситься до регіонів, які не забезпечені прісною водою у достатній кількості, та відчують потребу у питній воді відповідної якості, тому питанню щодо поліпшення якості води в державі приділяється значна увага (<http://www.nbu.gov.ua/node/3972>).

Управління водними ресурсами в Україні, відповідно до вимог Угоди про асоціацію з ЄС, здійснюється на основі Водної рамкової Директиви ЄС.

Територію України поділено на дев'ять водогосподарських ділянок за основними річковими басейнами України. Нині державою ведеться робота з розроблення планів управління річковим басейном для кожного району річкового басейну – стратегічного документу, яким визначається розвиток річкового басейну; створено та вже почали свою роботу 13 Басейнових рад (<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0421-17#Text>).

До складу Басейнових рад входять представники центральних органів влади, місцевого самоврядування, водокористувачі й громадські активісти, що дає змогу державі залучати до прийняття рішень суб'єктів господарювання.

Із вересня 2018 р. набрав чинності новий порядок здійснення державного моніторингу вод, який знімає дублювання функцій між різними суб'єктами моніторингу, передбачає чітку процедуру та системний підхід до спостережень за станом водних ресурсів. В Україні розроблено проєкт Стратегії водної політики держави у форматі Зеленої книги, який передбачає створення необхідних правових, організаційних і фінансових основ для виконання планів управління річковими басейнами; ведеться робота зі створення механізмів

управління міжнародними річками, озерами та прибережними водами, аналізу характеристик річкових басейнів (<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0421-17#Text>).

У подальшому державі необхідно вирішити такі завдання: упровадити принципи інтегрованого управління басейнами рік, урахуваючи потреби всіх споживачів; визначити спеціалізовані урядові адміністрації на рівні басейнів річок та закінчити розроблення планів управління річковими басейнами; упровадити програми і плани як інструменти для досягнення належного стану вод; установити правило «забруднювач платить» (<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0421-17#Text>).

1.1. Загальні відомості про водосховища

Водосховища – це водоймища в руслі річки або в зниженні земної поверхні, штучно створені шляхом влаштування гребель, перемичок, викопування земляних заглиблень тощо. Вони створюються для перерозподілу в часі стоку рік відповідно до потреб різних галузей промисловості, сільського та комунального господарства, транспорту. За рівнем регулювання стоку розрізняють водосховища багаторічного, сезонного, тижневого та добового регулювання (<https://nrv.org.ua/vodoshovyshha-ukrayiny/>).

Водосховища займають проміжне положення між стоячими і текучими водоймищами, хоча на вигляд часто мають велику схожість з озерами. Як правило, це великі та глибокі водойми. Характер дна в різних ділянках водосховища неоднаковий і залежить насамперед від місцевості, де воно створювалося. Найчастіше дно нерівне, порізане руслами річок, їхніх приток, ложами озер і стариць, схилами затоплених терас, пагорбами та пагорбами. Внаслідок затоплення заплавних лісів, чагарників та населених пунктів у водосховищах утворюються закоряжені ділянки ложа. Якщо озера здебільшого мають відносно пологі береги і рівне дно, що поступово заглиблюється, з

найбільшою глибиною ближче до центру, то у водосховищах найбільші глибини завжди будуть у руслі затопленої річки, а максимальна – біля греблі (<https://nrv.org.ua/vodoshovyshha-ukrayiny/>).

Водосховища, накопичуючи повеневий стік, забезпечують цілорічне постачання водою міст і промислових підприємств, здешевлюють і поліпшують умови забору води насосними станціями водогонів, бо підтримують необхідні рівні у вхідних трубах насосів і зменшують висоту підкачування води; як правило, знижують каламутність, колірність, запах, окиснюваність і бактеріальне забруднення води, що спрощує її очищення на водопровідних станціях і знижує витрату коагулянтів та хлору, необхідних для приведення води до стандартів; вирівнюють сезонні коливання якості річкової води, завдяки чому водопровідні станції працюють більш рівномірно протягом року (*Водне господарство в Україні, 2000*).

Впродовж останніх десяти років водогосподарськими організаціями Державного агентства водних ресурсів України спільно з районними державними адміністраціями, органами місцевого самоврядування та службами Державного агентства земельних ресурсів проводиться уточнення відомостей і матеріалів раніше проведеної інвентаризації наявності водосховищ і ставків в областях, районах і містах України. На території України налічується 1103 водосховища (*Водний фонд України..., 2014*).

Найбільші водосховища (загалом шість – Київське, Канівське, Кременчуцьке, Кам'янське, Дніпровське, Каховське) створено на Дніпрі з 30-х по 70-і роки ХХ ст. На початку 80-х років ХХ ст. було створено Дністровське водосховище. Значно меншими є водосховища у басейнах річок Південний Буг, Сіверський Донець та інші. Вони утримують 55315,8 млн м³ води (величина повного об'єму), зокрема 8565,8 млн м³ – без 6-и водосховищ Дніпровського каскаду та 2-х Дністровських водосховищ (головного та буферного). В цілому, всі водосховища утримують об'єм води, що перевищує середній річний стік Дніпра (https://wikideck.com/uk/Водосховища_України).

Корисний об'єм водосховищ, тобто об'єм, який використовується для регулювання стоку і забезпечення потреб водогосподарського комплексу, становить 26654,8 млн. м³ (6024,8 млн. м³ без водосховищ Дніпровського каскаду та Дністровських водосховищ). Ця величина перевищує величину місцевого стоку, що формується на території України в дуже маловодний рік (95% забезпеченості).

На рис. 1.1. представлена картосхема наявності водосховищ в межах адміністративно-територіальних утворень на території України – без Дніпровського каскаду Дністровських водосховищ (*Водний фонд України...*, 2014).

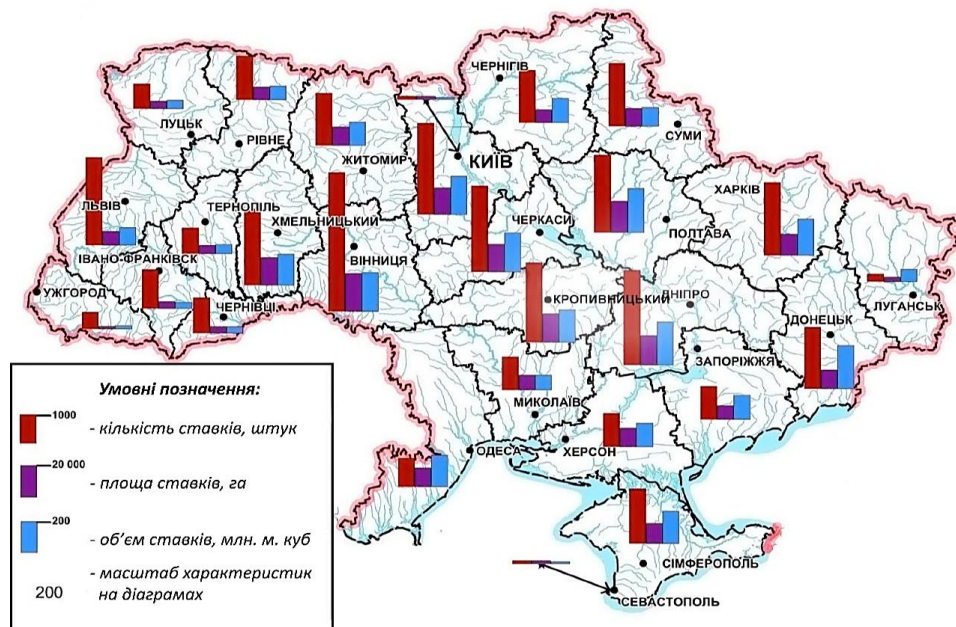


Рис. 1.1. Картосхема наявності водосховищ в межах адміністративно-територіальних утворень на території України – без Дніпровського каскаду Дністровських водосховищ

1.2. Класифікація водосховищ

Розробка фундаментальної і універсальної (багатомірної) класифікації і типізації водосховищ вимагає одночасного обліку природних, технічних, екологічних і соціальних аспектів і їх специфіки для регіонів з різними природно-господарськими і соціальними умовами. Вирішення цього завдання

ускладнено через нестачу комплексних даних і не повної вивченості багатьох зазначених вище аспектів не тільки в країнах, що розвиваються, але навіть і в промислово розвинених капіталістичних країнах світу.

Залежно від природних умов і способу утворення водосховища поділяються на декілька типів (рис. 1. 2).

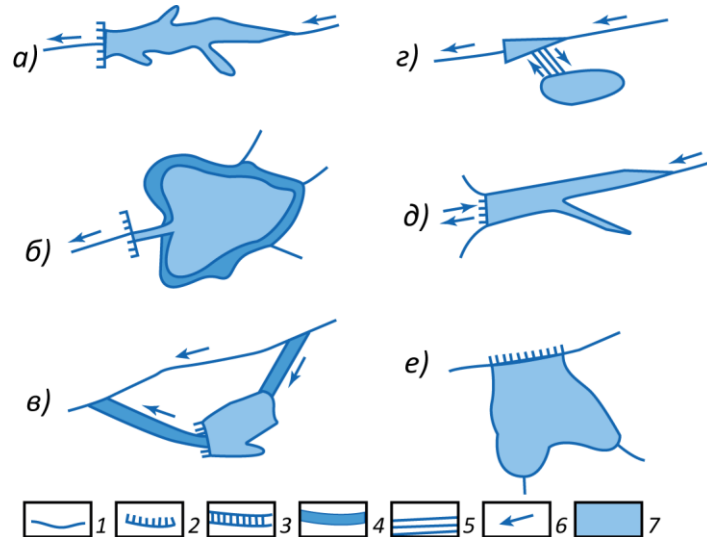


Рис. 1.2. Основні типи водосховищ:

- а – долинне загатне; б – улоговинне загатне; в – улоговинне наливне;
 г – улоговинне наливне при гідроакумулюючій електростанції;
 д – долинне загатне в естуарії при припливній електростанції;
 е – улоговинне загатне в опрісненій морській затоці;
 1 – річка; 2 – гребля; 3 – берегова зона озера, затоплена при підпорі;
 4 – канали підвідні й відвідні; 5 – водоводи; 6 – напрям течії; 7 – дзеркало водосховища*

1. За морфологією ложа водосховища (згідно з К. К. Едельштейном) бувають (Клименко В. Г., 2012):

а) **долинні** – водосховища, ложем яких є частина річкової долини. Для них характерна наявність похилу дна і збільшення глибин від верхньої частини водойми до греблі. Вони поділяються на:

- *руслові* – в межах русла та низької заплави річки;
- *запlavно-долинні* – затопленні русла, висока заплава, а інколи й надзапlavна тераса;

б) **улоговинні** – водосховища, що розташовані в западинах і пониззях місцевості і відгороджені від русла річки, моря, затоки, лиманів, лагун, а також у штучних кар'єрах (копанках, кар'єрах) (<https://studfiles.net/preview/5857742/page:37/>).

2. За способом заповнення водою водосховища можуть бути **загатними** (водосховища, які заповнюються водою водотоку, на якому вони розташовані) та **наливними** (коли вода до них подається з іншого водотоку або водойми).

3. За географічним положенням водосховища бувають:

а) **гірські**– які створюють на гірських річках; вони вузькі, глибокі та мають напір до 300 м і більше;

б) **передгірські**– висота напору 50–100 м;

в) **рівнинні**– широкі, мілкі, висота напору не більше 30 м (Дніпровські водосховища);

г) **приморські** – в морських затоках, лиманах, лагунах із невеликим напором.

4. За місцем у річковому басейні водосховища поділяють на **верхові** та **низові**. Система водосховищ на річці – каскад.

5. За ступенем регулювання річкового стоку водосховища можуть бути **багаторічного, сезонного, тижневого, добового регулювання** (<https://studfiles.net/preview/5857742/page:37/>).

1.3. Характеристики водосховищ

Класифікація водосховищ по об'єму, площі та глибині. Серед показників, що характеризують розміри водосховищ, найбільш важливі обсяг і площа водного дзеркала, оскільки саме цими параметрами визначається значною мірою їх вплив на навколишнє середовище. Основними морфометричними характеристиками водосховищ є: площа їхньої поверхні та об'єм. Улоговинні водосховища мають округлу форму, долинні – витягнену.

Водосховище розраховується на накопичення певного об'єму води в період заповнення. Підвищення рівня води до оптимальної величини (наприкінці заповнення) називають *нормальним підпірним рівнем (НПР)*.

Під час водопілля та високих паводків може спостерігатися перевищення НПР на 0,5–1 м і такий рівень називають – *форсованим підпірним рівнем (ФПР)*. Гранично можливе зниження рівня води у водосховищі є досягання *рівня мертвого об'єму (РМО)* (рис. 1.3).

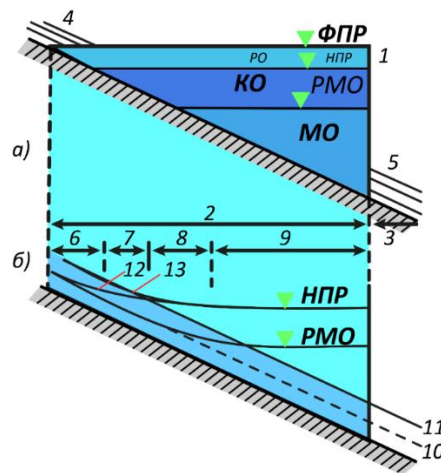


Рис. 1.3. Основні елементи і (а) і зони водосховища (б):

1 – гребля; 2 – верхній б'єф греблі; 3 – нижній б'єф греблі; 4 – річка вище водосховища; 5- річка в нижньому б'єфі; 6 – зона виклинювання підпору; 7,8,9 – верхня, середня і нижня зони водосховища; 10,11 – меженний і поверхневий рівні води в річці в умовах підпору; ФПР – форсований підпірний рівень; НПР – нормальний підпірний рівень; РМО – рівень мертвого об'єму; РО – резервний об'єм; КО – корисний об'єм; МО – мертвий об'єм

Для репрезентативності порівняння розмірів різних водоймищ їх параметри зазвичай наводяться при відмітках нормального підпірного рівня (НПР) і рівня мертвого об'єму (РМО) (табл. 1.1. та 1.2).

Таблиця 1.1.

Класифікація водосховищ за площею
(Авакян А.Б., Салтанкин В.П., Шарапов В.А., 1987)

Категорія водосховищ	Повний об'єм, куб. км.	Площа водного дзеркала, кв. км	Відношення до загального числа водосховищ, %
Найбільші	Більше 50	Більше 5000	Менше 0,1
Дуже великі	50-10	5000-500	1
Великі	10-1	500-100	5
Середні	1-0,1	100-20	15
Невеликі	0,1-0,01	20-2	35
Малі	Менше 0,01	Менше 2	44

Таблиця 1.2.

Класифікація водосховищ за глибиною
(Авакян А.Б., Салтанкин В.П., Шарапов В.А., 1987)

Категорії водосховищ	Найбільша глибина, м	Середня глибина, м
Надзвичайно глибокі	Більше 200	Більше 60
Дуже глибокі	100-200	30-60
Глибокі	50-99	15-29
Середньої глибини	20-49	7-14
Неглибокі	10-19	3-6
Мілководні	Менше 10	Менше 3

Об'єм водосховища, що знаходиться між НПР та РМО, називається *корисним об'ємом (КО)*.

Сума корисного та мертвого об'ємів водосховищ – *повний об'єм (ПО) або ємність водосховища*.

Об'єм води, що розташований між НПР і ФПР – *резервним об'ємом води (РО)*.

У межах водосховища виділяють кілька зон. *Глибоководна (нижня) зона* підходить безпосередньо до греблі. Далі йде *проміжна (середня) зона*, яка може бути глибоководною (при НПР) або мілководною залежно від рівня води. *Верхня (мілководна) зона* займає значну частину рівнинних водосховищ. У місці впадіння річки знаходиться зона змінного підпору (Клименко В. Г., 2012).

При типізації водосховищ по хімічному складі води, його динаміці використовуються численні класифікації поверхневих вод суші: за кількістю розчинених у воді мінеральних речовин, по співвідношенню між головними групами іонів, за особливостями газового режиму (в основному кисню і вуглекислого газу), за кількісною і якісною характеристик що знаходяться у воді органічних речовин.

В колишньому СРСР найбільш поширеною була класифікація природних вод, розроблена Алексінім О.А. (1949), згідно з якою за мінералізацією виділяються: прісні (до 1,0 г), соленоваті (1-25), морські води (25-50) і розсоли (вище 50 г солей на 1 л). За деякими винятками, вода у водосховищах прісна або слабосоленовата (в аридних районах). За поєднанням і співвідношенням основних класів аніонів вод суші (гідрокарбонатних, сульфатних і хлоридних)

виділяється 27 видів вод, що характеризуються різними властивостями, походженням і поширенням.

В умовах посилення забруднення водойм велику практичну важливість набувають класифікації водосховищ за характером і мірою впливу забруднень антропогенного походження, що надходять до них. При цьому може бути використаний перед усім критерій трофності та евтрофікації.

У багатьох країнах світу було докладено великі зусилля для створення універсальних класифікацій якості вод. При класифікації водосховищ за якістю води для використання прийняті «Єдині критерії якості вод» (1982), в основі яких – хімічні та гідробіологічні показники, в тому числі «трофність» і «сапробність».

Враховуються п'ять основних класів показників: неорганічні речовини, органічні речовини неорганічні промислові забруднюючі речовини, органічні промислові забруднюючі речовини, біологічні показники. Виділяється шість класів якості вод: I – вода дуже чиста; II – чиста; III і IV – незначно забруднена; V – сильно забруднена; VI – дуже забруднена [Угода про асоціацію..., 2014).

1.4. Аналіз законодавчої бази щодо водосховищ

Згідно Водного кодексу України (1995), водний фонд України включає:

1) Поверхневі води:

– водотоки (річки, струмки);

– природні водойми (озера);

– штучні водойми (водосховища, ставки) і канали;

– інші водні об'єкти;

2) підземні води та джерела;

3) внутрішні морські води та територіальне море.

До штучних водних об'єктів відносяться ті поверхневі водні об'єкти, які були створені в результаті діяльності людини. До них належать водосховища,

ставки та канали, створення яких не є результатом певних модифікацій природних водних об'єктів. Прикладом таких штучних водних об'єктів може бути Північно-Кримський канал, канал Дніпро-Сіверський Донець, водойма-охолоджувач Чорнобильської АЕС.

Істотно змінений водний об'єкт – це поверхневий водний об'єкт, який в результаті фізичних змін (модифікацій) під впливом людської діяльності суттєво змінив свій характер (наприклад, гідрологічний режим, морфологію). Прикладом таких істотно змінених водних об'єктів можуть бути руслові Дніпровські водосховища та осушувальні канали, на які, фактично, перетворилися природні русла деяких поліських річок внаслідок їхнього спрямлення.

При проведенні типології кожен окремих штучний та істотно змінений водний об'єкт треба співвідносити до однієї з категорій природних водних об'єктів, наприклад, водосховище з озером, а канал з річкою (*Водний кодекс України, 1995*).

Отже, існує певна відмінність у визначенні «штучні водні об'єкти» за Водним кодексом України та ВРД ЄС. Так за ВРД, і водосховища, і ставки мають бути віднесені до категорії «істотно змінені та штучні водні об'єкти». При цьому, в межах даної категорії необхідно провести ідентифікацію кожного водосховища та ставка з метою встановлення його приналежності до одного з типів — «штучного» або «істотно зміненого» водного об'єкта. Таку ж ідентифікацію за типами необхідно виконати і для каналів.

Згідно Угоди про асоціацію Україна – ЄС це мало бути виконано при реалізації заходу «Аналіз характеристик районів річкових басейнів» до 1 листопада 2020 р. (*Водна рамкова директива ЄС 2000/60/ЄС., 2006*).

Водосховища, яких в Україні всього нараховується 1103, за своєю величиною (за характеристиками – повний об'єм і площа водної поверхні), поділяються наступним чином: 2 водосховища (Кременчуцьке та Каховське) належать до дуже великих (0,2% від загальної їх кількості); 5 (0,5%) – до

великих (Київське, Канівське, Каменське, Дніпровське та Дністровське-1, головне); 11 (1,0%) — до середніх; 93 (8,4%) — до невеликих; 992 водосховища (89,9% від загальної їх кількості) — до малих.

Поширені водосховища по території України нерівномірно. Найбільша їхня кількість зосереджена у посушливих центральних та південно-східних областях України: Донецькій — 130 водосховищ, Дніпропетровській — 101 та Кіровоградській — 84 водосховища.

Аналіз у басейновому розрізі свідчить, що найбільша кількість водосховищ України (45,5%) зосереджена в районі річкового басейну Дніпра. Частка району річкового басейну Південного Бугу становить 17%, району річкового басейну Дону — 13,5%. Найменше водосховищ у районі річкового басейну Вісли (Західного Бугу та Сяну) — 11 (1% від загальної кількості).

Водосховища мають різне призначення та підпорядкованість, у тому числі передаються в оренду — процес, який триває з початку 2000-х рр. Оскільки всі води (водні об'єкти) є виключно власністю Українського народу, то вони можуть надаватися лише у користування (Водний кодекс, стаття 6). Згідно чинного законодавства, місцеві органи виконавчої влади та органи місцевого самоврядування можуть передавати водосховища і ставки (за наявності розробленого паспорта водного об'єкта) в оренду (*Закон України від 18.09.2012 р.*).

В оренду можуть передаватися: водосховища (крім водосховищ комплексного призначення), ставки, озера та замкнені природні водойми. Здійснюється це відповідно та в порядку, передбаченому ст.51 Водного кодексу України — для рибогосподарських потреб, культурно оздоровчих лікувальних, рекреаційних, спортивних і туристичних цілей. При цьому, на орендованому водному об'єкті не обмежуються права загального водокористування населення (купання, плавання на човнах, любительське і спортивне рибальство тощо), за винятком випадків, передбачених законом (*Водний кодекс України, 1995, №24, ст.189 (зі змінами та доповненнями протягом 2000 – 2014 рр.)*).

Водогосподарські організації мають на балансі 175 водосховищ, або близько 16% від їх загальної кількості в Україні. Найбільше орендованих водосховищ у районі річкового басейну Дону (Сіверського Дінця) – близько 50 %, Дніпра – 48 %, річок Приазов'я – 47 %. Немає орендованих водосховищ у районі річкового басейну Вісли (Західного Бугу та Сяну) (https://uk.wikipedia.org/wiki/Водосховища_України).

