

UDC 330.34.01 : 332.2 : 626.81 : 631.6.02

Oleksiy V. Petrochenko¹, PhD, Director of the Institute of Innovative Education of Kyiv National University of Construction and Architecture
ORCID ID: 0000-0003-2184-4811 *e-mail*: a_petr89@ukr.net

Vyacheslav I. Petrochenko², PhD, Leading researcher at the Institute of Water Problems and Land Reclamation
ORCID ID: 0000-0001-8306-2554 *e-mail*: v_petr47@ukr.net

¹ Institute of Innovative Education of Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine

² Institute of Water Problems and Land Reclamation, Kyiv, Ukraine

METHODOLOGY OF INTEGRATED LAND AND WATER RESOURCES MANAGEMENT

Abstract. *The problem of creating a methodology for integrated management of land and water resources as one of the important components of the methodology of sustainable development is considered. The existing methodological approaches to integrated land and water resources management are analyzed and their main shortcomings are revealed. The methodology of integrated land and water resources management is based on contour-reclamation and functional-cost management principles. Analogs of the first, contour-ameliorative, principle are chosen the basic provisions of contour-ameliorative agriculture and the basin principle of water resources management. This principle consists of the contour principle, according to which integrated land management is carried out in the contours of certain land plots, and water resources – in the contours of river basins or sub-basins, and reclamation principle, according to which integrated management is carried out by developing and implementing measures to improve social, environmental and economic indicators of land and water use, using the term "reclamation" in a broader sense (Latin melioratio – improvement). The functional-cost principle is chosen as the main principle of the methodology of integrated resource management. The foundations of scientific and methodological tools of integrated management of land and water resources in the form of algorithms of local, zonal and regional integrated management of land and water resources are laid. The obtained research results are recommended for research institutions, design and environmental organizations, as well as specialists who deal with the problem of identifying and implementing strategic priorities for sustainable development of land and water resources.*

Key words: *design and management decisions; functional effect; income; averted losses; profitability; management algorithms*

© О.В. Петроченко, В.І. Петроченко, 2021

О.В. Петrenchенко¹, В.І. Петrenchенко²

¹ Інститут інноваційної освіти Київського національного університету будівництва і архітектури, м. Київ, Україна

² Інститут водних проблем і меліорації НААН України, м. Київ, Україна

МЕТОДОЛОГІЯ ІНТЕГРОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ЗЕМЕЛЬНИМИ І ВОДНИМИ РЕСУРСАМИ

***Анотація.** Розглянуто проблему створення методології інтегрованого управління земельними і водними ресурсами як одну з важливих складових методології сталого розвитку. Проаналізовано існуючі методологічні підходи до інтегрованого управління земельними і водними ресурсами та виявлено їх основні недоліки. В основу методології інтегрованого управління земельними і водними ресурсами покладено контурно-меліоративний і функціонально-вартісний принципи управління. Аналогами контурно-меліоративного принципу обрано положення контурно-меліоративного землеробства та басейновий принцип управління водними ресурсами. Контурно-меліоративний принцип складається з контурного принципу, за яким інтегроване управління земельними ресурсами здійснюють в контурах певних земельних ділянок, а водними ресурсами – в контурах річкових басейнів, а також меліоративного принципу, за яким інтегроване управління земельними і водними ресурсами здійснюють шляхом розробки і впровадження заходів поліпшення використання ресурсів, застосовуючи термін «меліорація» у широкому сенсі (лат. melioratio – поліпшення). Функціонально-вартісний принцип обрано за основний принцип методології інтегрованого управління ресурсами. За функціонально-вартісним принципом обрано цільовий показник інтегрованого управління – максимальне значення індексу рентабельності інвестицій у заходи поліпшення використання ресурсів, яке знаходять з цільової функції, представленої у вигляді відношення оцінених у грошових одиницях позитивних функціональних ефектів заходів до витрат на їх здійснення. Закладено основи науково-методичного інструментарію інтегрованого управління земельними і водними ресурсами у вигляді алгоритмів локального, зонального і регіонального інтегрованого управління земельними і водними ресурсами. Отримані результати досліджень рекомендовано для науково-дослідних установ, проектних та природоохоронних організацій, а також фахівців, які займаються проблемою визначення та реалізації стратегічних пріоритетів сталого розвитку земельних і водних ресурсів.*

***Ключові слова:** рентабельні і управлінські рішення; функціональний ефект; дохід; відвернені збитки; рентабельність; алгоритм управління*

DOI: <https://doi.org/10.32347/2411-4049.2021.3.102-120>

Вступ

Багатство будь-якої країни та добробут її жителів визначається двома головними показниками – природними ресурсами та вмінням ефективно використовувати ресурси. Якщо кожна країна має певні природні ресурси через своє історичне минуле, то від вміння використовувати ці ресурси залежить як сьогодення, так і майбутнє країни. До основних природних ресурсів сільськогосподарського виробництва належать земля і вода. Земля є головним засобом сільськогосподарського виробництва, а вода – найбільшим

структурним компонентом та важливим елементом багатьох фізіологічних процесів живих організмів. Вода становить 75–90% маси рослин. Крім того, рослини для утворення 1 г своєї сухої маси протягом вегетаційного періоду витрачають 400–800 г води на транспірацію.

Проблемі підвищення ефективності використання земельних і водних ресурсів присвячено багато наукових праць, виконаних за різними напрямками, з яких доцільно розглянути два. За першим напрямком розроблювались інтегровані підходи до управління земельними і водними ресурсами [1–3], а за другим – виконувались дослідження щодо створення у сільськогосподарському виробництві ринку інновацій та науково-технічних парків [4–6]. Проте критичний аналіз раніше проведених досліджень свідчить про складність практичного використання кінцевих результатів цих досліджень, оскільки вони містять сукупність посилань, загальних рекомендацій, порад та пропозицій без викладення придатних для практичного застосування алгоритмів управління земельними і водними ресурсами. Через відсутність належної методологічної бази та методичного забезпечення проектні і управлінські рішення використання земельних і водних ресурсів недостатньо ефективні, оскільки залежать від суб'єктивного чинника – досвіду та інтуїції проєктувальників і менеджерів. Для рішення продовольчої програми України, екологічного оздоровлення довкілля та забезпечення сталого розвитку аграрного виробництва і водного господарства виникає актуальна потреба удосконалення існуючих методологічних основ та розробки науково-методичного інструментарію інтегрованого управління земельними і водними ресурсами.

Мета дослідження – створення нової методології та основних алгоритмів інтегрованого управління земельними і водними ресурсами.

Методи досліджень. В дослідженнях використано метод аналізу і синтезу складних систем, метод функціонально-вартісного аналізу, а також загальнонауковий метод аналогій, за яким було обрано два аналоги управління земельними і водними ресурсами – наукові засади контурно-меліоративного землеробства і басейновий принцип управління водними ресурсами.

Результати дослідження. Нова методологія управління земельними і водними ресурсами створена за результатами наукових досліджень, проведених за наступними етапами.

1. Обґрунтування актуальності впровадження в Україні інтегрованого управління земельними ресурсами.

