

РАЦІОНАЛЬНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА КАСКАД ДНІПРОВСЬКИХ ВОДОСХОВИЩ

© 2014 СКРИПНИК А. В., ГОЛЯЧУК О. С.

УДК 502.35:621.311.21

Скрипник А. В., Голячук О. С.

Раціональне природокористування та каскад Дніпровських водосховищ

Робота присвячена проблемі ефективності використання каскаду Дніпровських ГЕС на підставі загальних підходів відносно раціонального природокористування. Як альтернативний варіант розглядається можливість використання затоплених площ в сільському господарстві. Використовуються усереднені показники продуктивності одиниці площі сільськогосподарських угідь та обсяги електроенергії, генеровані каскадом Дніпровських ГЕС. У цілому у грошовому еквіваленті вартість виробленої всім каскадом електроенергії складає приблизно 60 % від потенційної вартості аграрної продукції (в цінах 2010 року). Впроваджується поняття ефективності використання затоплених площ як відношення вартості електроенергії до вартості використання сільськогосподарських площ. Найбільш ефективним виявилось Дніпровське водосховище, для якого вартість електроенергії значно перевищує вартість потенційної аграрної продукції. Найменш ефективними виявились Київське, Кременчуцьке, Каховське водосховища, де ефективність використання затоплених площ складає від 25 до 30 %. Запропонована загальна схема ризиків подальшого використання водосховищ. Умовно їх можна поділити на: економічні, екологічні та техногенні. Розглянуто частку економічної складової (нераціональне використання площ). Екологічний ризик можна у першому наближенні оцінити як вартість заходів по приведенню стану водних мас у водосховищі (відсутність течії) до стану річної незабрудненої маси. Найбільшу складність оцінки становлять техногенні ризики, в яких присутня як статична (регулярний ремонт гребель, заходи по підтримці стану водосховищ), так і стохастична (можливість виникнення штучного цунамі) компоненти. Базуючись на існуючій світовій статистиці катастроф гребель водосховищ, ця ймовірність оцінено близько 0,01 %. Ситуація ускладнюється наявністю 90 млн т радіоактивного мулу на дні Київського водосховища. У випадку реалізації цього сценарію, радіоактивному забрудненню може піддатись до 10 % території м. Києва. Якщо розглядати як можливе рішення демонтаж греблі, то задача зводиться до стандартної постанови доходно-витратного аналізу. При цьому слід підкреслити, що по мірі зростання ступеня амортизації (зносу) гребель водосховищ буде зростати вартість робіт по обслуговуванню та ймовірність реалізації техногенних ризиків, тому фактор вартості людського життя повинен бути врахованим у подальших дослідженнях.

Ключові слова: раціональне природокористування, ефективність використання водосховищ, ризики експлуатації, доходно-витратний аналіз

Рис.: 3. **Табл.:** 4. **Формул.:** 5. **Бібл.:** 17.

Скрипник Андрій Васильович – доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри, кафедра економічної кібернетики, Національний університет біоресурсів і природокористування України (вул. Героїв Оборони, 15, Київ, 03041, Україна)

Email: avskripnik@ukr.net

Голячук Ольга Сергіївна – аспірант, кафедра економічної кібернетики, Національний університет біоресурсів і природокористування України (вул. Героїв Оборони, 15, Київ, 03041, Україна)

УДК 502.35:621.311.21

UDC 502.35:621.311.21

Скрипник А. В., Голячук О. С. Рациональное природопользование и каскад Днепровских водохранилищ

Skrypnyk A. V., Holiachuk O. S. Environmental Management and the Cascade of the Dnieper Reservoirs

На основании общих подходов относительно рационального природопользования в работе рассматриваются вопросы эффективности использования каскада Днепровских ГЭС. В качестве альтернативного варианта рассматривается возможность использования затопленных площадей в сельском хозяйстве. Используются усредненные показатели производительности единицы площади сельскохозяйственных угодий и объемы электроэнергии, генерируемые каскадом Днепровских ГЭС. В целом в денежном эквиваленте стоимость произведенной всем каскадом электроэнергии составляла примерно 60 % от потенциальной стоимости аграрной продукции (в ценах 2010 года). Внедряется понятие эффективности использования затопленных площадей как отношение стоимости электроэнергии к потенциальной стоимости аграрной продукции. Наиболее эффективным оказалось Днепровское водохранилище, для которого стоимость электроэнергии значительно превышает стоимость потенциальной аграрной продукции. Наиболее эффективными оказались Киевское, Кременчугское и Каховское водохранилища, где эффективность использования затопленных площадей составляет от 25 до 30 %. Предложена общая схема рисков дальнейшего использования водохранилищ. Их достаточно условно можно разделить на экономические, экологические и техногенные. Рассмотрена доля экономической составляющей (нерациональное использование площадей). Экологический риск можно в первом приближении оценить как стоимость мероприятий по приведению состоя-

