

УДК 504.052:627.8.05

ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ В ГІДРОЕНЕРГЕТИЦІ

А. Павелко, М. Сиротюк

*Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. П. Дорошенка, 41, 79000, м. Львів, Україна*

Описано основні теоретичні погляди на екологічні ризики як наукову категорію, визначення екологічного ризику в українському законодавстві; а також основні екологічні ризики, пов'язані з будівництвом та експлуатацією гідроелектростанцій. З огляду на масштабні плани будівництва гідроелектростанцій в Україні після запровадження “зеленого” тарифу питання визначення й відповідної оцінки екологічних ризиків має ключове значення для ухвалення обґрунтованих управлінських рішень щодо будівництва гідроелектростанцій або відмови від будівництва.

Ключові слова: екологічний ризик, гідроелектростанція.

З 2009 р, після запровадження в Україні “зеленого” тарифу на електроенергію, яку виробляють малі (потужністю до 10 МВт) гідроелектростанції (ГЕС), а також з огляду на збільшення розміру “зеленого” тарифу для ГЕС потужністю до 10 МВт у листопаді 2012 р; очікують на подальший бурхливий розвиток цього сегмента енергетики. Масштабні плани щодо гідроенергетичного будівництва в Карпатському регіоні (існують плани будівництва понад 500 малих ГЕС у карпатських областях України), а також на інших вразливих територіях (наприклад, на Південному Бузі) свідчать про те, що сукупний екологічний вплив такої діяльності може перевершити вплив багатьох великих проєктів. Крім того, основний гідроенергетичний потенціал зосереджений у Карпатах. А ця гірська система має високий рівень збереженості природних екосистем, біологічного різноманіття, тут формується значна частина водних ресурсів нашої держави. Важливість цієї екосистеми, збереження її природи, культурної спадщини, традиційних знань і туристичного потенціалу визнані на загальноєвропейському рівні й закріплені у Рамковій конвенції про охорону та сталий розвиток Карпат. Тому постає питання екологічних ризиків, що супроводжують гідроенергетичне будівництво й експлуатацію ГЕС.

Україна має досить тривалу історію гідроенергетичного використання річок. На жаль, протягом усієї історії гідроенергетичне використання річок супроводжувалось низкою екологічних проблем, більшість із яких так і не вирішено. Сьогодні ми спостерігаємо новий етап посиленої уваги до гідроенергетики, особливо до малої, яка начебто позбавлена всіх тих недоліків, які призводять до негативного впливу на довкілля. Проте нові проєкти, а також досвід розвитку гідроенергетики, у тому числі малої, в інших країнах свідчать: проблеми негативного впливу на довкілля ГЕС, зокрема й малих, існують і ними не можна нехтувати. Зазвичай, вони виникають через неповну або неправильну оцінку тих екологічних ризиків, які пов'язані з гідроенергетикою загалом, а також її розвитком у конкретних географічних умовах. Визначення, належна оцінка і врахування екологічних ризиків дадуть змогу приймати обґрунтовані екологічно й еко-

номічно виважені управлінські рішення, які, відповідно, допомагатимуть досягти цілей сталого розвитку.

Основні наші цілі – дослідження наукових поглядів на категорію екологічного ризику, законодавчого визначення екологічного ризику в Україні, а також визначення й коротка характеристика основних екологічних ризиків у сфері гідроенергетики.

Екологічний ризик – це обставина (подія) природного чи техногенного характеру, яка, ймовірно, може призводити до екологічно небезпечних наслідків для довкілля та людини.

У юридичному сенсі екологічний ризик – це передбачена чинним законодавством обставина, з якою пов'язане виникнення правовідносин щодо здійснення екологічно небезпечної діяльності та запровадження особливого правового режиму запобігання екологічній небезпеці [3].

У ст. 1 Закону України “Про об'єкти підвищеної небезпеки” є таке визначення ризику: ступінь імовірності певної негативної події, яка може відбутися в певний час або за певних обставин на території об'єкта підвищеної небезпеки і/або за його межами.