За даними Державної служби статистики України за 2018 рік в Україні площа сільськогосподарських угідь дорівнювала 41 489,3 тис. га і становила 68,7% загальної площі території держави [7]. За обсягом сільськогосподарських угідь у розрахунку на 1 жителя Україна має показник 0,93 га і серед інших країн світу посідає четверте місце після Канади (1,73 га), Росії (1,51 га), США (1,26 га). За обсягом ріллі на 1 жителя Україна з показником 0,74 га посідає друге місце після Канади (1,25 га) [7, 8]. Враховуючи також те, що в Україні сконцентрована значна частина (3%) світових запасів чорноземів та інших найродючіших різновидів ґрунтів, можна стверджувати, що Україна за кількістю і якістю земельних ресурсів займає одну з лідируючих позицій у світі. Однак, незважаючи на високий земельно-ресурсний потенціал, віддача 1 га сільськогосподарських угідь в Україні

становить 270–320 євро, а в країнах ЄС цей показник перевищує 2000 євро [9]. Отже, актуальною проблемою в Україні є підвищення рентабельності сільськогосподарського використання земельних ресурсів. Для вирішення цієї проблеми, а також проблеми екологічного оздоровлення земель в аграрному виробництві виникає потреба розробки та впровадження принципово нової методології та науково-методичного інструментарію інтегрованого управління земельними ресурсами.

2. Обґрунтування актуальності впровадження в Україні інтегрованого управління водними ресурсами.

Залежно від річних сум опадів річковий стік України коливається від 48,8 до 83,5 млрд м³ [10]. За міжнародними нормами забезпеченість країн водними ресурсами оцінюється показником *w* місцевого річкового стоку, що припадає на 1 жителя. Згідно зі стандартами Європейської економічної комісії ООН, держави, у яких показник *w* < 1,7 тис. м³ на 1 жителя, вважаються незабезпеченими власними водними ресурсами. У середньому по території України показник *w* становить 1,1 тис. м³ на 1 жителя, а у зв'язку з глобальним потеплінням він має тенденцію до зниження [11]. У маловодні роки показник *w* становить 0,52 тис. м³ на 1 жителя. Отже, для забезпечення потреб населення, сільського господарства та промисловості Україна не має достатньої кількості власних водних ресурсів.

Проте, якщо проаналізувати забезпеченість окремих регіонів України власними водними ресурсами місцевого річкового стоку (табл. 1), можна встановити, що показник *w* по регіонах України розподілений дуже нерівномірно – від 0,3 тис. м³ на 1 жителя в південно-східних областях до 7 тис. м³ на 1 жителя у західних областях [12].

Таблиця 1 – Забезпеченість регіонів України власними водними ресурсами місцевого річкового стоку (*w*, тис. м³/рік на 1 жителя)

Області (регіони) України							
Південні	<i>w</i>	Східні та центральні	<i>w</i>	Північно-східні, північно-західні	<i>w</i>	Північні та західні	<i>w</i>
Автономна республіка Крим	0,3...0,45	Луганська	0,45...1,1	Полтавська	1,1...1,7	Чернігівська	2,0...3,0
		Харківська		Вінницька		Житомирська	
Херсонська		Кіровоградська		Тернопільська		Волинська	
Донецька		Черкаська		Хмельницька		Івано-Франківська	3,0...7,0
Миколаївська		Київська		Чернівецька			
Запорізька				Сумська		Закарпатська	
Дніпропетровська				Львівська			
Одеська				Рівненська			

w < 1,1

w > 1,1

Нерівномірність розподілу забезпеченості регіонів України власними водними ресурсами пояснюється тим, що близько 70% річкового стоку

припадає на північний захід, де проживає близько 40% населення, а на південно-східні території, де проживає майже 60% населення країни, припадає 30% річкового стоку. Така ситуація пояснює існування в Україні двох протилежних за характером впливу на життєдіяльність людини та довкілля проблем води [13]. Перша проблема – це проблема гострого дефіциту води у південно-східних регіонах України. Друга проблема – це проблема тимчасового надлишку води у вигляді шкідливих проявів як поверхневої, так і ґрунтової води.

Шкідлива дія поверхневої води відбувається переважно в Карпатському регіоні у вигляді затоплення паводками і повенями агроландшафтів і сільських населених пунктів, що призводить до втрати врожаїв, пошкодження житла, інженерної інфраструктури, об'єктів господарського і рекреаційного призначення тощо.

Шкідлива дія ґрунтової води відбувається у вигляді підтоплення населених пунктів, сільгоспугідь, промислових майданчиків, заглиблених інженерних споруд, що негативно впливає на умови проживання населення та призводить до пошкодження та руйнування підтоплених об'єктів. Найбільш небезпечним проявом шкідливої дії ґрунтової води є зсуви та селі.

У зв'язку з цим інтегроване управління водними ресурсами в Україні повинно бути орієнтоване на рішення економічно доцільними та екологічно безпечними шляхами двох основних, пов'язаних з водою проблем – проблеми забезпечення населення, аграрного виробництва та промисловості дешевою товарною водою, а також проблеми захисту довкілля, сільгоспугідь, населених пунктів, промислових об'єктів та об'єктів інфраструктури від шкідливої дії поверхневої і ґрунтової води.

3. Обґрунтування цільового показника, основних принципів, об'єкта та предмета інтегрованого управління земельними і водними ресурсами.

Цільовим показником (цільовим індикатором) інтегрованого управління земельними і водними ресурсами обрано максимальне значення індексу рентабельності інвестицій, що вкладають в заходи поліпшення використання ресурсів. Цільовий показник інтегрованого управління досягається шляхом сумісного застосування принципу комплексності, принципу інтегрованості, а також контурно-меліоративного та функціонально-вартісного принципів.

Принцип комплексності – це принцип врахування повного, необхідного для досягнення цільового показника інтегрованого управління, комплексу природно-кліматичних та екологічних показників земельних і водних ресурсів, а також техніко-економічних параметрів систем використання цих ресурсів.

Принцип інтегрованості – це принцип виявлення, детермінації та алгоритмізації структурних і функціональних взаємозв'язків комплексу показників та параметрів земельних і водних ресурсів, а також систем їх використання.

Контурно-меліоративний принцип – це принцип інтегрованого управління, що містить дві взаємопов'язані складові – контурний принцип і меліоративний принцип. За контурним принципом інтегроване управління земельними ресурсами здійснюють в контурах певних земельних ділянок, а водними ресурсами – в контурах річкових басейнів або суббасейнів. За меліоративним принципом інтегроване управління земельними і водними ресурсами здійснюють шляхом розробки і впровадження заходів поліпшення

стану ресурсів та систем їх використання. При цьому, термін «меліорація» слід застосовувати у широкому сенсі, а саме, як «поліпшення» (лат. *melioratio* – поліпшення). Аналогами контурно-меліоративного принципу є принципові положення контурно-меліоративного землеробства та басейновий принцип управління водними ресурсами. Впровадження в Україні у другій половині ХХ століття контурно-меліоративного землеробства вважається одним з найбільш вагомих досягнень вітчизняної аграрної науки [14–16], а басейновий принцип управління водними ресурсами покладено в основу сучасної водогосподарської політики [17]. Проте, методичні основи контурно-меліоративного землеробства не містять універсального алгоритму виконання управлінських дій, вони обмежені здійсненням переважно ґрунтозахисних заходів, а басейновий принцип управління водними ресурсами можна визнати тільки як принцип обрання об'єкта управління (річковий басейн, суббасейн), що має певний контур, але це не принцип, який може бути покладений в основу алгоритму виконання управлінських дій. Таким чином, в обох аналогах присутній контурний принцип управління ресурсами. Меліоративний принцип присутній тільки в методичних основах контурно-меліоративного землеробства, але в обмеженому його використанні. Басейновий принцип не містить будь-яких рекомендацій щодо виконання управлінських дій в тій чи іншій ситуації, він методично не пов'язаний з меліоративним принципом – принципом поліпшення екологічного стану водних ресурсів та систем їх господарського використання.

