

ГЕОГРАФІЯ

УДК 911.3

Олександр Дмитрович Лаврик,

к. геогр. н., доцент, кафедра географії та методики її навчання,
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини,
вул. Садова, 2, корп. №1, м. Умань, Черкаська обл., 20300, Україна,
slavrik1979@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2604-2500>;

Валентина Василівна Цимбалюк,

к. хім. н., доцент, циклова комісія природничих дисциплін та математики,
КВНЗ «Уманський гуманітарно-педагогічний коледж ім. Т. Г. Шевченка»
вул. Небесної сотні, 33, м. Умань, Черкаська обл., 20300, Україна,
wala1975@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2509-6956>

КОНСТРУКТИВНО-ГЕОГРАФІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ЛАНДШАФТНО-ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

У статті запропоновано розробку універсального алгоритму досліджень ландшафтно-технічних систем. Зазначено, що кожен етап таких досліджень передбачає детальний аналіз блокової структури ландшафтно-технічної системи та її взаємозв'язків з навколишнім середовищем. Оптимальною є діяльність експертної групи з чотирьох дослідників, з яких – три особи (фахівці у галузях народного господарства) аналізуватимуть блоки, а одна особа (інженер-ландшафтознавець) координуватиме їх дії. Перший етап досліджень полягає в оцінці стану кожного окремого блоку ландшафтно-технічної системи (блоку управління, технічного блоку і природного блоку). Другий етап досліджень передбачає ідентифікацію стадії розвитку ландшафтно-технічної системи. На третьому етапі здійснюється вибір можливого подальшого розвитку ландшафтно-технічної системи. Загалом, розроблено шість варіантів розвитку, кожен з яких зорієнтований на активність контролю з боку блоку управління. На останньому етапі досліджень розпочинається оптимізація, під час якої здійснюється комплекс заходів, спрямованих на відновлення роботи ландшафтно-технічної системи. Зроблено висновок про те, що у подібних дослідженнях першочергова роль відводиться інженерам-ландшафтознавцям, оскільки від їхніх універсальних знань, умінь та навичок залежатиме майбутня життєдіяльність ландшафтно-технічних систем.

Ключові слова: ландшафтно-технічна система, розвиток, стадія, критерії, оцінка, блокова структура, контроль, оптимізація.

А.Д. Лаврик, В.В. Цимбалюк. КОНСТРУКТИВНО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ РОЛЬ ИССЛЕДОВАНИЙ ЛАНДШАФТНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ. В статье предложена разработка универсального алгоритма исследований ландшафтно-технических систем. Отмечено, что каждый этап таких исследований предусматривает детальный анализ блочной структуры ландшафтно-технической системы и ее взаимосвязей с окружающей средой. Оптимальной является деятельность экспертной группы из четырех исследователей, из которых – три участника (специалисты в отрасли народного хозяйства) будут анализировать блоки, а один участник (инженер-ландшафтовед) координировать их действия. Первый этап исследований заключается в оценке состояния каждого отдельного блока ландшафтно-технической системы (блока управления, технического блока и природного блока). Второй этап исследований предполагает идентификацию стадии развития ландшафтно-технической системы. На третьем этапе осуществляется выбор возможного дальнейшего развития ландшафтно-технической системы. В общем, разработано шесть вариантов развития, каждый из которых ориентирован на активность контроля со стороны блока управления. На последнем этапе исследований начинается оптимизация, при которой осуществляется комплекс мероприятий, направленных на восстановление работы ландшафтно-технической системы. Сделан вывод о том, что в подобных исследованиях первостепенная роль отводится инженерам-ландшафтоведам, поскольку от их универсальных знаний, умений и навыков будет зависеть будущая жизнедеятельность ландшафтно-технических систем.

Ключевые слова: ландшафтно-техническая система, развитие, стадия, критерии, оценка, блочная структура, контроль, оптимизация.

Постановка проблеми. Нераціональне ведення світового господарства у другій половині ХХ ст. і хаотичне використання природних ресурсів зумовили деградацію багатьох ландшафтно-технічних систем (ЛТЧС). Без належного контролю більшість ЛТЧС переходять до стадії «руйнування». При цьому навіть системи з потужним технічним блоком, починають самознищуватися через втрату управління. Як правило, перехід з однієї категорії до іншої відбувається в одну напрямі: інженерно-технічна споруда (ІТС) →

ландшафтно-інженерна система (ЛІС) → ландшафтно-техногенна система (ЛТС) → власне антропогенний ландшафт (ВАЛ). Проміжок часу, за який ландшафтно-техногенна система перетворюється у власне антропогенний ландшафт, для кожної ЛТЧС різний. Він може тривати від кількох місяців до сотні років і залежить від стійкості техногенного покриву та впливу зональних чинників. Існують певні виключення з правил: єгипетські піраміди, Великий китайський мур, місто Мачу-Пікчу – ландшафтно-технічні системи, вік

яких нараховує тисячі років. Тим не менш вони рано чи пізно зруйнуються без технічної підтримки людини.

Зараз на території України є багато блокових систем, які знаходяться на межі переходу до категорії «власне антропогенного ландшафту». Їх ще можна врятувати і відновити діяльність. Першочергова роль тут має надаватися представникам інженерного ландшафтознавства – фахівцям, які поєднують технічні уміння та ґрунтовні знання з фізичної і соціально-економічної географії. Для оцінки стану блоків, ідентифікації стадії розвитку та вибору шляхів оптимізації потрібен певний алгоритм дій, який враховуватиме специфіку досліджуваної «ландшафтно-технічної системи».