1.5. Аналіз світового досвіду законодавчого регулювання безпеки гідротехнічних споруд

Законодавче регулювання безпеки гідротехнічних споруд здійснюється у всіх розвинених країнах – Австралії, Великій Британії, Іспанії, Канаді, Новій Зеландії, Норвегії, Португалії, Росії, США, Фінляндії, Франції, Чехії та ряду інших. У країнах з федеральним устроєм (Австралія, Канада, США), крім загальнонаціональних актів із безпеки гребель, діють також закони на рівні окремих штатів і провінцій (https://uhe.gov.ua/media_tsentr/novyny/zadlya-bezpechnoi-ekspluatacii-gidrosporud-u-maybutnomu-neobkhidno-rozrobiti).

Ефективність законодавчого регулювання безпеки гідротехнічних споруд якнайкраще підтверджується зниженням частоти аварій на греблях і дамбах у країнах, де ця робота проводиться найбільш послідовно, незважаючи на тривалі строки експлуатації гідроспоруд та їх старіння. Слід зазначити, що у більшості країн, де здійснюється законодавче регулювання безпеки гідротехнічних споруд, їх розміри не є визначальними для прийняття рішення щодо такого регулювання. Основним критерієм тут слугує можливість потенційної шкоди третім особам, населенню, довкіллю в результаті аварії чи дій власника греблі. У Великій Британії відповідний закон про безпеку гребель – Reservoirs (Safety Provisions) Act – було прийнято у 1930 р. При цьому з 1974 р. тут діє і загальне законодавство з техногенної безпеки, що стосується різних видів діяльності. Цим додатково підкреслюється особливий статус гребель у

сфері національної безпеки цієї країни. Згідно із законом відповідальність за безпеку греблі розділяється між власниками, муніципалітетами, державними департаментами та групою кваліфікованих інженерів, з яких формується корпус інспекторів (<http://dspace.nbu.gov.ua/bitstream/handle/123456789/68891/07-Bondar.pdf?sequence=1>).

В Іспанії під законодавче регулювання безпеки підпадають практично всі греблі, бо в разі можливих аварій до уваги беруться навіть випадкові жертви (наприклад, серед туристів). Причому якщо в зону дії гідродинамічної аварії потрапляє більше п'яти жилих будинків, гребля відноситься до найвищої категорії безпеки ([file:///C:/Users/user/Downloads/Benatov_diss%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/Benatov_diss%20(1).pdf)).

В Австралії та Новій Зеландії регулювання безпеки охоплює греблі висотою від 3 м або греблі з водосховищами з об'ємом від 20 тис. м³. У Канаді це можуть бути греблі висотою від 1 м та з об'ємами водосховищ від 1 млн м³; висотою від 2,5 м та з об'ємами водосховищ від 30 тис. м³; будь-які греблі висотою від 7,5 м. У США, якщо аварія загрожує третім особам, під федеральне регулювання безпеки можуть підпадати греблі висотою від 1,83 м (6 футів) з об'ємами водосховищ від 15 тис. куб. футів. У Норвегії під дію національного законодавства підпадають будь-які греблі вис 47 гідротехнічної споруди й забезпечення безпеки гідроспоруди, дозвіл на будівництво й експлуатацію якої анульовано, а також гідроспоруди, що підлягає консервації, ліквідації або не має власника, Положення про декларування безпеки гідротехнічних споруд. Діють також різного роду відомчі правила й норми з безпеки гребель і дамб. У США, крім Федерального Акта, законів окремих штатів, діють регулятивні документи з безпеки гребель, розроблені провідними організаціями, що займаються проектуванням, будівництвом та експлуатацією гідроспоруд. Зокрема власні регулятивні документи з безпеки гребель мають такі всесвітньовідомі проектно-вишукувальні та науково-дослідні організації США, як Бюро меліорацій і Корпус військових інженерів ([file:///C:/Users/user/Downloads/Benatov_diss%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/Benatov_diss%20(1).pdf)).

У законодавчих актах деяких країн (Австралія, Велика Британія, Канада, Нова Зеландія, США, Фінляндія та ін.) значна увага приділяється ранжуванню гребель на класи або категорії та зовнішній їх експертизі в залежності від класу або категорії. Важливе місце у законодавстві більшості країн відведене організації навчання та тренувань експлуатаційного персоналу. Повну відповідальність за кваліфікацію персоналу та його професійну підготовку несе власник, але, оскільки він, зазвичай, не може бути обізнаний з усіма нормативними та технічними вимогами до експлуатації, нагляду та контролю на гідроспорудах, до навчання персоналу залучаються консультанти – кваліфіковані спеціалісти проектувальники, інженери, вчені (*file:///C:/Users/user/Downloads/Benatov_diss%20(1).pdf*).

Більшість національних законодавств передбачає також розробку планів дій, спрямованих на локалізацію аварій та мінімізацію наслідків на випадок виникнення надзвичайних ситуацій на греблях. Такі плани мають готуватися для різних етапів життєвого циклу споруд: будівництва, введення в експлуатацію, експлуатацію, на випадок надзвичайних подій (землетрусів, паводків), у разі ремонтів і реконструкції, при першому наповненні та спорожненні водосховища тощо (*file:///C:/Users/user/Downloads/Benatov_diss%20(1).pdf*).

Особливе значення таким планам надають в Австралії, Іспанії, Новій Зеландії, Португалії, Франції. Відповідальність за розробку планів, їх тестування й тренування покладається на власника, але для участі в роботах залучається й місцева влада, поліція, органи цивільної оборони, підрядні компанії, засоби масової інформації. Такі плани не підміняють процедури декларування безпеки гребель, яка є обов'язковою в багатьох країнах, навіть там, де регулювання безпеки гідроспоруд поки що не здійснюється на законодавчому рівні. У деклараціях безпеки (так званих «доповідях із безпеки» – Safety Reports, «файлах безпеки» – Safety Files тощо) власник або організація, що експлуатує гідроспоруду, має зберігати всі дані, що можуть стосуватися безпеки

гідроспоруд, інформативні для спеціалістів, влади та широкої громадськості (Стефанишин Д. В., 2005).

1.6. Значення водосховищ для промислових і комунальних потреб

Сьогодні в індустріально розвинених країнах на промислові та комунальні потреби нині витрачається в десятки разів більше води, ніж на початку століття. Задовольняти ріст водоспоживання великих міст та територій за рахунок підземних вод і незрегульованих поверхневих водотоків стає все важче, тому в багатьох країнах світу воно здійснюється в основному з водосховищ.

Розвиток промисловості нерідко стримується недоліком води для господарсько-питного і промислового водопостачання: для багатьох виробництв, які не мають оборотної системи водопостачання, потрібні дуже великі кількості води: для виплавки 1 т чавуну – 50 куб. м, для виробництва 1 т чорної міді або нікелю – 500, 1 т каучуку – 2700 куб. м; сучасні великі ТЕС потужністю 2-4 млн. кВт для охолодження обладнання вимагають забору води 80-160 куб. м / с, що суттєво перевищує середню витрату води, як такої. Ще більше води потрібно для вироблення електроенергії на атомних станціях (<https://lib.chmnu.edu.ua/pdf/posibnuku>).

На потреби теплоенергетики припадає найбільша питома вага промислового водоспоживання (в США – 68%, в Японії – 57, у Німеччині – 54%).

У більшості країн Західної Європи, Японії, багатьох районах США, ряді країн Азії, Африки і Латинської Америки частка тепло-енергетики в промисловому водоспоживанні збільшилася до 70-80%.

Найбільш гостре питання водопостачання стоять на Україні, в Молдові, Середній Азії, Казахстані. За останні десятиліття для цієї мети були створені тисячі штучних водойм. В даний час на земній кулі щорічно створюються десятки водосховищ, призначених для поліпшення, водопостачання промислових підприємств, окремих районів, міст.

Накопичуючи повеневих стік, водосховища круглий рік постачають водою міста і промислові підприємства, які розташовані на їх берегах та що знаходяться на великій відстані від них; здешевлюють і покращують умови забору води насосними станціями водопроводів; зменшують каламутність кольоровість, запах, окиснюваність і бактеріальну забрудненість води, що спрощує її очищення на водопровідних станціях, знижує витрату коагулянту і хлору для приведення води до стандарту; вирівнюють сезонні коливання якості і температури річкової води, завдяки чому водопровідні станції працюють більш рівномірно протягом року.

За якістю води, спеціальної підготовки, охоронному режиму та інших факторів водосховища з точки зору можливості використання їх для водопостачання можуть бути поділені на наступні групи:

I. Водосховища питного призначення. Використання їх іншими галузями економіки не допускається.

II. Водосховища як для водопостачання, так для одночасного використання іншими галузями.

III. Комплексні водосховища, де один з компонентів водогосподарського комплексу – водопостачання.

IV. Одноцільові водосховища, переважно невеликі, що створюються для цілей рекреації та рибного господарства (Водохранилища, 1987).

1.7. Значення водосховищ у боротьбі з повенями

Протягом століть населення, яке проживає на берегах великих і малих річок у всіх районах земної кулі, неперервно веде боротьбу з повенями, що причиняють колосального збитку прибережним районам (<http://www.novaecologia.org/voecos-1278-1.html>).

У гідрології повенями називають регулярні розливи водойм, які повторюються зазвичай щороку, і часто не спричиняють стихійного лиха.

Повідь, повіддя, повідь – природне лихо, що виникає, коли вода виходить за межі звичайних для неї берегів і затоплює значні ділянки суходолу. Терміни “повідь” та “повінь” у повсякденній мові вживають як синоніми (<https://uozter.gov.ua/ua/pages/329>).

За даними ЮНЕСКО, від повеней у ХХ ст. загинуло 9 млн. осіб. Недарма в народі кажуть, що найстрашніші для людини – це вода і вогонь. Повені завдають і великих матеріальних збитків – в деяких країнах до 50% їх національного прибутку. Тільки за рік збитки у всьому світі становлять мільярди доларів США. Кількість повеней зростає також зі збільшенням кількості міст

В Україні повені також завдають відчутної шкоди економіці держави. Тією чи іншою мірою повені періодично спостерігаються на більшості великих річок України. Серед них Дніпро, Дністер, Прип'ять, Західний Буг, Тиса та інші. Повені бувають також на невеликих річках та в районах, де взагалі немає визначених русел. У цих районах повені формуються за рахунок зливових опадів (https://zp.edu.ua/sites/default/files/konf/tema_3_konspektu_lekciy_zmistovogo_modulyu_no1_bzhd_proyekt_petryshchev.pdf).

Повені викликаються різними причинами: інтенсивним таненням снігів навесні, сильними і тривалими зливами, крижаними заторами і зажорами, а також руйнуванням дамб і гребель. У гирлах річок повені можуть викликатись тривалими і сильними вітрами з боку моря, внаслідок чого води річки підпираються і виходять з берегів.

Залежно від характеру річкової долини і кількості води, що стікає з водозбірної площі, рівень води в річці піднімається в період паводку на висоту до 10-20 м, а часом і більше. Витрати води в річці збільшуються порівняно з межею в десятки, сотні, а подекуди і в тисячі разів. Оскільки русло ріки не може пропустити всю цю масу води, вона розливається по долині вшир на багато кілометрів, затоплюючи сільськогосподарські угіддя, населені пункти, дороги, підприємства. Нерідко повені спричиняють гибель людей, руйнують господарські об'єкти, знижують врожайність сільськогосподарських культур. Як

наслідок, виникає необхідність освоєння нових сільськогосподарських земель замість розмитих і занесених піском і мулом, гине худоба через брак пашні, простоюють промислові підприємства, транспорт, скорочуються терміни амортизації будівель і споруд, що зазнають систематичного затоплення, втрачається зв'язок, електропостачання тощо.

За розмірами затоплення території і складу затоплюваних об'єктів можна виділити (Авакян, Шарпов, 1968) чотири категорії повеней:

I – невеликі повені (затопленням зачіпаються тільки сіножаті);

II – середні повені (крім сінокісних затоплюються орні угіддя і сільські населені пункти);

III – сильні (затопленням частково зачіпаються міста, магістральні залізничні і шосейні дороги);

IV – катастрофічні (затоплення завдає великої шкоди містам, магістралям шосе і залізницям, протипаводковим спорудам).

Розміри збитку, що завдається повенями, залежать не тільки від розмірів затоплення, але і від ряду інших факторів, наприклад часу і тривалості повені, швидкості підйому води, своєчасності прогнозу настання повені. Найважливішим фактором для сільськогосподарських районів є час повеней.

Повені однієї і тієї ж сили, що відбуваються навесні до початку сівби або в липні – серпні, викликають різні збитки. Нерідко сильна повінь навесні або пізньої осені завдає менше лих, ніж середня або невелика повінь, що трапилося перед початком збирання врожаю або в період збирання. Повені, до яких встигають підготуватися (зміцнити і наростити захисні дамби, евакуювати обладнання, матеріали, худобу тощо), наносять значно менше шкоди, ніж раптові повені.

Найбільших збитків повені заподіюють в роки, яким передував тривалий період без повеней або з невеликими повенями. Це пояснюється «втратою пильності». Повторна повінь, що послідувала через невеликий проміжок часу,

пов'язана з меншою шкодою, оскільки захоплюється в основному вже спустошена зона.

Відомо кілька видів боротьби з повенями: створення регулюючих водосховищ, обвалування прирічкових територій, випрямлення річкового русла з метою прискорення стоку паводкових вод, створення в зниженнях паводко-накопичувальних водосховищ, в які можна відводити надлишки води в період повені. Там, де паводки відносно незначні і не приносять великих руйнувань, досить проведення якого-небудь одного з перерахованих заходів. Важлива, а іноді і вирішальна роль в боротьбі з повенями належить водосховищам.

Створення регулюючих водосховищ дає можливість на ділянках річок, розташованих нижче гребель, ліквідувати повністю або частково лиха, пов'язані з повенями; залучити до сільськогосподарського обороту нові масиви земель і поліпшити використання наявних сільськогосподарських угідь; знизити витрати на будівництво господарських споруд в різних галузях економіки.

Виділяють такі групи водосховищ за можливостями їх використання для боротьби з повенями:

I. Водосховища, спеціально створені для боротьби з повенями. Серед них є і селесховища.

II. Комплексні водосховища; найважливіше їх призначення – боротьба з повенями. У них передбачається спеціальна резервна ємність, яка заповнюється тільки в особливо багатоводні періоди і швидко спорожняється для прийняття можливого повторного паводка.

III. Комплексні водосховища багаторічного і сезонного регулювання, в тій чи іншій мірі впливають на зниження паводкових витрат. До цієї групи належить більшість водосховищ земної кулі.

IV. Водосховища, які не мають значення для боротьби з повенями (водосховища тижневого і добового регулювання) (*Водохранилища, 1987*).

РОЗДІЛ 2

ХАРАКТЕРИСТИКА СУББАСЕЙНУ СЕРЕДНЬОГО ДНІПРА ТА КАНІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА, ЯК ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Загальна геолого-геоморфологічна характеристика території дослідження

Район характеризується гіпсометричною припіднятістю і, відповідно, досить густою розчленованістю рельєфу. На цій території можна спостерігати як різноманітні процеси денудації, що спричиняються різними видами екзогенних чинників, так і накопичення досить потужних відкладів різних генетичних типів континентальних осадків. Абсолютні висоти найвищих ділянок рельєфу становлять 255 м, найнижчі дорівнюють 80 - 85 м. Найбільш висока точка району (Мар'їна гора), розташована за 4 км на південь від м. Канів, досягає відмітки 255 м. Ширина дислокованого району не перевищує 8-9км. В найбільш вузькій ділянці (північніше с. Бучак) смуга Канівських дислокацій звужується до 3 км. Формування клімату залежить влітку від атлантичних, а взимку і в перехідні періоди -від арктичних повітряних мас. Абсолютний мінімум температури – -320С, а абсолютний максимум – +400С. Середньорічна кількість опадів 505 мм. Для Канівщини характерні грози зі зливами (*Водний фонд України, 2014*).

Канівська височина простягається з півночі на південь від с. Трахтемирів до с. Хмільна у вигляді дуги, обмеженої з півночі та зі сходу долиною р. Дніпро, з півдня та заходу – долинами рр. Рось та Росава. До цих долин Канівські дислокації спускаються крутими, часто урвистими уступами. Із заходу дислокації не мають чіткої орографічної межі, західна границя району проведена за геологічною будовою. Рельєф має гляціально-тектонічний, напірно-льодовиковий структурно-генетичний тип пліоцен-голоценового

формування. В будові височини беруть участь дислоковані породи різного віку (юрські, крейдові, палеогенові та четвертинні відклади). У районі Канівських дислокацій за орографічними характеристиками виділяються чотири ділянки (Іванников О.В., 1966).

Перша охоплює територію на півночі району від с. Трахтемирова до с. Бучака, друга, менша за площею, від Бучака майже до с. Бобриці. Обидві розташовані на північ від дуже розвинутої яружно-балочної системи, що починається в околицях с. Чернишів і відкривається в околицях Бобриці в Дніпровську долину. Третя ділянка займає центральну частину району – між згаданою Бобринецькою яружно-балочною системою і наскрізною сухою долиною, яка проходить між селами Степанці та Ситники. Четверта ділянка – південна; вона обмежена долинами Росі, Росави і наскрізною долиною. Усі ці ділянки на топографічній карті добре помітні за розташуванням на них найвищої гіпсометричної поверхні (рис. 2.1).

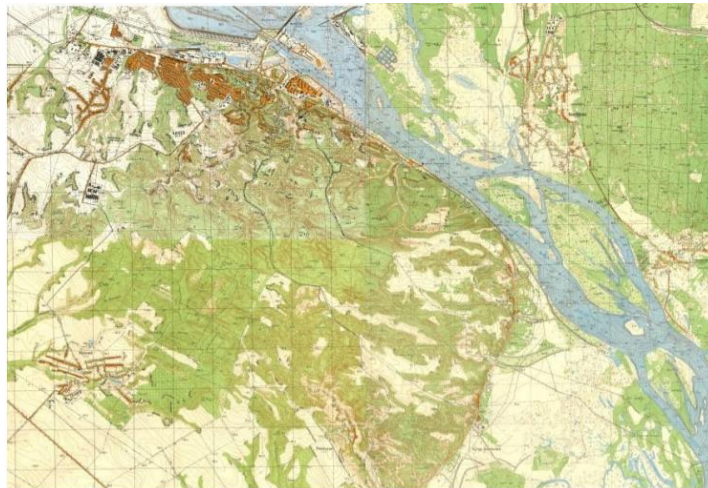


Рис. 2.1. Схема району Канівських дислокацій

У морфологічному відношенні район Канівських дислокацій характеризується яскраво вираженою асиметрією. Тут лінія пануючих висот, яка відповідає найвищому гіпсометричному рівню і проходить ближче до Дніпра, не збігається зі зміщеною далі на захід лінією вододілу. Явище асиметрії рельєфу зобов'язане своїм походженням епейрогенічним рухам, яких

зазнавала і зазнає територія Канівських дислокацій. Таким чином, основні морфологічні та орографічні характеристики Канівського району мають досить складну диференційовану будову і підлягають обов'язковому детальному вивченню під час Першої навчальної геологічної практики, оскільки вони є яскравим виразом неоднорідності та нерівномірного впливу сучасних геологічних процесів, а також проявом складної геологічної будови цього регіону.

Найбільша річка району – Дніпро, яка в районі с. Трахтемирів змінює свій напрямок від субмеридіонального на південно-східний. Борта ярів і круті схили пагорбів правого берега Дніпра заросли густим листяним лісом, до складу якого входять дуб, ясен, граб, липа, кленові. В межах заплав поширені луки з вільховими лісами, борова тераса заросла головним чином сосною. На поверхнях пагорбів розвинена трав'яниста рослинність і чагарники. Велике різноманіття природних умов зумовлює багатство флори та фауни заповідника. Науковцями тут зареєстровано 995 видів судинних рослин, 170 – лишайників, 138 – мохоподібних, 1261 – грибів та грибоподібних організмів, 53 – ссавців, 234 – птахів, 8 – плазунів, 11 – земноводних, 38 – риб. Фауна безхребетних тварин вивчена значно гірше, детальні дослідження проведені лише по окремих групах. За попередніми оцінками в заповіднику зустрічається понад 10 тисяч видів.

Дніпро – одна з найбільших річок Європи. Його довжина – 2 201 км (в межах України 1121 км), загальна площа басейну – 504 тис. км². Басейн річки Дніпро є транскордонним: 20% його площі знаходиться в Російській Федерації, 23% – Республіці Білорусь та 57% – у межах України. За площею цей басейн охоплює майже половину території України (48%). Район басейну Дніпра охоплює територію 19 областей України та повністю розташований у межах 6 областей України – Житомирської, Чернігівської, Полтавської, Дніпропетровської, Рівненської та Сумської (*План управління річковим басейном Дніпра..., 2020*). Із протяжності дніпровського русла територією

України (981 км), у природному стані збереглися лише 100 км. Решта русла зрегульована каскадом Дніпровських водосховищ, найбільшим з яких є Канівське.

Враховуючи значні розміри басейну Дніпра, управління басейном здійснюється за виділеними суббасейнами. Так, у межах району басейну річки Дніпро виділено 5 суббасейнів: Верхнього, Середнього та Нижнього Дніпра, а також Прип'яті та Десни (рис. 2.2).

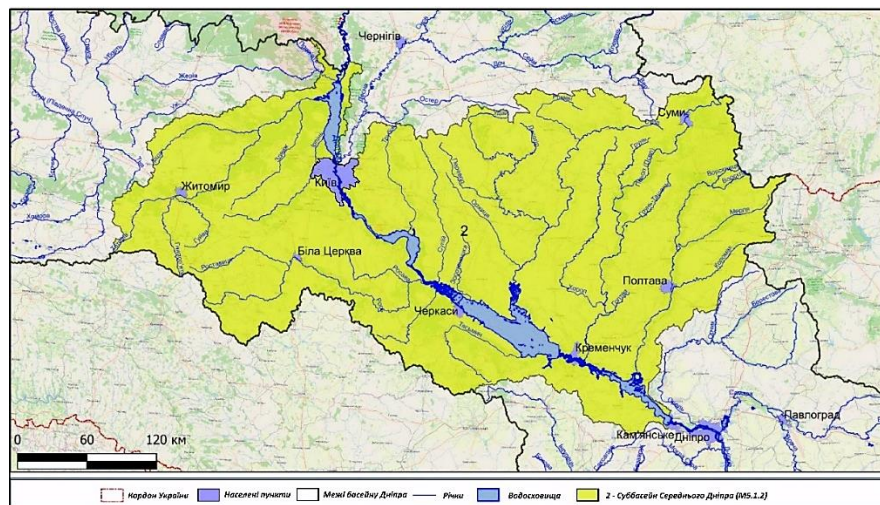


Рис. 2.2. Карта суббасейну Середнього Дніпра

Водозбірна площа суббасейну Середнього Дніпра – найбільшого із 5-ти суббасейнів – складає $109\,527\text{ км}^2$. До суббасейну входять 4 водосховища Дніпровського каскаду: Київське, Канівське, Кременчуцьке та Кам'янське з притоками різних порядків (План управління річковим басейном Дніпра..., 2020).