Функціонально-вартісний принцип. Цей принцип відомий як принцип функціонально-вартісного аналізу проектів здійснення певних заходів. Функціонально-вартісний принцип приймається за основний принцип інтегрованого управління. За цим принципом обрано цільовий показник інтегрованого управління, який відповідає максимальному значенню відношення оцінених у грошових одиницях позитивних соціального, екологічного і економічного ефектів від здійснення заходів поліпшення використання ресурсів до витрат на здійснення цих заходів.

Об'єктом інтегрованого управління земельними ресурсами є різні за масштабом та призначенням ділянки земель сільськогосподарського призначення з розташованими в межах (контурах) цих ділянок основними засобами аграрного виробництва (будівлі, машинно-тракторні парки, тваринницькі ферми, робоча та продуктивна худоба, внутрішньогосподарські меліоративні системи тощо), а також ділянки земель рекреаційного призначення з розташованими в межах цих ділянок об'єктами рекреації.

Об'єктом інтегрованого управління водними ресурсами є річкові басейни або ділянки річкових басейнів з розташованими в їх межах (контурах) водними ресурсами – підземними, ґрунтовими і поверхневими водами, що знаходяться у водних та водогосподарських об'єктах, а також самі водні об'єкти (річки, озера) та водогосподарські об'єкти (штучні водойми, греблі, зрошувальні і осушувальні канали, водогони, системи водопостачання, гідротехнічні споруди та системи захисту від шкідливої дії поверхневої і ґрунтової води тощо).

Предметом інтегрованого управління земельними і водними ресурсами є заходи поліпшення соціальних, екологічних та економічних показників різних за масштабом та призначенням ділянок земель сільськогосподарського та рекреаційного призначення або ділянок річкових басейнів, а також

розташованих в межах (контурах) цих ділянок об'єктів аграрного виробництва, об'єктів рекреації, об'єктів водного господарства. В подальшому заходи поліпшення використання ресурсів слід розуміти як заходи інтегрованого управління земельними і водними ресурсами, або просто заходи. При цьому заходи інтегрованого управління земельними і водними ресурсами слід розрізняти як заходи локального, зонального і регіонального управління земельними і водними ресурсами.

4. Алгоритм локального інтегрованого управління земельними і водними ресурсами.

Об'єктом локального інтегрованого управління земельними і водними ресурсами обрано локальний ресурс s у вигляді s -ї ділянки земель, у тому числі земель водного фонду, з розташованими в контурі цієї ділянки посівами сільськогосподарських культур, багаторічними насадженнями, об'єктами рекреації, річками, озерами, штучними водоймами, греблями, меліоративними каналами, системами зрошення та осушення тощо.

Предметом локального інтегрованого управління земельним або водним ресурсом s є заходи управління ресурсом s , що сприяють досягненню комплексу позитивних ефектів:

$$P_s = P_s^{Cи} + P_s^{Eкл} + P_s^{Eкн}, \quad (1)$$

де P_s , $P_s^{Cи}$, $P_s^{Eкл}$ і $P_s^{Eкн}$ – загальний, соціальний, екологічний і економічний позитивний ефект від здійснення заходів управління ресурсом s (заходів поліпшення використання ресурсу s).

Загальний позитивний ефект P_s складається з двох якісно відмінних частин:

$$P_s = D_s + BЗ_s, \quad (2)$$

де D_s і $BЗ_s$ – загальний дохід і загальні відвернені збитки.

Загальний дохід D_s – це визначений у грошових одиницях дохід або додатковий дохід від здійснення комплексу заходів поліпшення використання ресурсу s . Загальні відвернені збитки $BЗ_s$ – це визначена у грошових одиницях частина загального позитивного ефекту від здійснення превентивних заходів, призначених для відвернення комплексу соціальних, екологічних і економічних збитків в контурі ресурсу s . Загальні відвернені збитки $BЗ_s$ в процесі інтегрованого управління слід також розглядати як дохід (гіпотетичний дохід), який буде отриманий шляхом здійснення превентивних, головним чином інженерних, заходів відвернення комплексу соціальних, екологічних і економічних збитків в контурі земельного або водного ресурсу s .

Позитивний соціальний ефект $P_s^{Cи}$ складається з доходу $D_s^{Cи}$, що забезпечується, наприклад, заходами підвищення споживчої якості, а отже і товарної вартості, сільгосппродукції, зрошувальної і питної води, а також $P_s^{Cи}$ складається з відвернених соціальних збитків $BЗ_s^{Cи}$ – гіпотетичного доходу, що забезпечується, наприклад, заходами захисту життя і здоров'я населення від шкідливих агрохімічних речовин, від шкідливої дії поверхневої або ґрунтової води тощо.

Позитивний екологічний ефект $P_s^{Eкл}$ складається з доходу $D_s^{Eкл}$, що забезпечується, наприклад, заходами облаштування на земельному або

водному ресурсі s природних заповідників, рекреаційних зон, екологічних водойм, а також $\Pi_s^{Eкл}$ складається з відвернених екологічних збитків $BЗ_s^{Eкл}$ – гіпотетичного доходу, що забезпечується, наприклад, здійсненням ґрунтозахисних або водорегулюючих заходів.

Позитивний економічний ефект $\Pi_s^{Eкн}$ складається з доходу $D_s^{Eкн}$, що забезпечується заходами вдосконалення технологій господарського використання ресурсу s , а також $\Pi_s^{Eкн}$ складається з відвернених економічних збитків $BЗ_s^{Eкн}$ – гіпотетичного доходу, що забезпечується, наприклад, здійсненням заходів захисту рослин від шкідників і хвороб або заходів захисту від затоплення і підтоплення посівів культур, господарських споруд, доріг, мостів, інженерних мереж тощо.

Ефективність здійснення заходів поліпшення використання ресурсу s оцінюють прибутком ΠP_s , індексом рентабельності інвестицій R_s , а також рентабельністю P_s :

$$\Pi P_s = \Pi_s - B_s = (\Pi_s^{Cц} + \Pi_s^{Eкл} + \Pi_s^{Eкн}) - B_s ; \quad (3)$$

$$R_s = \frac{\Pi_s}{B_s} ; \quad (4)$$

$$P_s = \frac{\Pi_s - B_s}{B_s} = R_s - 1 , \quad (5)$$

де B_s – витрати на здійснення заходів поліпшення використання ресурсу s .

З формул (4) і (5) видно, що між індексом рентабельності інвестицій R_s і рентабельністю P_s існує прямий зв'язок. Величини R_s і P_s відрізняються на одиницю або на 100%, якщо їх визначати у відсотках. В системних дослідженнях доцільно використовувати індекс рентабельності інвестицій R_s , оскільки він має більш простий аналітичний вираз (4). За цільовий показник інтегрованого управління слід обрати максимальну величину індексу рентабельності інвестицій R_s^{max} , для досягнення якої використовують цільову функцію:

$$R_s = \frac{\Pi_s}{B_s} = \frac{D_s + BЗ_s}{B_s} \rightarrow max . \quad (6)$$

З відображенням усіх складових загального позитивного ефекту Π_s цільова функція (6) має вид:

$$R_s = \frac{(D_s^{Cц} + BЗ_s^{Cц}) + (D_s^{Eкл} + BЗ_s^{Eкл}) + (D_s^{Eкн} + BЗ_s^{Eкн})}{B_s} \rightarrow max . \quad (7)$$

Залежно від параметрів ресурсу s та об'єктів його використання заходи локального інтегрованого управління ресурсом s різні за специфікою, але єдині за їх цільовою спрямованістю, яка полягає у збільшенні суми позитивних соціального, екологічного та економічного ефектів, що входять до чисельника функції (7), і зменшенні витрат, що входять до знаменника функції (7).