Based on common approaches regarding to environmental management the research questions the effectiveness of the use of the Dnieper cascade hydroelectric power stations. As an alternative, there is considered the use of flooded areas in agriculture. There is used average productivity per unit of agricultural land and the amount of electricity generated by hydropower plant. In general, in terms of money value of all produced electricity it was approximately 60% of the potential value of agricultural products (in 2010 prices). There is introduced the concept of efficiency in the use of flooded areas as the ratio of the cost of electricity to the potential value of agricultural products. The most effective were the Dnieper reservoirs for which the cost of electricity significantly exceeded the potential value of agricultural products. The least effective were Kiev, Kremenchug and Kakhovka reservoirs, where the efficiency of the flooded area is 25 to 30%. There is given the general scheme of the risks of further use of reservoirs. They can be divided into economic, environmental and man-made. The authors consider the share of the economic component (inefficient use of space). Environmental risk can be a first approximation to estimate the cost of measures to bring the state of the water masses in the reservoir (no flow) to a state of the uncontaminated masses. The greatest difficulty in terms of estimation are technological risks, which are presented in both static (regular maintenance of dams, measures to support the state reservoirs) and stochastic (the possibility of a tsunami) components. If based on the existing world statistics on dam reservoirs disasters, the probability of failure of a separate dam is approximately equal to 0.01%. The situation is

ния водных масс в водохранилище (отсутствие течения) до состояния незагрязненной массы. Наибольшую сложность оценки представляют техногенные риски, в которых присутствует как статическая (регулярный ремонт плотин, меры по поддержке состояния водохранилищ), так и стохастическая (возможность возникновения искусственного цунами) компоненты. Если основываться на существующей мировой статистике катастроф плотин водохранилищ, то вероятность разрушения отдельной плотины примерно равна 0,01 %. Ситуация осложняется наличием 90 млн т радиоактивного шла на дне Киевского водохранилища. В случае реализации этого сценария, радиоактивному загрязнению может подвергнуться до 10 % территории г. Киева. Если рассматривать в качестве возможного решения демонтаж плотины, то задача сводится к стандартной постановке доходно-расходного анализа. При этом следует подчеркнуть, что по мере роста степени амортизации (сноса) плотин будет расти стоимость работ по обслуживанию и вероятность реализации техногенных рисков, поэтому фактор стоимости человеческой жизни должен быть учтен в дальнейших исследованиях.

Ключевые слова: рациональное природопользование, эффективность использования водохранилищ, риски эксплуатации, доходно-расходный анализ

Рис.: 3. **Табл.:** 4. **Формул:** 5. **Библ.:** 17.

Скрипник Андрей Васильевич – доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой, кафедра экономической кибернетики, Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины (ул. Героев Оборона, 15, Киев, 03041, Украина)

Email: avskripnik@ukr.net

Голячук Ольга Сергеевна – аспирант, кафедра экономической кибернетики, Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины (ул. Героев Оборона, 15, Киев, 03041, Украина)

made more complex by the presence of 90 million tons of radioactive sludge at the bottom of the Kiev reservoir. In the case of this scenario, radioactive contamination may be subject to 10% of the territory of Kyiv. If considered as a possible solution to the dismantling of the dam, the problem reduces to the standard formulation of income and consumable analysis. It should be emphasized that the degree of depreciation (demolition) will increase the cost of maintenance and the probability of technological hazards, the cost of human life must be taken into account in future studies.

Key words: environmental management, efficient use of water reservoirs, the risks of exploitation of income and expenditure analysis

Pic.: 3. **Tabl.:** 4. **Formulae:** 5. **Bibl.:** 17.

Skrypnyk Andrii V. – Doctor of Science (Economics), Professor, Head of the Department, Department of Economic Cybernetics, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (vul. Geroyiv Oborony, 15, Kyiv, 03041, Ukraine)

Email: avskripnik@ukr.net

Holiachuk Olha S. – Postgraduate Student, Department of Economic Cybernetics, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (vul. Geroyiv Oborony, 15, Kyiv, 03041, Ukraine)

Вступ. Ми живемо в час стрімкого розвитку інформаційних технологій, швидкої зміни концепції економічного розвитку та головних положень національної безпеки. Те, що ще декілька років тому вважалось істиною в останній інстанції, вже підлягає ретельному критичному аналізу. Зупинимося на питаннях продовольчої та енергетичної безпеки нашої країни. В епоху доядерної енергетики внесок гідроенергетики в енергетичний баланс колишнього СРСР вважався незаперечним. При цьому негативні супутні ефекти при створенні водосховищ на рівнинній місцевості (затоплення значних площ, знищення населених пунктів, порушення історичних пам'яток, знищення рибних ресурсів) до уваги не бралися. На наш погляд, електрифікація у колишньому СРСР здійснювалась значним чином за рахунок втрат потенційних можливостей аграрного виробництва. Слід підкреслити, що в розвинутих країнах побудова гідроелектростанцій здійснювалась переважним шляхом у гірській місцевості, де значні потужності досягались за рахунок перепаду висот, а не площ затоплених територій [17]. Однак час минув, в Україні збудовано декілька потужних АЕС, гостро постає питання оновлюваної (солярної, вітрової та біо-) енергетики, і частка генерації електроенергії за рахунок ГЕС суттєво зменшилась. За останні десятиріччя аграрний сектор української економіки перетворився на потужного гравця на світовому продовольчому ринку, аграрний експорт країни стає однією з домінант національного економічного розвитку, тому питання раціонального використання

наєвних земельних ресурсів стає надзвичайно актуальним. По суті ми маємо справу, у випадку штучно зроблених водосховищ, з негативним впливом зовнішніх ефектів (екстерналії), на результати діяльності цілої галузі економіки.