Клімат на території суббасейну – помірно-континентальний, з теплим, вологим літом та м'якою зимою. Зима суворіша на сході суббасейну, де триває приблизно на 20 днів довше. Середня кількість опадів за рік змінюється по території від 450 до 700 мм. Близько 75% річної кількості опадів випадає в період із квітня по жовтень.

Водний режим Середнього Дніпра визначається весняною повінню, низькою літньою меженню з періодичними літніми паводками, осіннім

підняттям рівня води та зимовою меженню. Стік у межах суббасейну зарегульований каскадом Дніпровських водосховищ та водосховищами на притоках.

Правобережна частина суббасейну повністю зосереджена в межах Українського кристалічного щита. Лівобережна частина – в межах Дніпровсько-Донецької западини та на відрогах Українського кристалічного щита. Через суббасейн проходить межа Придніпровської височини й Придніпровської низовини. Долина самого Дніпра тут асиметрична: праві схили круті та високі, а ліві – низькі й пологі (*План управління річковим басейном Дніпра..., 2020*).

2.2. Гідрологічні умови суббасейну

Масив поверхневих вод (МПВ) суббасейну Середнього Дніпра визначались для трьох категорій: річки, озера і штучні та істотно змінені МПВ (рис. 2.3).

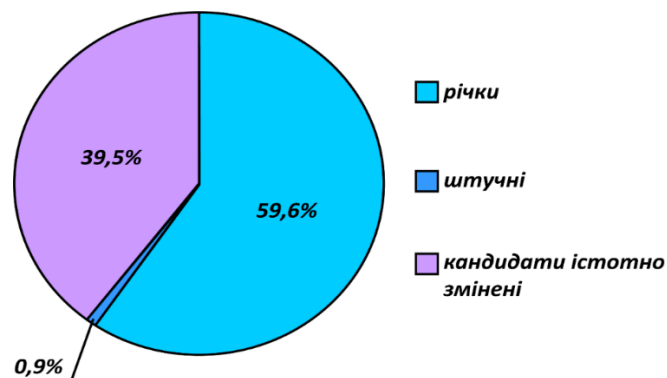


Рис. 2.3. Розподіл МПВ по категоріях

Майже 40% МПВ цього суббасейну є істотно зміненими через зарегульованість стоку (ставки, водосховища на притоках) та спрямлення русел. Всього виділено 1 578 МПВ, що складає 41% від загальної кількості виділених МПВ в басейні Дніпра. У межах суббасейну не виділено жодного МПВ категорії «озера» (*План управління річковим басейном Дніпра..., 2020*).

Територія суббасейну Середнього Дніпра характеризується досить складними гідрогеологічними умовами, оскільки вона розташована в межах двох гідрогеологічних регіонів – Гідрогеологічної області Українського щита і Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну. Це визначає різні умови формування підземних вод – у межах Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну вони набагато більш сприятливі, ніж у межах Гідрогеологічної області Українського щита (*План управління річковим басейном Дніпра..., 2020*).

Управлінськими одиницями моніторингу підземних вод є масиви підземних вод (МПЗВ). Саме для них встановлюються екологічні цілі.

Залежно від геолого-гідрогеологічних умов у цьому суббасейні виділяються 4 безнапірні та 10 напірних МПЗВ.

Безнапірні МПЗВ приурочені до наймолодших – четвертинних порід. Напірні МПЗВ є захищеними від забруднення з поверхні потужною товщею водотривких порід, що їх перекривають. Вони приурочені до різновікових порід – від четвертинних до найдавніших – архейських кристалічних порід і залягають на різних глибинах.

Ресурси підземних вод в межах суббасейну залежно від різних гідрогеологічних регіонів суттєво відрізняються. Найбільші ресурси підземних вод зосереджені у межах Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну, найменші – в межах Гідрогеологічної області Українського щита. В середньому по суббасейну використання підземних вод становить близько 7,2% від їхніх прогнозних ресурсів (*План управління річковим басейном Дніпра..., 2020*).

2.3. Головні водно-екологічні проблеми суббасейну

1. Забруднення органічними речовинами як результат недостатньої очистки стічних вод або її відсутності;
2. Забруднення біогенними елементами як результат недостатньої очистки стічних вод або її відсутності, а також їхній змив з сільгоспугідь;

3. Забруднення небезпечними речовинами, що потрапляють зі стічними водами промислових та комунальних підприємств, пестициди та інші засоби хімічного захисту рослин, а також в результаті змиву з забруднених полігонів та при аварійному забрудненні;

4. Гідроморфологічні зміни, що пов'язані з протипаводковим захистом, гідроенергетикою, регулюванням стоку (ставки, водосховища), спрямленням русел річок. Крім цих головних проблем, до переліку слід включити забруднення побутовими відходами (зокрема пластиком) та зміни клімату (з паводками та посухами включно).

Саме ці проблеми є надзвичайно актуальними і їх вирішення є вкрай важливими сьогодні. Слід зазначити, що ці водно-екологічні проблеми є типовими для багатьох річкових басейнів України та Європи (*План управління річковим басейном Дніпра..., 2020*).

2.4. Забруднення поверхневих вод

Забруднюючі речовини надходять до водних об'єктів двома основними шляхами: від стаціонарних водовипусків стічних вод та нестаціонарних у просторі та часі дифузних джерел.

Забруднення органічними речовинами. Небезпека забруднення вод органічними речовинами пов'язана із зменшенням вмісту розчиненого у воді кисню до критичного для водних організмів рівня. Між точковим і дифузним забрудненням навантаження органічними речовинами розподіляється у співвідношенні 54% і 46% (*План управління річковим басейном Дніпра..., 2020*).

Вплив точкових джерел майже повністю визначається житлово-комунальним господарством, частка промисловості становить 3%. У суббасейні Середнього Дніпра проживає 44% населення усього басейну Дніпра, серед якого переважають містяни – 77%. У його межах розташовані столиця України м. Київ з населенням майже 3 млн. осіб та ще 7 міст градації > 100 тис.: це міста

Полтава, Черкаси, Житомир, Суми, Кременчук, Біла Церква та Бровари. Сумарний еквівалент населення (ЕН) вказаних міст становить 4,4 млн. (ЕН відображає питоме навантаження від очисних споруд і дорівнює 60 г БСК5/добу). Вказані міста формують 82% органічного навантаження на поверхневі води суббасейну. Найбільшого навантаження зазнають наступні водні об'єкти у порядку зменшення: водосховища дніпровського каскаду, річки Тетерів, Ворскла, Псел, Рось (*План управління річковим басейном Дніпра..., 2020*).

Дифузне навантаження пов'язано з домогосподарствами, які не мають каналізації. Це, передусім, сільське населення (населені пункти з ЕН < 2000) та частина міського. У межах суббасейну налічується 14 великих міст (ЕН 10-100 тис.). які не мають очисних споруд.

Загальний ЕН таких міст складає 280 492 (міста Верхівцеве, Гребінка, Баришівка, Тараща, Ічня, Лохвиця, Карлівка, Городище. Шпола, Козятин, Вільногірськ, Обухів, Бориспіль) (*План управління річковим басейном Дніпра..., 2020*).

Забруднення біогенними елементами. Підвищення вмісту біогенних елементів (сполук нітрогену та фосфору) спричиняє евтрофікацію вод, наслідком чого є збіднення видового різноманіття, погіршення стану і якості води та неможливість її подальшого використання. Між точковими і дифузними джерелами це навантаження розподіляється у співвідношенні 48% і 52% (рис. 2.4).

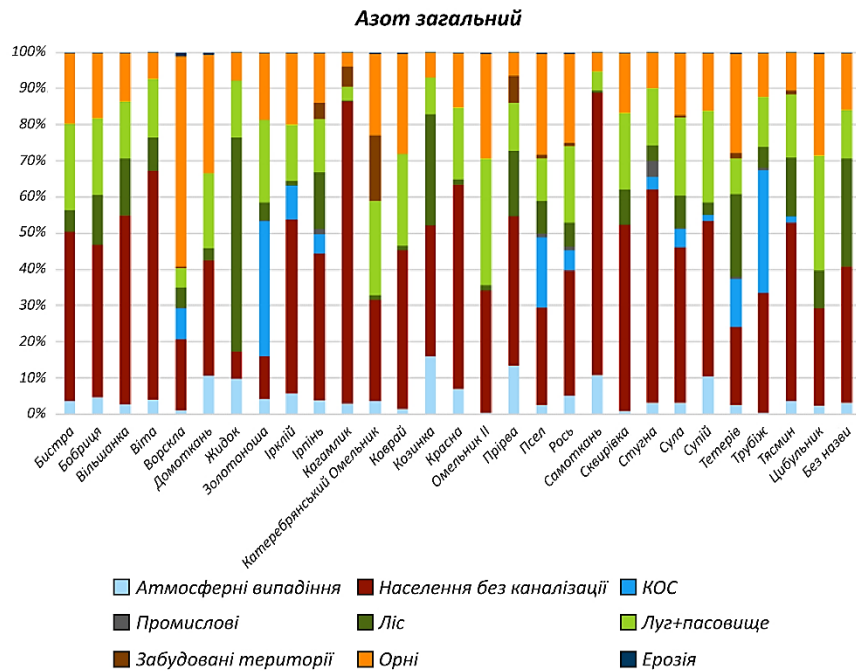


Рис. 2.4. Навантаження сполуками нітрогену загального у суббасейні Середнього Дніпра (План управління річковим басейном Дніпра..., 2020)

Дифузне надходження сполук нітрогену більшою мірою визначається сільськогосподарським виробництвом (мінеральні добрива, гній, ерозія внаслідок розорювання), внесок якого у загальне навантаження у суббасейні Середнього Дніпра коливається у широких межах і у середньому досягає близько 20%.

Індикатором навантаження вод від дифузних джерел сільськогосподарського походження є баланс нітрогену у ґрунті, який у більшості адміністративних районів, що входять у межі суббасейну, є позитивним.

Найвище навантаження відзначається у 33 МПВ: у басейні р. Тетерів, малих річках Жидок, Піхівка, Ірпінь та його притоках, Золотоношка, Крутка, Ірклій, Коврай та його притоках, Баталій, Глибока, притоці Сули р. Буромка, де надлишок нітрогену у ґрунті перевищує 100 кг N/га (План управління річковим басейном Дніпра..., 2020).

Водозбірна територія суббасейну Середнього Дніпра знаходиться у межах зони з промивним та періодично промивним режимом ґрунтів, більша частина яких представлена різновидами чорноземних ґрунтів, внаслідок чого нітроген у

формі легко розчинних нітратних сполук змивається водним стоком. У загальний показник емісії нітрогену 27% вносить природний фон.

За рахунок точкових джерел щорічно надходить більше 7101 т нітрогену загального ($N_{заг}$). Ця величина на 94 % пов'язана з підприємствами ЖКГ.

Домінуючу частину загального навантаження нітрогеном – 82% вносять найбільші міста з ЕН > 100 тис., 16% – формують міста з ЕН 10-100 тис. Максимальне навантаження стосується безпосередньо водосховищ суббасейну Середнього Дніпра, серед них найбільше – Канівського водосховища, до якого відводяться стічні води м. Києва. Серед притоків найбільшою мірою зазнають навантаження річки Псел та Трубіж. Щорічне навантаження сполуками фосфору загального ($P_{заг}$) становить 3370 т, з яких 12% надходить за рахунок ерозії і знаходиться в інертній формі (рис. 2.5) (План управління річковим басейном Дніпра..., 2020).

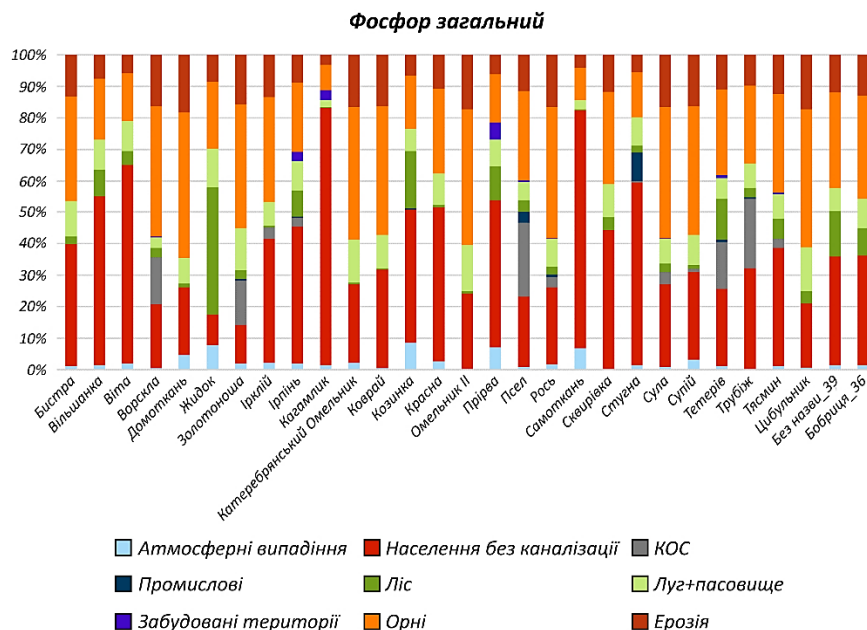


Рис. 2.5. Навантаження фосфором загальним у суббасейні Середнього Дніпра

У розчиненій формі до поверхневих вод за рік надходить 2965 т сполук $P_{заг}$. Між точковим і дифузним забрудненням це навантаження розподіляється у співвідношенні 80% і 20%. Вплив точкових джерел на 98% визначається підприємствами ЖКГ. Серед них 82 % вносять міста з ЕН >100 тис. Тільки за

рахунок м. Києва формується 51% навантаження фосфором. Окрім водосховищ значного навантаження фосфором зазнають річки Псел, Тетерів, Ворскла. У цілому антропогенна складова емісії фосфору становить 81%, внесок природних умов – 5% (*План управління річковим басейном Дніпра..., 2020*).

Забруднення небезпечними речовинами. До небезпечних відноситься велика група синтетичних (гербіциди, інсектициди, поліароматичні вуглеводні та ін.) і несинтетичних речовин (важкі метали), які виявляють гострий або хронічний токсичний ефект і несуть велику небезпеку для використання води людиною та життя водних мешканців. Перелік з 45 небезпечних речовин, що підлягають визначенню в рамках здійснення державного моніторингу вод, визначено Наказом Міністерства екології та природних ресурсів України №45 від 6 лютого 2017 р.

Інформація про забруднення поверхневих вод України небезпечними речовинами, особливо синтетичними, до цього часу залишається великою проблемою. Наразі лише планується визначення цих речовин в рамках здійснення моніторингу вод.

Суббасейн Середнього Дніпра зазнає найбільшого у всьому басейні Дніпра навантаження важкими металами. Три підприємства (КП "Кременчукводоканал", м. Кременчук, ПАТ "АЗОТ", м. Черкаси, КП "Полтававодоканал", м. Полтава) сумарно за рік відводять 91 кг кадмію та 386 кг сполук нікелю, які входять до списку пріоритетних речовин (*План управління річковим басейном Дніпра..., 2020*). Серед інших металів, у великій кількості надходять манган, хром та купрум, перші два з яких виявляють здатність до значного накопичення гідробіонами. Рекомендовано включити ці метали до групи специфічних у суббасейні.

Про систематичне забруднення водосховищ Середнього Дніпра важкими металами свідчить їхнє накопичення у донних відкладах. Найбільший вміст важких металів відзначено у седиментах Кременчуцького водосховища (*План управління річковим басейном Дніпра..., 2020*).

Встановлено ймовірність вторинної ремобілізації кадмію, що відноситься до списку пріоритетних речовин, та мангану у придонний шар води внаслідок молекулярної дифузії.

У великій кількості у водні об'єкти Середнього Дніпра надходять нафтопродукти – 20 т/рік (переважно від ПАТ «Азот» м. Черкаси, КП «Житомирводоканал») та СПАР – 40,0 т/рік, основну частку яких вносить ПРАТ «Київводоканал». Вказані речовини впливають на кисневий режим, їхня токсична дія на гідробіонти до цього часу залишається дискусійним питанням (*План управління річковим басейном Дніпра..., 2020*).

Рекомендується віднести вказані речовини до групи специфічних у басейні. Результати обстеження поверхневих вод та донних відкладів каскаду дніпровських водосховищ показали відсутність стійких хлорорганічних сполук, внесених до Стокгольмської конвенції «Про стійкі органічні забруднювачі». У верхніх та середніх шарах донних відкладів водосховищ середнього Дніпра вміст хлорорганічних пестицидів на 2-5 порядки нижчий гранично-допустимого рівня (*План управління річковим басейном Дніпра..., 2020*).

На сьогодні в Україні дозволено до застосування близько 190 діючих речовин пестицидів, що входять до 842 препаратів. Сучасні фосфорорганічні пестициди швидко розкладаються у довкіллі до нетоксичних продуктів. Високий показник застосування пестицидів, який перевищує 3 кг/га, у суббасейні Середнього Дніпра відзначається у Сумському р-ні Сумської обл. Основну небезпеку водам несе їх застосування у надлишкових нормах, розпилення, поблизу санітарних зон (*План управління річковим басейном Дніпра..., 2020*).

Гідроморфологічні зміни. Як зазначалося вище, 40% виділених МПВ є істотно зміненими (624 МПВ). З них 86% зарегульовано водосховищами і ставками, 9% зазнали спрямлення русла і 6% МПВ зазнали як спрямлення, так і зарегульованості (рис. 2.6). Більша частина (55%) істотно змінених МПВ відноситься до правосторонньої частини суббасейну Середнього Дніпра.

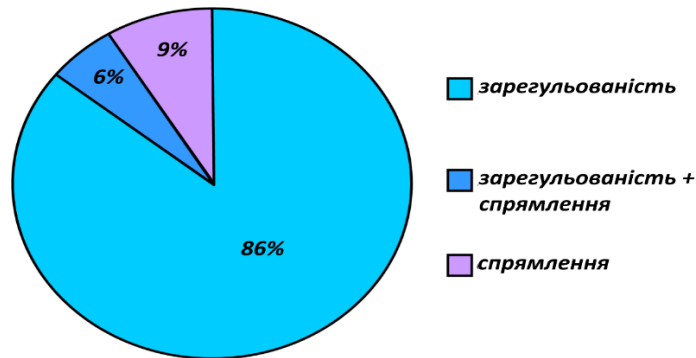


Рис. 2.6. Типи істотно змінених МПВ

Найбільш істотно зміненим є басейн річки Рось – 52% МПВ (170 із 329) є кандидатами в істотно змінені: з причини зарегульованості 158 МПВ, спрямлення – 3 МПВ, поєднання зарегульованості та спрямлення – 9 МПВ. Також можна відмітити басейн р. Тясмин, в якому 46% (37 із 81) МПВ зазнали гідроморфологічних змін: 30 МПВ зарегульовані, 4 МПВ спрямлені, 3 МПВ – поєднання спрямлення та зарегульованості. Серед 506 річок суббасейну 201 річка (40%) не зазнала жодних гідроморфологічних змін (*План управління річковим басейном Дніпра..., 2020*).

2.5. Забруднення підземних вод

Якість вод. Підземні води є стратегічним джерелом питної води. Але вони, як і поверхневі води, зазнають забруднення внаслідок антропогенного впливу. Безнапірні МПЗВ знаходяться під найбільшим ризиком забруднення, оскільки саме на них припадає основне навантаження від господарської діяльності. На відміну від безнапірних МПЗВ, у переважній більшості напірних МПЗВ у покрівлі є природні протектори, що перешкоджають потраплянню забруднення. Такими протекторами слугують водотривкі товщі, які захищають водовмісні утворення, тому точкові джерела забруднення не впливають на напірні МПЗВ. На МПЗВ впливають також дифузні джерела забруднення. До них

належать урбанізовані території, промислові зони, сільськогосподарські угіддя (де застосовуються пестициди і мінеральні добрива).

Внаслідок безнапірні МПЗВ повсюдно характеризуються підвищеним вмістом сполук азоту. Забруднення від дифузних джерел техногенного тиску переважно накопичується у верхній частині ґрунтового покриву, тому вплив на напірні МПЗВ відсутній (*План управління річковим басейном Дніпра..., 2020*).

Кількість вод. Безнапірні масиви підземних вод використовуються для індивідуального водопостачання у сільських населених пунктах, напірні МПВ – для централізованого водопостачання.

На території суббасейну Середнього Дніпра, зважаючи на специфіку геолого-гідрогеологічної будови і умов формування підземних вод, найбільша кількість прогнозних ресурсів підземних вод (ПРПВ) приурочена до Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну. Відповідно до цього ПРПВ Вінницької області складають 885,5, Дніпропетровської 1092,6, Донецької – 495,9, Житомирської – 628,6, Київської – 4185,9, Кіровоградської – 212,1, Полтавської – 4288,9, Сумської – 3432,2, Харківської – 1018,2, Черкаської – 1523,8, Чернігівської – 8326,7 тис. м³ /добу (*План управління річковим басейном Дніпра..., 2020*).

Зважаючи на загальний економічний стан країни, сучасний рівень освоєння ПРПВ вищий у адміністративних областях із значним економічним потенціалом і, відповідно, становить у Вінницькій області складають 7,6%, Дніпропетровській 12,1%, Донецькій 26,5%, Житомирській 9,6%, Київській 5,0, Кіровоградській 6,6%, Полтавській 2,4%, Сумській 2,6%, Харківській 1,0%, Черкаській 4,7%, Чернігівській 1,3%.

З огляду на такий рівень освоєння ПРПВ проблеми, пов'язані з можливим виснаженням підземних вод маловірогідні, обсяг їхнього видобування може бути суттєво збільшений (*План управління річковим басейном Дніпра..., 2020*).

2.6. Оцінка ризику забруднення

Поверхневі води. Оцінка ризиків від точкових джерел проводилась з використанням 2-х критеріїв: для оцінки ролі органічних речовин і біогенних елементів використовували індекс P_{CB} «Частка забруднених стічних вод», для небезпечних речовин I_{CB} «Показник стічних вод». Результати засвідчили, що ризик недосягнення доброго екологічного стану МПВ за рахунок впливу точкових джерел спостерігаються у 72 МПВ або 4,6 % їхньої загальної кількості. Забруднення абсолютної більшості МПВ зумовлено надходженням стічних вод міських агломерацій (*План управління річковим басейном Дніпра..., 2020*).