Результатом локального інтегрованого управління земельним або водним ресурсом s є визначений з використанням цільової функції (7) варіант (проектне рішення) комплексу заходів поліпшення використання локального земельного або водного ресурсу s .

Під час виконання процедури локального інтегрованого управління ресурсом s виникає потреба візуальної оцінки ефективності результатів управління. Для цього графічно відображають визначені у грошових одиницях позитивні ефекти заходів поліпшення використання ресурсу s і витрати на здійснення заходів. У міжнародній практиці ефективність реалізації будь-якого проекту, зокрема проекту здійснення заходів поліпшення використання ресурсу s , відображають графіком 1 (рис. 1а) чистого дискontованого доходу $ЧДД_s$, залежного від часу реалізації проекту [18]. Графік 1 є результатом складання графіків 2 і 3. Графіком 2 відображають залежність у часі дискontованих витрат $ДВ_s$ на здійснення заходів поліпшення використання ресурсу s . При цьому на періоді часу від $t = 0$ до $t = t_k$ дискontовані витрати $ДВ_s$ складаються тільки з дискontованих капітальних витрат $ДК_s$, а на періоді часу від $t = t_k$ до $t = T$ дискontовані витрати $ДВ_s$ складаються з дискontованих капітальних витрат $ДК_s$ і дискontованих експлуатаційних витрат $ДЕВ_s$. Графіком 3 відображають залежність у часі дискontованого доходу $ДД_s$ від здійснення заходів поліпшення використання ресурсу s . Строк окупності інвестицій відповідає моменту часу t_o , який знаходять за умови $ДД_s^o = ДВ_s^o$ (рис. 1а). По завершенню строку T реалізації проекту загальний позитивний ефект $П_s$ може бути оцінений дискontованим доходом $ДД_s^T$, а прибуток $Пр_s$ – чистим дискontованим доходом $ЧДД_s^T$.

Таким чином, традиційними графіками 1, 2 і 3 в процесі реалізації проекту у певний момент часу t ($0 \leq t \leq T$) відображають поточну ефективність заходів. При цьому в кінці реалізації проекту загальний позитивний ефект $П_s$, який розраховують за формулою (1), відповідає дискontованому доходу $ДД_s^T$, а прибуток $Пр_s$, який розраховують за формулою (3), відповідає чистому дискontованому доходу $ЧДД_s^T$. Однак в умовах інтегрованого управління земельними і водними ресурсами використання традиційних графіків 1, 2 і 3 є недоцільним, оскільки під час інтегрованого управління ефективність заходів поліпшення використання ресурсів слід визначати не по завершенню заходів, а до початку їх здійснення, тобто на стадії прийняття проектних рішень заходів.

Для локального інтегрованого управління ресурсом s запропоновано економічні показники базового варіанту, що відображені традиційним графіком 1, відображати стовпчиком 4 в координатах BOR , де OB – вісь витрат на здійснення заходів, а OR – вісь індексу рентабельності інвестицій (рис. 1а). Нижня основа стовпчика 4 розміщена на рівні ординати $ДВ_s^T$ графіка 2, а його верхня основа розміщена на рівні ординати $ЧДД_s^T$ графіка 3. Ширина стовпчика 4 відповідає величині дискontованих витрат $ДВ_s^T$. Стовпчик 4 складається з двох частин, поділених лінією, що співпадає з віссю часу Ot та перетинає вісь OR в точці $R = 1$.

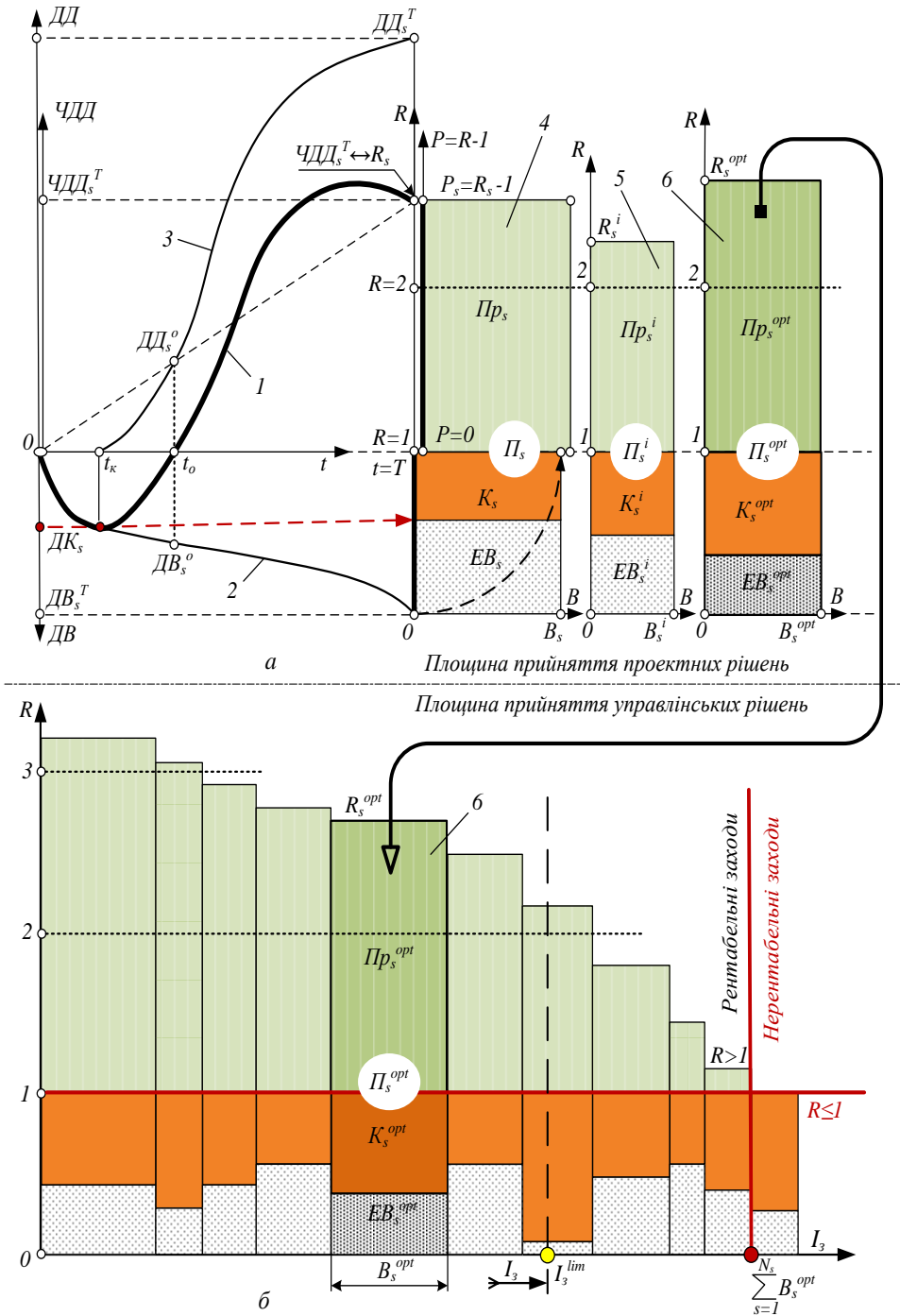


Рис. 1 – Графічна інтерпретація алгоритмів локального (а) і зонального (б) інтегрованого управління земельними і водними ресурсами:
 1, 2 і 3 – традиційні графіки економічних показників базового варіанту заходів локального інтегрованого управління ресурсом s ; 4 – інноваційне графічне відображення економічних показників базового варіанту заходів локального інтегрованого управління ресурсом s ; 5 і 6 – те саме, для інших альтернативних варіантів заходів локального інтегрованого управління ресурсом s

Геометричні параметри побудованого стовпчика 4 цілком відображають економічні показники заходів поліпшення використання ресурсу s . Ширина стовпчика 4 та площа його нижньої частини відповідають витратам B_s на здійснення заходів. Загальна площа стовпчика 4 відповідає загальному позитивному ефекту Π_s , а площа верхньої частини стовпчика 4 відповідає прибутку Πp_s від здійснення заходів. Висота стовпчика 4 відповідає індексу рентабельності інвестицій R_s , а висота його верхньої частини відповідає рентабельності P_s проекту заходів. Нижню частину стовпчика 4 доцільно поділити на дві частини горизонтальною лінією, дотичною до графіка 1 в точці t_k – терміну завершення освоєння капітальних вкладень. Площі цих частин відповідають розміру капіталовкладень K_s і розміру експлуатаційних витрат EB_s .