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Проблема взаємодії техніки і природи у науковій літературі не нова. Становлення концепції природно-технічних систем (геотехнічних систем) відбувалося у 60-х роках ХХ ст. і пов'язане з дослідженнями І. П. Герасимова, Л. Ф. Куніцина, В. С. Преображенського, О. Ю. Ретеюма, К. М. Дьяконов [2; 11]. Зокрема, О.Ю. Ретеюм дає таке визначення геотехнічних систем – «поєднання, у яких режим частин як природної, так і технічної – визначається матеріально-енергетичними та інформаційними прямими і зворотними зв'язками, так що їх сукупність володіє властивостями відособленого цілого, функціонування якого має цілеспрямований характер» [12, с. 51].

Зростання обсягів видобування корисних копалин зумовлює розвиток нових наукових напрямів – інженерної геології та інженерної геоморфології. Проблема природно-технічних систем (ПТС) розглянута у роботах Г. К. Бондарика, А. Л. Ревзона, О. Н. Толстихіна. За А. Л. Ревзоном, ПТС – це «сукупність форм і станів взаємодії компонентів природного середовища з інженерними спорудами на всіх стадіях функціонування, від проектування до реконструкції».

Місцем техногенних комплексів у ландшафтній сфері Землі зацікавився Ф. М. Мільков, за яким: «при визначених умовах самі інженерні споруди стають ландшафтними комплексами» [8, с. 53]. Так була запропонована ідея про стадійність розвитку ЛТЧС. У 1978 р. він виокремив у структурі антропогенних ландшафтів ландшафтно-техногенні (ЛТС) та ландшафтно-інженерні системи (ЛІС). До ЛТС були віднесені блокові системи з пасивним техногенним покривом, до ЛІС – з активним [7].

З 70-х років ХХ ст. низка представників вінницької школи антропогенного ландшафтознавства на чолі з професором Г.І. Денисиком [1] працюють над дослідженням антропогенних ландшафтів України. Окремі публікації О.О. Антонюк, О.І. Бабчинської, О.М. Вальчук, І.М. Войни,

В.М. Воловика, І. П. Гамалій, А.В. Гудзевича, В.В. Канської, А.Г. Кізюн, Л.М. Кирилюка, І.П. Козинської, І.В. Кравцової, Г.С. Хаєцького та Ю.В. Яцентюка стосуються вивчення ландшафтно-технічних систем. Деякі аспекти регіонального поширення ЛТЧС були розглянуті автором на прикладі долин річок Правобережної України [5] та запропоновано відновити розробку безпідставно забутого наукового напрямку – інженерного ландшафтознавства [4; 9].

На початку ХХІ ст. «геотехнічні системи» та «природно-технічні системи» є об'єктом дослідження геоекологів. Сприймаючи такі системи як нерозривну сукупність природних і технічних блоків, науковці детально аналізують лише трансформацію окремих геокомпонентів [6; 13] або вплив інженерно-технічних споруд на навколишнє середовище [17; 19; 22; 23]. Значна увага приділяється питанням управління системами та моніторингу їх функціонування [10; 14].

У зарубіжній географії схожі дослідження проводять у галузі ландшафтно-інженерії. G. McKenna & V. Cullen під «ландшафтною інженерією» розуміють міждисциплінарну галузь, яка передбачає застосування техніки та прикладних наук у проектуванні та створенні антропогенних ландшафтів [20]. М. Cetin проводить такі дослідження, спрямовані на захист забудованих територій (селитебних ландшафтів, О.Л.) від надзвичайних ситуацій різного характеру [16]. D. R. Steward & E. A. Bernard поєднують методи інженерії та ландшафтного планування при вирішенні проблем зниження рівня ґрунтових вод [21]. F. Çelik пояснює екологічні проблеми сучасності з певними прорахунками у ландшафтному плануванні, виокремлюючи новий науковий напрям – екологічний ландшафтний дизайн [15]. Починаючи з 2005 р., Міжнародним консорціумом ландшафтно-інженерії та екологічної інженерії для захисту та поліпшення навколишнього середовища в умовах зменшення біорізноманіття, опустелювання, глобального потепління та інших екологічних умов було ініційовано видання журналу «Landscape and Ecological Engineering» [18], на сторінках якого представлені оригінальні статті, звіти та огляди з усіх аспектів збереження, відновлення та управління екосистемами.

Виділення невіршених раніше частин загальної проблеми. Різноплановість поглядів на трактування основних понять (природно-технічна система, геотехнічна система, ландшафтно-технічна система тощо) з позиції різних наук, спрямованість на оптимізацію лише одного блоку системи, неузгодженість координації між діяльністю блоків призводить до неповноцінного використання ЛТЧС. Розробка універсального алгоритму дослідження ландшафтно-технічних систем має важливе конструктивно-географічне

значення, оскільки допоможе продовжити їх життєдіяльність і підвищить коефіцієнт корисної дії для народного господарства держави.

Формулювання мети статті. На основі попереднього досвіду розкрити конструктивно-географічне значення досліджень ландшафтно-технічних систем, яке передбачає розробку поетапних дій щодо оцінки стану блокової структури, ідентифікації стадій, вибору варіантів розвитку та остаточної оптимізації ЛТЧС.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження ландшафтно-технічних систем складаються з комплексу послідовних етапів (рис. 1), які спрямовані на подальше раціональне використання ЛТЧС. Кожен етап передбачає детальний аналіз блокової структури та взаємозв'язків з навколишнім середовищем, що у

кінцевому результаті дасть змогу визначити подальше використання системи. В ідеальному варіанті розвитку подій будь-яка ландшафтно-технічна система повинна приносити користь народному господарству. Однак так буває не завжди. Відновлення діяльності деяких систем може призвести до погіршення масо- та енергообмінних процесів або підвищення ризику техногенної аварії. Тому перед початком дослідження ЛТЧС важливо враховувати актуальну соціально-економічну ситуацію у регіоні, екологічний стан навколишнього середовища та можливість майбутнього технічного обслуговування системи. Лише за таких умов варто приймати рішення щодо доцільності оптимізації ландшафтно-технічних систем.

