

DOI: <https://doi.org/10.31073/mivg201902-204>

Available at (PDF): <http://mivg.iwpim.com.ua/index.php/mivg/article/view/204>

УДК 631.6:626.8:528.88

РОЗВИТОК НАУКОВО-МЕТОДИЧНИХ ОСНОВ ОЦІНЮВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ МЕЛІОРОВАНИХ ЗЕМЕЛЬ І ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ

А.М. Шевченко¹, канд. с.-г. наук, О.В. Власова², канд. с.-г. наук, В.В. Удовенко³, канд. техн. наук, Р.П. Боженко⁴

¹ Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна;
<https://orcid.org/0000-0002-2637-6538>; e-mail: monitoring_protect@ukr.net

² Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна;
<https://orcid.org/0000-0002-1911-4329>; e-mail: elena_vl2001@ukr.net

³ Кам'янсько-Дніпровська дослідна станція ІВПіМ НААН, м. Кам'янка-Дніпровська, Україна;
<https://orcid.org/0000-0001-9838-9496>; e-mail: kdds@meta.ua

⁴ Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна;
<https://orcid.org/0000-0003-3661-8120>; e-mail: ruslana_lp@ukr.net

Анотація. У статті висвітлено основні напрями та етапи розвитку науково-методичних основ оцінювання екологічного стану меліорованих земель і водних об'єктів. Результатом етапу становлення стала розробка єдиного комплексного підходу до оцінки гідрогеологічних, інженерно-геологічних та ґрунтово-меліоративних умов і їхніх змін під впливом зрошення. На етапі теоретичного обґрунтування та розробки наукових засад ведення еколого-меліоративного моніторингу опрацьовано методологію просторового оцінювання еколого-меліоративного стану зрошуваних земель та їхньої стійкості щодо проявів шкідливої дії вод і деградації ґрунтів. На етапі удосконалення розвинуто теоретично-методичні засади визначення і практичного застосування оцінювальних показників стану меліорованих земель і водних об'єктів на основі даних дистанційного зондування Землі. Для верифікації результатів досліджень організовано підсупутникові полігони, розроблено технології зберігання даних та аналізу різнопланових показників. Удосконалення науково-методичних основ оцінювання екологічного стану меліорованих земель і водних об'єктів ґрунтується на отриманні часових (рік, місяць, тиждень) та просторових (область, район, господарство, поле) значень на основі різнопланової супутникової інформації та часткової або повної заміни оцінювальних показників, що визначають наземними обстеженнями, на показники, що визначають за даними ДЗЗ. Розроблені методичні основи та екологічні показники на основі даних ДЗЗ є цінним науковим надбанням не тільки для еколого-меліоративного моніторингу, але і для системи моніторингу навколишнього середовища в цілому.

Ключові слова: водні об'єкти, зрошувані землі, екологічний стан, еколого-меліоративна стійкість земель, ефект компенсації, категорії супутникової інформації, підсупутникові полігони, просторове оцінювання.

Постановка питання. Широкомасштабна гідротехнічна меліорація земель у різних регіонах України в другій половині минулого століття та пов'язані з нею зміни природних умов, насамперед несприятливі, викликали необхідність проведення наукових досліджень впливу гідромеліоративних заходів на окремі складові навколишнього природного середовища. Це спонукало вчених до опрацювання методичних підходів з оцінювання та контролю трансформацій стану земель за умов їхнього меліоративного освоєння для обґрунтування заходів запобігання та мінімізації можливих його негативних наслідків або усунення останніх. У даному контексті провідну роль відіграли науковці Інституту водних проблем і меліорації (ІВПіМ) НААН, багаторічні дослідження яких стали науковим підґрунтям ство-

рення системи моніторингу зрошуваних та осушуваних земель для забезпечення інформаційно-аналітичної підтримки здійснення державного контролю за їхнім станом.

Метою досліджень є висвітлення розвитку фахівцями ІВПіМ НААН науково-методичних основ оцінювання екологічного стану зрошуваних земель і водних об'єктів з окресленням перспективи їх удосконалення на засадах широкого використання даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ).

Результати досліджень. Ретроспективний аналіз наукових здобутків фахівців Інституту з питань вивчення впливу зрошувальних меліорацій на природні умови територій, у тому числі екологічних наслідків зрошення, розроблення методичних підходів до визначення стану меліорованих земель і його контролювання дають

підстави для виокремлення кількох етапів розвитку науково-методичного забезпечення оцінювання стану зрошуваних земель.

Етап становлення або так званий «домоніторинговий» період пов'язаний з проведенням фахівцями відділу меліоративної гідрогеології (створено в 1964р.) досліджень з вивчення природно-меліоративних умов на масивах зрошення Одеської, Херсонської, Миколаївської областей і Криму, впливу зрошувального землеробства та меліоративного будівництва на окремі складові довілля, зокрема на гідрогеологічні та ґрунтово-меліоративні умови, встановлення закономірностей змін природного стану окремих регіонів і формування та трансформації меліоративного стану земель за умов функціонування меліоративних систем (В.Г. Ткачук, І.І. Молодих, Е.С. Драчинська, Г.М. Корж, І.Б. Корсунська, Д.П. Хімич, І.Т. Грудинська та ін.) [1].