Огляд літературних джерел та останніх досліджень. Класичні підходи до розгляду впливу екстерналії на результати економічної діяльності розглядалися у роботах класиків економічної теорії А. Пігу, П. Самуельсона, Р. Коуза [9; 16; 12]. Головне положення такого підходу: ціна виробленої продукції (в даному випадку електроенергії) не відповідає соціальній ціні, яку сплачує суспільство за порушення стану навколишнього середовища [13], і тому оцінки показників економічного зростання повинні бути скореговані на ціну погіршення стану зовнішнього середовища [1].

Питання раціонального природокористування на національному рівні розглядалися в роботах Б. Данилишина та С. Драгунцова [2]. Питання раціонального використання земельних ресурсів розглядалось у роботі А. Скрипника та І. Міхно [11].

Що стосується Дніпровських водосховищ, то в ряді робіт підкреслено негативні ефекти від їх створення: крім затоплення значних площ, це зміна гідрологічного, гідрохімічного та гідробіологічного режимів, уповільнення водообміну [3; 5; 7]. Розташування значних запасів водних мас вище рівня деякої частки території мегаполісів створює небезпеку техногенних катастроф (штучних цунамі),

небезпечних для мешканців мегаполіса [8]. В роки Другої Світової війни такий сценарій вже був реалізованим на частині Дніпра нижче Дніпровської греблі, яку спробували знищити відступаючі підрозділи радянської армії. Спроба супроводжувалася жертвами штучної повені мешканців Запоріжжя та прибережних сіл, радянських військових (всього приблизно 100000), яких «забули» попередити [6].

Загалом існує значна кількість наукових праць про суттєві негативні наслідки створення дніпровських водосховищ як для екологічного стану вод Дніпра, так і для економіки країни у цілому, однак питанню кількісної оцінки цих втрат приділено недостатньо уваги.

Мета дослідження. Оцінити втрати функції суспільного добробуту, що зазнає країна внаслідок затоплення значної частки території. Побудувати баланс переваг та втрат на підставі діючих ринкових цін на продукцію водосховищ (електроенергію) та потенційну аграрну продукцію у випадку їх осушення.

За допомогою доходно-витратного аналізу з урахуванням фактора часу запропонувати можливі кроки щодо покращення еколого-економічного стану (демонтажу гребель водосховищ).

Виклад основного матеріалу. Як уже згадувалось, виробництво електроенергії на гідроелектростанціях перестав

бути вирішальним фактором енергетичного балансу країни. Цікаво, що зростання обсягів ВВП, яке спостерігалось на часовому інтервалі 2000 – 2007 років, не пов'язано із зростанням обсягів виробництва електроенергії (рис. 1). Звичайно, в ці роки суттєво зросли обсяги виробництва галузі рослинництва аграрного сектора української економіки, для якого використання електроенергії зведено до мінімуму.

Важко оцінити загальні суспільні витрати від затоплених площ, та загальні переваги від наявності значних резервуарів прісної води, крім того важко оцінити втрати від погіршення якості цієї води, яка перетворюється з річної на воду озерну та погіршується внаслідок відсутності течії. Існує ще безліч інших аспектів, які, як правило, не на користь водосховищ. Однак ми зупинимося на площадному аспекті, а як альтернативу будемо розглядати аграрний потенціал затоплених площ.

Дніпровський каскад ГЕС був побудований під час планової економіки з 1927 року (Дніпровська) до 1976 року (Канівська). Загальні характеристики водосховищ та потужності електростанцій наведено у табл. 1. Загальна площа водосховищ складає 6,9 тис. кв. км, 1,1 % від території України (табл. 1). Однак, якщо враховувати, що територія прибережжя великих рік завжди була найбільш продуктивною для аграрного виробництва, слід оцінити частку водосховищ у площині сільськогосподарських земель – 1,7 %.