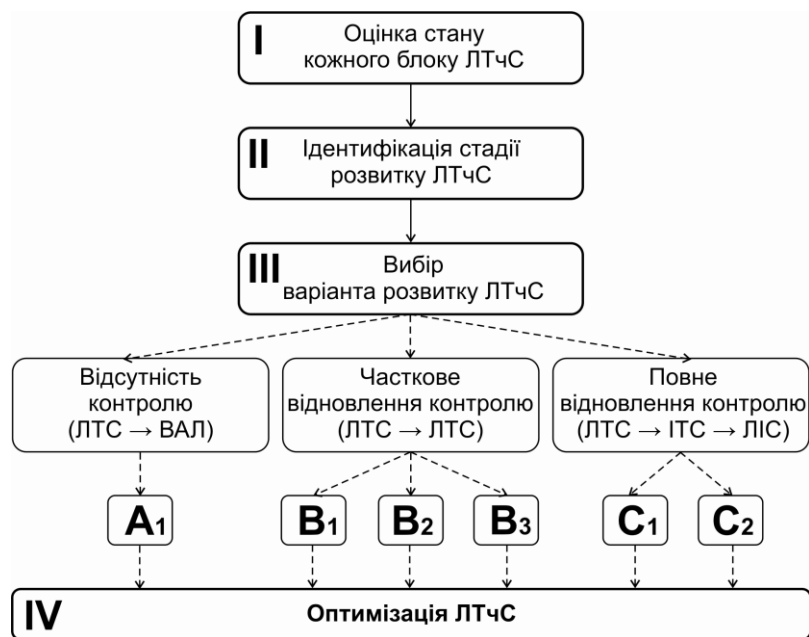


Рис. 1. Конструктивно-географічний алгоритм досліджень ЛТЧС

Перший етап досліджень полягає в оцінці стану кожного окремого блоку ландшафтно-технічної системи. У залежності від кількості учасників експертної групи, дослідження блоків можна здійснювати як послідовно, так і паралельно, попередньо узгодивши дії з адміністрацією ЛТЧС. Оптимальною є діяльність 4 дослідників, з яких 3 особи (фахівці у галузі) аналізуватимуть окремі блоки, а 1 особа (інженер-ландшафтознавець) координуватиме їх дії.

Під час вивчення роботи управлінського блоку проводиться детальний розгляд наявної документації (технічного проекту ІТС, перспективних планів роботи, щорічних і щоквартальних звітів, посадових інструкцій, результатів перевірок відповідними державними установами). У безпосередньому спілкуванні з персоналом ЛТЧС визначається рівень його компетентності та відповідального ставлення до посадових обов'язків.

Особлива увага надається аналізу роботи технічного блоку, специфіка якої передбачає врахування його галузевого спрямування. При проведенні перевірки функціональності основних механізмів ЛТЧС обов'язковим є врахування державних стандартів України (ДСТУ), норм і правил безпеки у роботі з технічним обладнанням. Для визначення ефективності роботи ЛТЧС для народного господарства варто скористатися класичною формулою (1).

$$ККД_{ЛТЧС} = \frac{A}{Q} \times 100\%, \quad (1)$$

де А – корисна робота (отримана енергія);
Q – затрачена енергія.

Оцінка стану природного блоку передбачає проведення польових досліджень не лише у проєктованих межах ЛТЧС, а й на території суміжних ландшафтних комплексів. З цією метою детально вивчається історія господарського осво-

ення регіону, історичні та картографічні джерела. У ході робіт здійснюється детальний покомпонентний аналіз усіх складових ландшафту, а також виявлення впливу зональних чинників на техногенний покрив ЛТЧС.

Результати досліджень певної ЛТЧС пропонується оформити за допомогою методу експертних оцінок. При формуванні оціночних таблиць

виокремлюються основні критерії (табл. 1), які враховують специфіку кожного блоку системи. Кількість критеріїв може бути довільною і має враховувати специфіку функціонування ЛТЧС. Відповідність стану блоків критеріям оцінювання визначається за умовною 5-бальною шкалою: від 1 до 5. Для кожної категорії ЛТЧС визначено

Таблиця 1

Оцінка стану блоків ландшафтно-технічної системи (в балах)