Загальним підсумком першого етапу (кінець 80-х років минулого століття) стала розробка цілісного комплексного підходу до оцінювання гідрогеологічних, інженерно-геологічних і ґрунтово-меліоративних умов та їхніх змін під впливом зрошення (М.М. Муромцев, Н.М. Блохіна, Е.С. Драчинська, М.І. Ромащенко, Г.М. Корж, А.М. Шевченко та ін.). Запропонована методика комплексної оцінки гідрогеолого-меліоративного стану зрошуваних земель давала змогу кількісно характеризувати сучасний стан останніх, оцінювати спрямованість змін під дією зрошення та їхню інтенсивність за гідрогеологічними, інженерно-геологічними та ґрунтово-меліоративними показниками на основі загального та спеціального природно-меліоративного районування території [2; 3].

Напрацьовані принципи та методика комплексного кількісного оцінювання гідрогеолого-меліоративного стану були покладені в основу розроблення відомчого нормативного документа [4] для використання гідрогеолого-меліоративними експедиціями та управліннями зрошувальних систем при виконанні контролю та складанні щорічних кадастрів меліоративного стану зрошуваних земель, а також при обґрунтуванні реконструкції меліоративних систем.

Подальший розвиток досліджень з оцінювання стану меліорованих земель був пов'язаний із загостренням протиріччя між інтенсифікацією зрошувального землеробства й оптимізацією екологічних умов в регіонах його проведення. На так званому екологічному етапі робіт фахівцями підрозділу (М.М. Муромцев, Н.М. Блохіна, Е.С. Драчинська, А.М. Шевченко,

Л.П. Кроткевич, Г.Є. Міхеєва, Т.О. Ромащенко, Л.А. Друк, В.В. Кузьмінський та ін.) значна увага почала приділятися питанням опрацювання екологічного підходу до оцінювання змін довілля за умов зрошення й екологічному нормуванню дії останнього. Дослідження екологічного спрямування кінця ХХ – початку ХХІ ст. стали основою та складовою одного з найбільш важливих, за суттю стратегічного напрямку наукових робіт підрозділу – розробки теоретичних основ організації та ведення еколого-меліоративного моніторингу зрошуваних земель (ЕММЗЗ) і нормативно-методичних засад його практичної реалізації. Фундаторами даного напрямку досліджень стали М.М. Муромцев та Н.М. Блохіна за активного сприяння М.І. Ромащенко.

Згідно з розробленою концепцією ЕММЗЗ становить собою багатоцільову спостережно-інформаційну систему, призначенням якої є вивчення напрямів і швидкості розвитку процесів, що негативно впливають на еколого-меліоративний стан земель і родючість меліорованих ґрунтів, створення інформаційної продукції для обґрунтування раціонального використання водних і земельних ресурсів, протидеградаційних заходів, оптимізації екологічної ситуації на зрошуваних і прилеглих до них землях тощо. Оцінювання стану зрошуваних земель є важливим функціональним завданням ЕММЗЗ, а його просторова оцінка – вагомим результатом, що реалізується як методологічна та інформаційна підтримка прийняття управлінських рішень.

Дослідження еколого-меліоративних проблем, у тому числі на етапі обґрунтування та ведення ЕММ, а також необхідність управління станом земель потребували нових підходів до оцінювання та прогнозування впливу зрошувального землеробства на навколишнє природне середовище, зокрема на основі встановлення потенційних можливостей останнього, екологічно допустимих меж його змін та нормування меліоративних навантажень. З урахуванням екологічних аспектів введено поняття еколого-меліоративного стану (ЕМС), як інтегральної комплексної характеристики ступеня трансформації природних умов під впливом зрошення та придатності зрошуваних земель до сталого сільськогосподарського використання [5; 6]. Як прогнозу характеристику змін еколого-меліоративного стану земель науковцями підрозділу (А.М. Шевченко, Е.С. Драчинська) було запропоновано синтезований показник динаміки стану меліорованих геосистем – еколого-меліоративну стійкість земель –

здатність природно-агромеліоративної геосистеми до збереження її функцій в умовах зрошувальних меліорацій. За суттю еколого-меліоративна стійкість відображає стійкість зрошуваних земель до прояву шкідливої дії вод і деградації ґрунтів.

Еколого-меліоративну стійкість запропоновано розглядати у двох аспектах – як потенційну (генетичну) і як фактичну (техногенну). Під потенційною еколого-меліоративною стійкістю земель розуміють природно зумовлену здатність геологічного середовища протистояти деструктивній дії зрошення та супутніх йому чинників. Фактична еколого-меліоративна стійкість земель характеризує рівень трансформації геологічного середовища під впливом техногенних чинників на певний момент часу. Її визначають за показниками, що відображають ЕМС земель та його зміни у часі з врахуванням рівня антропогенного навантаження.

