

ПЕРЕЛІК РИЗИКІВ ТА ЗАГРОЗ ВНАСЛІДОК ПІДРИВУ ДАМБИ КАХОВСЬКОЇ ГЕС

Складається з 4-х частин:

1. Загальний аналіз.
2. Загальний вплив на довкілля та пов'язані з природними (водними) ресурсами послуги.
3. Загрози у геологічному середовищі.
4. Шкода та загрози біорізноманіттю.

I. Загальний аналіз стану катастрофи підготовлений за допомогою супутникових знімків та даних наявних у відкритих джерелах (компанія CEOBS, West Yorkshire, UK)

Результати аналізу:

1. 77 об'єктів визначено як такі, що становлять ризик забруднення.
2. Визначено три гарячі точки для забруднених територій у районах, які слід відвідати місцевій владі. До них відносяться:
 - східна окраїна Карантинного острова (Херсон),
 - промисловий район у складі Цегельного заводу (м. Херсон)
 - східний промисловий район с м. Олешки.
3. 88,3% виявлених об'єктів були повністю затоплені; 10,4% об'єктів частково підтоплено; 1,3% бачили можливе затоплення.

Детальна інформація про Звіт з інформацією про тип і локації ідентифікованих 77 небезпечних об'єктів передана до Держекоінспекції.

2.2. Загальний вплив на довкілля, екологічні системи та пов'язані з водними ресурсами послуги (підготовлений Марком Железняком, заступником Голови Науково-експертної ради Держекоінспекції).

Оцінка шкідливих впливів внаслідок **осушення Каховського водосховища і збитків в період витoku хвилі прориву з водосховища**. «Осушення» призвело до трансформації 2150 км². Каховського водосховища в річкову руслову систему на основі річищ «старого Дніпра» до заповнення Каховського водосховища та появи величезних нових територій водно-болотних угідь (wetlands) і нової безводної «суші» колишнього дна водосховища.

- Втрати можливості використання водних ресурсів Каховського водосховища для енергетики,
- Масова загибель іхтіофауни
- Втрати аграрного сектору (іригація),
- Втрати сервісу водопостачання та санітарії - втрата можливостей використання водозаборів і скидів в населених пунктів на берегах водосховища

- втрата водозаборів в магістральні канали водопостачання (Кривий Ріг, Миколаїв, міста лівобережжя)
- руйнування системи водопостачання ЗАЕС
- негативні зміни в якості води, санітарно -гігієнічних показників і забруднення мілководних водойм і витоку з колишнього водосховища

Всі вищезазначені ризики становлять надзвичайну екологічну загрозу, адже лише оціночні залишки донних водоростів більше 100 тис. тон, які будуть розкладатися на повітрі, можуть справляти значний вплив на людину та найближчі до вказаних територій локації.

Потребують наукового вивчення і прогнозування, в тому числі розвитку нових водних систем на місці Каховського водосховища такі питання:

- зміна русла та рівня поверхневих вод - «нові-старі русла + wetlands»
- Грунтові води – зміни в рівнів і динаміки ґрунтових вод поблизу водосховища внаслідок втрати гідравлічного напору 18 куб. км., що спричинило зникнення ґрунтових вод на територіях в десятках кілометрів поблизу водосховища
- зникнення води в артезіанських свердловинах неглибокого залягання

Довгострокові наслідки, які потребують наукового обґрунтування та проведення оцінки шкоди і заходів з мінімізації їх впливу:

- Водозабори і скиди населених пунктів на берегах водосховища – екологічно наслідки скидів на мілководдя
- Водопостачання магістральними каналами до міст Кривий Ріг, Миколаїв та інших
- Якість води та забруднення вод на нижньому Дніпрі, який тепер буде дренивати до Каховки це 2000 км² мілководдя, а фактично «опустелювання» більшості площ колишнього Каховського водосховища
- Стан зрошувальний земель , екологічна катастрофа і знищення сільгоспвиробництва на зрошувальних землях
- Зміна стану ґрунтових вод рівень і забруднення після втрати Каховського водосховища

3. Підготовлено Стеллою Шехуновою (член Науково-експертної ради Держекоінспекції)

Необхідність проведення робіт для вивчення ризиків та загроз:

- Робіт з моніторингу геологічного середовища, в т.ч. підземних вод (водоносних горизонтів)
- Експрес-аналіз розвитку небезпечних інженерно-геологічних процесів із використанням дистанційного моніторингу (за супутниковими зйомками) та ГІС-технологій
- Картування інженерно-геологічних умов та потенційних ризиків розвитку небезпечних екзогенних геологічних процесів (зсуви, просідання, підтоплення, карст, суфозія) на територіях що зазнали впливу підриву греблі Каховської ГЕС
- Скрінінгові оцінки впливу на геологічне середовище (зокрема, підземні водоносні горизонти) уражених екологічно небезпечних об'єктів (склади нафтопродуктів, місця зберігання хімічних засобів захисту рослин, полігони твердих побутових відходів, могильники, цвинтарі та ін.)

Проведення цих робіт може бути виконане Інститутом геологічних наук НАН України.

4. Підготовлено Сергієм Афанасьєвим (член Науково-експертної ради Держекоінспекції)

Вплив
підриву дамби Каховської ГЕС
на стан та біорізноманіття водних та прибережних екосистем,
санітарно-гідробіологічний стан Дніпра та Каховського водосховища.

ВПЛИВ НА БІОРИЗНОМАНІТТЯ ВОДНИХ ТА ПРИБЕРЕЖНИХ ЕКОСИСТЕМ НИЖЧЕ КАХОВСЬКОЇ ГЕС

В перші дві–три доби після підриву основними деструктивними факторами були аномальне пришвидшення та турбулізація течії до неприродних рівнів, зрив донних наносів та затоплення територій внаслідок стрімкого підняття рівнів води, а також початок осушення Каховського водосховища. В подальшому (4-10 доба) додаються змив та попадання у воду великої кількості донних відкладень дрібних фракцій з осушених територій, що викликало помітне збільшення каламутності. Після 10 доби можна очікувати погіршення якості води за рахунок змиву вторинного забруднення викликаного загибеллю гідробіонтів (в першу чергу донної фауни), зниження вмісту розчиненого кисню з подальшим можливим вибухоподібним розвитком заморних явищ.

Зрозуміло що вплив на екологічний стан територій, та акваторій що розташовані вище та нижче греблі будуть принципово відрізнятися тому розглянемо ці дві частини окремо

Вплив на біорізноманіття та стан водних та прибережних екосистем нижче Каховської ГЕС. Це ті території та акваторії що постраждали майже миттєво внаслідок катастрофічного паводку.

Плавні та прибережна рослинність вздовж основного русла та по найбільшим рукавам дельти були змиті потоками води в першу – четверту добу в залежності від відстані до греблі ГЕС. Були залиті, але збережуться осередки рослинності поза межами основного потоку в бічних рукавах по південних частинах островів, а також в Дніпро-Бузькому лимані. Після зниження рівня можна прогнозувати часткове відновлення рослинних угруповань навіть на ділянці нижче греблі впродовж вегетаційного періоду.

Планктонні угруповання були змиті потоками води та еліміновані. Загальна біомаса планктонних тварин, що загинули нижче греблі ГЕС в перші 3 доби складає за мінімальними оцінками 346 т. Для мікроскопічних водоростей ми маємо ще більш вражаючі цифри. Середні біомаси фітопланктону в період на початку літа в перерахунку на всю водну товщу складають 2,5 г/м³. Це означає, що з акваторії Каховського водосховища в перші 3 доби виносилося від 8 до 17 тисяч тон мікроводоростей на добу. В подальшому цей потік буде зменшуватися відповідно зменшенню витрат води, але з початком вторинного забруднення біомаса фітопланктону буде зростати та, безумовно, досягне рівнів «цвітіння». Прогнозована біомаса водоростей в руслі Дніпра та Дніпровсько-Бузькому лимані може бути оцінена

величинами до 30 г/м³ (декількох кілограмів на м³ в плямах нагону). В опрісненій аваторії Чорного моря також погнозуються явища «цвітіння» води.

В той же час, відновлення річкового планктону буде відбуватися досить швидко за рахунок дрейфу з вище розташованої ділянки.

