

УДК 631.41:574.4

С. А. Балюк, Л. І. Воротинцева, В. Я. Ладних, О. А. Недоцюк¹,
Г. А. Верніченко²

ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського»¹,
Український науково-дослідний інститут екологічних проблем²

АНАЛІЗ МЕТОДОЛОГІЧНИХ ОСНОВ ОЦІНКИ СТІЙКОСТІ АГРОЛАНДШАФТІВ І ҐРУНТІВ ДО ВПЛИВУ ЗРОШЕННЯ

Наведено аналіз методологічних підходів до оцінки стійкості зрошуваних агроландшафтів і ґрунтів. Розглянуто головні принципи, якими слід керуватися під час виконання цієї оцінки.

Ключові слова: агроландшафти, ґрунти, зрошення, методологічні підходи, стійкість.

Вступ. Зрошення є одним з найбільш ефективних агротехнічних заходів підвищення врожайності сільськогосподарських культур в умовах дефіциту вологи [1-2]. Однак за зрошення ґрунти зазнають потужного антропогенного впливу як прямо у разі контакту з водою, так і опосередковано через зміни у функціонуванні інших компонентів агроландшафту, переважно мікроклімату, підґрунтових вод, частково рельєфу, флори та фауни. Прямо на ґрунти впливають також такі супутні агрозаходи, як використання хімічних меліорантів, добрив, пестицидів.

Стале екологобезпечне землекористування можливе за умов, коли ступінь впливу на ґрунт відповідає здатності його до саморегуляції – здатності відновлювати характерні параметри без додаткових заходів після усунення впливу. Стійкість ґрунту розуміють як здатність його зберігати свої біогеоценологічні функції та характерні для нього параметри і властивості за різноманітних фізичних, хімічних і біологічних впливів.

Забезпечення стійкості ґрунту та агроландшафту в цілому є однією з найважливіших проблем використання земельних ресурсів. Аналіз різних типів та видів деградації ґрунтового покриву свідчить про те, що основою підвищення продуктивності та стійкості агроландшафтів до дії зовнішніх факторів є оптимізація їх структурно-функціональної організації й застосування ресурсоощадних технологій.

Розробка методологічних основ визначення кількісної оцінки, потенціалу стійкості агроландшафтів і ґрунтів до впливу зрошення дозволить вирішити питання екологічного нормування антропогенних навантажень, попередження екологічного ризику деградації ґрунтового покриву, раціоналізації та оптимізації землекористування [3]. Слід відмітити практичну необхідність застосування потенціалу стійкості ґрунтів і агроландшафтів загалом як базового матеріалу для прогнозування змін, нормування антропогенних навантажень, раціоналізації природокористування, планування збалансованого еколого-соціально-економічного розвитку регіонів (особливо таких техногеннонавантажених, як Донецька область). Оцінювання та врахування стійкості ґрунтів дає змогу попередити погіршення еколого-агромеліоративного стану зрошуваних земель, розробити диференційований комплекс заходів з охорони й підвищення їх

родючості з урахуванням властивостей ґрунту.

Методи досліджень. Проведено аналіз методологічних та методичних засад оцінки стійкості агроландшафтів і ґрунтів до впливу антропогенних навантажень, зокрема зрошення системного підходу, ландшафтного (геосистемного), математичного, екологічного підходів.

Результати досліджень. Агроландшафти, як і їх основний компонент – ґрунти, є складними, динамічними, відкритими системами, для яких характерна цілісність та ієрархічна структура. Методологічною основою досліджень інтегрованих об'єктів, до яких належать агроєкосистеми, а також інтегральних залежностей та взаємодій є системний підхід, основні положення якого наведено в науковій літературі [4-5]. Методологія цього підходу базується на представленні досліджуваних об'єктів як окремих компонентів і подальшому їх аналізі та можливості використання для вивчення будь-яких складних систем з великою кількістю змінних.

Паралельно з системним підходом і в тісному взаємозв'язку з ним розвивається математичний підхід щодо оцінки стійкості агроландшафтів і ґрунтів. Достатньо широко використовуються, зокрема, математичний апарат теорії надійності, теорії нечітких множин, теорії катастроф, теорії нелінійних динамічних систем та ін. [6, 7]. На теперішній час дослідження стійкості ґрунтів з використанням математичних методів постійно розширюються; запропоновано різні за складністю математичні моделі найбільш поширених деградаційних процесів, які відбуваються в ландшафтах та їх елементах під дією антропогенезу, зокрема зрошення; розроблено способи визначення кількісних значень критичних параметрів для окремих типів ґрунтів і антропогенних впливів тощо.