Опрацьована методологія оцінювальних робіт для зрошуваних земель базується на концепції еколого-меліоративної стійкості території, згідно з якою межа екологічно допустимих змін показників стану визначається порогами їхньої стійкості щодо проявів шкідливої дії вод і процесів деградації ґрунтів. Тому при розробці критеріальної бази оцінювання у складі ЕММ здійснено екологічне нормування трансформації стану земель в умовах зрошення за окремими показниками з виділенням допустимих і недопустимих змін відносно визначених порогів стійкості [6]. Систему критеріальних оцінок побудовано на формалізації вихідних даних із використанням методу експертних оцінок та бальних шкал.

ЕМС зрошуваних земель оцінюється за низкою показників, що становлять собою комплекс ознак щодо гідрогеологічних, інженерно-геологічних, ґрунтово-меліоративних характеристик та умов забруднення ґрунтів і вод. Основною особливістю методики оцінювання ЕМС є її комплексність, прогностична спрямованість оцінювальних показників та їхніх критеріїв, кількісне представлення результатів і картографічне відображення просторової мінливості кожного з них, що дає можливість широко використовувати для оброблення матеріалів ГІС-технології [7]. Так, на базі використання останніх для автоматизації просторового оцінювання та картографування стану зрошуваних земель створено (І.Д. Булаєвська) спеціальний програмний комплекс «ЕкоМОЗ».

Визначення умов еколого-меліоративної стійкості ґрунтується на інтегральній кількісній оцінці параметрів гідрогеологічного, інженерно-геологічного, ґрунтово-меліора-

тивного станів і стану забруднення ґрунтів і підземних вод [6; 8].

Зіставлення потенційної і фактичної еколого-меліоративної стійкості земель на різні періоди часу з врахуванням рівня антропогенного навантаження на територію дає можливість прогнозувати ЕМС земель в умовах зрошення. Крім того, результати визначення еколого-меліоративної стійкості є основою екологічного нормування агро-меліоративних навантажень, а також створення науково-інформаційної бази обґрунтування безпечного зрошення та раціонального використання земель, зокрема ведення екологічного аудиту зрошення, вибору протидеградаційних заходів.

Для вирішення завдань, пов'язаних із просторовим узагальненням даних, екологічним нормуванням змін параметрів стану і родючості ґрунтів тощо, розроблено методологію просторового оцінювання й прогнозування еколого-меліоративного стану і стійкості геосистем [6].

Для інтегральної просторової оцінки введено поняття сумарної регіональної еколого-меліоративної стійкості території щодо деградації, яку визначають шляхом співвідношення у межах таксона районування, типізації, певного ландшафту площ земель із різними категоріями потенційної або фактичної стійкості, стану земель чи ступеня їхньої деградації [8].

У розвиток методології просторового оцінювання запропоновано методіку спеціального еколого-меліоративного районування й типізації щодо різних рівнів деталізації інформації для прийняття практичних рішень [6].

Опрацьована методологічна база оцінювання еколого-меліоративного стану та стійкості зрошуваних земель (принципи, система показників і критеріїв) включена до складу нормативно-методичного забезпечення ЕММЗЗ [5, 6, 9] і впроваджена в діяльність гідрогеолого-меліоративної служби Держводагентства (раніше – Держводгосп) України при його веденні.

За результатами виконання науково-дослідної роботи «Дослідити процеси трансформації меліорованих територій, розробити системи їх комплексного захисту від деградації і підтоплення та моніторингу довкілля» (2006–2010рр., А.М. Шевченко, Е.С. Драчинська, Т.О. Ромащенко, Д.П. Савчук, К.Б. Шатковська, Р.П. Боженко та ін.) на підставі критичного аналізу існуючої системи моніторингу зрошуваних земель, досвіду та результатів ведення еколого-меліоративного моніторингу, сформованих вимог до інформаційного забезпечення

комплексного захисту меліорованих територій від шкідливої дії вод удосконалено критеріально-діагностичну базу оцінювання ЕМС та стійкості земель із диференціацією оцінювальних показників стану щодо регіонального та локального рівнів, коригування кількості категорій стану і стійкості та критеріальних значень окремих оцінювальних показників тощо, яку включено до складу розробленого під керівництвом М.І. Ромащенко у розвиток та на заміну ВБН 33–5.5–01–97 проекту галузевого нормативного документа «Організація та ведення моніторингу меліорованих земель і підтоплення територій».

Проте нинішня загальна тенденція до зменшення обсягів моніторингових робіт, довгострокових стаціонарних досліджень, чисельності спостережної мережі, фактичних площ підконтрольних земель зумовлює часткове зниження інформативності одержаних результатів, зокрема щодо ЕМС зрошуваних земель. Не менш гострим є питання неконтрольованого видлучення з меліоративного освоєння земель, що викликає непередбачувані зміни їх екологічного стану. Водночас своєчасне виявлення як негативної, так і позитивної реакції складових агроландшафтів на природні процеси та антропогенні тиски лишається актуальним завданням, зокрема й науковців.