Донні біоценози будуть майже повністю знищені (змиті, засипані донними наносами) по всьому руслу Дніпра нижче греблі в рукавах дельти та на значній частині Дніпровсько-Бузького лиману в перші 1-5 доби – в залежності від відстані до греблі ГЕС. Середньо багаторічна біомаса безхребетних на ділянці Дніпра нижче греблі та у верхів'ях лиману складала 125 г/м². Тільки на ділянці основного русла від греблі до м. Херсон, де відбудеться 100% знищення угруповань маса загиблих безхребетних складає більше 10 тис. тон.

Риби. Аномальні пришвидшення та турбулізація течії, які відбуваються в перші тижні після підриву ГЕС безумовно перевищують плавальну спроможність всіх видів риб які мешкають у нижньому Дніпрі. В першу чергу постраждає молодь, яка в значній кількості мешкала в прибережних ділянках після нерестового періоду. Можна констатувати, що вся відроджена в цьому році молодь риб буде знищена, в тому числі і шляхом виносу в море.

Відомо, що площа проток та озер розташованих в пониззі та в дельті Дніпра, які є найбільш продуктивними біотопами для риб складає близько 18,5 тис. га. Середньобагаторічна рибопродуктивність на цій ділянці складає 85 кг/га, а враховуючи значення Р/В коефіцієнта, яке дорівнює 5 – загальна іхтіомаса товарної риби буде дорівнювати 425 кг риби на га. Тобто, під загрозою загибелі опинилося близько 7860 тон риби, яка відноситься більше ніж до 70 видів, серед яких 18 червонокнижні.

В той же час слід зазначити що риба може активно шукати ділянки захищені рельєфом дна та ландшафту, тому повної втрати іхтіофауни не слід очікувати, відновлення запасів промислових видів риб за умови припинення воєнних дій та відновлення нерестовищ можливе за 3-5 років.

При цьому тут мешкають 18 видів червонокнижних риб. Під явною загрозою знищення опиняться нечисленні залишки стада всіх осетрових осетра, севрюги, шипа нерестовий яких хід з моря в річки як раз приходиться на кінець травня початок червня.

Майже напевно остаточно вимре як вид **Морський судак** (буговец) який мешкає тільки в Дніпрсько-бузькому лимані, останні 30 років цей вид вважався вимерлим в Україні, але наша знахідка однієї дорослої особини 21 вересня 2016 р. підтвердила його присутність в лимані. Вважається що може існувати ще одна популяція цього виду у південному Каспії, але є також обґрунтовані судження щодо того, що це інший підвид, або навіть вид оскільки каспійська форма в річки не входить і зовсім уникає опріснених районів. До того ж останні знахідки у Каспії датуються початком 2000 років.

Наземна фауна

Гідроудар та стрімка підняття рівня води призвела до загибелі більшості наземних безхребетних та хребетних тварин то ходу паводкової хвилі, завдала непоправної шкоди більшості видів птахів в зоні безпосереднього впливу. Слід зазначити, саме в цей час ще не закінчився період гніздування, що ставить під пряму загрозу пташенят не тільки водних та навколводних птахів але і птахів що гніздують у чагарниках та на невисоких деревах під стріхами домів, на обривах та ярах. Час на

повторні виводки вже минув, тобто навіть в результаті нового гніздування пташенята не зможуть підрости до розмірів спроможних до сезонної міграції.

Достовірна оцінка масштабності втрат наземної фауни до сходу води майже неможлива.

В той же час навіть попередні оцінки втрати раритетного компоненту фауни дуже вражаючий. На затоплених територіях розміщені майже всі відомі місця мешкань двох видів мурах – Ліометопум звичайний, Тапіноми кінбурнської, бабки Стрілка Ліндена, богомола Емпуза піщана, оси Кольпа Клюге.

Затопленні 70% ареалу світової популяції мишівки Нордмана, до 50% ареалу сліпака піщаного, до 50% ареалу земляного зайця або емуранчика звичайного. Постраждали популяції мідянки звичайної, гадюки степової, полоза жовточеревого, полоза сарматського та інші червонокнижні види.

Внаслідок затоплення, підтоплення та водної ерозії повністю або частково постраждає більше 50 об'єктів природно-заповідного фонду та територій що підлягають охороні (1 біосферний заповідник; 3 національні природні парки, 1 регіональний ландшафтний парк, 16 заказників, 3 заповідні урочища, 22 пам'ятки природи, 2 парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва 7 об'єктів Смарагдової мережі Європи).

Вплив на біорізноманіття та стан водних та прибережних екосистем Каховського водосховища

Буде менш стрімким але значно більш тривалим та масштабним.