Отже, поняття екологічного ризику тісно пов'язане з поняттям екологічна небезпека з об'єктами підвищеної небезпеки.

Постановою Кабінету Міністрів України № 554 від 27 липня 1995 р. “Про перелік видів діяльності та об'єктів, що становлять підвищену екологічну небезпеку” визначено види діяльності з особливим правовим режимом, що зумовлений високим рівнем екологічних ризиків. Будівництво гідроенергетичних і гідротехнічних споруд включене до цього переліку.

Відповідно до визначення, запропонованого кафедрою глобальної екології Наукового інституту Карнегі Стенфордського університету (США), термін “ризик” має два відмінні значення. В одному випадку він може означати небезпеку або загрозу, а в іншому, вужчому, імовірність настання негативних наслідків або завдання збитків. Наприклад, “паводковий ризик” може стосуватися небезпеки утворення паводків, а у вужчому значенні – конкретна ймовірність, наприклад, імовірність паводка 0,01 (паводок, що відбувається раз у сто років).

Отже, у першому значенні ризик розглядають як більш-менш точний синонім небезпеки. Це подія або дія з негативними наслідками. З цього погляду ступінь ризику стосується як ймовірності його настання, так і розміру його наслідків.

Екологічний ризик як імовірність розглядають як значення ймовірності настання небажаного явища та його наслідків природного або антропогенного походження. Згідно з цим поглядом, різниця між оцінкою впливу та оцінкою ризику полягає в тому, що оцінка впливу стосується явищ, про які досить упевнено можна сказати, що вони відбудуться, тоді як оцінка ризиків стосується явищ, які ймовірно можуть відбутись [11].

Ми термін “екологічний ризик” використовуємо у першому, ширшому значенні, оскільки застосування другого значення (ймовірності настання небажаних наслідків) можливе лише у випадку розгляду конкретних проектів у конкретних умовах і мало стосується гідроенергетики загалом.

Зазвичай, в економічній теорії поняття ризик обмежене ризиками в разі будівництва і ризиками інвесторів з погляду окупності. Водночас з екологічного погляду поняття ризиків повинно ширший спектр явищ, які негативно впливають на довкілля і суспільно-економічну систему, а також на окремі їхні складові.

На думку деяких учених [11], вирішення питань, пов'язаних з екологічними ризиками в гідроенергетиці, не повинно перетворюватись лише на вивчення страхових таб-

лиць та застосування математичних формул. Ризик виникнення небезпечних природно-антропогенних процесів та ступінь стійкості (вразливості) природних об'єктів, ресурсної бази господарської діяльності, соціального і фізичного здоров'я населення може бути виражений у якісних формах (опис), напівкількісних (бали та ранги), а за наявності певних науково-методичних напрацювань і у вигляді кількісно виражених показників збитків та у страхових індексах.

Ризики в гідроенергетиці можна визначати на рівні теоретичних і практичних наукових досліджень, а також у ході діяльності – на етапі проектування, будівництва гідроенергетичних об'єктів та аудиту вже збудованих. Визначення ризиків на етапі теоретичних і практичних наукових досліджень може відбуватись у ході не лише досліджень, пов'язаних з конкретними гідротехнічними планами й об'єктами, а також інших – наприклад, іхтіологічних, гідробіологічних, геоекологічних. Їх часто виконують у рамках наукових пошуків, прямо не пов'язаних із гідротехнічним будівництвом та експлуатацією гідротехнічних і гідроенергетичних споруд, проте вони можуть слугувати цінним джерелом знань з окремих екологічних питань.