Новітній етап удосконалення наукових засад і способів оцінювання стану меліорованих земель пов'язаний з швидким розвитком високих технологій останніх років, що дозволили науковцям безкоштовно у вільному доступі використовувати дані ДЗЗ у вигляді діапазонів хвиль електромагнітного випромінювання для спостереження за екологічним станом агроландшафтів на будь-якому просторово-часовому рівні. Такі можливості відкрили шлях до удосконалення чинного ЕММ, оскільки вміння оперувати даними ДЗЗ дало змогу проводити комплексні моніторингові обстеження екологічного стану ґрунтових, рослинних і водних поверхонь.

Методологічні напрацювання фахівців відділу водних ресурсів (О.В. Власова, А.М. Шевченко, Р.П. Боженко, К.Б. Шатковська) із застосування даних ДЗЗ для визначення екологічного стану меліорованих територій можна умовно диференціювати за двома напрямками просторового оцінювання: еколого-меліоративних (оцінювання стану земельних ресурсів, насамперед на меліорованих угіддях) та водно-екологічних (оцінювання стану водних об'єктів) ситуацій, кожен з яких спирається на певні методики, технології, категорії супутникової інформації тощо (рис. 1).



Рис. 1. Основні напрями та складники методологічних напрацювань з оцінювання екологічних ситуацій за даними ДЗЗ

Просторове оцінювання еколого-меліоративних ситуацій включає методичні підходи з оцінювання наявних вологозапасів та ґрунтово-екологічних ситуацій. Оцінювання наявних запасів вологи запропоновано здійснювати за спектральними індексами (емпіричні показники), а зміни вологозапасів – за спеціально розробленою методикою визначення зміни їх динаміки (параметричні показники).

За даним напрямом опрацьовано загальні підходи до оцінювання стану зрошуваних територій за наземною і супутниковою інформацією [10], визначення площ еродованих земель у межах річкового басейну [11], просторового оцінювання вологозабезпеченості агроландшафтів степової зони України [12], здійснено оцінювання стану зрошуваних земель за показником вмісту вологи в рослинному покриві [13], розроблено методичні засади ідентифікації засоленних ґрунтів у межах зрошувальних систем, виявлення просторово-часової динаміки їхнього стану, ступеня засолення ґрунтів, зокрема на основі встановлення та візуалізації взаємозв'язку між довжиною хвилі електромагнітного випромінювання і відбиттям поверхні (метод спектральних сигнатур) [14; 15]. Також було розроблено низку методичних засад з оцінювання ефективності роботи зрошувальних систем у часі за індексом-показником динаміки зрошення, ефективності роботи дощувальної техніки, ефективності захисту земель від підтоплення (результат ефективної роботи дренажної системи) [16]. У контексті моніторингу та оцінювання пірогенних ситуацій на торфових ґрунтах за даними ДЗЗ в Інституті запропоновано методику визначення місць торфових згарів за показниками вологи, температури поверхні та спектральним індексом композиту мінералів [17].

Просторове оцінювання водно-екологічних ситуацій ґрунтується на визначенні складових радіаційного балансу водних мас за даними знімків високого просторового розрізнення. Апробацію методичних основ ведення моніторингу небезпечних водно-екологічних ситуацій за даними ДЗЗ здійснено на прикладі Молочного [18] та Білозерського лиманів Запорізької області, водосховища Сасик Одеської області. Визначено, що інтегральна оцінка екологічного стану водного об'єкта є функцією складових радіаційного балансу водних мас у відповідних діапазонах хвиль електромагнітного випромінювання.

Для верифікації результатів досліджень організовано підсупутникові полігони на зрошуваних землях ДП «ДГ «Брилівське»

та в межах Каланчацького зрошувального масиву (Херсонська область), на меліорованих землях Ірпінської осушувально-зволожувальної системи (Київська область), на дослідних полях Кам'янсько-Дніпровської дослідної станції та зрошуваних територіях Запорізької області.

Для збору і збереження результатів опрацювання супутникової інформації сформовано базу даних спектральних сигнатур, яка містить спектральні характеристики поверхонь ґрунтів, води та рослинності. До розроблених інформаційних технологій належать програми «AnalistNOAA» для аналізу гідротермічних умов України та програма «Багатокритеріальне оцінювання територій зрошення», яка дає змогу приводити супутникові та наземні показники до єдиної теоретичної еталонної шкали, порівнювати та співставляти результати. Розроблення цієї інформаційної технології було викликано розбіжностями у визначенні оцінювальних показників. Оскільки дані наземних досліджень є незамінними, то було запропоновано методично обґрунтовану компенсацію їх нестачі даними ДЗЗ. Ефект компенсації діє при прийнятті управлінських рішень за попереднього визначення на якому просторово-часовому рівні буде вирішуватися поставлене завдання, що суттєво забезпечує оптимізацію моніторингових робіт [19].