Осушення великої площі дна призведе до загибелі всього донного населення, водної рослинності та, частково, риб на осушених територіях. Окрім прямої втрати водних живих ресурсів, біотопів фітофільних риб та безхребетних, переходу лімнофільних угруповань в режим високої проточності, тут виникають проблеми осушення донних відкладів. Крім того, можна прогнозувати фрагментацію водосховища на окремі водойми в яких буде накопичуватися риба та інші гідробіонти. При високих літніх температура це, безумовно, викличе їхню загибель та розповсюдження заморних явищ.

За певних умов (висока температура, зменшення витрат води, можливі дощові зливи) заморні явища можуть мати вибухоподібний характер та зачіпати все русло Дніпра від Запоріжжя до Чорного моря, включно з Дніпровсько-Бузьким лиманом.

Саме вторинне забруднення води за рахунок загибелі водних організмів а не попадання у воду будь яких зовнішніх забруднювачів несе найбільшу загрозу для якості води Дніпра в подальшому.

Приклад з паливо мастильними матеріалами дуже показовий. Ні 150, ні 300, ні, навіть 3000 тон мастила на фоні витрат 30-50 тисяч кубометрів (тон) води за секунду просто непомітні. Те саме можна сказати про залиті склади добрив, і.т.д які безумовно будуть нести локальні загрози на спаді рівня води, але вони неспівставні по масштабу з небезпеками від вторинного забруднення що неминуче буде спричинене загибеллю водних організмів.

Прибережна рослинність. Зниження рівня води у Каховському водосховищі більш ніж на 3–3,5 м викличе повну загибель занурених водяних рослин. Як показує досвід осушення водойми охолоджувача Чорнобильської АЕС зберуться зарості очерету які в умовах полісся існують хоча і в дуже пригніченому стані вже декілька років. Окрім того, що рослини стануть частиною відмерлої біомаси, їхня відсутність як продуцентів кисню – погіршить кисневий режим у водосховищі. Запаси фітомаси вищих водних рослин склали близько 50 тис. тон.

Риби. Швидке зниження рівня водосховища вже призвело до того, що загинула цьогорічна молодь яка локалізується в прибережній зоні, дорослі риби на багатьох ділянках водосховища не змогли мігрувати в основне русло та залишилися в залишкових калюжах та водоймах або загинули. Фрагментація водосховища на окремі водойми дозволить деякий час протриматися певній частині рибного стада, але при повному відокремленні від русла неглибоких водойм риб неминуче жде загибель, та загнивання.

Донні біоценози.

Загибель донних біоценозів на осушених ділянках водосховища призведе до того, що під відкритим небом опиняться тисячі тон гниючої органіки. Середня багаторічна біомаса донного угруповання – 250 г/м², тобто загальна маса донних безхребетних може сягнути 500 тисяч тон. Це в значній мірі визначитиметься загибеллю чисельних популяцій прикріплених двостулкових моллюсків роду *Dreissena*. Біомаса моллюсків на різних глибинах та різних типах донних ґрунтів варіює від кількох грам до кілограмів і навіть локально до десятків кг на м² дна, так звані «поля дрейссени» з максимальною біомасою розташовані переважно на глибинах від 2 до 6 м що підлягають осушенню. При цьому слід зазначити, що моллюски є надпотужним фільтром який забезпечує якість води. Кожну добу 1 кг дрейсен профільтрує більше тони води.

Паразитологічна та епідеміологічна ситуація. Основна небезпека використання води буде пов'язана погіршенням її якості внаслідок відмирання значної біомаси гідробіонтів та створенням сприятливих умов для розвитку сапрофітних, умовно-патогенних та патогенних мікроорганізмів.

Сальмонели, шигели, лептоспіри, холерні вібріони, збудники туляремії, ентеровіруси, можуть виживати у воді від декількох діб до місяців, в залежності від температур та кисневих умов. Погіршення якості води внаслідок розкладення решток тваринних організмів сукупно з ускладненням роботи систем очищення комунальних вод перед скиданням у водосховище підвищують небезпеку спалахів серйозних інфекційних захворювань людини – черевного тифу, гастроентеритів, холери, туляремії, лептоспірозу, гепатиту А, ентеровірусних інфекцій, балантидіозу, амебної дизентерії та інших хвороб. Основний шлях запобігання – суворий контроль якості питної води та води, що скидається у водосховище; карантинні заходи, локалізація вогнищ епідемій.