Оцінка ризиків від дифузних джерел проводилась з використанням критерію «Баланс у ґрунті», який дозволяє визначити вплив рослинництва, та індексу «Частка тваринництва» (I_{me}), що відображає вплив тваринницької галузі. Встановлено, що ризик недосягнення доброго екологічного стану від впливу дифузних джерел виникає у 30% МПВ, у 14% – такий ризик можливий. Ризики забруднення вод спричинені рослинництвом, тоді як вплив тваринництва мінімальний.

Для оцінювання ризику недосягнення доброго екологічного стану об'єднують отримані результати ризиків від точкових, дифузних джерел і гідроморфологічних змін. Остаточна оцінка екологічного стану приймається за найгіршим показником. Загальна оцінка ризику недосягнення доброго екологічного стану МПВ представлена на рис. 2.7, а її просторова характеристика – на рис. 2.8 (*План управління річковим басейном Дніпра..., 2020*).

Природні умови Середнього Дніпра сприяють зменшенню токсичності синтетичних та несинтетичних полютантів та зумовлюють велику буферну ємність води щодо небезпечних речовин. Для більшості МПВ не існує умов для створення у МПВ хронічного токсичного ефекту від небезпечних речовин.

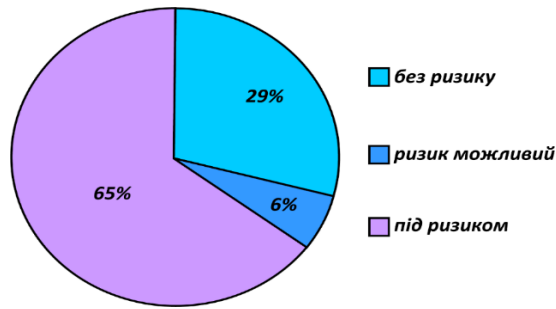


Рис. 2.7. Узагальнена оцінка ризику недосягнення доброго екологічного стану, МПВ, %



Рис. 2.8. Карта оцінки ризику недосягнення «доброго» екологічного стану МПВ

Ризик недосягнення доброго хімічного статусу відзначається у 5 МПВ (0,3%) через відведення нікелю та інших важких металів у складі стічних вод. У басейнах річок Сула, Самоткань, Сухий Ташлик існують передумови для можливого ризику забруднення від змиву пестицидів (План управління річковим басейном Дніпра..., 2020).

Підземні води. Ризик недосягнення доброго кількісного стану. Динаміка видобутку підземних вод протягом останніх десятиріч з напірних МПЗВ свідчить про стійку тенденцію його зменшення. Нині використання підземних вод на території суббасейну Середнього Дніпра в середньому становить 7,2% їхніх прогнозних ресурсів. Це дозволяє на найближчу перспективу впевнено прогнозувати відсутність ризику погіршення кількісних показників для МПЗВ, що використовуються для водопостачання. Про відсутність ризику погіршення

кількісних показників МПВ також свідчить і загальна тенденція до незначного зменшення кількості населення у більшості областей, що знаходяться в межах цього суббасейну.

Щодо безнапірних МПВ, статистичні дані про водовідбір із них відсутні, але оскільки вони експлуатуються лише розосередженими приватними водокористувачами, які здійснюють водовідбір у мінімальних кількостях, ризик погіршення кількісних показників для цих МПЗВ є несуттєвим. Ризик недосягнення доброго хімічного стану. Приймаючи оптимістичний сценарій розвитку економіки, в подальші роки слід очікувати збільшення промислового виробництва і посилення тиску на довкілля, в тому числі підземні води (*План управління річковим басейном Дніпра..., 2020*).

З іншого боку, є сподівання, що розвиток промислового виробництва, зважаючи на загальносвітові тенденції, буде здійснюватися на основі концепції сталого розвитку, тобто виробництво буде менш ресурсовитратне і задовольнятиме вимоги більш жорстких, ніж у попередні роки, екологічних нормативів. Отже, суттєвого збільшення тиску на підземні води від промислових підприємств (точкових джерел забруднення) у найближчі роки не очікується. Щодо дифузних джерел, ситуація дещо інша.

Суттєвий попит на продовольчу продукцію на світовому ринку обумовлює стійке зростання сільськогосподарського виробництва. Це виявляється у збільшенні використання добрив і засобів хімічного захисту. Тому доводиться очікувати збільшення тиску від дифузних джерел забруднення в межах сільськогосподарських угідь. Оскільки напірні МПЗВ є захищеними від поверхневого забруднення, негативних наслідків від впливу дифузного забруднення зазнаватимуть незахищені безнапірні МПЗВ. Оцінюючи хімічний стан підземних вод варто зауважити, що як напірні, так і безнапірні МПВ у південній частині цього суббасейну подекуди містять воду із природно підвищеною мінералізацією, яка перевищує нормовані значення в 1 г/дм³, що

вимагає проведення водопідготовки (*План управління річковим басейном Дніпра..., 2020*).

Території (зони), які підлягають охороні – це такі території, які потребують спеціального захисту відповідно до існуючого національного законодавства, в залежності від їх призначення. Моніторинг таких зон проводиться за спеціальною програмою (наприклад, на водозаборах питної води має додатково проводитися моніторинг мікробіологічних показників). З п'яти категорій охоронних зон для суббасейнів ідентифіковано три (рис. 2.9):

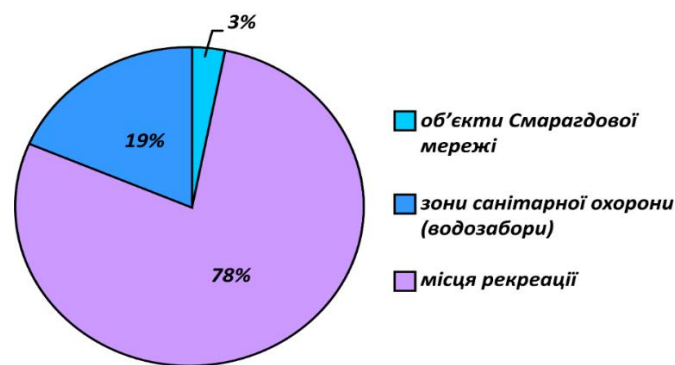


Рис. 2.9. Співвідношення різних типів зон, які підлягають охороні

- об'єкти Смарагдової мережі;
- зони санітарної охорони (питні водозабори);
- масиви поверхневих/підземних вод, які використовуються для рекреаційних, лікувальних, курортних та оздоровчих цілей, а також води, призначені для купання (*План управління річковим басейном Дніпра..., 2020*).

Зони, вразливі до (накопичення) нітратів будуть ідентифіковані після прийняття відповідного національного законодавчого акту.

Зони охорони цінних видів водних біоресурсів не відіграють значної ролі в національній економіці і не визначені, тому їх слід переглянути у наступній версії ПУРБ.

Зони, які підлягають охороні, займають 18% території суббасейну. Всього визначено 1 189 зон, з них 38 об'єктів Смарагдової мережі, 925 питних

водозаборів та 226 офіційно визначених місць рекреації (*План управління річковим басейном Дніпра..., 2020*).

2.7. Економічний аналіз розвитку басейну р. Дніпро

Басейн Дніпра розташований в межах 19 областей, які значною мірою відрізняються за рівнем урбанізації, промислового розвитку та структурою сільського господарства. Оцінки вагомості водокористування у басейні р. Дніпро (48,8 % площі країни) для національної економіки і суспільства є наступними: використання води з Дніпра становить 75% загального обсягу використаної води в Україні; найбільше води у басейні використано промисловістю – 46%, сільським господарством – 18%, житлово-комунальним господарством – 10%; основними забруднювачами води є житлово-комунальний сектор, промисловість, а також сільське господарство; обсяг валового регіонального продукту у басейні Дніпра становить 64% обсягу ВВП країни; частка зайнятих у галузях економіки у басейні Дніпра 16 становить близько 50% від зайнятих у країні; найбільша водоемність за секторами у житловокомунального господарства, енергетики, промисловості, сільського господарства (*План управління річковим басейном Дніпра..., 2020*).

Всього в басейні Дніпра нараховується 6137 підприємств, використання вод якими підлягає державному обліку, з них 1291 – це комунальні підприємства. Загалом обсяги стягнення рентної плати за спеціальне використання води (55% якої йде до держбюджету, решта 45% – до місцевих бюджетів) та податкові надходження за скиди забруднюючих речовин безпосередньо у водні об'єкти (45% йде до держбюджету, решта – 55% до місцевих бюджетів) за 2010-2018 рр. в Україні зросли у 1,5 рази (рис. 2.10).

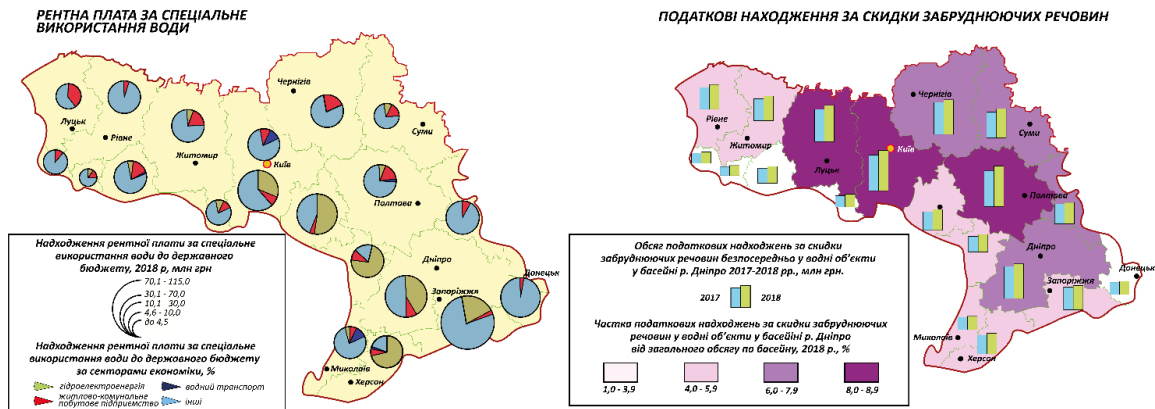


Рис. 2.10. Рентна плата за спеціальне використання води та податкові надходження

Тоді як сума капітальних інвестицій в очищення зворотних вод, реабілітацію ґрунтів, підземних і поверхневих вод зросла майже в 3 рази. Розрахований рівень покриття капітальних інвестицій цими фіскальними платежами (рентною платою за воду і екологічним податком) у 2018 був на рівні 45% (*План управління річковим басейном Дніпра..., 2020*).

Останнім часом тарифи на водопостачання та водовідведення за областями у басейні р. Дніпро щорічно підвищуються на 16-22%, незважаючи на це населення, бюджетні організації та інші споживачі своїми платіжками за тарифами переважно відшкодовують витрати на централізоване водопостачання і водовідведення (коефіцієнти відшкодування на рівні 90-120%).

Натомість коефіцієнти відшкодування витрат для категорії споживачів – суб'єктів господарювання у сфері централізованого водопостачання і водовідведення (водоканали та інші) становили на рівні 40-60%. При тому, що тарифи для цієї категорії у 1,5-3 рази менші, ніж для населення, бюджетних організацій та інших споживачів (*План управління річковим басейном Дніпра..., 2020*).

У суббасейні Середнього Дніпра рівень рентної плати за спецводокористування в Київській, Черкаській та Полтавській областях є найвищим відносно інших областей суббасейну і складає 12,5, 6,5 та 4,1 % від

загального обсягу по басейну. Окрім цього у Київській та Полтавській областях обсяги податкових надходжень за скиди є найвищими в порівнянні з іншими областями басейну і знаходяться на рівні 8-9 % від їх сумарного обсягу в басейні Дніпра.

Середньозважені тарифи для споживачів, що не є суб'єктами господарювання у сфері ВКГ, у Кіровоградській і Харківській областях є найвищими відносно інших областей басейну (11,20 грн. за куб.м водопостачання і 9,61 – водовідведення та 10,21 та 5,22 відповідно), у Житомирській та Вінницькій – ці тарифи є одними з найнижчих по басейну (6,99 та 7,88 й 7,82 та 4,75 відповідно), решта областей: Київська, Полтавська, Черкаська – на середньому рівні по басейну Дніпра (*План управління річковим басейном Дніпра..., 2020*).

2.9. Фізико-географічний опис об'єкта дослідження

Об'єктом дослідження вибрано Канівське водосховище (рис. 2.11), одне з шести водосховищ у каскаді на Дніпрі, розташоване частково в Київській і частково в Черкаській областях, а також у місті Київ.

Повний об'єм водойми при нормальному підпертому рівні (НПР) – 2,63 км³, площа водної поверхні – 675 км². Довжина водосховища по вісі становить 123 км, максимальна ширина – до 8,0 км, середня – 5,5 км (https://uamap.org.ua/storage/uploads/2018_03_16_ALL_Kaniv.pdf).

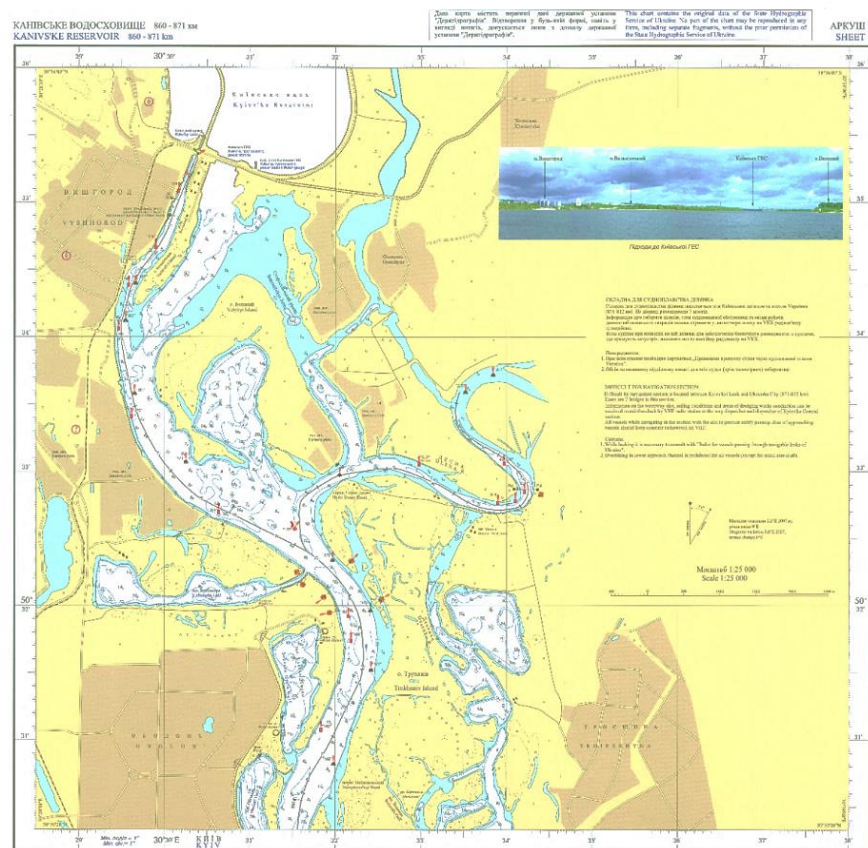


Рис. 2.11. Канівське водосховище

Середня глибина водосховища при НПР становить 3,9 м; горизонт мертвого об'єму 71 м., максимальна глибина – 21,0 м. Протяжність напірного фронту – 16,7 км. Мінералізація води 240-360 мг/дм³. Берегова лінія має протяжність 411 кілометрів. Водосховище здійснює добове регулювання стоку.

Швидкість течії в водоймі невелика, особливо в нижній і середній частинах, де вона становить 0,05 км/год, а у верхній трохі більше – 0,1-0,15 км/год. Якщо говорити про прибережні зони, то там часом і зовсім відсутня. Коливання рівня води в ньому не перевищують півметра. Повноцінний водообмін в цьому водосховищі відбувається досить часто, до 18 разів на рік (https://uamap.org.ua/storage/uploads/2018_03_16_ALL_Kaniv.pdf).

Крім участі в покритті графіка навантаження та регулюванні частоти в об'єднаній енергетичній системі, Канівська ГЕС виконує резервні функції в енергосистемі. Канівське водосховище дозволило покращити водопостачання промислових підприємств і населених пунктів. Забезпечено наскрізне

глибоководне судноплавство від Чорного моря до гирла річки Прип'ять. Створено умови для подальшого розвитку рибного господарства та зрошення.

Найбільшою притокою Дніпра, що впадає у Канівське водосховище є Десна. Значно меншими є річки: ліва притока – Трубіж та права – Стугна.

Дніпро за течією нижче Києва розходиться на декілька рукавів. Заплава річки сильно розвинена в цьому місці. Лівий берег піщаний, а правий, навпаки, досить високий. Біля берегів Канівське водосховище дуже мілке, а глибокі місця припадають на ті ділянки, де раніше проходило русло Дніпра. Щоб прибережні ділянки менше підтоплювались, були побудовані п'ятиметрові дамби (https://uamap.org.ua/storage/uploads/2018_03_16_ALL_Kaniv.pdf).

Найбільші міста на узбережжі Канівського водосховища: Київ, Українка, Переяслав –Хмельницький та Канів.

Київська ділянка водосховища повністю збігається з ти руслом, наявними рукавами, протоками та обрисами островів, що існували на Дніпрі до заповнення водосховища. Єдиною зміною є невелике зростання рівня води та відсутність змінення русла влітку через регуляцію рівнів води. Адже до 1970-х років річка доволі сильно мілішала влітку, утворювалися великі мілини поблизу пішохідного мосту та мосту Патону (https://uk.wikipedia.org/wiki/Канівське_водосховище).

Гребля водосховища розташована на схід від Канева. Складається з Канівської гідроелектростанції та шлюзу. Гребля була збудована між 1972 і 1978 рр. і має довжину 16 км (*Природа Украинской ССР. Моря и внутренние воды...*, 1987).

РОЗДІЛ 3

ВПЛИВ КАНІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА НА НАВКОЛИШНЄ ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

3.1. Загальна оцінка території Канівського водосховища

Для перерозподілу стоку Дніпра в інтересах населення і господарства України у 1931 р. було розпочато створення Дніпрогесу та Дніпровського водосховища. В період 1956–1966 рр. було побудовано ще 4 ГЕС – Київське водосховище на верхньому Дніпрі, Кременчуцьке та Дніпродзержинське (зараз – Кам'янське) водосховища на середньому та Каховське водосховище на нижньому Дніпрі. Після побудови в 1972 році Канівської ГЕС та створення Канівського водосховища (рис. 3.1) ріку Дніпро було перетворено на каскад із 6 водосховищ із загального об'єму 43,73 км², корисного об'єму 18,5 км², площею 694,1 тис. га (Панасюк І.В., 2021).



Рис. 3.1. Картосхема Канівського водосховища

Спорудження Дніпровського каскаду водосховищ спричинило одну з найбільших трансформацій природного рельєфу України. За період з 1932 по 1973 рр. було затоплено 709,3 тис. га земель, зокрема 250,8 тис. га сільськогосподарських угідь (Авакян А. Б., 1998). Так, після спорудження Канівського гідровузла Дніпро на Переяславщині невпізнанно змінився, адже було затоплено 10 сіл. Зникли одні села і постали інші. Детальна карта затоплених територій представлена на рис. 3.2.

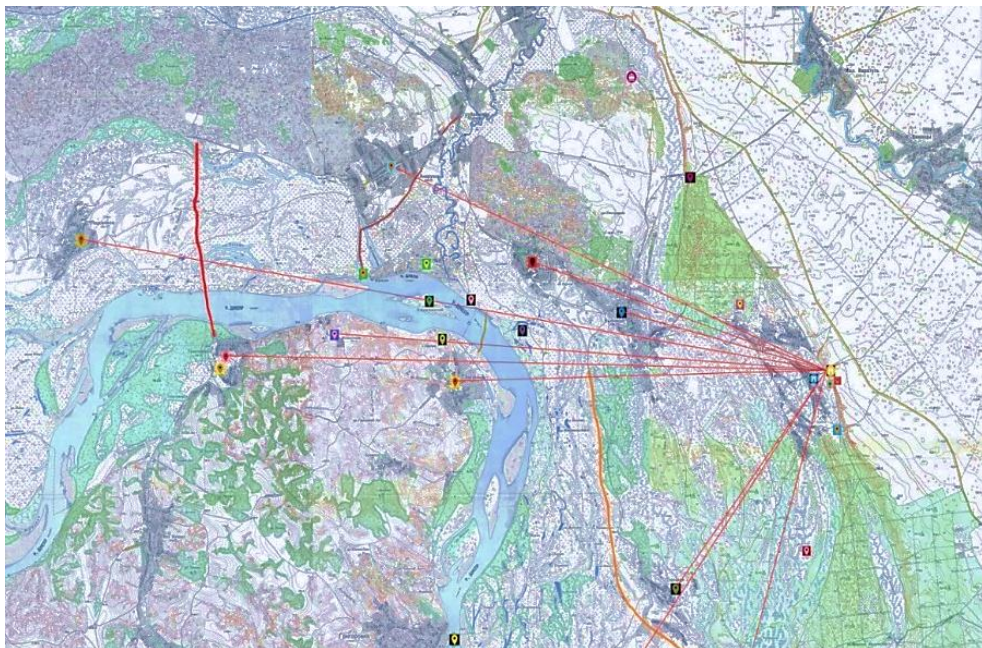


Рис. 3.2. Територія Переяславщини до побудови Канівського водосховища

Окрім сіл, жертвою гідроенергетики на Переяславщині стали тисячі гектарів родючих земель, понад 5000 га віковичного лісу, десятки озер з масою риби, неперевершені у свої красі луки, які були кормовою базою сільського господарства району (<https://olddnieper.org.ua/gallery/item/96-i-zatopyly-bozhyi-rai-yak-tse-bulo>).

Максимальний напір у створі греблі – 15,7 м, об'єм водосховища при НПР=91,5 м становить 2,62 км³, корисний об'єм – 0,3 км³ (<https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0173574-05#Text>).

Долина р. Дніпра в районі створу гідровузла має різко асиметричний профіль: правий берег – гористий, висотою 50 – 70 м над урізом річки, лівий – похилий, висотою 15 – 30 м. Ширина русла – 500 – 600 м.

У природних умовах середні багаторічні витрати води у створі гідровузла становили – 1420 м³/с (у районі Київського гідровузла – 1080 м³/с), максимальні зареєстровані витрати – 23200 м³/с (у районі Київського гідровузла – 14400 м³/с), мінімальні – 100 м³/с.

Розрахункові максимальні витрати через споруди гідровузла – 19300 м³/с (<https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0173574-05#Text>).

Водосховище працює на частково зарегульованих Київським водосховищем витратах води та незарегульованому притоці р. Десни. Спрацювання водосховища проектом не передбачено й допускається тільки в окремих випадках – взимку не більше ніж на 0,5 м. Проектом передбачено тижневе та добове регулювання стоку.