Для досягнення оптимального ступеня упорядкування наземної та супутникової інформації загалом останнім часом було розроблено (О.В. Власова) теорію їх взаємозамінності [20]. Рівень взаємозамінності супутникової і наземної інформації визначає коефіцієнт, який має бути менше, або дорівнювати 1. Якщо коефіцієнт більше 1, то система є повністю взаємозамінною і становить собою вже зовсім іншу систему оцінювання.

Нині у рамках виконання НДР «Дослідити спектральні характеристики водних об'єктів і меліорованих земель, розробити науково-методологічні засади оцінювання їхнього екологічного стану за просторово розподіленими даними» (керівник завдання А.М. Шевченко, відповідальний виконавець О.В. Власова) опрацьовуються методичні питання оцінювання екологічного стану меліорованих територій і водних об'єктів за елементами радіаційного балансу. Розроблено метод визначення елементів радіаційного балансу водних поверхонь, який полягає в отриманні параметричних ($Вт/м^2$) показників стану останніх замість емпіричних (від -1 до $+1$) і визначенні просторово-часової динаміки їхніх змін, що дає змогу

оцінювати екологічний стан водойм. Також розроблено методи визначення елементів радіаційного балансу ґрунтових і вегетаційних поверхонь. Зрештою планується напрацювати методи оцінювання екологічного стану водних об'єктів і меліорованих земель за просторово розподіленими супутниковими даними. Застосування розроблених методів із використанням супутникових даних при веденні моніторингових робіт дає змогу компенсувати останніми наземні оцінювальні показники на будь-яких просторових і часових рівнях із високим ступенем оперативності, адекватності та доступності до об'єктів досліджень.

Перспективи запровадження удосконаленої системи оцінювання екологічного стану меліорованих земель і подальшого її розвитку пов'язуються значною мірою з реалізацією схваленої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 14.08.2019р. № 688-р «Стратегії зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року», якою передбачено відновлення та збільшення площ зрошуваних земель, а також удосконалення системи моніторингу їхнього стану. Крім того, цьому буде сприяти стрімкий розвиток технологій дистанційного зондування земної поверхні з супутників, дронів тощо, геоінформаційних технологій та ін. Вони дають змогу отримувати та виконувати більш деталізовану та достовірну інформацію як для оцінювання стану земель і, відповідно, вибору заходів з його поліпшення, так і для удосконалення

наукових засад та методології оцінювальних робіт на різних ієрархічних рівнях.

Висновки. Важливою складовою мінімізації негативного впливу зрошення на навколишнє природне середовище та забезпечення сталого використання меліорованих земель є моніторинг і контроль їхнього стану за адекватною агроіригаційно зумовленим змінам системою оцінювання. Розроблена в ІВПіМ НААН методологія оцінювальних робіт, яка базується на концепції еколого-меліоративної стійкості земель, дозволяє здійснювати комплексне просторове оцінювання та прогнозування еколого-меліоративного стану зрошуваних сільгоспугідь для його управління і є складовою нормативно-методичного забезпечення ведення моніторингу меліорованих земель у системі Держводагентства України.

Ефективним засобом підвищення рівня інформативності й оперативності наземних досліджень щодо просторового оцінювання екологічного стану, водно-екологічних та еколого-меліоративних ситуацій є застосування даних ДЗЗ. Удосконалення науково-методичних основ оцінювання екологічного стану меліорованих земель і водних об'єктів ґрунтується на отриманні часових (рік, місяць, тиждень) та просторових (область, район, господарство, поле) значень на основі різнопланової супутникової інформації та часткової або повній заміні оцінювальних показників, що визначають наземними обстеженнями, на показники, що визначають за даними ДЗЗ.

Бібліографія

1. Шевченко А.М., Драчинська Е.С. Дослідження еколого-меліоративних проблем зрошення // Меліорація і водне господарство. 2004. Вип. 90. С.101–115.
2. Муромцев Н.Н., Блохина Н.Н., Драчинская Э.С. Оценка гидрогеолого-мелиоративного состояния орошаемых земель. Киев: Урожай, 1991. 120 с.
3. Методика природно-мелиоративного районирования для целей контроля за состоянием орошаемых земель Украины и Молдавии / Н.Н. Муромцев, и др. Киев: УкрНИИГиМ, 1991.
4. Методические указания по оценке гидрогеолого-мелиоративного состояния орошаемых земель УССР. РД 33.АД.02.01-87. Киев: Наук.книга, 1988. 56 с.
5. ВБН 33-5.5-01-97 «Організація і ведення еколого-меліоративного моніторингу». Частина 1 – Зрошувані землі. Київ: Держводгосп України, 1997. 57 с.
6. Методика оцінки і прогнозу еколого-меліоративного стану меліорованих земель. Частина 1. Методика оцінки і прогнозу еколого-меліоративного стану і стійкості земель при зрошенні. Посібник 2 до ВБН 33-5.5-01-97 «Організація і ведення еколого-меліоративного моніторингу». Київ, 2002. 147 с.
7. Шевченко А.М., Булаєвська І.Д., Коваленко О.О. Оцінка еколого-меліоративного стану зрошуваних земель із застосуванням геоінформаційних технологій // Меліорація і водне господарство. 2006. Вип. 93–94 (Спецвипуск за матер. конференції). С. 272–278.
8. Шевченко А.М. Оцінка стійкості агроландшафтів в умовах зрошення // Меліорація і водне господарство. 2002. Вип. 88. С. 112–124.
9. Інформаційно-обчислювальне забезпечення моніторингу меліорованих земель. Частина 1. Методика організації системи інформаційного забезпечення моніторингових робіт на зрошуваних землях. Посібник 3 до ВБН 33-5.5-01-97 «Організація і ведення еколого-меліоративного моніторингу», частина 1 – Зрошувані землі. Київ, 2002. 65 с.