У численних залишкових водоймах після падіння рівня води у водосховищі отримують оптимальні умови для розвитку кровосисні комахи, деякі види яких можуть бути переносниками небезпечних захворювань людини – малярії та різних видів лихоманок. В умовах потепління клімату можливе активне поширення комарів роду *Aedes*, серед яких і поки що відсутній на території континентальної України *Aedes albopictus* але він з 2019 р фіксується в Криму, а цей вид є другим за небезпечністю після сумнозвісного *Aedes aegypti* переносником вірусу гарячки денге. Він також може бути переносником 7 вірусів з родини альфа-вірусів та 8 представників родини буньявірусів (наприклад, вірусів гарячки Рифт Валлі й енцефаліту Ла-Кросс), здатний бути вектором для трьох флавівірусів, - жовтої гарячки, японського енцефаліту та гарячки Західного Нілу. Інші комари родів *Aedes*, *Anopheles*, *Culex* здатні поширювати дірофіляріоз – трансмісивний гельмінтоз, який викликається нематодою *Dirofilaria repens*.

Цей вид загрози поки що потенційний, але потребує постійного епідеміологічного контролю.

LIST OF RISKS AND THREATS CAUSED BY EXPLOSION OF THE KAHOVKA HPP DAM

It consists of 4 parts:

- 5. General analysis.**
- 6. General impact on the environment and services related to natural (water) resources.**
- 7. Threats in the geological environment.**
- 8. Damage and threats to biodiversity.**

I. General analysis of the disaster prepared with the help of satellite images and open source data (CEOBS, West Yorkshire, UK)

Analysis results:

1. 77 facilities have been identified as posing a pollution risk.
2. Three hotspots have been identified for contaminated areas in the areas to be visited by local authorities. They include:
 - the eastern edge of Quarantine Island (Kherson),
 - the industrial district as part of the Brick Factory (Kherson)
 - the eastern industrial area of Oleshky
3. 88.3% of the identified facilities were completely flooded; 10.4% of the facilities are partially flooded; 1.3% could be possibly flooded.

Detailed information on the Report with information on the type and locations of the identified 77 hazardous facilities was submitted to the SEI.

2.2. General impact on the environment, ecological systems and services related to water resources (prepared by Mark Zheleznyak, Deputy Chairman of the Scientific Expert Council of the SEI).

Assessment of harmful effects caused by **the drainage of the Kakhovka reservoir and damages caused by the breach wave from the reservoir**. “The drainage” caused the transformation of 2,150 km². of the Kakhovka reservoir into a river channel system based on the riverbeds of the “old Dniro” existing before the Kakhovka Reservoir was filled, and the emergence of huge new areas of wetlands and new waterless “dry land” of the former bottom of the reservoir.

- Loss of the possibility of using the water resources of the Kakhovka Reservoir for power industry,
- Mass death of piscifauna
- Losses of the agricultural sector (irrigation),

- Losses of water supply and sanitation services — loss of opportunities to use water intakes and discharges in settlements on the banks of the reservoir
- loss of water intakes in main water supply channels (Kryvyi Rih, Mykolaiv, cities of the left bank)
- destruction of the water supply system of the Zaporizhzhia NPP
- negative changes in water quality, sanitary and hygienic indicators and pollution of shallow water bodies and leakage from the former reservoir

All of the above risks constitute an extreme ecological threat, as the estimated remains of benthic algae of more than 100,000 tons alone, which will decompose in the air, can have a great impact on people and the locations closest to those territories.