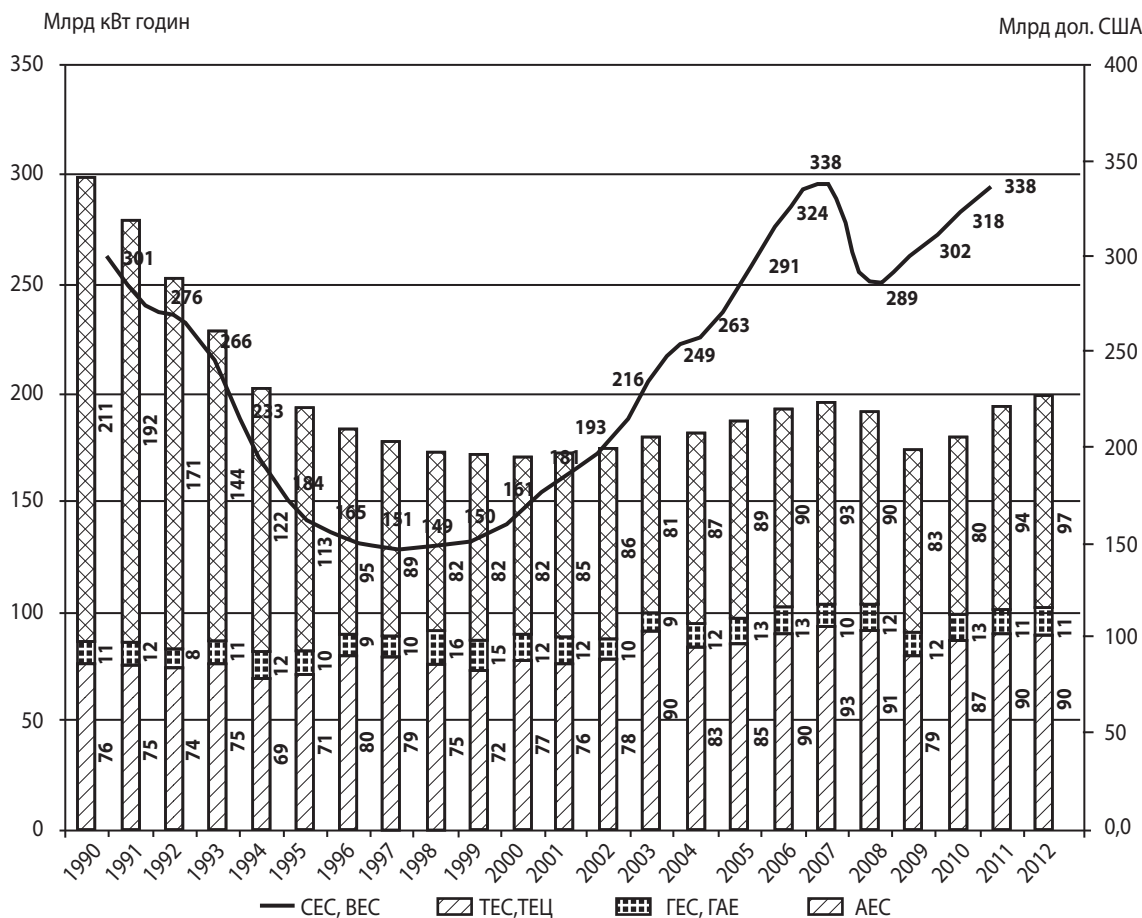


Рис. 1. Виробництво окремих видів електроенергії та динаміка ВВП країни на часовому інтервалі 2000 – 2012 роки.

Джерело [4]

Таблиця 1

Структура земельних ресурсів України

| Основні види земельних угідь та економічної діяльності | Площа земель | |
|---|--------------|----------------------|
| | тис. кв. км | % до загальної площі |
| Сільськогосподарські землі | 415 | 68,8 |
| у тому числі з них: | | |
| рільля | 323 | 53,6 |
| сіножаті і пасовища | 73 | 12,1 |
| інші сільськогосподарські землі | 19 | 3,1 |
| Ліси та інші лісовкриті площі | 106 | 17,6 |
| Забудовані землі | 38 | 6,3 |
| Території, що покрито поверхневими водами | 24 | 4,0 |
| Непридатні землі для сільськогосподарського виробництва | 21 | 3,3 |
| Разом (територія України) | 604 | 100,0 |

Джерело [10]

Деяка частка земель сільськогосподарського призначення малопродуктивна, реально використовувана в аграрному секторі площа складає приблизно 27 млн га (270 тис. кв. км) із стандартною похибкою 0,8 млн га [4]. В цьому випадку частка Дніпровських водосховищ зростає до 2,6 % від фактично використовуваної в аграрному виробництві.

Порівняємо загальні обсяги продукції, що можна отримати за допомогою аграрного виробництва з площ,

затоплених при створенні водосховищ, та обсягів електроенергії, генерованих каскадом Дніпровських ГЕС. Загальні характеристики водосховищ та їх електрогенеруючі потужності наведено у табл. 2. Із загальної площі водосховищ за допомогою природних характеристик Дніпра нами відраховано природну площу водної поверхні ріки (довжина водосховища, середня ширина ріки – 3, 4 стовпчики табл. 2) і таким шляхом отримано затоплені площі, які потенційно могли бути використані в аграрному виробництві. Слід підкреслити ще одну важливу характеристику водосховищ: вони всі, крім Дніпровського, мають значні площі мілководдя, це практично унеможливає використання звичайного річного транспорту, що, у свою чергу стримує створення економічних кластерів з використанням економічних суб'єктів, розташованих на різних берегах Дніпра.

Затоплені площі складають 6 тис. кв. км. Що стосується електроенергії, що виробляється, то каскадом з шести Дніпровських ГЕС за рік виробляється приблизно 10 млрд квт/год., з яких приблизно 40 % виробляє ДніпроГЕС, по 15 % – Кременчуцька та Каховська, 13 % – Дніпродзержинська, 10 % – Канівська і 7% – Київська. ДніпроГЕС має найкращий показник відношення природної площі до площі водосховища – 38 %, найгірший показник – Київське водосховище – 5 %.

Розглянемо потенційні можливості отримання аграрної продукції на затопленій території. Для цього оцінимо продуктивність площ в аграрному виробництві за останні 4 роки. Внаслідок значних ризиків функціонування аграрного сектора будемо користуватися усередненими оцінками продуктивності за ці роки (табл. 3).