№ з/п	Основні критерії оцінювання стану блоків ЛТЧС	Максимально можлива кількість балів оцінки (K_p) для різних категорій ЛТЧС			
		ІТС	ЛІС	ЛТС	ВАЛ
1. УПРАВЛІНСЬКИЙ БЛОК (УБ)					
1.1.	Врахування специфіки природних умов і соціально-економічної ситуації у регіоні при проектуванні ЛТЧС	5	5	2	1
1.2.	Наявність внутрішнього контролю за роботою ЛТЧС (з боку відповідальної особи або власника)	5	5	2	1
1.3.	Наявність зовнішнього контролю за роботою ЛТЧС (з боку органів державної влади)	5	5	2	1
1.4.	Використання ЛТЧС за призначенням	5	5	2	1
1.5.	Якість ведення нормативної документації	5	5	2	1
1.6.	Якість обслуговування технічного блоку ЛТЧС	5	5	2	1
1.7.	Якість догляду за природним блоком ЛТЧС	5	5	2	1
1.8.	Своєчасність ремонту технічного обладнання ЛТЧС	5	5	2	1
Середній бал оцінки стану ($C_{бУБ}$)		5	5	2	1
2. ТЕХНІЧНИЙ БЛОК (ТБ)					
2.1.	Ефективність роботи для народного господарства ($ККД_{ЛТЧС}$)	5	5	2	1
2.2.	Дотримання держаних стандартів (ДСТУ), норм і правил безпеки у роботі основних механізмів	5	5	2	1
2.3.	Стабільність функціонування ЛТЧС	5	5	2	1
2.4.	Збільшення площі техногенного покриття за рахунок руйнування природного блоку	5	5	2	1
2.5.	Функціональність основних механізмів ЛТЧС	5	5	2	1
2.6.	Надійність несучих конструкцій споруд	5	5	2	1
2.7.	Прояв техногенних впливів на природний блок (вплив забруднень, шумових ефектів, вібрації)	5	5	2	1
2.8.	Активність формування нових рельєфу (за рахунок техніки)	5	5	2	1
Середній бал оцінки стану ($C_{бТБ}$)		5	5	2	1
3. ПРИРОДНИЙ БЛОК (ПБ)					
3.1.	Активність формування геоекотонів	1	3	5	5
3.2.	Прояв впливу зональних чинників на техногенний покрив (корозія, наявність тріщин, гниття дерев'яних конструкцій)	1	3	5	5
3.3.	Збільшення площі природного блоку за рахунок руйнування техногенного покриття	1	3	5	5
3.4.	Прояв несприятливих природних процесів (зсуви, осипи, обвали, підтоплення, замулювання тощо)	1	3	5	5
3.5.	Активність зростання зональних видів рослин (непередбачених проектом)	1	3	5	5
3.6.	Активність формування ареалів диких тварин	1	3	5	5
3.7.	Активність формування культурного шару ґрунту	1	3	5	5
3.8.	Активність формування нових рельєфу (без втручання техніки)	1	3	5	5
Середній бал оцінки стану ($C_{бПБ}$)		1	3	5	5

Примітка: «5» – дуже високий бал відповідності; «4» – високий бал відповідності; «3» – середній бал відповідності; «2» – низький бал відповідності; «1» – відсутність відповідності.

можливу кількість балів (у діапазоні від мінімального до максимального значення). Після аналізу блокової структури ЛТчС визначається середній бал (Сб) оцінки стану (2):

$$Cб = \frac{Kp_1 + Kp_2 + Kp_3 + \dots + Kp_n}{n}, \quad (2)$$

Kp – бальна оцінка стану блоку за окремим критерієм; n – кількість критеріїв.

Другий етап досліджень передбачає ідентифікацію стадії розвитку ЛТчС [3]. За даними оцінювання блоків формується зведена таблиця, у яку вносяться отримані результати (табл. 2). Визначення стадії розвитку здійснюється на основі співвідношення середніх балів окремих блоків ЛТчС. У табл. 2 середні бали для кожної категорії подані у діапазоні від найменшого до найбільшого значення. За такої умови виникає множина комбінацій співвідношень. Їх аналіз засвідчує стадію розвитку ландшафтно-технічної системи. Так, співвідношення (1 : 1 : 1), (5 : 5 : 1) говорять про те, що система знаходиться на стадії «зародження»; (3 : 3 : 2), (5 : 5 : 3) – на стадії «функціонування»; (1 : 2 : 4), (1 : 1 : 5) – на стадії «руйнування» тощо. При використанні такої методики можливе виникнення похибок, оскільки співвід-

ношення, характерні для стадії «руйнування» і функціонування геокомпонентної системи, матимуть однакові значення (1 : 1 : 4 або 1 : 1 : 5). За такої обставини остаточна ідентифікація стадії ґрунтується на порівнянні отриманих цифрових даних з урахуванням експертних висновків кожного фахівця дослідної групи.

На третьому етапі дослідна група оприлюднює результати роботи і тісно співпрацює з адміністрацією ЛТчС або відповідного регіону. Ідентифікація стадій розвитку ЛТчС дає можливість внести корективи у діяльність кожного блоку. З метою коригування, діяльність системи варто призупинити на певний час для того, щоб ліквідувати усі проблеми, які можуть спричинити її деструкцію. У випадку виявлення стадії «руйнування» – (відрізок DE на лінії залежності (рис. 2) – необхідно визначити можливі варіанти майбутнього розвитку ЛТчС. Цей вибір має бути здійснений за короткий час, оскільки прояв зональних чинників у ландшафтно-техногенних системах надзвичайно інтенсивний. Неузгодженість дій дослідників і представників влади регіону може призвести до остаточного руйнування її блокової структури.

Таблиця 2

Визначення стадії розвитку ЛТчС

Середній бал (Сб) оцінки стану блоків ЛТчС	Стадія розвитку ЛТчС			
	«Зародження»	Функціонування	«Руйнування»	Функціонування геокомпонентної системи
Сб _{уб}	1–5	3–5	1–2	1
Сб _{тб}	1–5	3–5	1–2	1
Сб _{пб}	1	2–3	4–5	5