The following issues require scientific study and forecasting, including the development of new water systems at the site of the Kakhovka Reservoir:

- change of channel and surface water level — “new-old channels + wetlands”
- Groundwater — changes in the levels and dynamics of groundwater near the reservoir because of the loss of hydraulic pressure of 18 cubic meters. km., which caused the disappearance of groundwater in the territories tens of kilometres near the reservoir
- disappearance of water in shallow artesian wells

Long-term consequences that require scientific substantiation and damage assessment and measures to minimize their impact:

- Water intakes and discharges in settlements on the banks of the reservoir are ecological consequences of discharges into shallow water
- Water supply through main channels to Kryvyi Rih, Mykolaiv and others
- Water quality and water pollution on the lower Dnipro, which will now drain to Kakhovka and makes 2,000 km² of shallow water, and in fact “desertification” of most of the area of the former Kakhovka Reservoir
- The condition of irrigated lands, ecological disaster and the destruction of agricultural production on irrigated lands
- Changes in groundwater level and pollution after the loss of the Kakhovka Reservoir

3. Prepared by Stella Shehunova (member of the Scientific Expert Council of the SEI)

The need for work to study risks and threats:

- Work on monitoring the geological environment, including groundwater (aquifers)
- Express analysis of the development of dangerous engineering and geological processes using remote monitoring (by satellite images) and GIS technologies
- Mapping of engineering and geological conditions and potential risks of the development of dangerous exogenous geological processes (landslides, subsidence, flooding, karst erosion, suffusion) in the territories affected by the explosion of the Kakhovka HPP dam
- Screening assessments of the impact on the geological environment (in particular, underground aquifers) of the affected ecologically hazardous facilities (oil product warehouses, storage sites for chemical plant protection agents, solid household waste landfills, burial grounds, cemeteries, etc.)

These works can be carried out by the Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine.

4. Prepared by Serhii Afanasiev (member of the Scientific Expert Council of the SEI)
Impact
of the explosion of the Kakhovka HPP dam
on the condition and biodiversity of aquatic and coastal ecosystems,
sanitary and hydrobiological condition of the Dnipro and the Kakhovka Reservoirs.

**IMPACT ON THE BIODIVERSITY OF AQUATIC AND RIVER-BANK
ECOSYSTEMS DOWNSTREAM FROM KAHOVKA HPP**

In the first two to three days after the explosion, the main destructive factors were the abnormal acceleration and turbulence of the current to unnatural levels, disruption of bottom sediments and flooding of territories due to a rapid rise in the water level, as well as the beginning of draining of the Kakhovka Reservoir. Later on (4–10 days), there was a flow of large amount of fine bottom sediments from drained areas, which caused a noticeable increase in muddiness. After 10 days, we can expect a deterioration of water quality due to the flushing of secondary pollution caused by the death of hydrobionts (primarily benthic fauna), a decrease in the content of dissolved oxygen, with a further possible explosive development of suffocation phenomena.

It is clear that the impact on the environmental condition of the territories and water areas located upstream and downstream of the dam will be fundamentally different, so we will consider these two parts separately

Impact on the biodiversity of aquatic and river-bank ecosystems downstream from Kahovka HPP. These are the territories and water areas that were affected almost instantly as a result of the catastrophic flood.

Flood plains and river-bank vegetation along the main channel and along the largest branches of the delta were flushed away by water flows on the first to fourth day, depending on the distance to the HPP dam. They were flooded, but the centres of vegetation outside the main stream in the side branches on the southern parts of the islands, as well as in the Dnipro-Buh estuary, will survive. After lowering the level, partial restoration of plants can be predicted during the vegetation season even in the area downstream from the dam.

Plankton was washed away by water currents and eliminated. The total biomass of plankton that died downstream the HPP dam in the first 3 days is 346 tons according to minimum estimates. For microscopic algae, we have even more impressive numbers. The average biomass of phytoplankton in the period at the beginning of summer in terms of the entire water column is 2.5 g/m³. This means that 8 to 17 thousand tons of microalgae were removed from the water area of the Kakhovka Reservoir per day in the first 3 days. In the future, this flow will decrease as the water flow grows less, but with the onset of secondary pollution, the biomass of phytoplankton will increase and, of course, will reach “bloom” levels. The predicted biomass of algae in the Dnipro riverbed and the Dnipro-Buh estuary can be estimated at up to 30 g/m³ (several kilograms per m³ in the fetch spots). In the desalinated area of the Black Sea, the phenomenon of “blooming” of water is also predicted.

At the same time, restoration of river plankton will occur quite quickly due to drift from the upstream area.

Benthic biocenoses will be almost completely destroyed (washed away, covered with bottom sediments) throughout the Dnipro riverbed downstream from the dam in the channels

of the delta and in a significant part of the Dnipro-Buh estuary in the first 1–5 days — depending on the distance to the HPP dam. The average multi-year biomass of invertebrates in the Dnipro area downstream from the dam and in the upper reaches of the estuary was 125 g/m². On the section of the main channel from the dam to the city of Kherson alone, where 100% destruction of groups will take place, the mass of dead invertebrates is more than 10,000 tons.