Інноваційне відображення стовпчиком 4 економічних показників базового варіанту заходів поліпшення використання ресурсу s відповідає показникам, що відображені традиційними графіками 1, 2 і 3. Це підтверджується тим, що вартість позитивного ефекту Π_s і витрат B_s , яка розрахована в цінах періоду розробки проекту заходів та наведена в стовпчику 4, є відповідною (еквівалентною) дисконтованому доходу DD_s^T і дисконтованим витратам DB_s^T , наведеним у традиційних графіках 3 і 2. При цьому заміна традиційних графіків 1, 2 і 3 стовпчиком 4 економічних показників заходів є як правомірною, так і доцільною, оскільки така заміна дає можливість візуально оцінювати економічні показники варіанту заходів під час локального інтегрованого управління ресурсом s . Крім того, порівняно з традиційними графіками 1, 2 і 3 використання стовпчика 4 дає можливість графічно відображати та візуально оцінювати значно більшу кількість економічних показників базового варіанту заходів інтегрованого управління ресурсом s .

В подальшому необхідність використання графіків 1, 2 і 3 відпадає. В процесі локального інтегрованого управління ресурсом s , крім базового варіанту заходів, виникає потреба встановлення інших альтернативних варіантів заходів, а також визначення, графічного відображення та аналізу їх економічних показників. Для цього на площині прийняття проектних рішень (рис. 1а) поруч із стовпчиком 4 економічних показників базового варіанту заходів розміщують стовпчики економічних показників інших альтернативних варіантів. При цьому стовпчики економічних показників базового та інших альтернативних варіантів заходів в подальшому будують в координатах BOR у довільному масштабі. З множини альтернативних варіантів заходів обирають i -й варіант, що має показник $R_s^i \leftrightarrow R_s^{max} \leftrightarrow R_s^{opt}$. На рис. 1 економічні показники оптимального варіанту заходів інтегрованого управління локальним ресурсом s відображено стовпчиком 6.

Таким чином, кінцевим результатом локального інтегрованого управління є комплекс заходів поліпшення використання локального ресурсу s з показником R_s^{opt} , який відображено стовпчиком 6.

5. Алгоритм зонального інтегрованого управління земельними і водними ресурсами.

Об'єктом зонального інтегрованого управління земельними і водними ресурсами є зональний ресурс S , який складається з множини локальних ресурсів s ($s \in S$). До зонального земельного або водного ресурсу S можуть відноситись: комплекс земельних ділянок, що складаються з ґрунтів

однакового типу; тваринницькі комплекси; комплекси зберігання та переробки сільгосппродукції; водні ресурси в межах річкового басейну або суббасейну; зрошувальні або осушувальні системи; системи комплексного протиаводкового захисту в річкових басейнах; рекреаційні зони тощо.

Предметом зонального інтегрованого управління земельними і водними ресурсами є заходи поліпшення екологічного стану ресурсу S , підвищення продуктивних властивостей ресурсу S , інноваційне удосконалення об'єктів господарського використання ресурсу S .

Зональне інтегроване управління земельними і водними ресурсами виконують з урахуванням двох типів локальних земельних і водних ресурсів s .

Локальні ресурси s першого типу мають спільні (зональні) властивості, при цьому між об'єктами їх використання відсутня функціональна залежність. Прикладом локального ресурсу першого типу є земельні ділянки сільськогосподарського призначення, які розташовані в одній природно-кліматичній зоні, складаються зі спільних за видом і продуктивністю ґрунтів. При цьому об'єкти господарського використання (засоби агротехніки) однієї земельної ділянки не мають функціональних зв'язків з об'єктами господарського використання іншої земельної ділянки.

Інтегроване управління зональним земельним або водним ресурсом SI першого типу, який складається з множини локальних ресурсів s першого типу, здійснюють за такою процедурою.

На першій стадії визначають комплекс локальних ресурсів s першого типу, які входять в склад зонального ресурсу SI , за наявності однієї з двох ознак: комплексом локальних ресурсів s в складі зонального ресурсу SI володіє один власник (державний, колективний або приватний); управління комплексом локальних ресурсів s здійснює один або декілька організаційно пов'язаних менеджерів.

На другій стадії для кожного локального ресурсу s із застосуванням вищенаведеного алгоритму локального інтегрованого управління ресурсом s шляхом пошуку та аналізу множини альтернативних варіантів визначають варіант заходів поліпшення використання ресурсу s , який забезпечує досягнення оптимального значення індексу рентабельності інвестицій R_s^{opt} .

На третій стадії здійснюють ранжоване упорядкування локальних ресурсів s в складі зонального ресурсу SI . Для цього по завершенню процедури локального інтегрованого управління множини ресурсів s , що входять в склад зонального ресурсу SI , з площин прийняття проектних рішень (рис. 1а) переносять стовпчики економічних показників варіантів заходів з оптимальним показником R_s^{opt} (поз. 6 на рис. 1а) на площину прийняття управлінських рішень (поз. 6 на рис. 1б), де їх розміщують в ранжованому ряду, починаючи зі стовпчика, що має найбільший показник R_s^{opt} .

На четвертій стадії приймають управлінське рішення щодо пріоритету вкладення інвестицій в здійснення комплексу оптимальних за показником R_s^{opt} заходів поліпшення використання ресурсів s , попередньо визначених в процесі інтегрованого управління локальними ресурсами s . Для цього, маючи певний ліміт інвестицій I_s^{lim} в розвиток ресурсу S , визначають множину (кількість K_s) локальних ресурсів s , в які слід вкладати інвестиції. Кількість K_s ресурсів s , в які слід вкладати інвестиції, відповідає кількості стовпчиків економічних показників заходів поліпшення їх використання, що розташовані на площині

прийняття управлінських рішень (рис. 1б) по ліву сторону від точки I_3^{lim} на осі інвестицій OI_3 . За таких умов маємо:

$$\sum_{s=1}^{K_s} B_s \leq I_3^{lim} . \quad (8)$$

На п'ятій заключній стадії визначають ефективність вкладення інвестицій в заходи інтегрованого управління зональним ресурсом $S1$ першого типу за формулою:

$$R_{S1} = \frac{\sum_{s=1}^{K_s} \Pi_s}{\sum_{s=1}^{K_s} B_s} , \quad (9)$$

де R_{S1} – індекс рентабельності інвестицій в розвиток зонального ресурсу $S1$ першого типу.