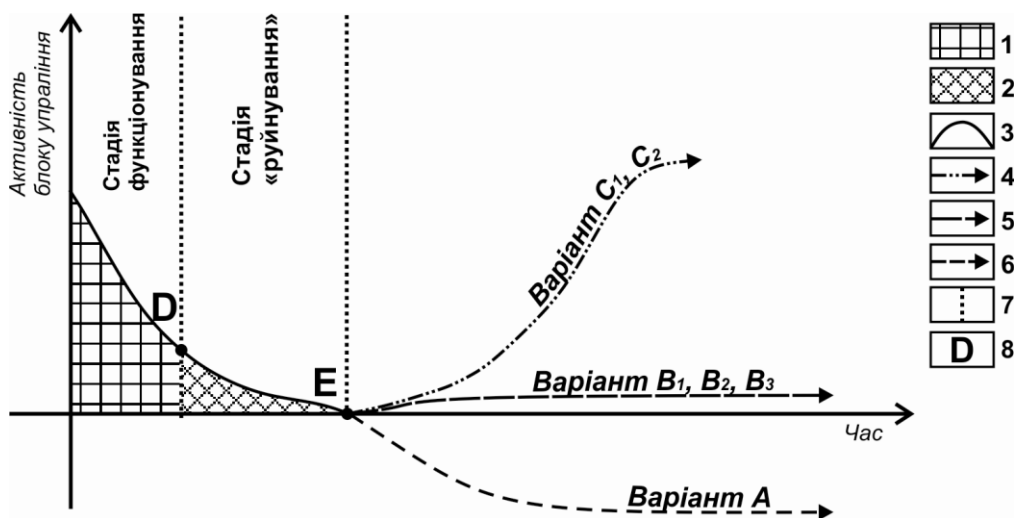


Рис. 2. Варіації розвитку ландшафтно-технічних систем:

1 – ландшафтно-інженерна система; 2 – ландшафтно-техногенна система; 3 – лінія залежності тривалості стадій ЛТчС від активності блоку управління; 4 – напрям розвитку ЛТчС до категорії ІТС та ЛПС; 5 – напрям незмінного розвитку ЛТчС; 6 – напрям розвитку ЛТчС до ВАЛ; 7 – межі між стадіями розвитку ЛТчС; 8 – «критичні» точки на лінії залежності

Загалом, розроблено шість варіантів розвитку (рис. 2) ландшафтно-технічних систем. Кожен з них зорієнтований на прояв (або не прояв) активності контролю з боку блоку управління.

Варіант А. Ландшафтно-техногенну систему повністю залишають без контролю. Її розвиток продовжує проходити за природними законами. Площа техногенного покриву неухильно скорочується. З часом блокова система перетворюється на компонентну. У залежності від ступеня трансформації природного блоку власне антропогенний ландшафт може відновитися до початкового стану (≈ 50 – 60%) і функціонувати, підпорядковуючись зональним чинникам. Так, днища спущених ставків перетворюються на заболочені заплавні урочища з заростями осоково-рогозових асоціацій. Однак, якщо первинний (натуральний) ландшафт був докорінно змінений, а техногенний блок характеризувався складною структурою, то ВАЛ ніколи не відновиться до стану натурального ландшафту. Такими прикладами є покинуті кар'єрні розробки у долинах річок. Знищені надзаплавні тераси, ущільнений щебенем (на глибину до 1 м) ґрунтовий покрив заплави, «штучні» схили з пустих порід, залишки технічних конструкцій і сумішей призводять до поступової деградації долинно-річкового ландшафту. Не маючи блоку управління, маловірогідним є те, що ЛТС або ВАЛ будуть повноцінно функціонувати і розвиватися. В умовах соціально-економічної нестабільності такі системи постійно зазнаватимуть неконтрольованих впливів з боку людини. Часто зруйновані ЛТС з часом перетворюються на смітники або стихійні звалища відходів тощо. Це ще більше посилює негативний вплив на навколишнє середовище і трансформує антропогенний ландшафт. Оптимізація таких систем ускладнюється, оскільки відновлення деградованих ландшафтів потребує витрати значних трудових і фінансових ресурсів. Використання варіанту А є найбільш недоречним при розробці шляхів оптимізації ЛТЧС.

Варіант В₁. Виявивши стадію «руйнування» ЛТЧС, пропонується відновити частковий контроль над ландшафтно-техногенною системою. При такому варіанті враховується майбутня спрямованість використання системи. Якщо ЛТС буде виконуватиме мінімальну господарську функцію, то оптимізації (ремонту) підлягають ті елементи техногенного покриву, які ще можна відновити. Заміна зношених і зруйнованих деталей здійснюється лише за потреби. Основний вплив тут направлений на природний блок (зменшується площа проективного рослинного покриву, знищуються тварини-шкідники, «зрізається» культурний шар ґрунту). Блок управління здійснює епізодичне втручання у функціонування ландшафтно-техногенної системи. До таких

ЛТС відносяться покинуті ділянки доріг з кам'яним покриттям у лісових масивах. Їх проїжджу частину розчищають від завалів і побутового сміття; поблизу дороги (на відстані 1,5–2 м) вирубують під корінь кущову та деревну рослинність; виїмки та борозни укріплюють асфальтом, бутовим камінням або щебенем. Незначне транспортне навантаження на лісові дороги дає можливість продовжити їх функціональну придатність на десятки років.

Варіант В₂. Ландшафтно-техногенна система повністю змінює функціональне призначення і використовується для рекреації. Стан технічного блоку підтримується на стабільному рівні. Усі деталі та основні агрегати підлягають захисту від корозії (їх відчищають, змащують, фарбують тощо). Механізми не здатні виконувати своїх функцій. Їх основне призначення полягає у візуалізації своєї колишньої діяльності та формуванні естетичного (вінтажного) ефекту для рекреантів. У межах будівель та поблизу знищується рослинний покрив та облаштовуються шляхи для під'їзду екскурсій. Оригінальними ЛТС можуть бути стаціонарні «музеї просто неба». У долинах річок такими об'єктами є колишні «водяні» млини, папірні, цукровані тощо. Крім естетичного призначення їх можна використовувати як кемпінги, готелі або спеціалізовані місця стоянок для спортивного туризму.