Однак, слід відзначити, що оцінка стійкості ландшафтів і ґрунтів за допомогою математичних методів – достатньо складне завдання, що пов'язано з низкою причин: недостатністю фактичного матеріалу, значною кількістю форм антропогенного впливу на ландшафти та їх компоненти, складністю просторово-часової організації геосистем, різноманітністю процесів, що в них відбуваються та ін. Певні досягнення в цій галузі пов'язані з використанням полісистемного аналізу та синтезу, зі створенням на базі кількох простих моделей більш складної, а також із застосуванням математико-картографічного моделювання, ГІС-технологій [8, 9].

Предметною реалізацією системного підходу до оцінки стійкості ґрунтів і ландшафтів у цілому є ландшафтний (геосистемний) підхід, згідно з яким будь-який ландшафт може бути представлений сукупністю взаємозв'язаних геосистем певного таксономічного рівня зі своєю внутрішньою територіальною та компонентною структурою. Цей підхід доцільно використовувати для оцінки еколого-меліоративної стійкості агроландшафтів [10].

У рамках ландшафтного підходу розвиваються його різновиди: ландшафтно-геофізичний, ландшафтно-геохімічний та ін. Одним із варіантів такого підходу до оцінки стійкості геосистем є зонально-ландшафтний (зонально-географічний) метод, доцільність використання якого зумовлена тим, що стійкість геосистем залежить від зональних біокліматичних умов та інтенсивності і спрямованості ґрунтоутворювальних процесів. Принцип просторової

диференціації показників факторів і самих процесів, що визначають стійкість геосистем, є одним із головних у географічних дослідженнях конкретних територій. Згідно з цим принципом під час розрахунків стійкості агроландшафтів і ґрунтів комплекс критеріїв формується відповідно до природних особливостей території і структурно-функціональної організації цих систем.

У регіонах зі значними масштабами забруднення об'єктів довкілля небезпечними речовинами, наприклад, важкими металами (Донецька область), доцільно застосовувати ландшафтно-геохімічний підхід до оцінки стійкості агроландшафтів, в основі якого лежить аналіз біоводно-міграційного комплексу продукування й акумуляції речовини, його трансформації і міграції елементів [11, 12]. Указані процеси забезпечують самоочищення та стійкість ландшафтів. Критеріями оцінки стійкості використовують показники біологічного кругообігу, водної міграції речовин та міграційні коефіцієнти, що характеризують інтенсивність процесів [13].

Ландшафтно-геофізичний підхід до оцінки стійкості ландшафтів і ґрунтів оснований на теоретичній та методичній базі геофізики ландшафтів і дозволяє визначати закономірності просторової диференціації фізичних параметрів стійкості геосистем. Відповідно до цього підходу основна увага під час аналізу стійкості ландшафтів приділяється фізичним аспектам взаємодії окремих компонентів геосистем, їх енергетичному обміну із середовищем. Геофізичне моделювання процесів у геосистемах на основі балансів (радіаційного, теплового, водного, балансу окремих речовин) є основою оцінки і прогнозу екологічного стану ландшафтів та їх антропогенних модифікацій.

Для оцінки стійкості ландшафтів і ґрунтів використовується екологічний (екосистемний) підхід, за якого основна увага приділяється не зв'язкам у системі, а залежності їх функціональних характеристик від зовнішніх впливів. Одним з різновидів такого підходу є біогеохімічний підхід [14], що використовується для аналізу біогеохімічних циклів, процесів біопоглинання хімічних елементів та ін.

На сьогодні найбільш поширеним підходом до оцінки стійкості ландшафтів вважається ландшафтно-екологічний, який не тільки певним чином синтезує основні переваги ландшафтного і екологічного підходів, але має і свої особливості [6]. Головний принцип цього підходу полягає в тому, що ландшафти розглядаються як полікомпонентні та поліструктурні системи. Оскільки в системі можуть мати місце відношення різних типів, то і поєднання ними компонентів також буде неоднаковим, тобто в одній системі може бути кілька різних структур. Характерною рисою ландшафтно-екологічного підходу, порівняно з географічним, є приділення більшої уваги впливу антропогенних факторів на систему. За допомогою такого підходу можливо визначати час безпечної тривалості певного антропогенного впливу на ґрунти та необхідну періодичність проведення ґрунтоохоронних заходів.

В останні роки набуває поширення синергетичний підхід до оцінки стійкості ландшафтів, у т.ч. і агроландшафтів, який базується на теоретичних засадах синергетики – нового наукового напрямку, що має статус міждисциплінарного. При цьому основна увага приділяється процесам саморегуляції і самоорганізації геосистем, а аналіз їх виконується з синергетичних позицій. Вважається, що така

складна динамічна система, як ландшафт або ґрунт, може бути відображена через обмежене число незалежних параметрів порядку [15]. Такий підхід до оцінки стійкості агроландшафтів і ґрунтів дозволяє в комплексі з польовими дослідженнями широко використовувати можливості дистанційного зондування території та геоінформаційних технологій.