Інтегроване управління зональним земельним і водним ресурсом $S2$ другого типу, що складається з множини локальних ресурсів s другого типу, здійснюють за процедурою, аналогічною процедурі локального інтегрованого управління земельними і водними ресурсами. При цьому зональний земельний і водний ресурс $S2$ другого типу може складатись: з множини тільки земельних ресурсів з розміщеними на них, наприклад, функціонально пов'язаними об'єктами комплексу зберігання і переробки сільськогосподарських продуктів; множини тільки водних ресурсів, розташованих у природних та штучних водних об'єктах водогосподарських та природозахисних систем; множини земельних і водних ресурсів, наприклад, земель сільськогосподарського призначення, що знаходяться у річкових басейнах в зонах паводкових ризиків та на яких побудовано акумуляційні водосховища і дамби для захисту від паводків.

Оптимальний варіант заходів інтегрованого управління зональним ресурсом $S2$ другого типу визначають за критерієм досягнення цільового показника R_{S2}^{max} , використовуючи цільову функцію:

$$R_{S2} = \frac{D_{S2} + BZ_{S2}}{\sum_{s=1}^{K_{S2}} B_s} \rightarrow max , \quad (10)$$

де R_{S2} – індекс рентабельності інвестицій в заходи управління зональним ресурсом $S2$ другого типу; D_{S2} і BZ_{S2} – прямий дохід і гіпотетичний дохід (відвернені збитки) від здійснення заходів управління зональним ресурсом $S2$ другого типу; K_{S2} – кількість локальних ресурсів s в складі зонального ресурсу $S2$ другого типу.

Визначення оптимального варіанту заходів за критерієм досягнення цільового показника R_{S2}^{max} є найбільш складною задачею інтегрованого управління зональним ресурсом $S2$ другого типу. Для цього слід

використовувати різні методи пошуку та обґрунтування проектних рішень складних систем. Так, наприклад, на стадії виконання передпроектних досліджень в роботі [19] наведено методичні засади оцінки і прогнозування паводкових ризиків в річкових басейнах та визначення величини відвернених збитків B_{3S_2} в зонах затоплення. В роботі [20] наведено методичні засади визначення оптимальної величини забезпеченості паводків, яку слід закладати в проект. На стадії обґрунтування варіантів проектних рішень інженерних споруд систем комплексного протипаводкового захисту в річкових басейнах був запропонований зручний для практичного використання метод біфуркації базису [21], за яким визначають оптимальне співвідношення об'ємів спільного будівництва в зоні ризику затоплення берегоукріплення русла річки і акумуляційного протипаводкового водосховища. Цей метод може бути застосований також в аграрному виробництві для визначення оптимального розподілу площ сільгоспугідь під рослинництво і тваринництво, або розподілу земельних ділянок під об'єкти виробництва сільгосппродукції та її переробки.

Управлінське рішення щодо вкладення інвестицій в комплекс заходів інтегрованого управління зональним ресурсом S_2 другого типу приймається для варіанту заходів, за яким з використанням цільової функції (9) досягається цільовий показник $R_{S_2}^{max}$.

6. Алгоритм регіонального інтегрованого управління земельними і водними ресурсами.

Об'єктами регіонального інтегрованого управління земельними і водними ресурсами можуть бути: територіальні регіони, наприклад Карпатський регіон, який потребує комплексного регіонального рішення проблеми паводків; регіональні земельні ресурси; регіональні водні ресурси; галузі сільськогосподарського виробництва; території однієї або декількох селищних громад; басейни великих річок, в межах яких утворено декілька зон паводкових ризиків [22], екологічні регіони тощо.

Регіональне інтегроване управління земельними і водними ресурсами здійснюють після отримання результатів інтегрованого управління зональними земельними і водними ресурсами першого і другого типу. Процедура регіонального інтегрованого управління земельними і водними ресурсами аналогічна процедурі інтегрованого управління зональними земельними і водними ресурсами першого типу (рис. 1б), але відрізняється тим, що на площині прийняття управлінських рішень (рис. 2) в ранжованому порядку розміщують стовпчики економічних показників оптимальних варіантів заходів не локального, а зонального інтегрованого управління. При цьому стовпчики економічних показників заходів управління зональними ресурсами першого і другого типу, що знаходяться в межах одного ресурсного регіону, на площині прийняття управлінських рішень розміщують в один ряд, ранжований у порядку зменшення оптимальних величин індексу рентабельності інвестицій, що вкладають в заходи управління зональними ресурсами (рис. 2).

Маючи певний ліміт інвестицій в розвиток регіональних земельних і водних ресурсів I_p^{lim} , за множиною стовпчиків економічних показників, що розташовані на рис. 2 по ліву сторону від точки I_p^{lim} , на осі регіональних інвестицій OI_p , визначають кількість K_p зональних земельних і водних ресурсів

першого і другого типу, які є пріоритетними для вкладення інвестицій в заходи поліпшення їх використання. За таких умов маємо:

$$\sum_{S=1}^{K_p} B_S \leq I_p^{lim}, \quad (11)$$

де B_S – витрати на здійснення заходів інтегрованого управління зональним ресурсом першого або другого типу.

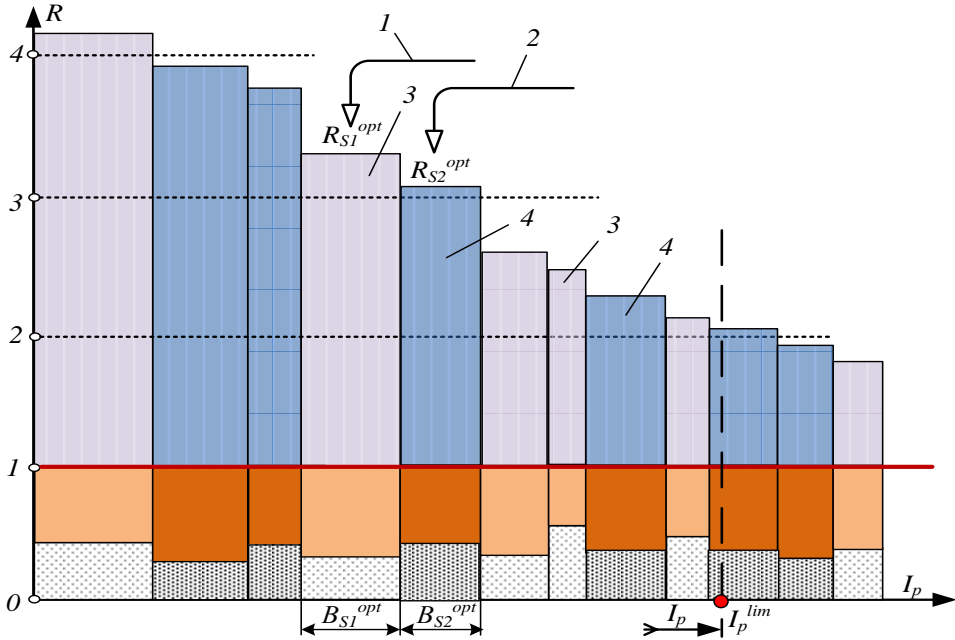


Рис. 2 – Графічна інтерпретація алгоритму регіонального інтегрованого управління земельними і водними ресурсами:

1 і 2 – результати інтегрованого управління зональним ресурсом $S1$ першого типу і зональним ресурсом $S2$ другого типу; 3 – графічне відображення економічних показників оптимальних варіантів заходів інтегрованого управління зональними ресурсами першого типу; 4 – те саме, заходів інтегрованого управління зональними ресурсами другого типу

Ефективність здійснення заходів інтегрованого управління регіональними земельними і водними ресурсами визначають індексом рентабельності інвестицій R_p за формулою:

$$R_p = \frac{\sum_{S=1}^{K_p} \Pi_S}{\sum_{S=1}^{K_p} B_S}, \quad (12)$$

де Π_S – загальний позитивний ефект здійснення заходів інтегрованого управління зональним земельним і водним ресурсом першого або другого типу.