Pisces. The abnormal acceleration and turbulence of the current, which occur in the first weeks after the explosion of the hydroelectric power station, definitely exceed the swimming capacity of all types of fish living in the lower Dnieper. First of all, young fish that lived in large numbers in areas near the banks after the spawning period will be affected. It can be stated that all young fish that have been revived this year will be destroyed, including because of flushing away to the sea.

It is known that the area of canals and lakes located in the lower reaches and in the Dnipro delta, which are the most productive biotopes for fish, is about 18.5 thousand hectares. The average long-term fish productivity in this area is 85 kg/ha, and taking into account the value of the P/B ratio, which is equal to 5, the total ichthyomass of marketable fish will be equal to 425 kg of fish per ha. That is, about 7,860 tons of fish of more than 70 species, including 18 red-listed fish, are at risk of death.

At the same time, it should be noted that fish can actively search for areas protected by the relief of the bottom and landscape, therefore, a complete loss of piscifauna should not be expected, the restoration of stocks of industrial fish species, subject to the cessation of hostilities and the restoration of spawning grounds, is possible in 3–5 years.

At the same time, 18 Red List species of fish live here. Few remnants of the herd of all sturgeon species, i.e. sturgeon, sevryuga, barbel sturgeon, whose spawning journey from the sea to the rivers falls at late May and early June, will be under a clear threat of destruction.

Sea pike, which lives only in the Dnieper-Buh estuary, will almost certainly finally die out as a species. For the last 30 years, this species was considered extinct in Ukraine, but our finding of one adult individual on September 21, 2016 confirmed its presence in the estuary. It is believed that there may be another population of this species in the southern Caspian, but there are also valid opinions that it is a different subspecies, or even a species, since the Caspian form does not enter rivers and completely avoids desalinated areas. In addition, the latest finds in the Caspian Sea date back to early 2000.

Terrestrial fauna

The water wave and rapid rise in the water level led to the death of most terrestrial invertebrates and vertebrates, and the course of the flood wave caused irreparable damage to most bird species in the area of direct impact. It should be noted that at this time the nesting period has not yet ended, which puts the chicks of not only water and near-water birds in direct danger, but also of birds that nest in bushes and on low trees under the roofs of houses, on cliffs and ravines. The time for re-brooding has already passed, that is the chicks will not be able to grow to the size capable of seasonal migration even in case of a new nesting.

A reliable assessment of losses of terrestrial fauna is almost impossible before the water leaves.

At the same time, even preliminary estimates of the loss of a rare component of the fauna are very impressive. Almost all the known habitats of two species of ants are located on the flooded territories — *Liometopum* common, *Tapinoma kinburna*, Linden's arrow dragonfly, *Empusa* sand mantis, Kolp Kluge wasp.

70% of the area of the world population of the Nordmann's birch mouse, up to 50% of the area of the sandy blind mole-rat, up to 50% of the area of the ground hare or thick-tailed three-toed jerboa have been flooded. Populations of smooth snake, steppe viper, Caspian whipsnake, blotched snake and other red-listed species were affected.

As a result of flooding, inundation and water erosion, more than 50 objects of the nature reserve fund and territories subject to protection will be completely or partially affected (1 biosphere reserve; 3 national natural parks, 1 regional landscape park, 16 nature reserves, 3 protected areas, 22 monuments of nature, 2 parks-monuments of horticultural art, 7 objects of the European Emerald Network).

Impact on the biodiversity of aquatic and river-bank ecosystems upstream from Kahovka HPP

It will be less rapid but much longer and larger.

Drainage of a large area of the bottom will result in the death of the entire bottom population, aquatic vegetation and, in part, fish in the drained areas. In addition to the direct loss of aquatic living resources, biotopes of phytophilous fish and invertebrates, the transition of limnophilic communities to the high flow conditions, there are problems of draining bottom sediments. In addition, it is possible to predict the fragmentation of the reservoir into separate reservoirs in which fish and other hydrobionts will accumulate. At high summer temperatures, this will certainly cause their death and spread of suffocation phenomena.