Перша група ризиків, яку формують об'єкти гідроенергетики, пов'язана з геологічними процесами – сейсмічністю, наявністю зон розломів та тріщинуватості, стійкості порід щодо звітрювання, статичних та динамічних навантажень, наявністю карстових порожнин тощо. Ризики виникнення землетрусів зумовлені початковою сейсмічністю території і перерозподілом мас у земній корі. Зазвичай, ризики виникнення землетрусів прямо пов'язані із розмірами гребель і водосховищ – тобто обсягами накопиченої води, швидкістю змін накопичених обсягів тощо. Загальна кількість землетрусів, спричинених гідроенергетичними проектами, за даними деяких учених, може перевищувати сотню [10]. Наприклад, руйнівний землетрус у провінції Сичуань (Китай) у 2008 р., що призвів до загибелі понад 69 тис. осіб, деякі вчені пов'язують із масштабним гідроенергетичним будівництвом у цьому регіоні [8]. Випадки землетрусів, спричинених будівництвом водосховищ, фіксували також у США, Індії, Бразилії, Таїланді, Узбекистані, Таджикистані, Замбії, Єгипті, Гані, Греції, Франції, Іспанії. Це дало змогу вченим запровадити новий науковий термін – землетруси, спричинені водосховищами [10]. Важливо, що навіть за незначної сили землетруси можуть провокувати інші негативні процеси – зсуви, селі, обвали, лавини. Це особливо актуально для гірських умов [4].

Друга група ризиків пов'язана зі змінами геоморфологічних процесів – ерозії, накопичення наносів, абразії, карсту, суфозії, різних схилових процесів тощо. Крім землетрусів, негативні геологічні й геоморфологічні явища можуть виникати внаслідок будівельних робіт, підрізання схилів, вибухових робіт, знищення деревної рослинності на схилах, зволоження лінії відриву зсуву внаслідок підтоплення в разі заповненні водосховища, змін рівня та режиму ґрунтового і підземного зволоження, змін у перенесенні й накопиченні твердого стоку. Наприклад, у 1989 р. під час будівництва ГЕС у с. Гірське Довге у Львівській обл. відбувся зсув ґрунту з пошкодженням конструктивних елементів ГЕС. У підсумку вартість будівництва значно зросла і на тлі негативних настроїв місцевого населення від проекту відмовились.

Третя група ризиків зумовлена змінами в гідрологічному режимі водотоків – зміни кисневого режиму, температури, швидкості потоку тощо, а також зміни в гідрогеологічному режимі території – наприклад, підвищення або зниження рівня ґрунтових вод. До цієї групи зачислено також ризики критичного зменшення річкового стоку, ризик збільшення дефіциту водних ресурсів (наприклад, через збільшення випаровування, зниження рівня підземних вод тощо). Класичним прикладом цієї проблеми є форму-

вання зон з критично малим вмістом кисню у водосховищах на Дніпрі, що супроводжуються заморами риби. Практично повне зникнення води у потоках після будівництва дериваційних ГЕС спостерігали в Івано-Франківській і Закарпатській областях.

Четверта група ризиків пов'язана зі змінами в живій природі – пряме знищення рослин і тварин під час будівництва й експлуатації гідроенергетичних об'єктів, зміни в оселищах рослин і тварин, зміни чисельності, продуктивності й біомаси тварин і рослин, ризик проникнення чужорідних видів тощо. Наприклад, основною причиною вимирання лосося дунайського (*Hucho hucho*) сьогодні вважають саме гідроелектростанції [9], а цей вид усе ще існує в Україні, зокрема в басейні Пруту і Тиси – тобто там, де планують будувати цілі каскади ГЕС. З цією групою ризиків пов'язаний і ризик збільшення витрат на здійснення природоохоронних заходів.

П'ята група ризиків охоплює зміни в умовах життя населення, зміни природно-ресурсних основ традиційних видів господарської діяльності, прямі або опосередковані кліматичними, харчовими, соціальними або господарськими зрушеннями, вплив на здоров'я людей. Наприклад, на думку мешканців деяких сіл Верховинського р-ну Івано-Франківської обл. (Дземброня, Бистрець та ін.), будівництво ГЕС гальмуватиме розвиток екологічного туризму, зменшить привабливість земель громади для організації дозвілля.