Варіант В₃. У природоохоронному відношенні зазначені ЛТС можна використовувати як мікроядра для сполучення екологічних коридорів у річкових долинах. При цьому блок управління виконує вибіркові заходи щодо оптимізації технічного та природного блоків. З метою збереження окремих видів рослин і тварин, відновленням технічного покриву можна знехтувати. Його відновлення здійснюється лише у випадку загрози функціонуванню природного блоку. При такому варіанті варто використовувати передовий закордонний досвід природоохоронної діяльності. Так, у деяких природних парках Західної Європи не демонтують старі споруди, оскільки їх дахи та стіни є ареалами рідкісних видів рослин і тварин. На території таких природоохоронних об'єктів варто виокремлювати зони особливого контролю, де забезпечуватиметься спокій для повноцінного розвитку біоти. Право відвідування таких ландшафтно-техногенних систем надаватиметься лише співробітникам відповідних організацій або можливе за спеціалізованими перепустками.

При *варіанті С₁* приймається рішення відновити роботу системи до її початкового стану. Така ЛТЧС повинна виконувати своє попереднє господарське призначення до входження у стадію «руйнування». У першу чергу повністю відновлюється блок управління, який здійснює контроль за відбудовою техногенного покриву і пода-

льшою діяльністю інженерно-технічної споруди. Технічний блок підлягає докорінній перебудові. Непрацюючі деталі та зруйновані агрегати демонтують. Від попередньої ЛТС залишають лише ті частини техногенного покриву, які ще здатні витримувати навантаження і придатні для ремонту (фундаменти, стіни, опори). У ході робіт значного впливу зазнає природний блок: змінюється рельєф; сформовані ґрунти «закривають» ґрунто-сумішами, бруківкою або асфальтом; деревні та кущові форми рослинності замінюють трав'яними. Колишня ЛТС переходить до категорії ІТС і починає виконувати свою попередню господарську функцію. Такими ландшафтно-технічними системами часто стають мости, дамби, хвилерізи. Їх повторне формування визначається природними умовами і є соціально-економічною необхідністю населення, яке проживає на відповідних територіях.

Варіант С₂. Повне відновлення контролю спрямоване на зміну функціонального призначення ЛТЧС. Фактично відбувається будівництво нової інженерно-технічної споруди у зручному місці. Технічний блок попередньої ЛТС анулюється, не залишаючи навіть фундаментів. Замість нього формують інший техногенний покрив з використанням нових будівельних матеріалів. Зміни, які відбуваються у природному блоці аналогічні попередньому варіанту. Прикладами зміни господарської функції ЛТЧС з докорінним переформуванням їх блокової структури є затоплення водосховищами населених пунктів у долинах річок, руйнування оборонних валів і курганів для будівництва польових зрошувальних систем, прокладання нових автомагістралей через дачні

ділянки тощо.

Після вибору варіанта розвитку ЛТЧС розпочинається її оптимізація. Це прикладний етап дослідження, під час якого здійснюється комплекс заходів, спрямованих на відновлення роботи системи. Врахування специфіки блокової структури ЛТЧС і визначення найдоцільнішого варіанта розвитку (у відповідних фізико- та економіко-географічних умовах регіону) сприятиме продовженню життєдіяльності системи і підвищенню ефективності у відповідній галузі народного господарства. На цьому робота експертної групи закінчується. Відповідальність за майбутню діяльність системи приймають на себе представники новоствореного блоку управління.

Висновки. У дослідженнях ландшафтно-технічних систем першочергова роль відводиться інженерам-ландшафтознавцям. Адже одним із найскладніших завдань, яке постає перед цими фахівцями – обґрунтування і прийняття остаточного рішення (вибір варіанта) щодо подальшої роботи ЛТЧС. Саме від їхніх універсальних знань, умінь та навичок залежатиме кінцевий результат, що забезпечить органічне співіснування контрастних блоків ландшафтно-технічної системи. У сучасних умовах різноманітності інженерних спеціальностей, технологій будівництва і полярності поглядів на структуру антропогенних ландшафтів підготувати таких спеціалістів буде важко, але можливо. Географічні та інженерно-технологічні факультети закладів вищої освіти України мають достатній науковий потенціал для того, щоб спільно здійснювати їх навчання.

Література

1. Денисик, Г. І. Антропогенні ландшафти Правобережної України : монографія / Денисик Г. І. – Вінниця : Арбат, 1998. – 292 с.
2. Дьяконов, К. Н. Становление концепции геотехнической системы / К. Н. Дьяконов // Вопросы географии. Природопользование (географические аспекты). – 1978. – Вып. 108. – С. 54–63.
3. Лаврик, О. Д. Ідентифікація стадій розвитку ландшафтно-технічних систем / О. Д. Лаврик // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія : «Геологія. Географія. Екологія». – 2017. – Вип. 46. – С. 101–105.
4. Лаврик, О. Д. Інженерне ландшафтознавство: сучасний стан і перспективи розвитку / О. Д. Лаврик // Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Географія. – 2016. – Вип. 28, № 1–2. – С. 10–17.
5. Лаврик, О. Д. Річкові ландшафтно-технічні системи: монографія / Лаврик О. Д. – Умань: ВПЦ «Візаві», 2015. – 301 с.
6. Ложкин, И. В. Геоэкологическая оценка трансформации почв в природно-технических системах под влиянием урбанизации (на примере г. Оренбурга) : автореф. дисс. на соискание науч. степени канд. геогр. наук : спец. 25.00.36 «Геоэкология» / И. В. Ложкин. – Оренбург, 2005. – 19 с.
7. Мильков, Ф. Н. Рукотворные ландшафты. Рассказ об антропогенных комплексах / Мильков Ф. Н. – М. : Мысль, 1978. – 86 с.
8. Мильков, Ф. Н. Человек и ландшафты. Очерки антропогенного ландшафтоведения / Мильков Ф. Н. – М. : Мысль, 1973. – 224 с.
9. Пармузин, Ю. Инженерное ландшафтоведение / Ю. Пармузин // Земля и люди. – 1968. – С. 266–269.
10. Попов, А. П. Управление геотехническими системами газового комплекса в криолитозоне : прогноз состояния и обеспечение надежности : автореф. дисс. на соискание науч. степени доктора тех. наук : спец. 25.00.36 «Геоэкология» / И. П. Попов. – Тюмень, 2005. – 48 с.