10. Власова О.В., Шевченко А.М. Використання даних непрямих вимірювань при оцінці стану зрошуваних територій // Меліорація і водне господарство. 2009. Вип. 98. С. 40–50.
11. Визначення площ еродованих земель у межах річкового басейну / І.В.Войтович та ін. // Меліорація і водне господарство. 2011. Вип. 99. С. 128–136.
12. Шевченко А.М., Власова О.В. Просторове оцінювання вологозабезпеченості агроландшафтів степової зони України // Агроекологічний журнал. 2012. С. 35–38.
13. Шевченко А.М., Власова О.В. Оцінювання стану зрошуваних земель за показником вмісту вологи у рослинному покриві // Стан та перспективи виробництва сільськогосподарської продукції на зрошуваних землях: Збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції (Херсон, 14–16 червня 2012 р.). Херсон: Айлант, 2012. С. 18.
14. Шевченко А.М., Власова О.В., Рябцев М.П. Розвиток методичних засад оцінювання стану засоленних земель у межах зрошувальних систем за супутниковими даними // Меліорація і водне господарство. 2015. Вип. 102. С. 59–61.
15. Власова О.В., Шевченко А.М. Методика виявлення змін у засоленних ґрунтах за супутниковими даними // Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН». Вип. 2. 2015. С. 42–46.
16. Шевченко А.М., Власова О.В. Удосконалення системи просторового оцінювання водно-екологічних та еколого-меліоративних ситуацій з використанням супутникових даних // Меліорація і водне господарство. 2016. Вип. 103. С. 21–26.
17. Шевченко А.М., Власова О.В. Моніторинг небезпечних водно-екологічних ситуацій за супутниковими даними на прикладі Молочного лиману // Чисте місто. Чиста ріка. Чиста планета.: Збірник матеріалів форуму. Херсон: ХТПП, 2015. С. 185–190.
18. Шевченко А.М., Власова О.В. Методика оцінки екологічного стану водних об'єктів за елементами радіаційного балансу // Сучасний стан та перспективи розвитку управління водними ресурсами України [текст]: матеріали наук.-практ. конференції 10–11 жовтня 2012 р., м. Київ / ред.кол.: В.А. Сташук [та ін.] – К.: ДУЕВР, 2012. – С.6-7.
19. Власова О.В., Шатковська К.Б. Методичні засади компенсації супутникової і наземної інформації в еколого-меліоративному моніторингу агроландшафтів // Науковий вісник. Серія «Агрономія». Київ, 2018. Вип. 286. С. 320–328.
20. Власова О.В. Основи теорії взаємозамінності супутникової та наземної інформації в еколого-меліоративному моніторингу // Біоресурси і природокористування. 2018. Том 10. № 3-4.