Різноманітність підходів, які використовуються для оцінки стійкості ландшафтів та їх компонентів, свідчить як про актуальність, так і про складність вирішення цієї проблеми. Кожний з наведених підходів має свої можливості, відмінності, обмеження та недоліки. Вибір того чи іншого підходу залежить від особливостей досліджуваних об'єктів, специфіки антропогенного впливу та поставлених завдань. Найбільш перспективним для визначення потенціалу стійкості агроландшафтів і ґрунтів до впливу зрошення вважається використання сукупності методів.

До основних принципів, якими слід керуватися під час визначення стійкості ландшафтів і ґрунтів, належать принцип системності (урахування взаємозв'язків між окремими підсистемами та їх компонентами, оцінка їх взаємного впливу), ієрархічності (урахування ієрархії рівнів структурної організації ґрунтів і ландшафтів), диференціації (оцінка повинна виконуватися диференційовано з урахуванням ландшафтно-типологічних і регіональних відмінностей геосистем та специфічних особливостей різних видів антропогенного впливу), генетичності (урахування походження, умов утворення, динаміки й еволюції геосистем та їх компонентів), принцип комплексності (для забезпечення об'єктивності оцінки потрібно проведення комплексу досліджень: ґрунтового-агрохімічних, геохімічних, геофізичних, біогеохімічних, гідрогеологічних та ін.), принцип превентивності (оцінку стійкості ландшафтів та їх компонентів слід розглядати як превентивний захід, спрямований на попередження їх деградації та забезпечення екологічно безпечного землекористування).

Існують чисельні критерії оцінки стійкості агроландшафтів на основі фізичних, фізико-хімічних, мікоморфологічних, мінералогічних, біологічних, геохімічних та інших показників ґрунту – це прогнозні моделі, розрахункові формули, інтегральні індекси, експертні оцінки тощо [8, 16].

Для оцінки стійкості агроландшафтів та їх основних компонентів (клімату, рельєфу, гідрогеологічних умов, наземної флори і фауни, біотичної складової ґрунту) нами розроблено і запропоновано експертну десятибальну шкалу, у якій 10 балів відповідає найбільшій стійкості, а 1 бал – найменший. При цьому виділяються три класифікаційні групи – найбільш стійкі, середньостійкі і низькостійкі.

На підставі узагальнення результатів власних багаторічних досліджень та аналізу літературних матеріалів нами розроблено експертну оцінку стійкості ґрунтів до негативного впливу зрошення, перш за все до найбільш поширених деградаційних процесів – засолення, осолонцювання, забруднення важкими металами та запропоновано методика експериментального визначення параметрів стійкості ґрунтів до розвитку цих процесів.

Виходячи з фізичних та фізико-хімічних властивостей зрошуваних ґрунтів, на наш погляд, найбільш стійким буде піщаний та супіщаний ґрунт (10–7 балів),

середньостійким – ґрунт легко- та середньосуглинкового гранулометричного складу (7–4 бали), найменш стійким – важкосуглинкового і глинистого гранулометричного складу (4–1 бали).

Для загальної оцінки стійкості можливо використовувати комплексний показник, який ураховує стійкість ґрунту відносно окремих показників (засолення, осолонцювання, забруднення та ін.) [17]:

$$C = \frac{\sum_{q=1}^n c}{Q}, \text{ де}$$

C – загальна стійкість ґрунту земельної ділянки;

c – стійкість ґрунту за окремими показниками, у балах;

Q – максимально можлива сума балів;

q – порядковий номер показника;

n – кількість показників.

Для комплексної оцінки стійкості ґрунтів використовують також картографічні методи, за яких стійкість ґрунту до окремих антропогенних впливів оцінюється за допомогою розробки серії карт, на базі яких складається синтетична карта стійкості ґрунту. На картах виділяють території, нестійкі до антропогенних навантажень, що потребують особливої регламентації природокористування (проведення моніторингу, введення жорстких норм на антропогенне навантаження, застосування природоохоронних заходів).

Висновки. Таким чином, оцінка стійкості агроландшафтів і ґрунтів до впливу зрошення та розвитку можливих деградаційних процесів дає змогу попередити подальше погіршення еколого-агромеліоративного стану земель, реалізувати адресні ґрунтозахисні технології, запровадити спеціальний комплекс заходів, спрямованих на мінімізацію екологічного ризику деградації зрошуваних ґрунтів. Підтримання стійкості агроландшафтів є одним із важливих завдань Європейського Союзу. Вирішенню цієї проблеми, ураховуючи її значущість для збереження продуктивності зрошуваних земель Україні, необхідно приділяти відповідну увагу.