11. *Природа, техника, геотехнические системы* / под ред. В. С. Преображенского. – М. : Наука, 1978. – 151 с.
12. Ретеюм, А. Ю. *Взаимодействие техники с природой и геотехнические системы* / А. Ю. Ретеюм, К. Н. Дьяконов, Л. Ф. Куницын // *Известия АН СССР. Серия географическая*. – 1972. – № 4. – С. 46–55.
13. Сольский, С. В. *Инженерная защита вод в природно-технических системах на техногенно-нагруженных территориях* : автореф. дисс. на соискание науч. степени доктора тех. наук : спец. 25.00.36 «Геоэкология» / С. В. Сольский. – СПб., 2007. – 32 с.
14. Суздалева, А. Л. *Управляемые природно-технические системы энергетических и иных объектов как основа обеспечения техногенной безопасности и охраны окружающей среды (темы магистерских диссертаций)* : учеб. пособ. / Суздалева А. Л. – М. : ИД ЭНЕРГИЯ, 2015. – 160 с.
15. Çelik, F. *Ecological Landscape Design* / F. Çelik // *Advances in Landscape Architecture* / Murat Ozyavuz (ed.). – InTech, 2013. doi: 10.5772/55760.
16. Cetin, M. *Landscape Engineering, Protecting Soil, and Runoff Storm Water* / M. Cetin // *Advances in Landscape Architecture* / Murat Ozyavuz (ed.). – InTech, 2013. doi: 10.5772/55812.
17. DeJong, J. *Geotechnical systems that evolve with ecological processes* / Jason DeJong, Mark Tibbett, Andy Fourie // *Environmental Earth Sciences*. – 2015. – Vol. 73, Is. 3. – P. 1067–1082.
18. *Landscape and Ecological Engineering* : [Electronic resource]. – Access mode : <http://www.jsrt.jp/iclee/>
19. *Landscape of Industry : An Industrial History of the Blackstone Valley* / Joseph F. Cullon, Jennifer Desai, Gray Fitzsimons [and other]. – University Press of New England, 2009. – 178 p.
20. McKenna, G. *Landscape design for soft tailings deposits* / G. McKenna, V. Cullen // *Tailings and Mine Waste '08 : 12th International Conference, 19–22 oct. 2008 [Vail, Colorado, USA] : [digest of articles]*. – Boca Raton : CRC Press, 2008. – P. 165–173.
21. Steward, D. R. *Integrated engineering and landscape architecture approaches to address groundwater declines in the High Plains Aquifer* / D. R. Steward, E. A. Bernard // *Case Studies in Environmental Engineering and Science* / A. Bhandari, M. A. Butkus (eds.). – AEESP, 2007. – P. 121–134.
22. Ward, J. V. *Landscape ecology : a framework for integrating pattern and process in river corridors* / J. V. Ward, F. Malard, K. Tockner // *Landscape Ecology*. – 2002. – № 17. – P. 35–45.
23. Wiens, J. A. *Riverine landscapes: taking landscape ecology into the water* / J. A. Wiens // *Freshwater Biology*. – 2002. – № 47. – P. 501–515.

UDC 911.3

Oleksandr Lavryk,

PhD (Geography), Assistant Professor, Department of geography and methods of its teaching,
Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University,
Sadova str., 2, building 1, Uman, Cherkassy region, 20300, Ukraine,
e-mail: slavrik1979@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2604-2500>;

Valentyna Tsymbaliuk,

PhD (Chemistry), Assistant Professor, Cycle commission of natural sciences and mathematics,
Communal Higher Education Establishment
«Uman Taras Shevchenko College of Education and Humanities»,
Nebesnoy Sotny str., 33, Uman, Cherkassy region, 20300, Ukraine,
e-mail: wwala1975@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2509-6956>

CONSTRUCTIVE AND GEOGRAPHICAL VALUE OF LANDSCAPE AND TECHNICAL SYSTEMS RESEARCH

The aim of the research is to reveal the constructive and geographical significance of landscape and technical systems research which involves development of sequential actions to assess the state of the block structure, identification of stages, choice of development options and final optimization.

Methods. The study is based on the use of a systemic and model paradigm in geography. The specific character of the expert group's work with landscape and technical systems is shown on the example of the research algorithm development.

Scientific novelty of the article is universality of the proposed algorithm of research actions in relation to any landscape and technical system.

Practical value is determined by the development of assessment methods, options and ways to optimize landscape and technical systems that are at the stage of «destruction».

Research results. It is noted that each stage of such studies provides for a detailed analysis of the block structure of the landscape and technical system and its interrelations with the environment. The best is the activity of an expert group of four researchers. Three participants (experts in the national economy) will ana-

lyze the blocks and one of them (the landscape engineer) will coordinate their actions.

The first stage of the research is to assess the state of each individual block of the landscape and technical system (control, technical and natural block). Research results of a certain landscape and technical system are proposed to be formalized using method of expert assessments. The main criteria are selected in the formation of evaluation tables, taking into account the specificity of each block of the system.