За допомогою оцінок середніх значень обсягів продукції у грошовому виразі та площ можна отримати таку оцінку ефективності використання 1 тис. квадратних кілометрів площ в аграрному виробництві. Вона дорівнює

Таблиця 2

Інформація про водосховища

| | Середня глибина, м | Площа, км кв. | Довжина, км | Середня ширина, км | Природна площа, км кв. | Затоплені площі, км кв. | Затоплені площі, тис. га | Об'єм млн м куб. | Встановлена потужність, МВт | Середньорічне виробництво, млн квт-год |
|-------------------|--------------------|---------------|-------------|--------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------|-----------------------------|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Київське | 4,0 | 922 | 110 | 0,4 | 44 | 878 | 87,8 | 3730 | 408,5 | 683 |
| Канівське | 4,3 | 581 | 123 | 0,9 | 110,7 | 470,3 | 47,03 | 2500 | 444 | 972 |
| Кременчуцьке | 6,0 | 2252 | 185 | 0,9 | 166,5 | 2085,5 | 208,55 | 13520 | 632,9 | 1506 |
| Дніпродзержинське | 4,3 | 567 | 114 | 0,9 | 102,6 | 464,4 | 46,44 | 2460 | 352 | 1328 |
| Дніпровське | 8,1 | 410 | 129 | 1,2 | 154,8 | 255,2 | 25,52 | 3320 | 1569 | 4008 |
| Каховське | 8,4 | 2155 | 230 | 1,2 | 276 | 1879 | 187,9 | 18180 | 351 | 1489 |
| | | 6887 | | | | 6032 | | | | 9986 |

Джерело [3]

Таблиця 3

Загальні характеристики аграрного сектора за 2010 – 2013 роки

| | 2010 р. | 2011 р. | 2012 р. | 2013 р. | $\bar{x}(\sigma(\bar{x}))$ |
|-----------------------------|---------|---------|---------|---------|----------------------------|
| Обсяг продукції (млрд грн)* | 194,9 | 233,7 | 223,2 | 252,9 | 226,2(10,3) |
| Площа (тис. кв. км) | 246,4 | 247,1 | 261,3 | 262,0 | 254,2(3,7) |
| Рентабельність (%) | 21,1 | 27,0 | 20,5 | 11,2 | 20,0(2,8) |

*обсяг продукції подано у цінах 2010 року

Джерело: Сільське господарство України 2013 рік. – Київ. – 2014. – с. 187–200

0,89 млрд грн, із стандартною похибкою 0,03 млрд грн. А це означає, що із затоплених територій Дніпровського каскаду водосховищ можна отримати аграрної продукції на суму 5,4 млрд грн із стандартною похибкою 0,2 млрд грн.

Вартість електроенергії, що виробляється за рік, та потенційної аграрної продукції подано у табл. 4.

Введемо поняття ефективності використання площ окремих водосховищ як відношення вартості річного обсягу електроенергії, що виробляється, до потенційної вартості аграрної продукції, що можна отримати із затоплених площ.

Загальна сума вартості електроенергії, що виробляється, суттєво менша за потенційну вартість аграрної продукції, яку можна отримати із затоплених площ, вартість електроенергії складає лише 60 % від потенційної вартості продукції при середніх для України показниках аграрної ефективності. Графічне представлення ефективності окремих водосховищ зображено на рис. 2. Якщо як земельні угіддя використати всі сільськогосподарські землі (41,5 млн га), то в межах похибки вартість потенційної аграрної продукції буде дорівнювати вартості електроенергії, що виробляється.

Таблиця 4

Ефективність затоплених площ у грошовому еквіваленті

| Назва водосховища | Затоплені площі, км кв. | Виріток аграрної продукції на затоплених площах, млрд грн | Ціна виробленої електроенергії, млрд грн (з ПДВ) | Ефективність затоплених площ у грошовому еквіваленті, % |
|-------------------|-------------------------|---|--|---|
| Київське | 878 | 0,78 | 0,22 | 28,2 |
| Канівське | 470,3 | 0,42 | 0,31 | 74,8 |
| Кременчуцьке | 2085,5 | 1,86 | 0,49 | 26,1 |
| Дніпродзержинське | 464,4 | 0,41 | 0,43 | 103,5 |
| Дніпровське | 255,2 | 0,23 | 1,29 | 568,6 |
| Каховське | 1879 | 1,67 | 0,48 | 28,7 |
| Разом | 6032 | 5,37 | 3,22 | 60 |

Джерело: власні розрахунки

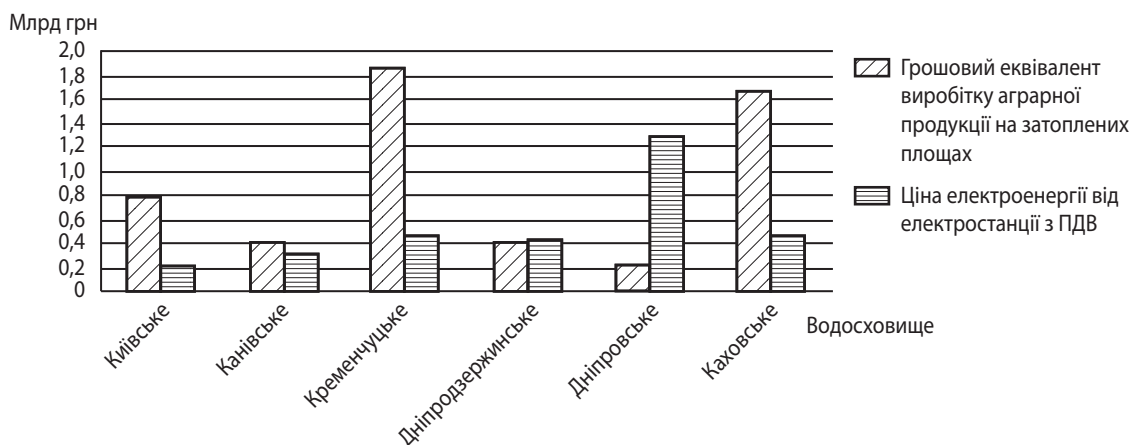


Рис. 2. Порівняння потенційного доходу від виробництва аграрної продукції і виробництва електроенергії для окремих водосховищ

Джерело: власні розрахунки, табл. 4.