Захисні споруди на водосховищі зменшили площу затоплення прибережних земель на 25 тис. га (<https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0173574-05#Text>).

Велика за площею водна поверхня Канівського водосховища вплинула й на формування мікроклімату Переяславщини. Починаючи з другої половини літа й восени досить часто на прилеглих ділянках суходолу відбувається посилення вітрів до ураганних, випадання сильних дощів та граду (<https://olddnieper.org.ua/gallery/item/96-i-zatopyly-bozhyi-rai-yak-tse-bulo>).

Ще один негатив – руйнування берегів водосховища внаслідок коливання рівнів води, дії хвиль та криги, процесів промерзання й танення ґрунтів. Наприклад, в урочищі Козинські горби (за даними проведених досліджень) кожні півроку «з’їдається» 2 м берега, віковічні прибережні сосни стають жертвами цієї ерозії. У деяких місцях від часу створення водосховище на лівому березі вже «відвоювало» до 100 м території вглиб берега. На правому березі

продовжується підмивання крутих схилів Канівських дислокацій (<https://olddnieper.org.ua/gallery/item/96-i-zatopyly-bozhyi-rai-yak-tse-bulo>).

Та все ж найбільш негативними фактором регулюванням стоку є надлишкове цвітіння води й заростання водосховища водяною рослинністю.

Меженні рівні води в річці Дніпро були підняті у верхніх б'єфах гідроелектростанцій водосховищ на: 35,4 м – Дніпрогес; 16 м – Каховська ГЕС; 17,0 м – Кременчуцька ГЕС; 12,6 м – Кам'янська ГЕС; 11,5 м – Київська ГЕС; 10,5 м – Канівська ГЕС.

Завдяки каскаду на Дніпрі склався велетенський господарський комплекс, водою якого користуються 2/3 населення і території України. Повний об'єм водосховищ складає 43,7 км³ води, а корисний об'єм – 18,6 км³. На потреби галузей економіки з водосховищ щороку забирається 12-15 км³ води. Завдяки каскаду зрошується 1,5 млн. га земель, виробляється 10 млрд. кВт/год електроенергії, виловлюється щороку 16-18 тис. т риби. На берегах водосховищ відпочивають мільйони людей. Значення каскаду для України надзвичайно велике і не має аналогів у світі.

Але поряд з позитивними наслідками таке глибоке втручання в природні водні екосистеми створило і низку екологічних проблем, без вирішення яких, як підкреслено в Національній програмі оздоровлення басейну Дніпра, безпечне функціонування дніпровської екосистеми неможливе. Адже створення каскаду призвело до затоплення близько 700 тис. га земель. В зоні впливу дніпровських водосховищ підтоплені території з глибиною залягання ґрунтових вод до 2 м займають 93,5 тис. га, а мілководдя з глибинами до 2 м – 133 тис. га (*Рекомендації щодо поліпшення екологічного стану прибережних територій дніпровських водосховищ, 1999*).

Захищені від підтоплення і затоплення землі в зоні впливу водосховищ займають понижені ділянки приток і заток Дніпра. Їх загальна площа – 230 тис. га, що складає понад 70% прибережних земель. Частка мілководь в акваторіях водосховищ – 19,1%. На мілководдях зарегульовано 1,4 км³ води, що складає

13% корисного літнього об'єму. При загальній протяжності берегів дніпровських водосховищ близько 3100 км, значна їх частина (близько 40% протяжності) – заболочені і покриті водяною рослинністю, що затрудняє їх використання *(Рекомендації щодо поліпшення екологічного стану прибережних територій дніпровських водосховищ, 1999)*.

3.2. Трансформація рельєфу в районі гідротехнічного будівництва дніпровських водосховищ

Створення каскаду дніпровських водосховищ та 15.4 тис. ставків на його притоках, зумовило регіональний підйом рівнів басейну річки Дніпро, наслідком чого стала активізація ряду небезпечних рельєфоутворювальних процесів, серед яких підтоплення земель, (площею понад 1 млн.га); переробка берегів водосховищ, замулення вироблених затоплених річищ, затонів, стариць, а також зсувних, просадкових, суфозійних, ерозійних процесів *(Багмет О. Б. ,2015)*.

Підвищення урізу води Дніпра призвело до різкого і значного підняття місцевих базисів ерозії. Утворилась нова берегова лінія загальною протяжністю близько 3,5 тис. км. Більше третини якої зазнає активного руйнування денудаційними, особливо абразійними і ерозійними процесами, і потребує захисту.

За даними Дніпровського басейнового управління водними ресурсами при створенні Дніпровського каскаду водосховищ здійснено захист прилеглих територій та населених пунктів шляхом обвалування на площі 197 тис. га. В цій зоні розміщено понад 190 населених пунктів де проживає більше 600 тис. жителів. До складу основних захисних споруд, які знаходяться на балансі підвідомчих організацій Дніпровського басейнового управління водних ресурсів, входять 29 насосних станцій, 300 км захисних дамб з напором від 3 до 15 метрів, 147,1 км берегоукріплень та 38 інших гідротехнічних споруд. Таке

надмірне антропогенне навантаження на басейн Дніпра порушило його природну рівновагу та зумовило кризовий екологічний стан багатьох територій у його басейні (Багмет О. Б., 2015).

У результаті інтенсивного природокористування в басейні Дніпра, особливо після створення каскаду Дніпровських водосховищ, істотно активізувалися несприятливі геолого-геоморфологічні та гідрогеологічні процеси. Порівняно зі станом на початок 1970-х років, загальна площа, що була уражена різними екзогенними процесами, зросла в 1,5-2 рази (Гидрометеорологический режим озер и водохранилищ СССР, 1967).

За даними моніторингу геологічного середовища, проведеного Держкомгеологією України, за період з 1960 по 1996 роки кількість випадків несприятливих екзогенних процесів зросла у 3 – 5 разів.

Для кожної з зон, що тісно пов'язані з водосховищем, властивий свій комплекс природно-антропогенних процесів (Ломтадзе В. Д., 1977).

Після створення водосховища у зоні впливу підпору різко підсилюються процеси акумуляції, які на рівнинних річках регресивно поширюються на значну відстань. У чаші водосховища головну роль відіграє замулювання за рахунок акумуляції автохтонного (вноситься за рахунок біогенного матеріалу) та алохтонного матеріалу. Джерелами останнього є: стік річок та тимчасових водотоків; руйнування берегів та мілководдя; антропогенні скидання. У зоні підтоплення відбувається збільшення запасів підземних вод на прилеглий площі. У зоні нижнього б'єфу основним процесом є прискорена глибинна ерозія, з якою пов'язана трансформація заплави у надзаплавну терасу.

Руйнування берегів. Після створення водосховищ відбуваються істотні зміни природних та господарських умов як на територіях, що безпосередньо прилягають до нової водойми, так і віддалених, розміщених нижче за течією. Порушення динамічної рівноваги в межах берегових систем водосховищ зумовлює їх переформування – розмив, сповзання та акумуляцію відкладів.

Переробка берегів водосховищ відбувається в тих самих умовах і під дією тих самих чинників, що й абразія. Її масштаби визначаються розмірами водойми (площа, об'єм водної маси, довжина, ширина), які визначають параметри хвиль, та особливостями природних умов району (рельєф, клімат та геологічна будова), які можуть послабити, чи посилити вплив водосховища.

До факторів, що сприяють активізації руйнування берегів належать: переважання пухких порід у будові берегів; розвиток зсувів та інше, процесів швидкого руйнування схилів; відсутність чи пригніченість водної та наземної рослинності; вітрове хвилювання; тривалість льодоставу та інші особливості рельєфу та клімату; видалення продуктів абразії береговими течіями; переміщення берегової лінії протягом року (*Горшков С. П., 1982*).

Основним гідродинамічним фактором переробки берегів водосховищ є вітрове хвилювання. Відносна висота й морфологія берегів також впливають на інтенсивність їх переформування: швидкість розмиву збільшується зі збільшенням крутизни та випуклості схилів. Пологі береги з ухілами не більше 2–4° зазвичай не розмиваються.

Зі збільшенням висоти берега швидкість розмиву також зменшується через швидке утворення мілин. Загальна довжина берегової лінії системи Дніпровських водосховищ складає близько 3529 км. При цьому 611 км берегів захищені інженерними спорудами, на ділянках довжиною 1589 км розвиток процесу є мінімальним за рахунок пологості берегів, а на ділянках загальною довжиною 1329 км переробка берегів відбувається постійно.

Найпоширенішими процесами переробки берегів водосховищ дніпровського каскаду є абразійно-зсувні і абразійно-обвальні-осипні.

Максимальні швидкості переробки берегів відмічались у перші 5 – 10 років існування водосховищ: у цей час береги, складені пухкими породами, відступали на 50–100 м/рік. Згодом середня швидкість відступання зменшилася до 5 м/рік, а максимальна (на окремих ділянках) – 20–30 м/рік.

Максимальна ширина зони розмиву берегів в межах Київського водосховища досягла 450 м.

На сучасному етапі активні абразійні процеси відбуваються на берегах Канівського, Кременчуцького і Дніпровського водосховищ. В межах Кам'янського і Каховського водосховищ – процеси перероблення берегів уповільнились (Багмет О. Б., 2015).

За останні 35 років у водосховища надійшло понад 337 м³ продуктів руйнування берегів. На початок XXI століття втрата земель від переробки берегів досягла 25 тисяч гектарів. На сьогодні для берегів водосховищ Дніпровського каскаду характерні такі показники швидкості переробки берегів (Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні, 2020):

– на ділянці Київського водосховища довжиною 10 км (Старі та Нові Петрівці – Вишгород – 0,1м/рік;

– на ділянці Канівського водосховища довжиною 75 км (Халеп'я – Гребені – Стайки – Ходорів) 0,1-0,8м/рік;

– на ділянці Канівського водосховища довжиною 26,65 км в межах Черкаської області – 0,3 м/рік при ширині смуги переробки до 30 м. На забудованій ділянці берега довжиною 4км швидкість переробки збільшується до 0,4 км/рік;

– на ділянках берегів Каховського та Дніпровського водосховищ в межах Запорізької області завдовжки 87км – 0,1- 1,0 м/рік. На забудованій ділянці берега завдовжки 23 км швидкість переробки сягає 0,4 км/рік. Ширина смуги переробки берега коливається від 1,5 до 5м;

– на ділянках берегової смуги Каховського водосховища в межах Херсонської області довжиною 99 км на лівобережжі і 101км на правобережжі – до 0,3 м/рік. В окремих випадках (у районах розвитку зсувів) швидкість розмиву берегової лінії збільшується до 0,3-0,5 м/рік.

Загалом, зі збільшенням віку водосховищ інтенсивність процесів переформування берегів зменшується, утворюється стійкий профіль берега. Однак, зміна водогосподарських функцій і режиму водосховища може знову активізувати процеси переформування берегів.

До числа найбільш небезпечних екзогенних рельєфоутворювальних процесів за площею поширення та за завданими збитками господарським об'єктам належать підтоплення та зсуви.

Зсувні процеси в басейні Дніпра пов'язані як зі змінами гідрологічного режиму басейну після створення каскаду водосховищ, так і з іншими антропогенними факторами.

Основною причиною посилення зсувної активності є підвищення рівня урізу води, його наближення до подошви давніх стабілізованих зсувних схилів. Це викликало підвищення вологості (обводненості) пухких відкладів (переважно – лесів), збільшення підпору ґрунтових вод у глибину схилу і абразійне підрізання його основи.

Наявність в геологічному розрізі берега одного або кількох водотривких глинистих горизонтів, сприятливих для утворення дзеркал ковзання є ще одним чинником, що сприяв активізації зсувних процесів. Багаторічні спостереження за динамікою розвитку зсувів на берегах Канівського водосховища дозволили виявити ряд закономірностей (*Багмет О. Б. ,2015*).

Зсувний процес, який має значний розвиток, у межах природно-техногенної системи “схил-водосховище” приносить значні збитки і визначає ряд народногосподарських проблем. Ураження території досліджень зсувами складає більш 50% для Київського підрайону і близько 20% - для Канівського підрайону. Усього на узбережжі Канівського водосховища описано більше 300 зсувів.

Максимальна активність зсувних процесів зафіксована протягом перших 10-13 років експлуатації водосховища. Якщо станом на 1963 рік на ділянці правобережжя Канівського водосховища від с. Халеп'я до с. Ходорів будо

зафіксовано 15 зсувів, то в результаті повторних обстежень вказаної ділянки в 1973 році їх кількість зростає до 155. В подальшому інтенсивність процесів берегової абразії в межах Канівського водосховища поступово зменшується, що пов'язано зі стабілізацією процесу переробки берегів (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Переробка берегів Канівського водосховища, м
(за даними геологічних підприємств «Північгеологія» та «Київгеологія»)

Ділянка	Динаміка переробки берегів за роками спостережень																Сума, м
	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	
Витачів	8,3	6,0	4,0	2,7	2,3	2,1	2,2	2,3	1,7	1,6	1,2	0,2	1,0	0,0	2,5	0,4	38,5
Стайки	25,5	4,1	0,5	2,9	3,7	2,8	2,3	1,5	5,4	1,8	0,0	0,7	0,5	0,8	0,6	0,2	53,3
Гребені	10,3	2,3	4,5	2,5	2,7	2,0	1,8	1,9	1,4	1,8	2,6	0,1	0,4	0,0	0,5	0,7	35,5
Ржищів	5,0	2,6	1,9	2,9	5,3	5,7	4,1	1,5	3,2	1,3	3,0	0,2	0,0	1,0	2,0	0,6	40,3
Ходорів	8,9	6,6	4,0	4,2	0,5	3,2	0,8	1,4	1,0	1,4	0,0	0,4	0,4	0,2	0,2	0,6	33,8

Якщо для абразії характерне постійне зменшення показників активності, то для процесів зсувоутворення характерною є ритмічність прояву, що зафіксована в періодичному збільшенні кількості активних форм (рис. 3.3).

Результати досліджень причин розвитку руйнівних та катастрофічних проявів зсувних процесів у межах Правобережжя Дніпра свідчать, що в більшості випадків вони прямо чи опосередковано пов'язані з антропогенним впливом. Так, активізація зсувів на правому схилі Дніпра в межах м. Києва, сіл Стайки і Гребені значною мірою пов'язана з антропогенним впливом – руйнуванням рослинного покриву, порушенням поверхневого та підземного стоків, підрізанням схилів, їх геомеханічне перевантаження тощо. (Митропольський О.Ю., 2008).

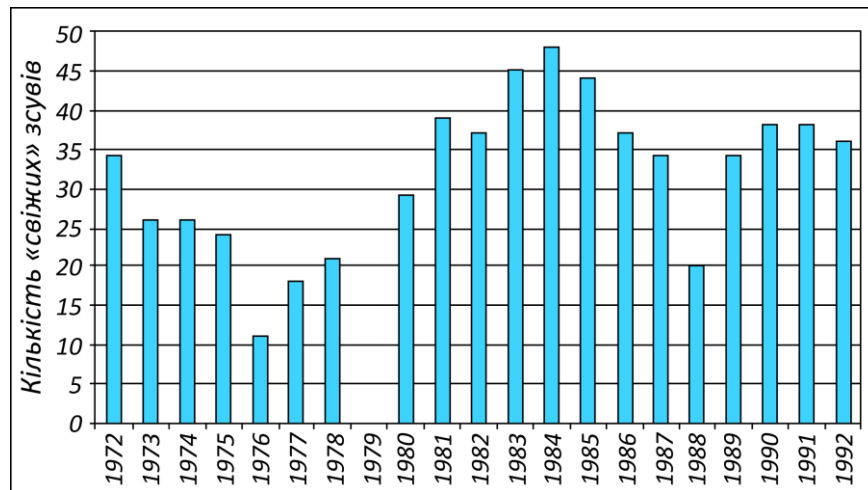


Рис. 3.3. Динаміка активізації зсувних форм на ключових ділянках Канівського водосховища

Підвищення рівня урізу води в річці річки при створенні водосховищ спричинює підпір підземних вод, що мають гідравлічний зв'язок з річкою. Це є однією з головних причин активізації процесів підтоплення.

Зони підтоплення часто виникають і внаслідок зміни напрямку руху підземних вод після затоплення ложа водосховища.

Підтоплення в межах басейну Дніпра має як природні передумови (високий рівень залягання ґрунтових вод в поліській частині басейну, а також в межах заплави і перших надзаплавних терасах), так і техногенні. До останніх, нарівні зі зміною гідрологічного режиму басейну Дніпра, належить також відсутність або незадовільний стан дренажних та каналізаційних систем в населених пунктах, втрати води з водопровідних мереж, зрошення, значна розораність території, знищення лісів та ін.

Таким чином, відокремлювати вплив власне змін гідрологічного режиму на підтоплення земель від інших антропогенних причин цього процесу дуже складно. Тим не менш, очевидно, що найпотужнішим чинником підтоплення земель в басейні Дніпра є створення каскаду водосховищ, а також будівництво та експлуатація зрошувальних систем півдня України (Демчишин М. Г., 1985).

Після створення каскаду дніпровських водосховищ в зоні підтоплення (глибина залягання рівня ґрунтових вод до 2 м) опинилося 95,8 тис. га земель.

Площі підтоплених земель змінюються з року в рік. Динаміка підтоплення визначається не лише антропогенним, але й природним чинником. Вона пов'язана з річними коливаннями зволоженості території, кількістю і періодичністю випадання атмосферних опадів, які впливають на режим зміни глибини залягання ґрунтових вод. Так, найбільша площа підтоплених земель в басейні Дніпра зафіксована на початку 1980-х років. В цей час (за даними на 1981 р.) підтопленими були близько 225 тис. га. орних земель (*Методологічні підходи до встановлення меж складних техноекосистем, 2013*). Саме на цей припадає один з кліматичних максимумів вологості клімату і пік природного 33-річного циклу коливання рівня ґрунтових вод. В подальші роки площа підтоплених орних земель скоротилася більш ніж у п'ять разів і на 1985 рік склала близько 16 тис. га (*Малі річки України..., 294 с*).

Найбільші площі підтоплених земель фіксуються в південних областях, де процес розвивається не тільки в межах заплав, надзаплавних терас днищ великих балок, а й на вододілах. За останні 30 років площа підтоплення тут в середньому зросла в 8 разів.

3.3. Заходи захисту території водосховища від підтоплення

З метою обґрунтування заходів захисту території від підтоплення проводять узагальнення матеріалів геологічних, гідрогеологічних, геоморфологічних, гідромеліоративних досліджень, даних аерокосмічного моніторингу, інженерно-геологічних вишукувань.

Внаслідок аналізу комплексу даних проводиться оцінка та картографування небезпеки підтоплення, економічних збитків від підтоплення, розробляються заходи захисту від підтоплення населених пунктів.

Дослідженню небезпечних екзогенних рельєфоутворювальних процесів, що відбуваються берегах водосховищ, надається велика увага при проведенні інженерно-геоморфологічних досліджень. Вони розглядаються з точки зору

оцінки їх обмежувальної ролі при обґрунтуванні проектів будівництва, розробці комплексу заходів з інженерного захисту території від негативного впливу небезпечних процесів в районах розташування інженерних споруд різних типів тощо. Це завдання найкраще розв'язується за допомогою моніторингу і прогнозу розвитку екзогенних процесів (Багмет О. Б., 2015).

Державна система моніторингу екзогенних рельєфоутворювальних процесів – це система спостережень, збору, передачі, зберігання та аналізу інформації щодо стану екзогенних рельєфоутворювальних процесів (у тому числі антропогенних), прогнозування їх змін, розробка науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття управлінських рішень (Багмет О. Б., 2015).

Систематизацією результатів спостережень за станом берегової зони каскаду дніпровських водосховищ займається відділ моніторингу Дніпровського басейнового управління водних ресурсів. Спостереження проводяться за двома напрямками: інженерно-геологічний моніторинг та гідрогеологічний моніторинг.

Інженерно-геологічний моніторинг включає:

- обстеження берегів водосховищ з метою визначення їх стійкості до руйнування під впливом хвиль та течій;
- обстеження прибережних захисних смуг;
- оцінку небезпеки руйнування берегів; контроль технічного стану берегозахисних споруд.

Інженерно-геологічний моніторинг берегової лінії виконується за допомогою інженерно-геологічних створів закладених на берегах досліджуваних водойм.

Гідрогеологічний моніторинг на прибережних територіях здійснюється для вивчення та прогнозування процесів підтоплення та затоплення земель у прибережній смузі і виконується за допомогою мережі гідрогеологічних спостережних свердловин. При цьому систематично проводяться заміри рівнів ґрунтових і поверхневих вод та щорічні обстеження підтоплених земель

захищених і незахищених територій, вивчається стан господарських об'єктів, обґрунтовується необхідність переселення людей з небезпечних територій. Режимні стаціонарні спостереження та польові дослідження за проявом екзогенних процесів здійснювали також Київська зсувна станція та інженерно-геологічні партії геологічних підприємств України (Багмет О. Б., 2015).

Аналізуючи сучасний стан та ефективність роботи відомчих мереж моніторингових спостережень треба зазначити, що відбулося суттєве скорочення програм спостережень. Кожна з відомчих систем базується на власній мережі пунктів, спостереження проводяться за неузгодженими між собою програмами, суб'єкти моніторингу мають різну науково-методичну базу і матеріально-технічне забезпечення. Усе це перешкоджає оперативній обробці даних та ускладнює застосування уніфікованого й комплексного підходу при аналізі тенденцій прояву і прогнозу розвитку екзогенних процесів (Багмет О. Б., 2015).

Для вирішення актуальних завдань раціонального водокористування та обґрунтованого прогнозу розвитку екзогенних процесів необхідно застосовувати сучасні засоби отримання оперативної інформації.

Систематичне одержання такої інформації традиційними методами вимагає значних матеріальних витрат, і, зважаючи на незадовільний стан фінансування моніторингових досліджень, часто практично неможливе. Найкращих результатів можна досягти при комплексному, синхронному використанні космічних та наземних досліджень (Використання дистанційного зондування Землі та ГІТ для вирішення водоресурсних і водоохоронних завдань, 2003).