Висновки

1. Проаналізовано існуючі методологічні підходи до інтегрованого управління земельними і водними ресурсами та встановлено їх основний недолік, який полягає у складності їх практичного використання, оскільки вони містять сукупність посилань, загальних рекомендацій, порад та пропозицій без викладення придатних для практичного застосування алгоритмів управління земельними і водними ресурсами.

2. Наголошено про необхідність вдосконалення існуючих методологічних основ інтегрованого управління земельними і водними ресурсами, що підтверджується актуальністю впровадження в Україні інтегрованого управління земельними ресурсами, яка полягає у необхідності суттєвого підвищення рентабельності аграрного виробництва, та актуальністю впровадження інтегрованого управління водними ресурсами, яка полягає у необхідності рішення двох пов'язаних з водою проблем – проблеми забезпечення населення та галузей економіки дешевою товарною водою та проблеми захисту довкілля від шкідливої дії води.

3. Предметом інтегрованого управління земельними і водними ресурсами обрано заходи управління, що сприяють отриманню комплексу позитивних соціальних, екологічних та економічних ефектів використання земельних і водних ресурсів.

4. В основу нової методології покладено цільовий показник (цільовий індикатор) інтегрованого управління земельними і водними ресурсами, яким обрано максимальне значення індексу рентабельності інвестицій в заходи поліпшення управління ресурсами й досягається сумісним застосуванням принципу комплексності, принципу інтегрованості, а також контурно-меліоративного та функціонально-вартісного принципів управління.

5. Цільовим показником (цільовим індикатором) інтегрованого управління земельними і водними ресурсами обрано максимальне значення індексу рентабельності інвестицій в заходи поліпшення екологічного стану ресурсів та техніко-економічних показників об'єктів використання ресурсів.

6. Цільовий показник інтегрованого управління земельними і водними ресурсами досягається використанням цільової функції, а також застосуванням таких принципів управління складними системами, як принцип комплексності, принцип інтегрованості, контурно-меліоративний принцип, принцип функціонально-вартісного аналізу альтернативних заходів управління.

7. Запропоновано науково-методичний інструментарій інтегрованого управління земельними і водними ресурсами, основу якого складають інноваційні алгоритми локального, зонального і регіонального інтегрованого управління земельними і водними ресурсами.

8. Нову методологію та алгоритми інтегрованого управління земельними і водними ресурсами рекомендовано для науково-дослідних установ, проектних та природоохоронних організацій, а також фахівців, які займаються проблемою природокористування, проблемою визначення та реалізації стратегічних пріоритетів розвитку аграрного виробництва та водного господарства, а також проблемою сталого розвитку.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Курильців Р. Сутність та зміст інтегрованого управління землекористуванням / Р. Курильців // Землевпорядний вісник. – 2012. – №4. – С. 32–35.
2. Левковська Л.В., Мандзик В.М. Формування моделі інтегрованого управління водними ресурсами в контексті забезпечення сталого водокористування / Л.В. Левковська, В.М. Мандзик // Збалансоване природокористування. – 2018. – №2. – С. 46–53.
3. Борейко В.І. Шляхи підвищення ефективності використання водних ресурсів України / В.І. Борейко // Вісник економічної науки України. – 2018. – № 2. – С. 26–29.
4. Авдулов А.Н. Научные и технологические парки, технополисы и регионы науки / А.Н. Авдулов, А.М. Кулькин. – М.: Наука. – 2005. – 166 с.
5. Мазур А.А. Технологічні парки України: цифри, факти, проблеми / А.А. Мазур, С.В. Пустовойт // Наука та інновації. – 2013. – Т. 9. – № 3. – С. 59–72.
6. Kozachenko O.A. The Project of the Bioenergetic Agroecosystems Science Park / O.A. Kozachenko // Agricultural science and practice. – 2014. – Vol. 1. – № 3. – P. 50–56.
7. Статистичний щоденник України за 2018 р. : статистичний збірник / Державна служба статистики України. – Київ. – 2019. – 482 с.
8. Музика П.М. Аналіз стану та ефективності використання земельних ресурсів в Україні / П.М. Музика, С.І. Урба, Л.В. Гончаренко // Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського, Серія: Економіка і управління. – 2019. 30 (69), – №69. – С. 45–53.
9. Третяк А. Стан та шляхи розвитку земельних відносин і системи землекористування в аграрному комплексі України / А. Третяк // Землевпорядний вісник. – 2008. – № 6. – С. 4–18.
10. Яцик А.В. Водні ресурси: використання, охорона, управління / А.В. Яцик, Ю.М. Грищенко, Л.А. Волкова, І.А. Пашенок. – К.: Генеза. – 2007. – 360 с.
11. Левковська Л.В. Безпека водних ресурсів України: аналіз, оцінка, пріоритети забезпечення / Л.В. Левковська, А.М. Сундук // Економіка природокористування і охорони довкілля: Зб. наук. пр. – К.: ДУ ІЕПСР НАН України. – 2014. – С. 71–75.
12. Петроченко А.В. Класифікація паводков і систематизація протипаводкових заходів / А.В. Петроченко // Меліорація. – 2019. – №3(89) – С. 30–37.
13. Петроченко А.В. Проблема дефіциту води і паводков в Україні / А.В. Петроченко // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия / ФГБНУ «РосНИИПМ» – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2018 – Вып. 3(71). – С. 133–140.
14. Джамаль В.А. Контурное земледелие на склонах Украины / В.А. Джамаль, Н.М. Шелякин, Н.В. Медведев // Земледелие. – 1984. – № 2. – С. 22–23.
15. Ткаченко В.Г. Контурно-мелиоративное земледелие / В.Г. Ткаченко // Земледелие. – 1982. – №4. – С. 17–21.
16. Нормативи ґрунтозахисних контурно-меліоративних систем землеробства. За ред. акад. УААН О.Г. Тараріко, чл.-кор. УААН М.Г. Лобаса. – К., УААН, Держкомзем, Інститут агроекології та біотехнології, Аграрний інститут НВАТ «Агроінком». – 1998. – 158 с.
17. Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо впровадження інтегрованих підходів в управлінні водними ресурсами за басейновим принципом: Закон України від 04.10.2016 р. № 1641-VIII. Відомості Верховної Ради (ВВР). – 2016. – № 46. – ст. 780.
18. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (вторая редакция). – М.: Экономика. – 2000. – 422 с.
19. Петроченко О.В. Оцінка і прогнозування паводкових ризиків в річкових басейнах / О.В. Петроченко / Екологічна безпека та природокористування. – 2020. – №33 (1). – С. 18–41. <https://doi.org/10.32347/2411-4049.2020.1.18-41>
20. Петроченко В.И. Научно-методическое обоснование систем превентивной противопаводковой защиты территорий в бассейнах рек / В.И. Петроченко,

- А.В. Петроченко // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2018. – № 2 (110): Водохозяйственное строительство и теплоэнергетика – С. 44–48.
21. Петроченко, В.И. Оптимизация проектных решений защиты от паводков в речных бассейнах / В.И. Петроченко, А.В. Петроченко // Мелиорация. – 2019. – № 2 (88) – С. 26–33.
22. Петроченко О.В. Науково-методичне забезпечення розробки планів управління ризиками затоплення в річкових басейнах / О.В. Петроченко, В.І. Петроченко // Екологічні науки. – 2020. – №6(33). – С. 35–44.