Наведені в табл. 4 дані свідчать, що ефективність використання затоплених площ суттєво відрізняється для різних водосховищ. Найбільш ефективним є водосховище Дніпровської ГЕС, і це цілком зрозуміло, оскільки ГЕС побудована в місці, де знаходяться пороги Дніпра (суттєві перепади висот). Подальша побудова електростанцій призвела до затоплення значних площ, які б мали більшу цінність при використанні в аграрному виробництві. Найменш ефективною є Київська ГЕАС.

Всі можливі втрати від водосховищ не обмежуються лише збитками від нераціонального використання затоплених площ. Загальну схему ризиків подальшого використання водосховищ наведено на рис. 3. Їх достатньо умовно можна поділити на: економічні, екологічні та техногенні. Нами розглянуто частку економічної складової (нераціональне використання площ), однак, крім того, суттєві втрати українська економіка несе від відсутності на великих територіях комунікаційних взаємозв'язків між лівобережною та правобережною Україною. Наявність водосховищ із значними обсягами мілководдя не сприяє розвитку річного транспорту і тому можливості розвитку та реалізації сумісних проектів між економічними суб'єктами, що розташовані на різних берегах водосховищ, вкрай обмежені.

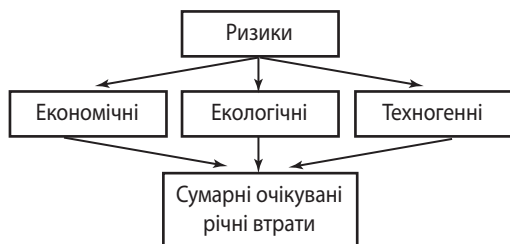


Рис. 3. Схема ризиків подальшого використання водосховищ

Екологічний ризик можна у першому наближенні оцінити як вартість заходів щодо приведення стану водних мас у водосховищі (відсутність течії) до стану річної незабрудненої маси. Найбільшу складність для оцінки становлять техногенні ризики, в яких присутня як статична (регулярний ремонт гребель, заходи щодо підтримки стану водосховищ), так і стохастична компоненти. Остання стосується можливості виникнення штучного цунамі внаслідок часткового або повного знищення греблі. Базуючись на існуючій світовій статистиці катастроф гребель водосховищ, цю ймовірність приблизно оцінено на рівні 0,01 % [14]. На перший погляд, це незначна ймовірність, тобто можливістю реалізації цієї події можна нехтувати, однак оцінка ймовірності розгерметизації реактора типу Чорнобиля вважалась на два порядки меншою (0,0001 %), що не завадило цій події реалізуватися. Ситуація ускладнюється наявністю 90 млн т радіоактивного мулу на дні водосховища, наявність якого може сприяти суттєвому посиленню руйнівального ефекту штучного цунамі та ризику радіоактивного забруднення Дніпра та прибережних районів аж до Канівського водосховища. У випадку реалізації цього сценарію, на радіоактивне забруднення може піддатися до 10 % території м. Києва [8].

Наближену оцінку потужності штучного цунамі у випадку порушення греблі Київської ГЕАС можна обчислити за потенційною енергією маси води та мулу, що там зосереджено. Об'єм київського водосховища складає 3730 млн т (табл. 2), до яких слід додати 90 млн т радіоактивного мулу. При середній глибині 4 м та висоті греблі 10 м центр ваги водосховища знаходиться на висоті 8 м відносно рівня Дніпра після греблі. Звідси потенційна енергія штучного цунамі, що загрожує м. Києву:

$$E_{\text{ц}} = m \cdot \Delta h \cdot g \approx 3 \cdot 10^{14} \text{ Дж};$$

$$m = (3,73 + 0,09) \cdot 10^{12} \text{ кг};$$

$$\Delta h = 10 \text{ м} - 2 \text{ м} = 8 \text{ м};$$

$$g = 9,81 \text{ м/с}^2.$$

За енергетичними характеристиками потенційне цунамі, що загрожує Києву, еквівалентне чотириразовому атомному заряду, скинутому в роки Другої Світової війни на Хіросіму (15 – 20 кт. ТНТ) [15]. Звичайно, ударний ефект від ядерного зриву та штучного цунамі важко порівняти (ударна хвиля у першому випадку розповсюджується зі швидкістю, що перевищує швидкість звуку, швидкість штучного цунамі визначається глибиною Дніпра, та при існуючих глибинах не перевищує 30 км/год.).

Однак ударний ефект штучного цунамі посилюється більш тривалим часом впливу та наявністю радіоактивного мулу.

Тому наступним кроком буде оцінка інтегрованого показника збитків, що спричиняє подальше використання каскаду Дніпровського водосховища з урахуванням техногенної компоненти ризиків (штучне цунамі), ймовірність виникнення якого зростає із збільшенням терміну експлуатації.