Зростання інтересу до прогнозої оцінки динаміки трансформації берегів водосховищ зумовлюється збільшенням господарської освоєності узбережних територій, підвищенням їх цінності через дефіцит вільних земель. Укладання точного прогнозу необхідне для обґрунтування проектів створення водосховищ, будівництва, реконструкції чи переносу захисних споруд тощо. Головними

завданнями прогнозої оцінки трансформування берегів водосховищ є *(Рекомендации по оценке и прогнозу размыва берегов равнинных рек и водохранилищ для строительства, 1987)*:

- встановлення процесів, що можуть брати участь в деформації берегових схилів та впливати на стійкість споруд;
- якісна оцінка змін їх активності в порівнянні з існуючою;
- встановлення граничних розмірів руйнування берегів без зазначення терміну їх досягнення;
- розрахунки середніх і максимальних розмірів руйнувань берегів на заданий період;
- розрахунки середніх і максимальних термінів, протягом яких можуть відбутися руйнування берегів певних розмірів.

Розробка прогнозів розвитку сучасних рельєфоутворювальних процесів пов'язана із низкою труднощів, що пояснюється складністю аналізу передумов розвитку процесів через велику кількість факторів, які визначають тенденції, циклічність, ритмічність, амплітуду прояву окремих видів сучасних рельєфоутворювальних процесів, а також відсутність або наявність неповних часових рядів спостережень за проявом екзогенних процесів різного генезису *(Багмет О. Б. ,2015)*.

Наявність великої кількості природних ритмів різної тривалості (добові, сезонні, вікові), безперервність їхнього розвитку у часі, накладання один на одного призводить до складнощів при визначенні провідного ритму.

Розробку достовірних прогнозів розвитку небезпечних екзогенних процесів ускладнює й асинхронність прояву природних ритмів. При цьому потрібно враховувати, що далеко не кожна активізація прояву процесів, пов'язана з їх ритмічністю. Про ритмічність можна впевнено говорити лише за умови закономірного, багаторазово повторювання активізацій процесів через певні часові інтервали, що можливо лише за наявності даних тривалих спостережень *(Багмет О. Б. ,2015)*.

Методика кількісного прогнозу розвитку рельєфоутворювальних процесів може базуватися на обчисленні площ та меж розповсюдження процесів, оцінці інтенсивності їхнього прояву.

Важливим завданням прогнозу є визначення стійкості рельєфу з урахуванням ураженості території екзогенними рельєфоутворювальними процесами (ерозією, зсувами, абразією тощо) та зростаючого антропогенного впливу на рельєф, який є об'єктом прямого впливу господарської діяльності людини.

В залежності від поставлених завдань розрізняють наступні складові прогнозу, які можуть бути виділені як і самостійні категорії: просторова, часова, оцінка потужності та характеру прояву процесу.

Важливого значення при проектуванні та експлуатації водосховищ набуває реальна оцінка швидкості руйнування та прогнозна оцінка швидкості відступання абразійних, абразійно-обвальних та абразійно-зсувних берегів. Кількісні значення швидкості переробки берегів водосховищ отримують за допомогою інструментальних методів на окремих стаціонарах. Такі роботи проводились на ключових ділянках в межах правобережжя Київського, Канівського та Кременчуцького водосховищ Дніпровського каскаду (*Багмет О. Б., 2015*).

Таким чином, трансформація рельєфу прибережної зони в межах долини Дніпра на сучасному етапі значною мірою пов'язана з будівництвом і експлуатацією каскаду Дніпровських водосховищ в результаті чого була порушена природна рівновага рельєфу берегових систем.

Аналіз даних багаторічних спостережень за динамікою екзогенних процесів, що проявляються на берегах водосховищ дозволив встановити просторово-часові закономірності їх проявів. В перші роки після створення водосховищ головним процесом трансформації берегів виступає абразія, яка до того ж може розглядатися як фактор активізації зсувів. З часом інтенсивність абразії берегів водосховищ має тенденцію до поступового зменшення.

Основними факторами що впливають на процеси трансформації берегів Дніпровських водосховищ є кліматичні, геоморфолого-геологічні та гідрогеологічні особливості території, а також, антропогенний вплив на прибережні геоморфосистеми (Багмет О. Б., 2015).

Масштаби гідротехнічного будівництва в Україні значною мірою змінили характер перебігу природних екзогенних процесів (ерозії, абразії, суфозії, гравітаційних процесів тощо), а концентрація великих об'ємів води у водосховищах Дніпровського каскаду має вплив і на динаміку земної кори, уможливлючи прояви техногенної сейсмічності.

До негативних наслідків будівництва каскаду водосховищ слід віднести зменшення сейсмічної стійкості порід внаслідок їх підтоплення та водонасичення, активізацію процесів абразії, зсувоутворення, підтоплення, засолення і осолонцювання ґрунтів, їх вторинного оглеєння, залуження і заболочування. Прогнозування розвитку цих процесів належить до числа найважливіших завдань інженерної, антропогенної та екологічної геоморфології (Багмет О. Б., 2015).

3.5. Вплив військових дій на техногенну безпеку водосховищ

Військові дії на території України призвели до виникнення багатьох соціальних і гуманітарних проблем, а також спричинили серйозні загрози аварійних ситуацій техногенного характеру, заподіяних діями окупантів.

Ризики для населення, пов'язані із пошкодженням об'єктів, що становлять підвищену екологічну небезпеку, турбують в цей час по-особливому, адже в умовах відсутності контролю та можливостей ліквідації їх негативних наслідків, потенційно збільшуються масштаби негативного впливу.

З початку вторгнення країни-агресора Російської Федерації, ворог намагається окупувати та атакувати інфраструктуру гідроелектростанцій (ГЕС) в Україні. В енергетичному комплексі України гідроелектростанції посідають

третє місце після теплових та атомних електростанцій. Тому, важливо розуміти і окреслити, які наслідки можуть настати у разі бойових дій або терористичних атак окупантів на об'єкти інфраструктури ГЕС.

В Україні, під час воєнних дій на них чи атак з повітря, небезпеку для населення можуть становити гідроелектростанції, греблі та шлюзи Дніпровського каскаду: Дніпровська ГЕС (Дніпро ГЕС, Запоріжжя), Середньодніпровська ГЕС, Каховська ГЕС, Кременчуцька ГЕС, Канівська ГЕС, Київська ГЕС, малі та середні ГЕС Дністровського каскаду, греблі.

Наведемо основні ризики для населення, які можуть виникати від руйнування інфраструктури ГЕС України ([внаслідок воєнних дій або терористичних атак](#)).

Дніпровська ГЕС. У випадку руйнування греблі Дніпровської ГЕС, швидкість припливної хвилі буде складати 4-5 м/с на широких ділянках водойми, а в більш вузьких місцях вона істотно збільшиться. Гребля Дніпровської ГЕС знаходиться на відстані 40 кілометрів від Запорізької АЕС. Від гідроудару дамби будуть розмиті, рівень води в Каховському морі після такого катаклізму сильно знизиться. Ставок-охолоджувач Запорізької АЕС залишиться без води, що призведе до аварії за типом Фукусіми у зв'язку з проблемою охолодження шести реакторів-мільйонників (newukraineinstitute.org/media/news/529/file/2%20небезпека.pdf).

Канівська ГЕС. В ході будівництва Канівської ГЕС (1972-1975 рр.) до складу гідротехнічних бетонів домішували золу з теплових електростанцій. Потім з'ясувалося, що це було фатальною помилкою: вода всі ці роки вимивала золу, на її місці утворювалися порожнечі. Оцінити масштаби пошкоджень дуже важко, оскільки порожнечі знаходяться всередині конструкцій. Інженери не виключають, що в аварійному стані знаходиться весь фронт греблі. Сьогодні вона утримує тиск 2,5 кубічних кілометрів води, що є гігантським навантаженням на ГЕС. Вчені Національної екологічної ради України підрахували, що прорив греблі Канівської ГЕС призведе до затоплення значної

частини Черкаської області, виникненню непрохідних боліт на цій території, а також до збільшення тиску на греблю Кременчуцького водосховища та її прориву. Тобто дамби, що знаходяться нижче за течією, почнуть складатися і руйнуватися одна за одною за принципом доміно.

Також [екологи відзначали](#), що на дні Канівського водосховища лежить радіоактивний стронцій-90 і цезій-137 після Чорнобильської катастрофи (<https://fbc.ua/news/suspilstvo/ekologi-poperedzhayut-pro-rujnuvannya-grebel-na-ges/>). Тому, прорив цього водосховища несе ризики радіаційного забруднення вод Дніпра та Чорного моря, а відповідно і загрозу для здоров'я населення, що споживає воду із Дніпра.

Київська ГЕС. У разі руйнування греблі Київської ГЕС тільки в районі Києва зона затоплення може становити 42 км² з населенням 400 тис. осіб. Загальна площа катастрофічних затоплень на території України внаслідок гідродинамічних аварій може становити 8294 км², куди увійдуть 536 населених пунктів (newukraineinstitute.org/media/news/529/file/2%20небезпека.pdf).

Кременчуцька ГЕС. У разі прориву може потрапити у зону катастрофічного затоплення – 70 населених пунктів та 200 000 осіб (<https://www.telegraf.in.ua/topnews/10101763-kremenchuk-mozhe-potrapiti-u-zonu-katastrofichnogo-zatoplennja-u-razi-napadu-rf.html>).

Згідно [даних Запорізької РДА](#), при найнебезпечнішому варіанті у разі руйнування гідротехнічних споруд (прориву гребель) Кременчуцького, Кам'янського, Дніпровського водосховищ відбудеться катастрофічне затоплення частини території Запорізької області.

У випадку прориву греблі Кременчуцького водосховища:

- через 5 год. 48 хв. – руйнівний потік води досягне с. Федорівка Запорізького району;

- через 6 год. 18 хв. – хвиля досягне греблі Дніпровської ГЕС;

– через 20 год. 00 хв. при досягненні водою відмітки рівня прориву 53 м гребля Дніпровської ГЕС руйнується, після чого почнеться затоплення території нижнього б'єфу району по Каховському водосховищу.

Підйом води в деяких місцях зони катастрофічного затоплення досягне 8 – 12 м і буде утримуватися від 4,0 до 7,0 годин з подальшим спадом рівнів води протягом 2 – 4 діб (<http://epl.org.ua/announces/vijna-pidvyshhuye-ryzykynadzvyhajnyh-sytuatsij-na-ges/>).

РОЗДІЛ 4

МОНІТОРИНГ ТА ОЦІНКА НЕБЕЗПЕЧНИХ ЯВИЩ НА ТЕРИТОРІЇ КАНІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА

4.1. Моніторинг евтрофікації Канівського водосховища за мультиспектральними космічними знімками Landsat

Сучасні супутники Landsat-8 дозволяють отримувати мультиспектральні знімки з просторовим розрізненням 15–60 м і періодичністю знімання 16–18 діб. Результати зйомки цих супутників є відносно відкритими і вже тривалий час широко використовуються у наукових дослідженнях.

В процесі дослідження були використані супутникові знімки, отриманні системами знімання Landsat місії 8 (OLI, TIRS). Технічні характеристики сенсорів вказаного супутника наведено в табл. 4.1.

Таблиця 4.1.

Технічні характеристики супутника Landsat 8: сенсори OLI, TIRS 8

<i>Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) and Thermal Infrared Sensor (TIRS)</i>	<i>Канал 1 – Ultra Blue (coastal/aerosol)</i>	<i>0,435 – 0,451</i>	<i>30</i>
	<i>Канал 2 – Blue</i>	<i>0,452–0,512</i>	<i>30</i>
	<i>Канал 3 – Green</i>	<i>0,533–0,590</i>	<i>30</i>
	<i>Канал 4 – Red</i>	<i>0,636–0,673</i>	<i>30</i>
	<i>Канал 5 – Near Infrared (NIR)</i>	<i>0,851–0,879</i>	<i>30</i>
	<i>Канал 6 – Shortwave Infrared (SWIR) 1</i>	<i>1,566–1,651</i>	<i>30</i>
	<i>Канал 7 – Shortwave Infrared (SWIR) 2</i>	<i>2,107–2,294</i>	<i>30</i>
	<i>Канал 8 – Panchromatic</i>	<i>0,503–0,676</i>	<i>15</i>
	<i>Канал 9 – Cirrus</i>	<i>1,363–1,384</i>	<i>30</i>
	<i>Канал 10 – Thermal Infrared (TIRS) 1</i>	<i>10,60–11,19</i>	<i>100**(30)</i>
	<i>Канал 11 – Thermal Infrared (TIRS) 2</i>	<i>11,50–12,51</i>	<i>100**(30)</i>

** розрізненність у каналах сенсора TIRS складає 100 м, системи обробки даних перераховують його до 30 м.

Усі сцени відносяться до вегетаційного періоду (з травня по вересень) і характеризуються мінімальними значеннями хмарності. Знімки були завантажені з сайту Національної геологічної служби (USGS) (*EarthExplorer – USGS: <https://earthexplorer.usgs.gov/>*).

Початкові цифрові значення знімка («сирі значення» або DN_s – Digital Numbers), які є його спектральною яскравістю, визначають за числом і положенням рівнів квантування в радіометричному діапазоні.

Радіометрична корекція полягає у варіюванні значень яскравості пікселів, причиною якого є не сам об'єкт або скановане зображення. Таке варіювання визначається збоєм або несправністю детекторів, впливом рельєфу і атмосферними ефектами (Кохан С.С., Востоков А.Б., 2009).

Тому попередньо було виконано радіометричну та атмосферну корекцію знімків.

Радіометрична корекція полягає у перерахунку безрозмірних «сирих» значень DN_s у фізичні величини: значення спектральної густини енергетичної яскравості (spectral radiance) або у значення коефіцієнтів відбиття (reflectance).

У даній роботі було обчислено величини спектральної густини енергетичної яскравості L_{λ} .

Для знімків Landsat сенсорів OLI і TIRS перерахунок виконується за формулою (Landsat 8 Data Users Handbook, 2016, Procedures for calculation of the albedo with OLI-Landsat 8 images)

$$L_{\lambda} = Mult_{band} \cdot Q_{cal} + Add_{band} ,$$

де $Mult_{band}$ – мультиплікативний коефіцієнт масштабування для певного каналу знімка (RADIANCE_MULT_BAND у файлі метаданих);

Add_{band} – адитивний коефіцієнт масштабування для певного каналу знімка (RADIANCE_ADD_BAND у файлі метаданих).

Після виконання радіометричної корекції було виконано атмосферну корекцію (Atmospheric Correction) та корекцію за рельєф (Topographic Correction) з використанням цифрової моделі рельєфу SRTM, отриманої з ресурсу (EarthExplorer – USGS: <https://earthexplorer.usgs.gov/>).

Для виявлення на водосховищі ділянок «цвітіння» води використано нормалізований різницевий вегетаційний індекс NDVI (Normalized Difference

Vegetation Index), що обчислюється за формулою (Кохан С.С., Востоков А.Б., 2009).

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED},$$

де NIR і RED – значення спектральної густини енергетичної яскравості в ближньому інфрачервоному та червоному каналах, відповідно.

$$NDVI = [-1; +1].$$

Для водних об'єктів NDVI набуває негативних значень; для ґрунтів, сухої рослинності наближається до нуля; максимальних значень набуває для вегетуючої рослинності, і проміжних – для різних станів рослинного покриву.

Значення індексу при відсутності рослинності або дуже зрідженого травостою/стеблостою наближається до нуля або має від'ємні величини, характеризуючи голий ґрунт (Кохан С.С., Востоков А.Б., 2009).

На рис. 4.1- 4.3. представлено зображення території Канівського водосховища за різні роки. Як свідчить зображення рис. 4.1, додатних значень NDVI на території водосховища немає (зелені кольори на території водосховища відсутні), а середнє значення $NDVI_{\text{сер},1975} = -0,044$ (обчислено за допомогою функцій зональної статистики ArcGIS). Це свідчить про відсутність водоростей (що також можна бачити і на мультиспектральному знімку).

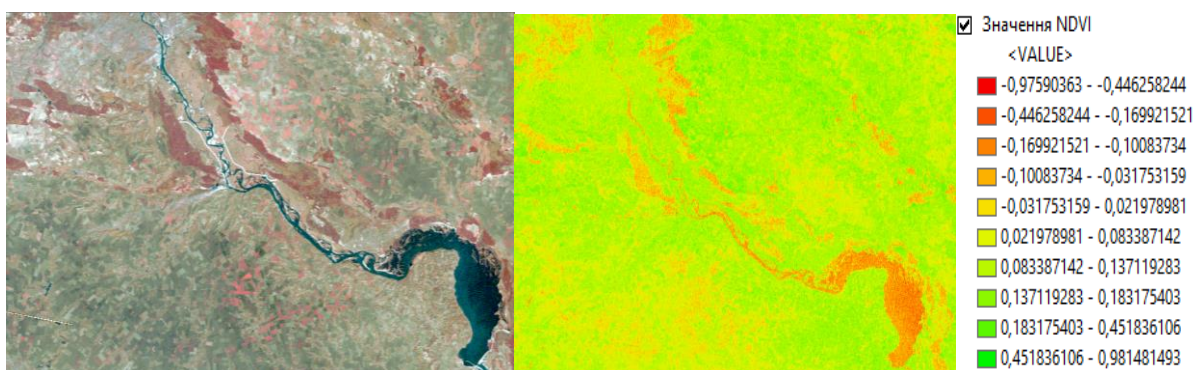


Рис. 4.1. Сцена Landsat 2 за вересень 1975 р.: а – мультиспектральний знімок (R,G, B = NIR, Red, Green); б – значення індексу NDVI

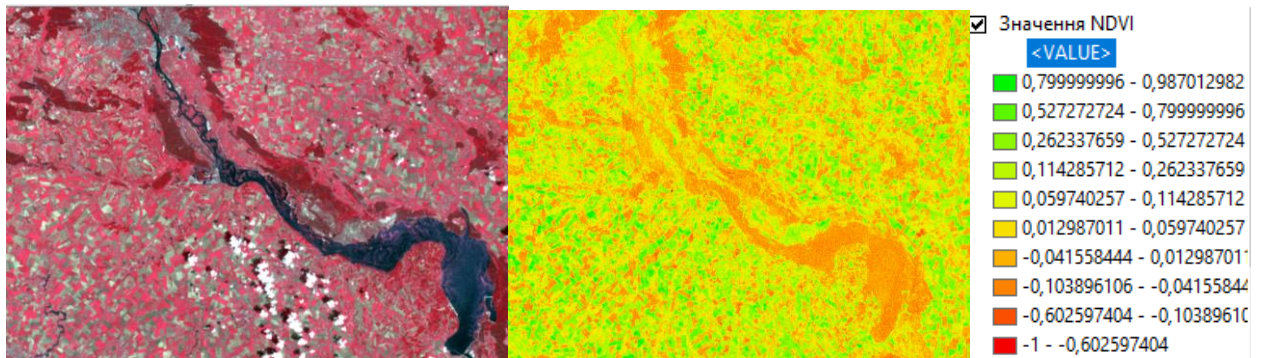


Рис. 4.2. Сцена Landsat 5 за травень 1987 р.: а – мультиспектральний знімок (R, G, B = NIR, Red, Green); б – значення індексу NDVI

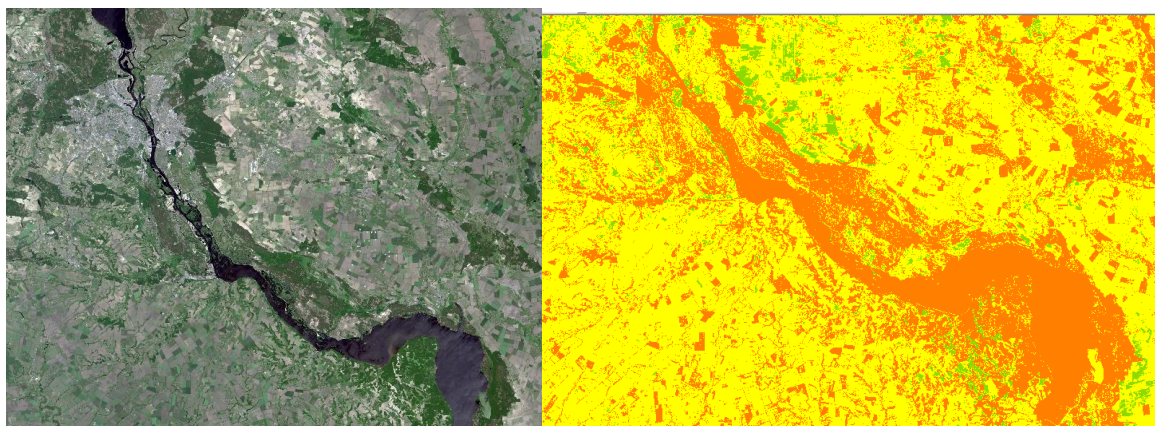


Рис. 4.3. Сцена Landsat 8 за червень 2020 р.: а – мультиспектральний знімок (R, G, B = NIR, Red, Green); б – значення індексу NDVI

Як свідчать наведені зображення у водосховищі має місце значний приріст водоростей, що свідчить про заростання Канівського водосховища.

4.2. Оцінка ризиків зсувів

На рис. 4.4 представлена класифікація факторів виникнення та розвитку зсувних процесів, виділені фактори-умови і фактори-процеси, що визначають різні види впливу на коефіцієнт стійкості та режим стійкості зсувних схилів (Демчишин М.Г., 1982).

Спостереження за зсувами виконують різними геодезичними методами.

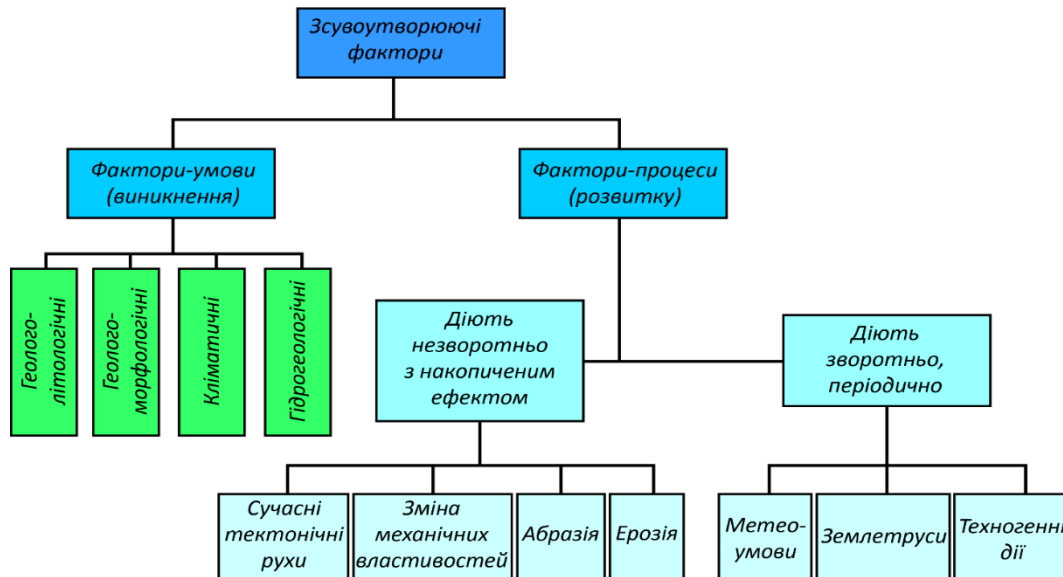


Рис. 4.4. Класифікація факторів виникнення та розвитку зсувних процесів

Залежно від виду й активності зсуву та напрямком й швидкості його переміщення ці методи поділяють на чотири групи:

1. Осьові (одномірні), коли зсув визначають стосовно заданої лінії або осі;
2. Планові (двовимірні), коли зсув зсувних точок спостерігають за двома координатами у горизонтальній площині;
3. Висотні – для визначення тільки вертикальних зсувів;
4. Просторові (тривимірні), коли знаходять повний зсув точок у просторі за трьома координатами.