References

1. Shevchenko, A.M., & Drachynska, E.S. (2004) Doslidzhennia ekoloho-melioratyvnykh problem zroshennia [Investigation of ecological-reclamation problems of irrigation]. Melioratsiia i vodne hospodarstvo, 90, 101–115. [in Ukrainian].
2. Muromtsev, N.N., Blokhyna, N.N., & Drachynskaia, E.S. (1991). Otsenka hydroheoloho-melioratyvnoho sostoianya oroshaemykh zemel [Assessment of the hydrogeological-reclamation status of irrigated lands]. Kyev: Urozhai, 120. [in Russian].
3. Muromtsev, N.N., Blokhyna, N.N., Drachynskaia, E.S., & Shevchenko, A.N. (1991). Metodyka pryrodno-melioratyvnoho raionirovaniya dlia tselei kontrolya za sostoianiem oroshaemykh zemel Ukrainy u Moldavy [Methods of natural reclamation zoning for the purpose of control over the state of irrigated lands of Ukraine and Moldova]. Kyev: UkrNYYHyM, [in Russian].
4. Metodycheskye ukazaniya po otsenke hydroheoloho-melioratyvnoho sostoianya oroshaemykh zemel USSR [Methodical instructions for the estimation of the hydrogeological-reclamation state of the USSR irrigated lands]. (1988). RD 33.AD.02.01-87. Kiev: Nauk.knyha. [in Russian].
5. Orhanizatsiia i vedennia ekoloho-melioratyvnoho monitorynhu [Organization and conduction of ecological and reclamation monitoring]. (1997). VBN 33-5.5-01-97. (Part1. Zroshuvani zemli). Kyiv: Derzhvodhosp Ukrainy, 57. [in Ukrainian].
6. Metodyka otsinky i prohnozu ekoloho-melioratyvnoho stanu meliorovanykh zemel. (2002). Posibnyk 2 do VBN 33-5.5-01-97. (Part 1. Metodyka otsinky i prohnozu ekoloho-melioratyvnoho stanu i stiikosti zemel pry zroshenni). Kyiv, 147. [in Ukrainian].
7. Shevchenko, A.M., Bulaievska, I.D., & Kovalenko, O.O. (2006). Otsinka ekoloho-melioratyvnoho stanu zroshuvanykh zemel iz zastosuvanniam heoinformatsiinykh tekhnolohii [Assessment of the ecological and amelioration status of irrigated lands using geoinformation technologies]. Melioratsiia i vodne hospodarstvo, 93–94, 272–278. [in Ukrainian].

8. Shevchenko, A.M. (2002). Otsinka stiikosti ahrolandshaftiv v umovakh zroshennia [Assessment of agro-landscape stability under irrigation conditions]. *Melioratsiia i vodne hospodarstvo*, 88, 112–124. [in Ukrainian].
9. Informatsiino-obchysliuvalne zabezpechennia monitorynhu meliorovanykh zemel [Information provision of reclaimed areas monitoring]. (2002). *Posibnyk 3 do VBN 33-5.5-01-97 (Part 1.)*. Kyiv, 65. [in Ukrainian].
10. Vlasova, O.V., & Shevchenko, A.M. (2009). Vykorystannia danykh nepriamykh vymiriuvan pry otsintsi stanu zroshuvanykh terytorii [Use of indirect measurement data in estimating the condition of irrigated areas]. *Melioratsiia i vodne hospodarstvo*, 98, 40–50. [in Ukrainian].
11. Voitovych, I.V., Shevchenko, A. M., Vlasova, O.V., & Topolnyk, T.I. (2011). Vyznachennia ploshch erodovanykh zemel u mezhakh richkovoho baseinu [Determination of the area of eroded land within the river basin]. *Melioratsiia i vodne hospodarstvo*, 99, 128–136. [in Ukrainian].
12. Shevchenko, A.M., & Vlasova, O.V. (2012). Prostorove otsiniuvannia volohozabezpechenosti ahrolandshaftiv stepovoi zony Ukrainy [Spatial assessment of moisture content of agro-landscapes of the steppe zone of Ukraine]. *Ahroekolohichnyi zhurnal*, 35–38. [in Ukrainian].
13. Shevchenko, A.M., & Vlasova, O.V. (2012). Otsiniuvannia stanu zroshuvanykh zemel za pokaznykom vmistu volohy u roslynnomu pokryvi [Estimation of the state of irrigated lands by the moisture content of the vegetation]. *Stan ta perspektyvy vyrobnytstva silskohospodarskoi produktsii na zroshuvanykh zemliakh: Zbirnyk materialiv Vseukrainskoi naukovy-praktychnoi konferentsii*. Kherson: Ailant, 18. [in Ukrainian].
14. Shevchenko, A.M., Vlasova, O.V., & Riabtsev, M.P. (2015). Rozvytok metodychnykh zasad otsiniuvannia stanu zasolenykh zemel u mezhakh zroshuvalnykh system za suputnykovymy danymy [Development of methodological bases for estimation of saline lands within the irrigation systems based on satellite data]. *Melioratsiia i vodne hospodarstvo*, 102, 59–61. [in Ukrainian].
15. Vlasova, O.V., & Shevchenko, A.M. (2015). Metodyka vyivlennia zmin u zasolenykh grun-takh za suputnykovymy danymy [Methods for detecting changes in saline soils from satellite data]. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN»*, 2, 42–46. [in Ukrainian].
16. Shevchenko, A.M., & Vlasova, O.V. (2016). Udoshkonalennia systemy prostorovoho otsiniuvannia vodno-ekolohichnykh ta ekoloho-melioratyvnykh sytuatsii z vykorystanniam suputnykovykh danykh [Improvement of the system of spatial assessment of water-ecological and ecological-reclamation situations using satellite data]. *Melioratsiia i vodne hospodarstvo*, 103, 21–26. [in Ukrainian].
17. Shevchenko, A.M., & Vlasova, O.V. (2015). Monitorynh nebezpechnykh vodno-ekolohichnykh sytuatsii za suputnykovymy danymy na prykladi Molochnoho lymanu [Monitoring of dangerous water-ecological situations by satellite data on the example of the Milk estuary]. *Zbirnyk materialiv forumu Chyste misto. Chysta rika. Chysta planeta*. Kherson: KhTPP. [in Ukrainian].
18. Shevchenko, A.M., & Vlasova, O.V. (2012). Metodyka otsinky ekolohichnoho stanu vodnykh ob'ektiv za elementamy radiatsiinoho balansu [Methods of estimation of ecological status of water bodies by elements of radiation balance]. *Nauk.-prakt. Konferentsia suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku upravlinnia vodnymy resursamy Ukrainy*. Kivv: DIUEVR, 6-7. [in Ukrainian].
19. Vlasova, O.V., & Shatkovska, K.B. (2018). Metodychni zasady kompensatsii suputnykovoї i nazemnoi informatsii v ekoloho-melioratyvnomu monitorynhu ahrolandshaftiv [Methodological principles for compensation of satellite and terrestrial information in ecological land reclamation monitoring of agricultural landscapes]. *Naukovyi visnyk, Serii «Ahronomiia»*, 286, 320–328. [in Ukrainian].
20. Vlasova, O.V. 2018. Osnovy teorii vzaiemozaminnosti suputnykovoї ta nazemnoi informatsii v ekoloho-melioratyvnomu monitorynhu [Fundamentals of Theory of Interchangeability of Satellite and Terrestrial Information in Ecological and Reclamation Monitoring]. *Bioresursy i pryrodokorystuvannia*, 10, 3-4. [in Ukrainian].