Шоста група ризиків об'єднує ризики завдання шкоди довкіллю та населенню як наслідок управлінських рішень [4]. До цієї групи ризиків можна зачислити ризик невиконання умов екологічного пропуску внаслідок надання переваги економічним інтересам над екологічними або внаслідок виконання вимог системних операторів про ввімкнення та вимкнення потужностей ГЕС, ризик вторинних паводків унаслідок прийняття хибних рішень за умови критичних режимів заповнення водосховищ, ризики недооцінки програм енергозбереження та скорочення споживання електроенергії тощо. Наприклад, унаслідок аварійного скиду вод Кременчуцькою ГЕС фіксували загибель 16 мільйонів мальків [6].

Сьома група – це ризики незбіжності місцевих програм соціально-економічного розвитку й інтересів населення з планами будівництва ГЕС, що може призводити до соціальної напруженості й навіть громадянських конфліктів. Зокрема, конфлікт на території Бистрецької сільської ради Верховинського р-ну Івано-Франківської обл. між місцевими жителями і інвесторами, які планували будівництво ГЕС, був спричинений, серед іншого, тим, що місцеві жителі вважали ГЕС загрозою для туризму. Масштабні плани будівництва малих ГЕС в Українських Карпатах становлять загрозу для розвитку водного туризму регіоні, адже такі річки, як Прут, Черемош, Стрий та інші, а також їхні притоки є основою для гірського сплавного туризму й приваблюють туристів із Білорусі, прибалтійських країн, Польщі.

Усі ці групи процесів можуть виявлятися або активізуватися на різних етапах: будівництва, штатної роботи та у випадках аварійних ситуацій. Відповідно, екологічні ризики варто розглядати у прив'язці до цих трьох етапів [4].

На етапі будівництва під час створення водосховищ відбувається пряме затоплення значних площ земель: більше у випадках будівництва великих ГЕС, особливо на рівнинних річках та менше у випадку будівництва малих ГЕС, особливо в гірських умовах. У ході будівництва дериваційних ГЕС, особливо ГЕС із закритою деривацією, часто є та ж таки фрагментація і руйнування екосистем. Поява великої кількості будівельників може призвести до розширення зон негативного антропогенного впливу, зокрема, браконьєрства. Знищення рослинного покриву, прокладання доріг, додаткових

електричних мереж, труб для деривації призводить до активізації небезпечних геоморфологічних процесів – схилових (зсуви), нівальних (лавини), ерозії, селевих потоків. Під час будівництва гідроенергетичних об'єктів відбувається забруднення вод завислими частинками, нафтопродуктами, а також важкими металами як наслідок активізації ерозійних процесів та змиву різноманітних відходів.

У період роботи гідроелектростанцій створені греблі змінюють місцеві базиси ерозії, водність та режим річки у верхньому та нижньому б'єфах. З'являються нові протяжні межі води і суходолу з новими активними незрівноваженими процесами (абразія, активізація схилових процесів, карсту). Змінюється режим перенесення завислих частинок. Відбуваються зміни процесів накопичення наносів і водосховища, особливо в гірських умовах, сильно замулюються, втрачаючи свої захисні функції. Наприклад, водосховище Терембле-Ріцької ГЕС сьогодні вже втратило третину об'єму внаслідок замулення [5]. Водночас зниження базису ерозії нижче гребель може призвести до зниження рівня ґрунтових вод на прилеглих територіях, активізації ерозійних процесів, розмиву річища тощо. Створення зон можливих підтоплень уздовж берегів водосховища спричиняє заболочування територій (особливо на рівнинах). Можливе погіршення якості водопостачання.

За умови різких змін рівня води водосховища відбувається виробіток кількох профілів рівноваги берега замість одного, що призводить до утворення додаткових обсягів уламкового матеріалу, який переміщається до чаші водосховища.

Цікавим є той факт, що зміни берегової лінії внаслідок змін у перенесенні й накопиченні наносів може призвести до виникнення територіальних суперечок на прикордонних ділянках річок.