Under certain conditions (high temperature, decrease in water flow, possible rain showers), the suffocation phenomena can have an explosive nature and affect the entire channel of the Dnipro from Zaporizhzhia to the Black Sea, including the Dnipro-Buh estuary.

It is the secondary water pollution due to the death of aquatic organisms, rather than the ingress of any external pollutants into the water, that poses the greatest threat to the quality of the Dnipro water in the future.

The example with fuels and lubricants is very illustrative. 150, 300, or even 3,000 tons of lubricant against the background of flow rate of 30–50 thousand cubic meters (tons) of water per second are simply imperceptible. The same can be said about the flooded fertilizer warehouses, etc., which will definitely pose local threats when the water level drops, but they are not comparable in scale with the dangers from secondary pollution that will inevitably be caused by the death of aquatic organisms.

Coastal vegetation. A drop in the water level in the Kakhovka Reservoir by more than 3–3.5 m will cause the complete death of submerged aquatic plants. As the experience of draining the coolant reservoir of the Chernobyl NPP shows, the reed thickets that have existed in the forest conditions, although in a very depressed state, will be preserved for several years. In addition to the fact that plants will become part of dead biomass, their absence as producers of oxygen will worsen the oxygen regime in the reservoir. Stocks of phytomass of higher aquatic plants amounted to about 50,000 tons.

Pisces. The rapid decrease in the level of the reservoir has already led to the death of this year's young fish living in the area near the banks, adult fish in many areas of the reservoir were not able to migrate to the main channel and remained in residual puddles and reservoirs, or died. Fragmentation of the reservoir into separate reservoirs will allow a certain part of the fish stock to survive for some time, but if the shallow reservoirs are completely separated from the channel, the fish will inevitably die and decay.

Benthic biocenoses.

The death of benthic biocenoses in the drained areas of the reservoir will lead to thousands of tons of decaying organic matter exposed to the open sky. The average long-term

biomass of the benthic community is 250 g/m², that is, the total mass of benthic invertebrates can reach 500,000 tons. This will largely be determined by the death of numerous populations of attached *Dreissena* bivalve molluscs. The biomass of molluscs at different depths and different types of bottom soils varies from a few grams to kilograms and even locally up to tens of kg per m² of the bottom, the so-called “Dreissena fields” with the maximum biomass are located mainly at depths from 2 to 6 m that are subject to drainage. At the same time, it should be noted that molluscs are a powerful filter that ensures water quality. Every day, 1 kg of *Dreissena* filters more than a ton of water.

Parasitological and epidemiological situation. The main danger of using water will be associated with the deterioration of its quality due to the death of a significant biomass of hydrobionts and the creation of favourable conditions for the development of saprophytic, opportunistic and pathogenic microorganisms.

Salmonella, shigella, leptospira, cholera vibrios, tularemia pathogens, enteroviruses can survive in water from several days to months, depending on the temperature and oxygen content. Deterioration of water quality due to the decomposition of the remains of animal organisms together with the complication of operation of municipal water treatment systems before discharge into the reservoir increases the risk of outbreaks of serious human infectious diseases — typhoid fever, gastroenteritis, cholera, tularemia, leptospirosis, hepatitis A, enterovirus infections, balantidiosis, amoebic dysentery, etc. The main way of prevention is strict control over the quality of drinking water and water discharged into the reservoir; quarantine measures, localization of outbreaks of epidemics.

In numerous residual reservoirs, after the water level in the reservoir falls, there will be optimal conditions for the development of blood-sucking insects, some species of which can be carriers of dangerous human diseases such as malaria and various types of fevers. In the conditions of climate warming, the active spread of *Aedes* mosquitoes is possible, which include *Aedes albopictus* that is not yet present on the territory of continental Ukraine, but it has been registered in Crimea since 2019, and this species is the second most dangerous after the notorious *Aedes aegypti*, a carrier of the dengue fever virus. It can also carry 7 viruses of the alphavirus family and 8 viruses of the bunyavirus family (for example, Rift Valley fever and La Crosse encephalitis viruses), capable of being a vector for three flaviviruses — yellow fever, Japanese encephalitis and West Nile fever. Other *Aedes*, *Anopheles*, and *Culex* mosquitoes are capable of spreading dirofilariasis, a transmissible helminthiasis caused by the *Dirofilaria repens* nematode.

This type of threat is still potential, but requires constant epidemiological control.