А.Н. Шевченко, Е.В. Власова, В.В. Удовенко, Р.П. Боженко

**Развитие научно-методических основ оценки экологического состояния
мелиорируемых земель и водных объектов**

В статье освещены основные направления и этапы развития научно-методических основ оценки экологического состояния мелиорированных земель и водных объектов. Результатом этапа становления стала разработка единого комплексного подхода к оценке гидрогеологических, инженерно-геологических и почвенно-мелиоративных условий и их изменений под влиянием орошения. На этапе теоретического обоснования и разработки научных основ ведения эколого-мелиоративного мониторинга обработано методологию пространственного оценки эколого-мелиоративного

состояния орошаемых земель и их стойкости проявлений вредного воздействия вод и деградации почв. На этапе совершенствования развито теоретико-методические основы определения и практического применения оценочных показателей состояния мелиорированных земель и водных объектов на основе данных дистанционного зондирования Земли. Для верификации результатов исследований организовано подспутниковые полигоны, разработано технологии хранения данных и анализа разноплановых показателей. Совершенствование научно-методических основ оценки экологического состояния мелиорированных земель и водных объектов основывается на получении временных (год, месяц, неделя) и пространственных (область, район, хозяйство, поле) значений на основе разнообразной спутниковой информации и частичной или полной замене оценочных показателей, определяемых наземными исследованиями, на показатели, определяемые по данным ДЗЗ. Разработанные методические основы и экологические показатели на основе данных ДЗЗ являются ценным научным достоянием не только для эколого-мелиоративного мониторинга, но и для системы мониторинга окружающей среды в целом.

Ключевые слова: водные объекты, орошаемые земли, экологическое состояние, эколого-мелиоративная стойкость земель, эффект компенсации, категории спутниковой информации, подспутниковые полигоны, пространственное оценивания.

A.M. Shevchenko, O.V. Vlasova, V.V. Udovenko, R.P. Bozhenko
Development of scientifically-methodological frameworks
of the reclaimed lands and water bodies' ecological state's assessment

The article highlights the main directions and stages of development of scientifically-methodological foundations of reclaimed lands and water bodies' ecological state's assessment. The development of a unified integrated approach to the assessment of hydrogeological, engineering-geological and soil-reclamation conditions and their changes under the influence of irrigation was the result of the formation stage. At the stage of theoretical justification and development of the scientific foundations of environmental reclamation monitoring, the methodology of spatial assessment of the ecological reclamation state of irrigated lands and their persistence of manifestations of the harmful effects of water and soil degradation was processed. The theoretical and methodological foundations for the determination and practical application of estimated indicators of the state of reclaimed land and water bodies based on remote sensing data of the Earth were developed at the stage of improvement. Also, sub-satellite training plots were organized, and technologies for data storage and analysis of diverse indicators were developed for the research results' verification. Improvement of the scientifically- methodological foundations for the assessment of the reclaimed land and water bodies' ecological state is based on obtaining of temporal (year, month, week) and spatial (oblast, district, economy, field) values based on a variety of satellite information and partial or complete replacement of estimated indicators defined by the ground-based studies, on indicators determined by remote sensing data. Methodological foundations and environmental indicators developed on the basis of remote sensing data are a valuable scientific asset not only for ecological reclamation monitoring, but also for the environmental monitoring system as a whole.

Key words: water bodies, irrigated lands, ecological condition, ecological and reclamation persistence of lands, compensation effect, satellite information categories, satellite and landfills, spatial estimation.