Розглядаючи як можливе рішення демонтаж греблі, зведемо задачу до стандартної постановки дохідно-витратного аналізу, в якій за інвестиції приймається величина витрат на демонтаж гребель та встановлення природної берегової зони, а щорічні витрати (ризики) переходять до розряду доходів. Тобто задача зводиться до стандартної постановки NPV-задачі з показником дисконтування, що визначається безризиковою доходністю, властивою нашій країні. При цьому слід підкреслити, що по мірі зростання ступеня амортизації (зносу) гребель водосховищ буде зростати вартість робіт по обслуговуванню та ймовірність реалізації техногенних ризиків, тому фактор вартості людського життя повинен бути врахованим у подальших дослідженнях. В будь-кому випадку наступить час, коли вартість демонтажу гребель та обладнання буде менша за суму витрат на підтримку водосховищ.

Нехай здійснено інвестиційний проект вартістю I , потоки прибутків у кінці кожного року реалізації проекту – $\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3, \dots, \Pi_T$, де T – загальна кількість років реалізації проекту, тоді дисконтований потік коштів:

$$S = \frac{\Pi_1}{1+R} + \frac{\Pi_2}{(1+R)^2} + \dots + \frac{\Pi_T}{(1+R)^T}, \quad (1)$$

де R – ставка дисконтування майбутніх грошових потоків відносно часу інвестувань.

Умова доцільності реалізації проекту: $S > 1$ (дисконтований грошовий потік більше інвестицій). У випадку, коли потенційна загроза (ймовірність) техногенної катастрофи зростає рік від року, для потенційних прибутків виконується умова:

$$P_1 < P_2 < \dots < P_T. \quad (2)$$

Однак у першому наближенні вважаємо щорічний прибуток сталою величиною P .

Вираз (1) перетворюється на:

$$S = P \sum_{t=1}^T \frac{1}{(1+R)^t}. \quad (3)$$

Останній вираз можна перетворити [11]:

$$S = \frac{i \cdot ((1+R)^T - 1)}{R(1+R)^T} = \frac{i}{R} (1 - (1+R)^{-T}). \quad (4)$$

Якщо кількість років реалізації інвестиційного проекту необмежено зростає (навіть чи майбутні покоління українців повторять помилки керівництва епохи планової економіки) то дисконтований потік прибутку наближається до величини:

$$S_{\infty} = P / R. \quad (5)$$

На перший погляд оцінка інтегрованого прибутку на необмеженому інтервалі не має змісту, тому що будь-який інвестиційний проект має кінцеву тривалість реалізації. Однак при значній ставці дисконтування практично уся ця величина (наприклад 90 % – $S_{0,9}$ досягається за обмежену кількість часу – $T_{0,9}$). Ці характеристики умовно можна обчислити на підставі виразів (4), (5):

$$S_{0,9} = 0,9 \cdot S_{\infty} = 0,9 \cdot P / R;$$

$$T_{0,9} = \ln(10) / \ln(1+R).$$

Проведемо аналіз NPV-підходу, використовуючи наявну інформацію і звичайно неповну інформацію на прикладі Київського водосховища. Відповідно, у табл. 4 різниця між потенційною вартістю аграрної продукції та вартістю електроенергії складає для Київської ГЕС щорічно 0,5 млрд грн. При 10 % ставці дисконтування, характерної для безризикових проектів, дисконтований грошовий потік дорівнює 5 млрд грн, а з урахуванням екологічної та техногенної складової ця сума буде суттєво вищою. На перший погляд, такої суми буде достатньо для демонтажу греблі та приведення прибережної зони до природного стану. 90 % від суми на нескінченному часовому інтервалі буде отримано за 24 роки, а сама сума складає 4,5 млрд грн. При цьому слід підкреслити, що було враховано тільки аграрну частку збитків без урахування витрат на підтримку греблі, екологічних збитків (неякісна вода) та потенційних техногенних ризиків, пов'язаних з можливістю реалізації найгіршого сценарію (штучного цунамі).

Висновки. Сучасні інформаційно-аналітичні підходи до оцінки ефективності природокористування сприяють перегляду ряду положень, що склалися у роки планової економіки. Одне з таких положень полягає в тому, що генерація електроенергії виправдовує будь-які побічні втрати зовнішнього середовища (екстерналії).

Для оцінки альтернативної ціни електроенергії, що виробляється, нами розглядалися тільки одна компонента економічних втрат – потенційні втрати аграрного виробництва із затоплених площ водосховищ. До цих втрат потрібно додати екологічну та техногенну складові, остання, у випадку Київської ГЕС, включає очікувані втрати внаслідок виникнення техногенного цунамі. Однак урахування тільки однієї компоненти альтернативних втрат дозволяє стверджувати існування позитивного доходно-витратного балансу у випадку інвестувань у демонтаж греблі.

Енергетична ефективність окремих водосховищ відрізняється в рази, значна частка електроенергії виробляється Дніпровською ГЕС, тому існує шлях поступового переходу на інші оновлювані джерела електроенергії, які не загрожують енергетичній безпеці держави.