Водосховища, особливо великі, суттєво впливають на мікроклімат – збільшення опадів на прибережних ділянках, збільшення кількості днів із туманами, підвищення температури восени і зниження навесні. Додаткове випаровування з дзеркала водосховища зменшує загальний річковий стік.

В умовах існування водосховищ відбуваються зміни режиму водного стоку – об'ємів та часу проходження повеней, періодичності високих паводків. Водні та навколводні екосистеми у нижніх б'єфах водосховищ не отримують значної частини поживних елементів, що за звичних умов надходять із річки.

Виникають проблеми, спричинені недостатньою підготовкою чаш водосховищ до затоплення та погіршення якості вод унаслідок розкладення органіки. Через коливання рівнів води у водосховищах може відбуватись загибель гідробіонтів, у тому числі під час нересту. Вплив на водну фауну змін температурного, кисневого режимів та режимів живлення призводить до порушень структури водної фауни – розвиваються види, характерні для стоячої води. Зазначимо, що серед видів іхтіофауни Українських Карпат, які перебувають під загрозою, більшість становлять саме реофільні види (лосось дунайський, харіус європейський, форель струмкова, чоп тощо). Умови сезонних міграцій прохідних та напівпровідних видів риб значно погіршуються або така міграція взагалі припиняється. Як свідчить практика функціонування рибоходів на гідровузлах, вони, зазвичай, є малоефективними, а ефективніші потребують значних капітало-, ресурсовкладень, а також змін у проектах.

У період межени до закритих дериваційних систем може потрапляти практично вся вода з водотоку, унаслідок чого відбувається повне руйнування водної екосистеми на зневодненій ділянці. Крім того, такі разючі зміни гідрологічного режиму водотоків неодмінно позначаються і на екосистемах суходолу. Заплави річок, займаючи малі пло-

щі, відіграють для біоти роль опорного каркаса, а також коридорів міграції. Наприклад, в екологічній мережі України річища і заплави формують основні коридори, що сполучають різні природні зони, райони, природно-заповідні території. Внаслідок цієї особливості вплив затоплення та фрагментації річкових і заплавної екосистем на біоту поширюється на площі, що в десятки разів перевищують як площі водосховищ, так і площі, зайняті під гідроспорудами.

За умов аварійних ситуацій може відбутись повне руйнування екосистем, поселень, загибель людей, тварин і рослин у зоні впливу хвилі прориву і супутніх затоплень. Одночасно процес може супроводжуватись забрудненням води в річці внаслідок потрапляння забруднювальних речовин з території затоплених поселень, промислових і сільськогосподарських підприємств і відповідним перенесенням цих речовин з забруднених територій на незабруднені.

Наголосимо, що перелічені ризики стосуються не лише великих гідроелектростанцій. Як свідчать останні дані, у разі порівняння еколого-економічного ефекту малих і великих ГЕС часто трапляються ситуації, коли малі ГЕС можуть мати гірші показники і значний негативний вплив на довкілля [12]. Це зумовлено тим, що порівняння обсягів виробленої електроенергії з обсягами екологічних втрат може, незважаючи на поширені стереотипи, бути не на користь малих ГЕС. Адже самі обсяги виробництва електроенергії малими ГЕС є дуже незначними, а їхнє розташування на особливо цінних природних територіях зумовлює значні екологічні втрати.