Осьові методи застосовують у тих випадках, коли напрямок зсуву відомо. До осьових відносять:

- 1) метод відстаней, що полягає у вимірі відстаней по прямій лінії між знаками, встановленими уздовж руху зсуву;
- 2) метод створів, облаштований у напрямку, який є перпендикулярним до руху зсуву;
- 3) променевий метод, що полягає у визначенні зсуву зсувної точки за зміною напрямку візирного променя з вихідного знаку на зсувний.

До планового належать методи:

- 1) метод прямих;

- 2) зворотній метод;
- 3) метод лінійних засічок;
- 4) метод полігонометрії;
- 5) комбінований метод.

Висотні зсуви зсувних точок знаходять в основному методами геометричного та тригонометричного нівелювання.

Для визначення просторового зсуву застосовують лазерне сканування. Спостереження за зсувами проводяться не рідше одного разу рік. Періодичність коректуються залежно від коливання швидкості руху зсуву. Вона повинна збільшуватися в періоди активізації й зменшуватися в період вгасання.

Берегова лінія Дніпровських водосховищ – це абразійно-ерозійні береги, що потребують закріплення. Внаслідок руйнування берегів вже втрачено 617 га землі. За останні 35 років у водосховища надійшло більше ніж 337 м³ продуктів руйнування берегів. При створенні водосховищ порушується динамічна рівновага й починається переформування берегів – розмив, оповзання або акумуляція відкладень. Загалом, у міру збільшення віку водосховищ, переформування берегів зменшується, утворюється стійкий профіль берега. Однак зміна водогосподарських функцій і режиму водосховища може знову викликати переформування берегів. Створення в межах України шести крупних водосховищ на річці Дніпро спричинило підняття базису ерозії на 10 м.

На території України широко поширені екзогенні геологічні процеси (далі – ЕГП), як природні, так і природно-техногенні та техногенні, що пов'язані з впливом господарської діяльності на геологічне середовище (рис. 4.5).

Особливості геологічної будови території Черкаської області зумовлюють розвиток небезпечних екзогенних геологічних процесів поблизу великих річок (Дніпро, Гірський Тікич, Рось та інших) (рис. 4.6).

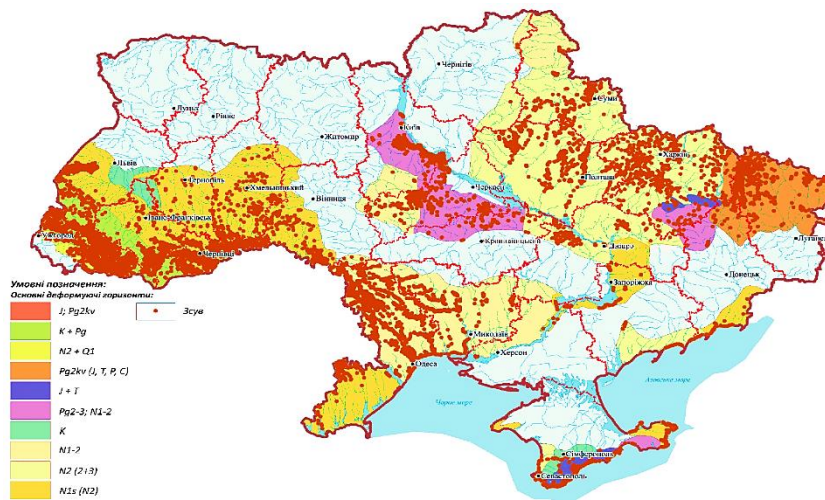


Рис. 4.5. Поширення зсувів на території України
(Електронний атлас України)



Рис. 4.6. Зсув на березі Канівського водосховища
(Стефанишин Д. В., 2010)

В межах Канівського водосховища широко проявлені процеси вивітрювання, сучасні гравітаційні, водно-ерозійні, водно-аккумулятивні, суфозійні та інші процеси. Крім того, значний вплив на їх інтенсивність здійснює і господарська діяльність людини. В результаті дії всіх цих чинників утворились і продовжують розвиватись різноманітні форми рельєфу.

Процеси вивітрювання. Процеси вивітрювання гірських порід (фізичного й хімічного) – явище важливе з погляду формування поверхні землі й певних видів корисних копалин як результатів безпосереднього вивітрювання та переробки вивітрилих порід іншими геологічними процесами (родовищ каоліну

та бокситів, заліза, ільменіту, нікелевих та марганцевих руд, будівельних матеріалів – глини, піску, жорстви, щебеню тощо).

Залежно від кліматичних умов, складу та умов залягання гірських порід виділяють декілька типів кір вивітрювання. В умовах помірно теплого клімату та помірної вологості, характерних для сучасної України, формуються кори вивітрювання, складені глинистим матеріалом, переважно каолінітом та гідрослюдами (Іванік О.М., Менасова А.Ш., Тустановська Л.В., 2017).

На гранітних кар'єрах (Богуславському та Малосмілянському) у межах верхнього (поверхневого) шару чітко спостерігається зміна з глибиною (на різних об'єктах – у різному ступені, від 50-80 см до декількох метрів) структури, складу й кольору порід, їх тріщинуватості, насиченості гумусом тощо. Це сучасна кора вивітрювання. Особливо яскраві прояви фізичного вивітрювання – десквамація та тріщинуватість – спостерігається в згаданих кар'єрах (Іванік О.М., Менасова А.Ш., Огієнко О.С., Тустановська Л.В., 2017).

Гравітаційні процеси проявляються майже на всіх відслоненнях. Зазначимо, що найбільш важливими причинами, які зумовлюють розвиток зсувів у Середньому Придніпров'ї, є такі:

1) орографічні умови схилів (різкі коливання висот поверхні від 80 до 100 м на невеликих відстанях, різкі підвищення над рівнем ріки);

2) особливості геологічної будови (розвиток на схилах лесів та лесових порід, наявність водотривких підстеляючих шарів моренних суглинків і товщ бурих глин, а також мергелів київської серії (рис. 4.7), а в Канівському районі – юрських глин, які залягають вище базису ерозії, мають ухил у бік Дніпра і при зволоженні є поверхнею, що сприяє сповзанню блоків, що залягають вище цих товщ);

3) наявність досить витриманих водоносних горизонтів у відкладах антропогену й палеогену;

4) зливовий характер атмосферних опадів та їх значна кількість у весняно-осінні періоди й зрошення;

5) фізичні властивості порід правобережжя Дніпра;

6) режим рівня Дніпра, інтенсивне підмивання водами його берегів (корінних схилів), підвищення основ схилів, що послаблює їх вертикальну стійкість (рис. 4.8) (Іванік О.М., Менасова А.Ш., Огієнко О.С., Тустановська Л.В., 2017).



Рис. 4.7. Процеси обвалювання та зсування по мергелях київської світи (півд. околиця с. Гребені Київської області)



Рис. 4.8. Зсувні схили у межах берегів Канівського водосховища (с. Гребені Київської області)

У Канівському районі формуються зсуви, сформовані у однорідному середовищі та пов'язані із зміщенням лесоподібних товщ та пісків і пісковиків палеоцену по глинах юрського віку у результаті їх перезволоження.

Найвагомішими причинами, що зумовлюють прояв зсувних явищ у межах цього району, є геоморфологічні (високі показники густини горизонтального та глибини вертикального розчленування, значні ухили земної поверхні), наявність у розрізі водонепроникних відкладів (юрських глин), наявність витриманих водоносних горизонтів, зливовий характер атмосферних опадів, інтенсивні ерозійні процеси, що спричинюють інтенсивне руйнування прибережних схилів. Як наслідок дії цих факторів виникають інтенсивні зсувні процеси, результати прояву яких спостерігаються і сьогодні (*Іванік О.М., Менасова А.Ш., Огієнко О.С., Тустановська Л.В., 2017*).

Прикладом сучасної дії факторів і процесів зсування може слугувати великий зсув у межах яру Меланчин потік у Канівському природному заповіднику, що виник у червні 2001 р. і призвів до порушення динамічної рівноваги схилу в цьому яру. Цей процес мав негативні наслідки, оскільки виникла загроза знищення частини заповідного лісу, а також історично відомого “Тарасового шляху”. У результаті зсування відбулося сповзання значної ділянки акумулятивної тераси, яка мала ширину 70 м і довжину близько 79 м і знаходилася в межах правого крутого схилу лівого відгалуження яру. Його русло має значну глибину (до 10 м) і сформовано тимчасовим водним потоком, що на даний час штучно підпружений завдяки існуванню насипу.

На даній ділянці водний потік виповнив штучне озеро глибиною до 3 м. Створену дренажну систему було занесено мулом під час злив. Зсув має складне походження і структурно обумовлений. Його ложе являє собою своєрідний “напівцирк”, обмежений з двох заокруглених боків скидами, зміщувачі в яких – лістричні поверхні, вертикальні вгорі й виположені вниз за схилом. Вертикальне зміщення в тилівій зоні – до 4,5 м, при горизонтальному переміщенні – до 6 м.

Фронтальна частина зсуву складена окремими островоподібними тілами, що поступово руйнуються за рахунок водно-гравітаційних процесів. Південно-східне обмеження ложа зсуву значно відрізняється від вище охарактеризованих

стінок, являючи собою вертикальну площину зміщувача лівостороннього зсуву, який в нижній частині переходить у зсуво-підкид. Очевидно, що зміщення вздовж цієї поверхні здійснювалося в умовах стиснення, про що свідчить досить потужна зона зім'яття (Іванік О.М., Менасова А.Ш., Тустановська Л.В., 2017).

Найвірогіднішою причиною процесів зсування в тілі стабілізованої закріпленої рослинністю акумулятивної нахиленої тераси можна вважати надмірне зволоження цокольної частини при порушенні дренажної системи за рахунок штучного підвищення місцевого базису ерозії рівнем штучного водосховища.

Відрив тіла зсуву був спричинений надмірним надходженням води по зоні порушення задернованого покриву стежкою. Отже, крім природних причин, що зумовили формування описаного зсуву, слід особливо вказати на антропогенні чинники його утворення.

Велике зацікавлення викликає періодичне повторення екзотектонічної активізації у вигляді глиняного діапіризму по лінії: пригирлова частина Костянецького яру – середня частина Меланчиного потоку – середня частина Малого Пекарського яру (відслонення “Ластівчин хвіст” – середня частина Великого Пекарського яру (відслонення “Купол”) – Глядів яр (Іванік О.М., Менасова А.Ш., Огієнко О.С., Тустановська Л.В., 2017).

Уздовж цієї лінії досить часто спостерігаються зсуви-завали, які практично знищують геологічні відслонення. Таким чином, зсувні процеси Середнього Придніпров'я мають відмінності щодо чинників формування та структури зсувних тіл у зв'язку із різними літолого-стратиграфічними, тектонічними та гідрогеологічними умовами. Зсуви, сформовані у межах цього регіону, є прикладом структурних зсувів, сформованих у квазіоднорідному середовищі з багат шаровою будовою. Крім зсувів, на правобережжі Дніпра від Києва до Черкас можна спостерігати широкий розвиток балок, ярів, а вздовж водосховищ – обвалів (Іванік О.М., Менасова А.Ш., Огієнко О.С., Тустановська Л.В., 2017).

Підсумовуючи наведене, можна зробити висновок, що вздовж Канівського водосховища набули розвитку зсуви, яружна ерозія, підтоплення, просідання лесових ґрунтів, переробка берегів водосховищ (табл. 4.1).

Таблиця 4.1.

Поширення ЕГП на території Черкаської області

Поширення ЕГП на території Черкаської області				
№ з/п	Вид ЕГП	Площа поширення, км²	Кількість проявів, шт	Ураженість, %
1	Зсуви	34,0	1033	0,16
2	Підтоплення	60,2	64*	0,3
3	Карстр (відклади, що здатні до карстування)	7370,0	-	35,2
4	Лесові ґрунти, що здатні до просідання, з них: I типу II типу	15070,0		72,1
		13320,0 1750,0		63,7 8,4
5	Переробка берегів водосховищ	26,65 км		

*) населений пункт

Об'єми обвалів складають від перших м³ до десятків м³. У районі с. Григорівка (Канівський р-н), внаслідок обвалів, берег подекуди відступив на 0,5-0,8 м/рік. Надалі не виключена можливість нечастих зміщень на берегових схилах, насамперед обумовлених погодними умовами, а також діяльністю людини.

Прояв яружної ерозії вивчався на Трахтемирівській ділянці, де темпи розвитку ерозійних процесів значно впали протягом останніх 10-20 років. Погодні умови звітнього року були сприятливими для розвитку ерозії. Відзначено пожвавлення росту ярів, які виходять верхів'ями до полів, що обробляються, до доріг та інших ділянок, сприятливих для концентрації стоку талих та дощових вод.

Приріст ярів складав 0,2-0,4 м/рік, а в окремих випадках до 0,8-1,7 м/рік. Переробка берегів на узбережжі Канівського водосховища відбувається на протязі 26,65 км.

Швидкість переробки берегу на ділянці в районі с. Трахтемирів складає 0,05-2,95 м/рік, середня – 0,6 м/рік (для періоду 2012-2019 рр.).

На більшості ділянок берегу водосховища досягнуто профілю рівноваги, тому й розмив недостатньо інтенсивний. На території законсервованого будівництва Канівської ГАЕС та в межах Селищанського стаціонару на незахищених від розмиву ділянках відступ берега складає 0,2-0,3 м/рік.

Підтоплення поширене на площі 60,2 км². Підтоплення та затоплення зазнають, в першу чергу, низинні та рівнинні території з утрудненим поверхневим стоком. До того ж стан захисних дамб, дренажних та меліоративних каналів, наявної стокової каналізації заставляє бажати кращого. Різного ступеню підтоплення зазнають 11 міст (площа підтоплення 9,3 км²), 4 селища міського типу (1,3 км²) та 49 сіл (39,6 км²).

Породи, що здатні до карстування, поширені на площі 7,37 тис.км² (35,26%). Карст перекритого типу, процес карстоутворення розвитку не має, карстопрояви відсутні.

Порядок дій для боротьби з зсувними процесами:

- встановити і класифікувати за категоріями райони нестабільності ґрунту і створити детальну нестійку карту ґрунтів;
- забезпечити громадських посадових осіб, наукових робітників, науковців і викладачів методологією оцінки та визначення кількості ризику зсуву;
- забезпечити відповідною керованою стратегією ризику, включаючи ступінь ризику послаблення і запобігання зсувних процесів, таким чином допомогти громадській владі у встановленні пріоритетів у розвитку планів зсувів;
- проаналізувати фактори, що сприяють нестійкості ґрунту і розвинути модель нестабільності земної поверхні;
- підвищити інформованість місцевих людей, щодо ризику зсувів.

Практична реалізація протизсувних заходів потребує значних зусиль, коштів, ресурсів і часу.

4.3. Моніторинг рельєфу прибережної території Канівського водосховища

Для дослідження рельєфу була побудована цифрова модель місцевості. Для цього було завантажено 4 знімки SRTM, щоб територія дослідження була повністю вкрита ними. Знімки були об'єднанні та загальний знімок був обрізаний по території дослідження. Щоб подальші розрахунки були правильними кадр знімку був перепроєктований у прямокутну систему координат – UTM, зона 36.

Наступною задачею було позбавлення знімку від різного шуму , а також корекція пропущених пікселів. Для цього був побудований рандомізований растр, з наступним уведенням в Калькуляторі растрів виразу:

$$\text{Float (знімок SRTM)} + (\text{ Рандомізований растр} - 0.5)$$

Такий крок дає невеличке спрощення поверхні. Наступним кроком була виконана фільтрація растру, що дозволило позбавитись від шуму та пропущених пікселів, а також дещо згладити коливання між висотами. На основі підготовленого знімку були побудовані ізолінії з інтервалом в 20 м (рис. 4.9).

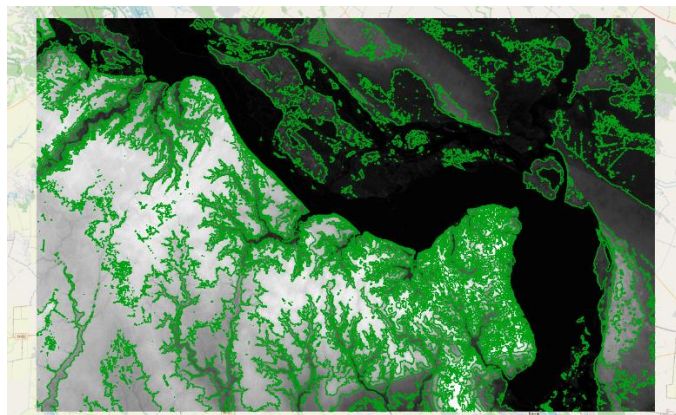


Рис. 4.9. Відкорегований SRTM знімок Канівського водосховища та його прибережної території з побудованими ізолініями за даними висот

Попередня обробка зображення дала можливість побудувати більш згладжені ізолінії. За даними SRTM маємо, що максимальна відмітка – 245 метрів, мінімальна – 71 метр. Також помітно крутизну правого берега: велика кількість ізоліній з високою щільністю прокладання.

Наступною задачею була побудова цифрової моделі рельєфу (рис. 4.10).

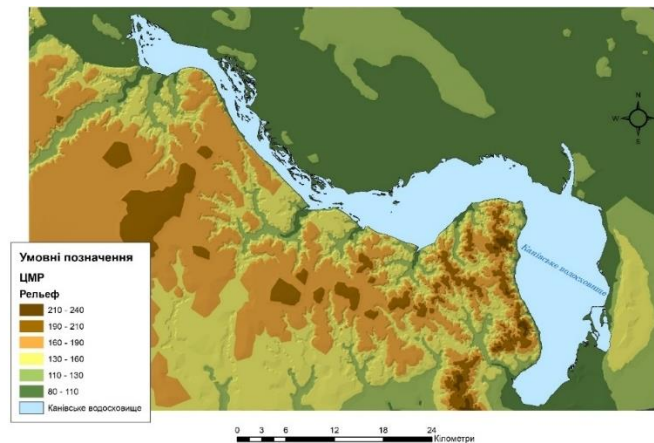


Рис. 4.10. Цифрова модель рельєфу прибережної території Канівського водосховища

Також на основі даних SRTM було побудовано просторове відображення значень крутизни схилів на поверхні (рис. 4.11).

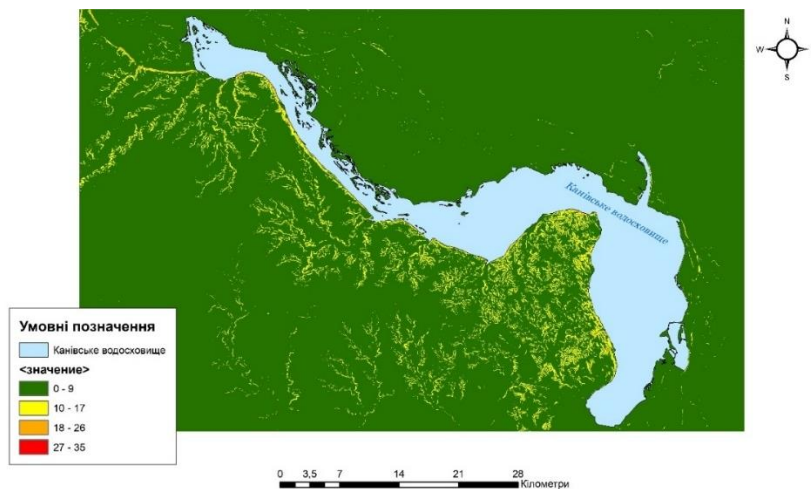


Рис. 4.11. Просторовий розподіл крутих схилів на прибережній території Канівського водосховища

Місцевість можна описати як низовинну, адже переважають висоти до 200 м. Лівий берег рівнинний, має менші висоти та пологий берег. Правий берег має більші висоти та крутий берег. Круті схили на правому березі створюють вертикальне розчленування рельєфу. Також від водосховища пішло багато приток по правому берегу, тому розвинена гідрографічна мережа створює горизонтальне розчленування рельєфу, і як наслідок утворюється потужна яружна система.

Крутість схилів на правому березі теж розподілена різним чином. У верхній частині рис. 4.14 простежується тонка смужка крутих схилів, а також дуже щільне розташування ізоліній. Це може свідчити про обривистий берег та розташування кліфів. У нижній частині рисунка круті схили розташовані павутинкою по всьому півострові – тут знаходяться «Канівські гори». Круті схили та потужна гідрографічна мережа є одним з визначальних факторів абразії, водної ерозії та зсувної діяльності.

Далі було досліджено долину річки Дніпра на якій розташоване водосховище. Для цього на TIF-поверхні було побудовано дві лінії у верхній та нижній частині водосховища та інтерпольовано їх значення на основі яких потім були побудовані графіки профілю річкової долини (рис. 4.12).

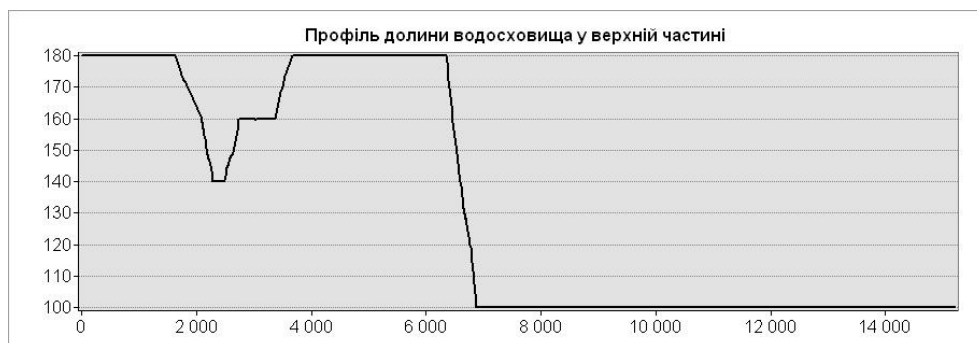


Рис. 4.12. Профіль долини Канівського водосховища у його верхній частині

Рисунок відображає U-подібну долину за морфологічними ознаками. Для такого типу характерні круті схили на березі, різкий перепад висот між берегом

та водоймою. Перепад висот – 80м. Фаза розвитку – ерозійна. Це свідчить про зрілість долини. Долина асиметрична.