Стаття надійшла до редакції 01.07.2021 і прийнята до друку після рецензування 08.09.2021

REFERENCES

1. Kuriltsiv, R. (2012). Sutnist' ta zmist intehrovanoho upravlinnya zemlekorystuvanniam [The essence and content of integrated land management]. *Land Management Bulletin*, 4, 32-35 [In Ukrainian].
2. Levkovs'ka, L.V., & Mandzyk, V.M. (2018). Formuvannya modeli intehrovanoho upravlinnya vodnymy resursamy v konteksti zabezpechennya staloho vodokorystuvannya [Formation of a model of integrated water resources management in the context of ensuring sustainable water use]. *Balanced nature management*, 2, 46-53 [In Ukrainian].
3. Boreyko, V.I. (2018). Shlyakhy pidvyshchennya efektyvnosti vykorystannya vodnykh resursiv Ukrayiny [Ways to increase the efficiency of water resources in Ukraine]. *Bulletin of Economic Science of Ukraine*, 2, 26-29 [In Ukrainian].
4. Avdulov, A.N., & Kulkin, A.M. (2005). Nauchnyye i tekhnologicheskiye parki, tekhnopolisy i regiony nauki [Science and technology parks, technopolises and science regions]. Moscow: Nauka [In Russian].
5. Mazur, A.A., & Pustovoi, S.V. (2013). Tekhnolohichni parky Ukrayiny: tsyfry, fakty, problemy [Technology parks of Ukraine: figures, facts, problems]. *Science and innovation*, 9(3), 59-72 [In Ukrainian].
6. Kozachenko, O.A. (2014). The Project of the Bioenergetic Agroecosystems Science Park. *Agricultural science and practice*, 1(3), 50-56 [In Ukrainian].
7. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy [State Statistics Service of Ukraine]. (2019). Statystychnyy shchodennyk Ukrayiny za 2018 rik: statystychnyy zbirnyk [Statistical Diary of Ukraine for 2018: statistical collection]. Kyiv [In Ukrainian].
8. Muzuca, P.M., Urba, S.I., & Goncharenko, L.V. (2019). Analiz stanu ta efektyvnosti vykorystannya zemel'nykh resursiv v Ukrayini [Analysis of the state and efficiency of land use in Ukraine]. *Scientific notes of TNU named after V.I. Vernadsky. Series: Economics and Management*, 30(69), 45-53 [In Ukrainian].
9. Tretyak, A. (2008). Stan ta shlyakhy rozvytku zemel'nykh vidnosyn i systemy zemlekorystuvannya v ahrarnomu kompleksi Ukrayiny [Status and ways of development of land relations and land use system in the agrarian complex of Ukraine]. *Land Management Bulletin*, 6, 4-18. [In Ukrainian].
10. Jacyk, A.V., Grishchenko, Y.M., Volkova, L.A., & Pashenok, I.A. (2007). Vodni resursy: vykorystannya, okhorona, upravlinnya [Water resources: use, protection, management]. Kyiv: Genesis [In Ukrainian].
11. Levkovs'ka, L.V. & Sunduk, A.M. (2014). Bezpeka vodnykh resursiv Ukrayiny: analiz, otsinka, priorityty zabezpechennya [Security of water resources of Ukraine: analysis, assessment, priorities]. *Ekonomika pryrodokorystuvannya i okhorony dovkillya: Zb. nauk. pr.*, 71-75 [In Ukrainian].
12. Petrochenko, A.V. (2019). Klassifikatsiya pavodkov i sistematizatsiya protivopavodkovykh meropriyatiy [Flood classification and systematization of flood control measures]. *Melioratsiya*, 3(89), 30-37 [In Russian].

13. Petrochenko, A.V. (2018). Problema defitsita vody i pavodkov v Ukraine [The problem of water scarcity and floods in Ukraine]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshayemogo zemledeliya*, 3(71), 133-140 [In Russian].
14. Jamal, V.A., Shelyakin N.M., & Medvedev N.V. (1984). Konturnoye zemledeliye na sklonakh Ukrainy [Contour agriculture on the slopes of Ukraine]. *Agriculture*, 2, 22-23 [In Russian].
15. Tkachenko, V.G. (1982). Konturno-meliorativnoye zemledeliye [Contour-reclamation agriculture]. *Agriculture*, 4, 17-21 [In Russian].
16. Tararico, O.G., & Lobas, M.G. (Eds.). (1998). Normatyvy gruntozakhysnykh konturno-meliorativnykh system zemlerobstva [Standards of soil protection contour-ameliorative systems of agriculture]. Kyiv, UAAS, Derzhkomzem, Institute of Agroecology and Biotechnology, Agrarian Institute of NGO "Agroincom" [In Ukrainian].
17. Pro vnesennya zmin do deyakykh zakonodavchykh aktiv Ukrainy shchodo vprovadzheniya intehrovanykh pidkhodiv v upravlinni vodnymy resursamy za baseynovym pryntsyptom. [On Amendments to Certain Legislative Acts of Ukraine Concerning the Implementation of Integrated Approaches in Water Resources Management on the Basin Principle]. *Zakon Ukrainy vid 04.10.2016 r. No 1641-VIII* [In Ukrainian].
18. Metodicheskiye rekomendatsii po otsenke effektivnosti investitsionnykh proyektov. [Methodological recommendations for evaluating the effectiveness of investment projects (2nd ed)]. (2000). Moscow: Economics [In Russian].
19. Petrochenko, O.V. (2020). Otsinka i prohnozuvannya pavodkovykh ryzykiv v richkovykh baseynakh [Assessment and prediction of flood risks in river basins]. *Environmental Safety and Natural Resources*, 33(1), 18–41. <https://doi.org/10.32347/2411-4049.2020.1.18-41> [In Ukrainian].
20. Petrochenko, V.I. & Petrochenko, A.V. (2018). Nauchno-metodicheskoye obosnovaniye sistem preventivnoy protivopavodkovoy zashchity territoriy v basseynakh rek [Scientific and methodological substantiation of systems of preventive flood protection of territories in river basins]. *Vestnik Brestskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta, Vodokhozyaystvennoye stroitel'stvo i teploenergetika*, 2(110), 44-48 [in Russian].
21. Petrochenko, V.I. & Petrochenko, A.V. (2019). Optimizatsiya proyektnykh resheniy zashchity ot pavodkov v rechnykh basseynakh [Optimization of design solutions for flood protection in river basins]. *Melioratsiya*, 2(88), 26-33 [in Russian].
22. Petrochenko, O.V. & Petrochenko, V.I. (2020). Naukovo-metodychne zabezpechennya rozrobky planiv upravlinnya ryzykamy zatoplennya v richkovykh baseynakh [Scientific and methodological support for the development of flood risk management plans in river basins]. *Ekolohichni nauky*, 6(33), 35-44 [In Ukrainian].

The article was received 01.07.2021 and was accepted after revision 08.09.2021

Петроченко Олексій Вячеславович

кандидат технічних наук, директор Інституту інноваційної освіти Київського національного університету будівництва і архітектури МОН України

Адреса робоча: 03037 Україна, м. Київ, вул. Освіти, 31

ORCID ID: 0000-0003-2184-4811 **e-mail:** a_petr89@ukr.net

Петроченко Вячеслав Ілліч

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник Інституту водних проблем і меліорації НААН

Адреса робоча: 03022 Україна, м. Київ, вул. Васильківська, 37

ORCID ID: 0000-0001-8306-2554 **e-mail:** v_petr47@ukr.net