Бібліографічний список: 1. Наукові основи охорони та раціонального використання зрошуваних земель України / за наук. ред. С. А. Балюка, М. І. Ромашенка, В. А. Сташука. – К.: Аграрна наука, 2009. – 620 с. 2. Ромашенко М. І. Зрошення земель в Україні: стан та шляхи поліпшення / М. І. Ромашенко, С. А. Балюк – К.: Світ, 2000. – 114 с. 3. Балюк С. А. Концепція екологічного ризику деградації ґрунтового покриву України // С. А. Балюк, Г. А. Верніченко // Вісник аграрної науки. – 2002. – № 6. – С. 5–11. 4. Сочава В. Б. Топологические аспекты учения о геосистемах / В. Б. Сочава. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд., 1974. – 293 с. 5. Системные исследования природы // Вопросы географии. Сб. 104. – М.: Мысль, 1977. – 232 с. 6. Гродзинский М. Д. Основы ландшафтной экологии / М. Д. Гродзинский. – К.: Либідь, 1993. – 224 с. 7. Математическое моделирование в экологии // Мат-лы 2-ой нац. конф. с межд. участием, 23-27 мая 2011 г. – Пущино, 2011. – 304 с. 8. Ландшафтоведение: теория, методы, региональные исследования, практика: Мат-лы XI Междунар. ландшафт. конф. / ред. кол.: К. Н. Дьяконов (ответ. ред.), Н. С. Касимов и др. – М.: Геогр. ф-т МГУ, 2006. – 788 с. 9. Ромашенко М. І. Інформаційне забезпечення зрошеного землеробства. Концепція, структура, методологія організації / М. І. Ромашенко, Е. С. Драчинська, А. М. Шевченко. – К.:

Аграрна наука, 2005. – 186 с. **10.** Мустафаев Ж. С. Методологические основы оценки устойчивости и стабильности ландшафтов / Ж. С. Мустафаев, А. Д. Рябцев, Г. А. Адильбектеги. – Тараз, 2007. – 218 с. **11.** Нечаева Е. Г. Ландшафтно-геохимический подход к изучению устойчивости геосистем / Е. Г. Нечаева // География и природные ресурсы. – 1997. – № 3. – С. 34–38. **12.** Геохимия ландшафтов и география почв (К столетию М. А. Глазовской) // Доклады Всеросс. науч. конф. (Москва, 4-5 апреля 2012 г.). – М., 2012. – 368 с. **13.** Глазовская М. А. Принципы классификации почв по их устойчивости к химическому загрязнению / М. А. Глазовская // Земельные ресурсы Мира, их использование и охрана. – М.: Наука, 1978 – С. 85–99. **14.** Малишева Л. Л. Ландшафтно-геохімічна оцінка екологічного стану територій / Л. Л. Малишева – К.: РВЦ «Київський університет», 1998. – 264 с. **15.** Петлин В. Н. Современное состояние, проблемы и перспективы развития ландшафтоведения / В. Н. Петлин // Ландшафтоведение: теория, методы, региональные исследования, практика: Мат-лы XI Междунар. ландшафт. конф. / ред. кол.: К. Н. Дьяконов (ответ. ред.), Н. С. Касимов и др. – М.: Геогр. ф-т МГУ, 2006. – С. 23–25. **16.** Гродзинский М. Д. Устойчивость геосистем: теоретический подход к анализу и методы количественной оценки // Известия АН СССР. – 1987. – № 6. – С. 5–15. **17.** Ющенко Я. І. Методичні підходи до якісної оцінки самоочищення ландшафтів від забруднюючих речовин / Я. І. Ющенко // Український географічний журнал. – 1997. – № 2. – С. 30–35.

Balyuk S. A., Vorotyntseva L. I., Ladnykh V. Ya., Nedotsyuk O. A., Vernichenko A. A.
АНАЛИЗ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ
АГРОЛАНДШАФТОВ И ПОЧВ К ВЛИЯНИЮ ОРОШЕНИЯ

Проанализированы методологические подходы к оценке устойчивости орошаемых агроландшафтов и почв. Рассмотрены основные принципы, которыми следует руководствоваться при выполнении данной оценки.

Ключевые слова: агроландшафты, почвы, орошение, методологические подходы, устойчивость.

Balyuk S. A., Vorotyntseva L. I., Ladnykh V. Ya., Nedotsyuk O. A., Vernichenko A. A.
ANALYZE OF METHODOLOGICAL APPROACHES TO ASSESSMENT OF
AGROLANDSCAPE AND SOILS STABILITY TO IRRIGATION

Methodological approaches to assessment of landscape and soils stability to irrigation was analyzed. Fundamental principles, which made use for this assessment, were examined.

Key words: agrolandscape, soil, irrigation, methodological approach, stability.