Профіль долини Канівського водосховища у його нижній частині представлений на рис. 4.13.

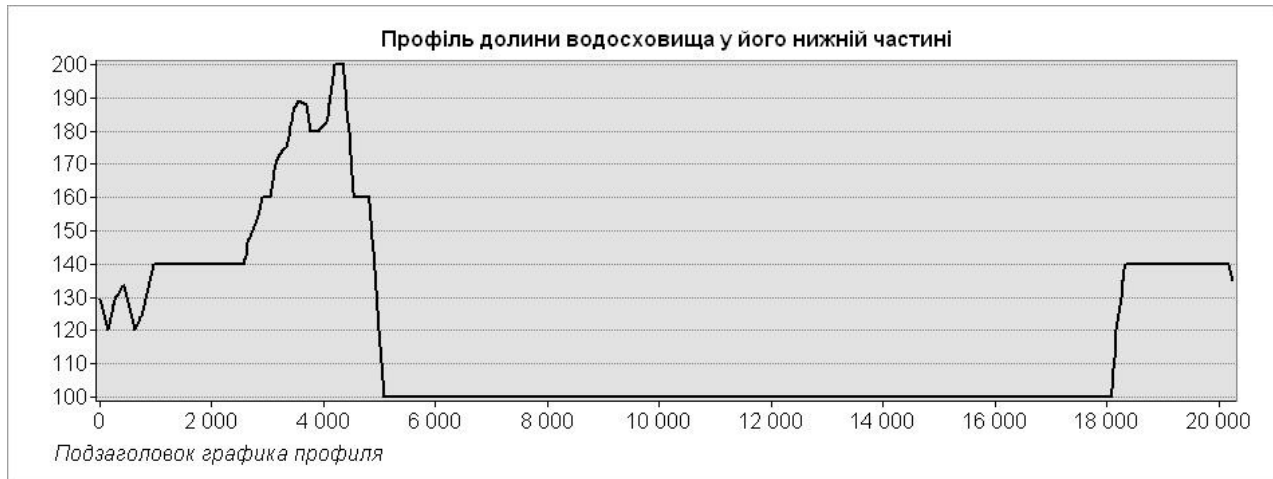


Рис. 4.13. Профіль долини Канівського водосховища у його нижній частині

Рисунок відображає ящикоподібну долину з початковою стадією формування терас. Схили берегової лінії круті, висоти на березі різко змінюються. Перепад висот – 60 метрів. Фаза розвитку – ерозійна. Присутня невелика перша надзаплавна тераса. Дані характеристики свідчать про старість долини. Долина асиметрична з крутими берегами та односторонньо (по правому березі) розвиваючою терасою.

4.5. Дослідження водно-ерозійних явищ на березі Канівського водосховища

4.5.1. Обчислення фактору рельєфу LS

Як було визначено попередньо, правий берег Канівського водосховища піддатливий до ерозійних процесів: зсувів (обвали та селі), а також до водної ерозії ґрунту. Дослідження рельєфу в ГІС дає змогу спрогнозувати ці процеси та

визначити найбільш піддатливі до ураження місця. Одним з таких методів дослідження рельєфу в ГІС є визначення LS-фактору.

LS – це фактор, який описує вплив рельєфу на ризик ерозії ґрунту, враховуючи довжину схилу та вплив поверхневого стоку, який може активно впливати на ерозію ґрунтового матеріалу до того, як він проникне, або стане безперервним у вигляді проміжного потоку. Крім того, він враховує крутизну схилу, оскільки стік на крутих схилах має більшу силу тяжіння і, отже, є більш значущим для ерозії (Tresch.S, Meusburger.K, Schmidt.S, 2019).

Для обчислення фактору була обрана ділянка з найбільш крутими схилами – від Трипілля до м. Ржищів. Попередньо була розрахована крутизну схилів. Обріжемо цей шар, а також SRTM знімок за територією дослідження. Також для подальших обчислень знадобиться значення сумарного стоку. Для цього за допомогою панелі інструментів «Гідрологія» було обчислено за даними з висот з SRTM знімку напрям потоку. А далі за значеннями напрямку потоку було вже підраховано сумарний стік (рис. 4.14).



Рис. 14.14. Сумарний стік гідрографічної сітки на прибережній території Канівського водосховища

Є кілька шляхів розрахунку LS-фактору. У даній роботі було використано рівняння Моора та Бранча. Обрахунки проводились в Калькуляторі растрів за формолою:

$$LS = (Slope\ Length/22.13)^{0.4} * (0.01745 * Sin (Slope)/0.0896)^{1.4*1.4}$$

(SAGA GIS Forums [Електронний ресурс])

Отримаємо просторовий розподіл LS-фактору (рис. 4.15).

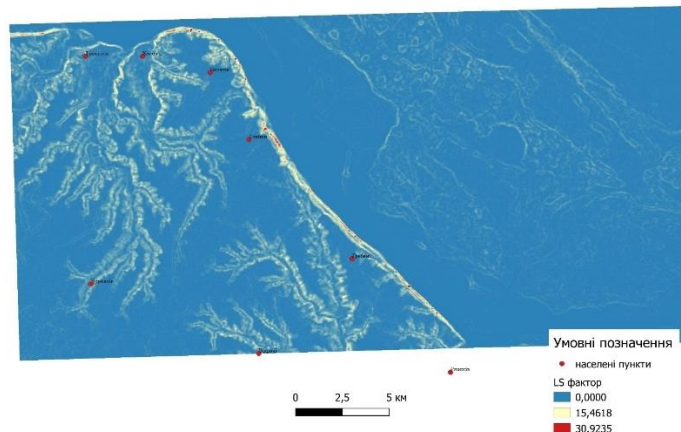


Рис. 4.15. Просторове відображення розподілу LS-фактору на прибережних територіях Канівського водосховища

Як свідчить рис. 4.15, найбільш ймовірні зсуви та водну ерозію потрібно очікувати біля населеного пункту Стайки, а також біля прибережних територіях між населеними пунктами Халеп'я та Витачів на території ландшафтного заказника місцевого значення «Урочище Калинове».

4.5.2. Дослідження зсувної діяльності на берегах Канівського водосховища в Google Earth Pro

Була переглянута серія знімків правого берега Канівського водосховища за різні часові діапазони та зроблено спостереження змін ландшафтів. Результати перегляду знайшли вищенаведені підтвердження. Так, на рис. 4.16 представлений водно-ерозійний процес руйнації ґрунту та схилу.

На березі було виявлено багато слідів від колишніх давніх зсувів, а також було виявлено декілька зсувів, що сталися недавно. Загалом по правому березі є багато ландшафтних заповідників, територія берегу густо засаджена деревами. Корінна система дерев укріплює ґрунт і як наслідок це є гарним протизсувним заходом.



Рис.4.16. Руйнація берегового схилу водно-ерозійними процесами

Було досліджено декілька зсувів, а саме: огляд території зсуву за різні роки; оцифрування зсуву і створення полігонального об'єкта, за допомогою <https://www.earthpoint.us/shapes.aspx> було обчислено площі зсувного тіла, а також побудовано графік профілю.

Зсув №1. Дослідження території місцевості (біля м. Ржищів) на жовтень 2008 р. представлено на рис. 4.17. Схили характеризується як круті та обривисті. Присутня активна, здорова рослинність.



Рис.4.17. Територія місцевості (біля м.Ржищів) на жовтень 2008 року

На рис. 4.18 представлена ця ж ділянка дослідження у липні 2016 року.



Рис. 4.18. Територія місцевості (біля м. Ржищів) на липень 2016 р.

Як свідчить знімок, стався зсув та обвал ґрунту. Брівки відриву зсувного тіла гострі. За будовою зсув асеквентний. Площа зсуву – 4924 м². Координати центру (в UTM 36 зона): 359856 сх.д 5539051 пн.ш.

Зсув №2. Територія місцевості (біля с. Витячів) у липні 2002 р. (рис. 4.19).



Рис. 4.19. Територія місцевості (біля с. Витячів) на липень 2002 р

На знімку (рис. 4.20) зображена місцевість, де відбувся зсув. Брівки відриву зсувного тіла ще доволі гострі. За будовою зсув інсеквентний. Площа зсуву – 24823 м². Координати центру (в UTM 36 зона): 348529 сх.д 5553911 пн.ш.



Рис. 4.20. Територія місцевості (біля с. Витячів) на листопад 2021 р.

Профіль зсувного тіла представлений на рис. 4.21.



Рис.4.21. Профіль зсувного тіла

Зсувне тіло засаджене рослинністю. Минулі брівки зсуву мають гарний трав'яний покрив, схил став набагато більш пологим, зсувне тіло зменшилось у розмірах. Зараз його площа складає 21886 м². Площа зменшилась на 2937 м². Середній нахил – 21,5%. Висота між брівкою та підшвою зсуву – 54м.

ВИСНОВКИ

Проведене дослідження дозволяє констатувати, що поряд з багатьма перевагами, які надають водосховища, є низка негативних факторів. Серед них виділяють регресивну акумуляцію, глибинну ерозію, підтоплення, евтрофікацію, спливання торфовищ, переробку берегів, замулювання, акумуляцію підземних вод, активізацію підземних процесів тощо.

За результатами проведеного дослідження можна зробити такі висновки:

1. Проведений моніторинг стану зсувної небезпеки. Ідентифіковані джерела зсувних процесів різної інтенсивності. На основі одержаних результатів може визначатись ступінь екологічної небезпеки.

2. Утворення водосховищ порушує природний перебіг формування схилів річкових долин. Починається інтенсивна перебудова рельєфу у береговій смузі, оскільки успадкований водосховищем рельєф не відповідає новим діючим чинникам і умовам. Активізуються ті процеси, які не були провідними. На зміну річкової ерозії приходить хвильова абразія. Загальним обов'язковим чинником берегового процесу стає вплив водних мас водосховища на берегові схили

3. Береговий процес супроводжується диференціацією уламкового матеріалу, який надходить у берегову зону внаслідок руйнування берегів, річкової та яружної діяльності, а також діяльності людини.

4. Найпоширеніші типи перероблюваних берегів водосховищ – абразійно-осипні, абразійно-сзувні та абразійно-обвальні.

5. Досвід експлуатації уже побудованих берегозахисних комплексів Канівського водосховища дає змогу запропонувати низку заходів для удосконалення їхніх характеристик, зокрема, щоб під час будівництва берегоукріплювальних споруд були б повніше враховані вимоги охорони не тільки геологічного середовища, а й інших компонентів природи.

6. Берегозахисні заходи не повинні приводити до деградації прибережних біоценозів, ослаблення водообміну в прибережній зоні, погіршення санітарного стану прибережних вод і берегової смуги.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Авакян А. Б. Водохранилища / Авакян А. Б., Шарапов В. В., Салтанкин В. П. – М. : Мысль, 1998. – 289 с.

Багмет О. Б. Трансформація рельєфу в районах гідротехнічного будівництва (Дніпровський каскад водосховищ) // *Фізична географія та геоморфологія.* - 2015. - Вип. 4(80), ч. II С. 77-83

Вишневський В.І., Сташук В.А., Сакевич А.М. Водогосподарський комплекс у басейні Дніпра. – К.: Інтерпрес ЛТД, 2011. – 188 с.

Векслер А.Б. Надежность, социальная и экологическая безо-пасность гидротехнических объектов: оценка риска и принятия ре-шений / А.Б. Векслер, Д.А. Ивашинцов, Д.В. Стефанидин. — СПб.: Изд-во ОАО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева», 2002. — 589 с.

Водна рамкова директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення. – К., 2006. – 240 с.

Водне господарство в Україні. / За ред. А.В. Яцика, В.М. Хорева. – К.: Генеза, 2000.

Водний кодекс України. /Відомості Верховної Ради України, 1995, №24, ст.189 (зі змінами та доповненнями протягом 2000 – 2014 рр.).

Водні ресурси: використання, охорона, відтворення, управління: Підручник для студентів вищих навч. закладів / А.В. Яцик, Ю.М. Грищенко, Л.А. Волкова, І.А. Пашенюк. – К.: Генеза, 2007. -360 с.

Водосховища України. <https://nrv.org.ua/vodoshovyshha-ukrayiny/>

Водохранилища / А. Б. Авакян, В. П. Салтанкин, В. А. Шарапов. – М.: Мысль, 1987. – 325 с., ил.

Водний фонд України: Штучні водойми – водосховища і ставки: Довідник / За ред. В. К. Хільчевського, В. В. Гребеня. – К.: Інтерпрес, 2014. – 164 с.

Воропаев Г. В. Водохранилища и их воздействие на окружающую среду / Г. В. Воропаев, А. Б. Авакян. – М.: Наука, 1986. – 368 р.

Використання аерокосмічних методів та методів обробки даних дистанційного зондування Землі для екологічного моніторингу Каховського водосховища //В.Ю. Беленок, Д.І. Деркач, Н.В. Руть «Вісник Астрономічної школи» (2017, том 13, №1).

Використання дистанційного зондування Землі та ГІС-технологій для вирішення водоресурсних і водоохоронних завдань / Мазуркевич О. О., Серенко В. В., Рябоконеко О. Д., Рябоконеко С. О. // Ученые записки Таврического нац. ун-та им. В. И. Вернадского. – 2003. – Т.16, №2.– С. 101-106.

Гидрометеорологический режим озер и водохранилищ СССР. Каскад днепровских водохранилищ. – Л. : Гидрометеоиздат, 1967. – 348 с.

Гидрология и гидрохимия Днепра и его водохранилищ. / А.И. Денисова В.М. Тимченко, Е.П. Нахшина и др. – К.: Наукова думка, 1989. – 216 с.

Горшков С. П. Экзодинамические процессы освоенных территорий / С. П. Горшков. – М. : Недра, 1982. – 286 с.

Демчишин М.Г. Прогноз и предупреждение оползневых явлений на территории Украины / М.Г. Демчишин. – К.: Ин-т геол. наук, 1982. – 53 с.

Демчишин М. Г. Инженерно-геологические проблемы днепровских водохранилищ / Демчишин М. Г., Еськов Б. Г., Саенко Т. С. – К. : АН УССР, ИГН, 1985. – 53 с. – (Препринт / АН УССР, Ин-т геологических наук).

[Державне агентство водних ресурсів України](http://davr.gov.ua/). Електронний ресурс: <http://davr.gov.ua/>

Дьяконов К. Н. Влияние крупных равнинных водохранилищ на леса прибрежной зоны / К. Н. Дьяконов. – Л.: Гидрометеоиздат, 1975. – 128 с.

Емельянов А. Г. Комплексное физико-географическое прогнозирование изменений природы / А. Г. Емельянов. – Калинин: Калининский ун-т, 1980 – 84 с.

Електронний атлас України /Інститут географії НАНУ [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://wdc.org.ua/atlas/default.html> – 17.01.2022.

Екологічна ситуація та стан питних вод України. Електронне видання, <https://www.ecoleague.net/diialnist/vydannia-vel/ekolohichni-karty/ekolohichna-sytuatsiia-ta-stan-pytnykh-vod-ukrainy>, 2023

Загальнодержавна цільова програма розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення басейну ріки Дніпро на період до 2021 року. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4836-17#Text>

Загородня С.А., Шевякіна Н.А., Новік М.І., Радчук І.В. Дослідження екологічного стану Кременчуцького водосховища в межах Черкаської області методами ДЗЗ // Учёные записки Таврического национального университета имени В.И.Вернадского. Серия «География». – 2010. – Т. 23(62), №2. – С.84–91.

Закон України від 18.09.2012 р. №5293-VI «Про аквакультуру». / Відомості ВР України, 2013, №43. — с. 616

Звіт Рахункової палати України про результати аудиту ефективності виконання заходів Загальнодержавної цільової програми розвитку та екологічного оздоровлення басейну річки Дніпро на період до 2021 року від 08.06.2021 № 12–3. Режим доступу: https://rp.gov.ua/upload-files/Activity/Collegium/2021/12-3_2021/Zvit_12-3_2021.pdf

Іванік О.М., Мєнасова А.Ш., Огієнко О.С., Тустановська Л.В. Перша навчальна геологічна практика. Методична розробка. http://www.geol.univ.kiev.ua/lib/method_geol_practic.pdf. 2017- 50 с

Клименко В. Г. Загальна гідрологія: навчальний посібник для студентів В. Г. Клименко. – Харків, ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2012. – 254 с.

Кохан С.С., Востоков А.Б. Дистанційне зондування Землі: теоретичні основи: Підручник. – К.: Вища шк., 2009. – 511 с.

Ломтадзе В. Д. Инженерная геология. Инженерная геодинамика / В. Д. Ломтадзе. – Л. : Недра, 1977. – 479 с.

Лялько В.И., Сахацкий А.И., Ходоровский А.Я. Экологический мониторинг окружающей среды по многозональным космическим снимкам // Космічна наука і технологія. – 1999. – Т. 5, №4. – С.1–3.

Митропольський О.Ю. Техногенез і геодинаміка як фактори впливу на геологічне середовище території України / Митропольський О. Ю., Демчишин М. Г., Яковлев Є. О. // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2008. – № 4. – С. 5-14.

Мухин В.М. Прогнозы гидрографа горной реки в вероятностном виде // Труды Гидрометцентра СССР. – 1992. – Вып. 324. – С. 22–35.

Мухин В.М. Исследование реакции речного стока на изменения климата в различных горных регионах // Труды Гидрометцентра СССР. – 2000. – Вып. 332. – С. 21–27.

Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2020 р. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.mns.gov.ua/content/nasdopovid2011.html> – Назва з екрану.

Николаев Н. И. Искусственные землетрясения /Н. И. Николаев // Природа. – 1973. – № 7. – С. 2–17

Панасюк І.В. Що потрібно Дніпровським водосховищам? / І.В. Панасюк, А.І. Томільцева, В.Л. Долинський, Ю.В. Плігін // Гідроенергетика України, 3—4/2021. С. 46-52

План управління річковим басейном Дніпра. Суббасейн середнього Дніпра Головні водно-екологічні проблеми /Проект Європейського Союзу «Водна ініціатива + для країн Східного партнерства» EUWI+ Eas. Київ, 2020. – 16 с.

Правила експлуатації водосховищ Дніпровського каскаду. / [А.В. Яцик, А.І. Томільцева, М.В. Яцик та ін.] / За ред. А.В. Яцика. — К.: Генеза, 2001. – 211 с.

Природа Украинской ССР. Моря и внутренние воды / Грезе В.Н., Поликарпов Г.Г., Романенко В.Д. и др. – Киев: Наук. Думка, 1987. – 224 с.

Рекомендации по оценке и прогнозу размыва берегов равнинных рек и водохранилищ для строительства. – М. : Стройиздат, 1987. – 68 с

Рекомендації щодо поліпшення екологічного стану прибережних територій дніпровських водосховищ / Дубняк С.А., Сакевич А.М., Тімченко В.М. та ін. – К: КСП, 1999. – 182 с.

Стефанишин Д. В. Методологічний підхід до обґрунтування протизсувних заходів з врахуванням ризику / Д.В. Стефанишин, І.В. Трофімова, О.М. Трофімчук// Екологічна безпека та природокористування: Зб. наук. пр. – К., 2010. — Вип. 6. — С. 5-20.

Стефанишин Д. В. Досвід законодавчого регулювання безпеки гідротехнічних споруд за рубежем / Д. В. Стефанишин // Вісник НУВГП. Зб. наукових праць. — Вип. 3 (31). — Рівне: НУВГП. — 2005. — С. 190–197.
Шевчук С.А., Шевченко І.А. Визначення екологічного стану водосховищ за допомогою методів дистанційного моніторингу // Меліорація і водне господарство. – 2013. – Вип. 100(2). – С.42–53.

Стефанишин Д. В. Про соціально-екологічні виклики освоєння гідроенергетичного потенціалу малих і середніх рік / Д. В. Стефанишин, Д.Е. Бенатов // XVIII Міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених [Екологія. Людина. Суспільство] (м. Київ, 27-29 травня 2015 р.). – К., 2015. – С. 188–189.

Стефанишин Д. В. Вибрані задачі оцінки ризику та прийняття рішень за умов стохастичної невизначеності / Д. В. Стефанишин. – К. Азімут-Україна, 2009. – 104 с.

Стефанишин Д. В. Метод прийняття рішення на основі попарного порівняння альтернатив з врахуванням ризику невикористаних можливостей / Д. В. Стефанишин, Ю.Д. Стефанишина // Системний аналіз та інформаційні технології: матеріали 12-ї наук.-техн. конференції SAIT -2010 студентів, аспірантів та молодих вчених [Екологія. Людина. Суспільство] (м. Київ, 27-29 травня 2010 р.). – К., ННК «ІПСА» НУТУ «КПІ».2010. С. 158.

Угода про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом і його державами-членами, з іншої сторони [Електронне видання], 2014 Урядовий портал. <http://www.kmu.gov.ua>

Широкова Н. С. Влияние Иваньковского водохранилища на метеорологический режим прилегающих участков суши / Н. С. Широкова// Влияние Иваньковского водохранилища на природу и хозяйство прибрежных территорий – Калинин, 1973. – 134 с.

Що вбиває головну річку України і як цьому запобігти? Режим доступу: <https://www.pravda.com.ua/columns/> – 2020/08/12/7262708/

EarthExplorer – USGS: <https://earthexplorer.usgs.gov/>

<https://studfiles.net/preview/5857742/page:37/>

https://studopedia.su/2_57887_klasifikatsiya-vodoshovishch.html

Landsat 8 Data Users Handbook. Version 2.0. — Department of the Interior U.S. Geological Survey. — March 29,2016.

Kanugo D.P. et al. Landslide risk assessment using concepts of danger pixel and fuzzy set theory in Darjeeling Yimalaiys / D.P. Kanugo et al. Landslides. 2008. Vol. 5 No. 4. – P.407-416.

Meland M. Environmental, economic and social aspects of man-made lakes in Wiskonsin / M. Meland, J. Hoffman // Intertational Geography. – 1972. – № 1. – P. 651–653.

Mickievicz B. Impovement of low land reservoirs / B. Mickievicz // Proc. XI Intern. Congr. Large Dams. — 1973. — Vol. 1, Q. 40 R. — P. 403–412.

Procedures for calculation of the albedo with OLI-Landsat 8 images: Application to the Brazilian semi-arid. Bernardo B. da Silva, Alexandra C. Braga, Crelia C. Braga, etc.