The second stage of research involves identification of the landscape and technical system's development stage. According to the evaluation of blocks a summary table is formed and the results are added. The development stage is determined based on the ratio of individual blocks average scores of the landscape and technical system.

At the third stage, a choice of possible further development of the landscape and technical system is made. Six variants of development have been considered, each of which is focused on the activity of the control unit. Variant A: the landscape and technogenic system is completely left without any control, its development goes by natural laws. Variant B₁: it is proposed to restore partial control over the landscape and technogenic system. Variant B₂: the landscape and technogenic system completely changes the functional purpose and is used for recreation. Variant B₃: landscape and technogenic systems are used as microkernels for communicating ecological corridors in river valleys. Variant C₁: the system is restored to its original state. Variant C₂: restoration of control is aimed at changing the functional purpose of the former landscape and technical system and carrying out its new construction.

Optimization begins at the last stage of the research when a set of measures aimed at restoring the work of the landscape and technical system is carried out.

The conclusion is made that in such studies the primary role is assigned to landscape engineers, since the future vital activity of landscape and technical systems will depend on their universal knowledge, skills and habits.

Keywords: landscape and technical systems, development, stage, criteria, evaluation, block structure, control, optimization.

References

1. Denysyk, G. I. (1998). *Antropogenic landscape of Right-Bank Ukraine*. Vinnytsa, 292 [in Ukrainian].
2. D'jakonov, K. N. (1978). *Formation of the concept of the geotechnical systems. Questions of Geography. Nature management (geographical aspects)*, 108, 54–63 [in Russian].
3. Lavryk, O. D. (2017). *Identification of stages of development of landscape and technical systems. Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series: Geology. Geography. Ecology*, 46, 101–105 [in Ukrainian].
4. Lavryk, O. D. (2016). *Landscape study engineering: modern situation and prospects of development. Scientific notes of Vinnitsa State Pedagogical University named after Mikhaïlo Kotzubytsky. Series: Geography*, 28 (1–2), 10–17 [in Ukrainian].
5. Lavryk, O. D. (2015). *River landscape and technical systems. Uman*, 301 [in Ukrainian].
6. Lozhkin, I. V. (2005). *Geoecological assessment of soil transformation in natural and technical systems under the influence of urbanization (for example, Orenburg): Extended abstract of candidate's thesis. Orenburg*, 19 [in Russian].
7. Mil'kov, F. N. *Antropogenic landscape. The story of anthropogenic complexes. Moscow*, 86 [in Russian].
8. Mil'kov, F. N. (1973). *Man and landscapes. Essays anthropogenic landscape science. Moscow*, 224 [in Russian].
9. Parmuzin, Ju. (1968). *Landscape study engineering. Earth and people*, 266–269 [in Russian].
10. Popov, A. P. (2005). *Management of geotechnical systems of the gas complex in the permafrost zone: forecast of the state and reliability. Extended abstract of Doctor's thesis. Tyumen*, 48 [in Russian].
11. Preobrazhenskij, V. S. (Ed.). (1978). *Nature, technology, geotechnical systems. Moscow*, 151 [in Russian].
12. Retejum, A. Ju., D'jakonov, K. N., Kunicyn, L. F. (1972). *Interaction of technology with nature and geotechnical systems. Proceedings of the USSR Academy of Sciences. Geographic series*, 4, 46–55 [in Russian].
13. Sol'skij, S. V. (2007). *Engineering protection of water in natural and technical systems on technogenically loaded territories: Extended abstract of Doctor's thesis. St. Petersburg*, 32 [in Russian].
14. Suzdaleva, A. L. (2015). *Managed natural-technical systems of energy and other objects as the basis for ensuring technogenic safety and environmental protection (themes of master's theses). Moscow*, 160 [in Russian].
15. Çelik, F. (2013). *Ecological Landscape Design. Advances in Landscape Architecture. Murat Ozyavuz (Ed.)*. doi: 10.5772/55760.
16. Cetin, M. (2013). *Landscape Engineering, Protecting Soil, and Runoff Storm Water. Advances in Landscape Architecture. Murat Ozyavuz (Ed.)*. doi: 10.5772/55812.
17. DeJong, J., Tibbett, M., Fourie, A. (2015). *Geotechnical systems that evolve with ecological processes. Environmental Earth Sciences*. 73 (3). 1067–1082. doi: 10.1007/s12666.
18. *Landscape and Ecological Engineering*. Available at : <http://www.jsrt.jp/iclee/>
19. Cullon, J. F., Desai, J., Fitzsimons, G. et al. (2009). *Landscape of Industry: An Industrial History of the Blackstone Valley. University Press of New England*, 178.

20. McKenna, G., Cullen, V. (2008). *Landscape design for soft tailings deposits. Tailings and Mine Waste '08 : digest of articles 12th International Conference (Vail, Colorado, USA, 19–22 oct. 2008). Boca Raton, 165–173.*
21. Steward, D. R., Bernard, E. A. (2007). *Integrated engineering and landscape architecture approaches to address groundwater declines in the High Plains Aquifer. Case Studies in Environmental Engineering and Science. A. Bhandari, M. A. Butkus (Eds.), 121–134.*
22. Ward, J. V., Malard, F., Tockner, K. (2002). *Landscape ecology: a framework for integrating pattern and process in river corridors. Landscape Ecology. 17. 35–45. doi: 10.1023/A:1015277626224.*
23. Wiens, J. A. (2002). *Riverine landscapes: taking landscape ecology into the water. Freshwater Biology. 47. 501–515. doi: 10.1046/j.1365-2427.2002.00887.x.*