Отже, гідроенергетика належить до видів діяльності, пов'язаних із підвищеними екологічними ризиками. Існує необхідність оцінки і врахування екологічних ризиків як у широкому, так і у вузькому значенні цього терміна, у ході розробки будь-яких планів розвитку гідроенергетики, використання наявних гідроенергетичних об'єктів і планування нових. Тільки за умов максимального врахування екологічних ризиків і вжиття заходів щодо їхнього уникнення, готовності до відмови від будівництва та експлуатації об'єктів з високим ступенем ризику, врахування географічних особливостей території можливий безпечний і сталий розвиток гідроенергетичної галузі України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Водне господарство в Україні / [за ред. А. В. Яценка, В. М. Хорєва]. – К. : Генеза, 2000 – 456 с.
2. Катастрофи на берегах рек /С. С. Гинко [под ред. А. И. Чеботарева]. – Л. : Гидрометеоздат, 1977 – 128 с.
3. Екологічна енциклопедія: У 3 т. / А. В. Толстоухов та ін. – К. : ТОВ Центр екологічної освіти та інформації, 2008. – Т. 3. – С. 201–202.
4. Выявление, оценка, предупреждение и контроль рисков воздействия на окружающую среду объектов гидроэнергетики. Доступна з сайту <http://russiandams.ru/perechen-problem/riski-vozdеistviya-na-okruzhayushchuyu-sredu>
5. Ігор Меліка. Терєбле-Ріцька ГЕС – стратегічний об'єкт у Карпатах. Доступна з сайту <http://igormelika.com.ua/moi-karpati/zhittya-buttya/tereblye-ricka-ges-strategichnij-obyekt-v-karpatax>
6. На Кременчугском водохранилище погубло 16 млн. мальков. Доступно з сайту <http://kremenchug-ua.biz/1841-na-kremenchugskom-vodokhranilishhe-pogiblo-16-mln-malkov.html>

7. Офіційний сайт Верховної Ради України www.rada.gov.ua
8. Причиною Сычуаньского землетрясения стала ГЭС? Доступно з сайту http://rus.ruvr.ru/2012_12_21/Prichinoj-Sichuanskogo-zemletrjasenija-stala-GJES/
9. Червоний список видів, що перебувають під загрозою МСОП. Доступний з сайту <http://www.iucnredlist.org/details/10264/0>
10. A Faultline Runs Through It: Exposing the Hidden Dangers of Dam-Induced Earthquakes. Доступна з сайту <http://www.internationalrivers.org/resources/a-faultline-runs-through-it-exposing-the-hidden-dangers-of-dam-induced-earthquakes-2645>
11. Environmental Risks. Доступна з сайту http://dgs.stanford.edu/SCOPE/SCOPE_15/SCOPE_15_1.1_chapter1_1-14.pdf
12. Small Isn't Beautiful. Conservation magazine – University of Washington. Доступна з сайту <http://www.conservationmagazine.org/2011/03/small-isnt-beautiful/>

*Стаття: надійшла до редакції 25.04.2013
доопрацьована 16.06.2013
прийнята до друку 12.07.2013*

ENVIRONMENTAL RISKS IN HYDROPOWER INDUSTRY

A. Pavelko, M. Syrotyuk

*Ivan Franko National University of Lviv,
P. Doroshenka Str., 41, Lviv, 79000, Ukraine*

The main theoretical aspects of the environmental risks as a scientific category, the definition of environmental risk in the Ukrainian legislation, as well as major environmental risks associated with the construction and operation of hydroelectric power have been described. Taking into account the large-scale plans of the hydroelectric power plants building in Ukraine after the implementation of "green" tariff the determination and issue the appropriate environmental risks assessment is crucial for making the reasonable management decisions on the construction of hydroelectric power or abandon it.

Key words: environmental risk, hydropower plant.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ В ГИДРОЭНЕРГЕТИКЕ

А. Павелко, М. Сиротюк

*Львовский национальный университет имени Ивана Франко,
ул. П. Дорошенко, 41, г. Львов, 79000, Украина*

Описаны главные теоретические взгляды на экологические риски как научную категорию, определение экологического риска в украинском законодательстве, а также основные экологические риски, связанные со строительством и эксплуатацией гидроэлектростанций. Учитывая масштабные планы строительства гидроэлектростанций в Украине после введения "зеленого" тарифа, вопрос определения и соответствующей оценки экологических рисков имеет ключевое значение для принятия обоснованных управленческих решений по строительству гидроэлектростанций или отказа от их строительства.

Ключевые слова: экологический риск, гидроэлектростанция.