Перетворення одного з ключових символів української державності із стрімкого потужного потоку на систему стоячих та цвітучих у літній період водойм не має жодного економічного підґрунтя, в час коли гідроенергетика генерує не більше 5 % електроенергії, що виробляється, та існують шляхи більш ефективного використання затоплених територій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Веклич О. «Екологічна ціна» економічного зростання України / О. Веклич, М. Шлапак // Економіка України. – 2012. – № 1. – С. 51 – 60.
2. Данилишин Б. М. Природно-ресурсний потенціал сталого розвитку України / Б. М. Данилишин, С. І. Дорогунцов, В. С. Міщенко, Я. В. Коваль, О. С. Новоротов, М. М. Паламарчук. – К.: РВПС України, 1999. – 716 с.
3. Дніпро [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://uk.wikipedia.org>
4. Державний комітет статистики [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
5. Дніпро сьогодні: тільки стогне, але вже не реве [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://gazeta.dt.ua/>
6. История ДнепротЭС. Взрыв и восстановление [Електронний ресурс]. – режим доступу: <http://lifeglobe.net/>
7. Каскад Дніпровських водосховищ: бути чи не бути? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://undiwep.com.ua/>
8. Михайленко Л. Е. К вопросу о состоянии плотины Киевской ГЭС / Л. Е. Михайленко, Ю. С. Лапшин, В. Н. Ващенко // Екологічні науки: науково-практичний журнал. – 2013. – № 2. – С. 42 – 50.
9. Пигу А. Экономическая теория благосостояния / А. Пигу. – М.: Прогресс, 1985. – 511 с. – (The Economics of Welfare).
10. Скрипник А. В. Еколого-економічна оцінка стану ґрунтів як основа розвитку аграрного виробництва / А. В. Скрипник, І. С. Міхно // Вісник Запорізького національного університету. Серія «Економічні науки». – 2012. – № 4 (16). – С. 106 – 112.
11. Скрипник А. В. Економічні і фінансові ризики / А. В. Скрипник, Н. А. Герасимчук. – Житомир: Вид-во ЖДУ, 2013. – С. 368 – 371.
12. Coase R. The Problem of Social Cost / Ronald Coase // Journal of Law and Economics. – 1960. – Vol. 3, No. 1. – P. 1 – 44.

13. Helling T. Externalities: Prices do not capture all cost [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.imf.org/>

14. Maidment D. R. Handbook of Hidrology / D. R. Maidment. – New York: Grow-FillInc, 1992. – 432 p.

15. Muller Richard A. Chapter 1: Energy and Power and the Physics of Explosions // Physics for Future Presidents [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://press.princeton.edu/TOCs/c9226.html>

16. Samuelson Paul A. Diagrammatic Exposition of a Theory of Public Expenditure / Paul A. Samuelson // The Review of Economics and Statistics. – 1955. – Vol. 37, No. 4. – P. 350 – 356.

17. The Columbia River Basin provides more than 40 % of total US hydroelectric generation / US Energy Information Administration // Today in Energy. – 27 June 2014.

REFERENCES

Coase, R. "The Problem of Social Cost". Journal of Law and Economics vol. 3, no. 1 (1960): 1-44.

Danylyshyn, B. M. et al. Pryrodno-resursnyi potentsial staloho rozvytku Ukrainy [Natural resource potential of sustainable development in Ukraine]. Kyiv: RVPS Ukrainy, 1999.

"Dnipro" [Dnipro]. <http://uk.wikipedia.org>

Derzhavnyi komitet statystyky. <http://www.ukrstat.gov.ua/>

"Dnipro syohodni: tilky stohne, ale vzhe ne reve" [Dnipro today: just moaning, but not roar]. <http://gazeta.dt.ua/>

Helling, T. "Externalities: Prices do not capture all cost" <http://www.imf.org/>

"Istoriia DneproGES. Vzryv i vosstanovlenie" [History of the Dnieper. Explosion and recovery]. <http://lifeglobe.net/>

"Kaskad Dniprovykh vodoskhozov: buty chy ne buty?" [The cascade of Dnieper reservoirs: to be or not to be?]. <http://undiwep.com.ua/>

Mikhailenko, L. E., Lapshyn, Yu. S., and Vashchenko, V. N. "K voprosu o sostoianii plotiny Kievskoy GES" [To a question about the status of the dam of the Kiev HPP]. Ekolohichni nauky, no. 2 (2013): 42-50.

Maidment, D. R. Handbook of Hidrology. New York: Grow-FillInc, 1992.

Muller, Richard A. "Energy and Power and the Physics of Explosions" <http://press.princeton.edu/TOCs/c9226.html>

Pigu, A. Ekonomicheskaia teoriia blagosostoianiiia [Economics of Welfare]. Moscow: Progress, 1985.

Skrypnyk, A. V., and Mikhno, I. S. "Ekoloho-ekonomichna otsinka stanu gruntiv yak osnova rozvytku ahrarnoho vyrobnytstva" [Ecological and economic assessment of soil as the basis of agricultural production]. Visnyk Zaporizkoho natsionalnoho universytetu. Serii «Ekonomichni nauky», no. 4 (16) (2012): 106-112.

Skrypnyk, A. V., and Herasymchuk, N. A. Ekonomichni i finansovi ryzyky [Economic and financial risks]. Zhytomyr: ZhDU, 2013.

Samuelson, Paul A. "Diagrammatic Exposition of a Theory of Public Expenditure". The Review of Economics and Statistics vol. 37, no. 4 (1955): 350-356.

"The Columbia River Basin provides more than 40% of total US hydroelectric generation". Today in Energy, 2014.

Veklych, O., and Shlapak, M. "«Ekolohichna tsina» ekonomichnoho zrostantia Ukrainy" ["The environmental cost" of economic growth in Ukraine]. Ekonomika Ukrainy, no. 1 (2012): 51-60.