

2.4 Оцінка складових природно-рекреаційного потенціалу території (акваторій)

У основі вивчення *природно-рекреаційного потенціалу* (ПРП) певної території лежить системний підхід, що дозволяє дати комплексну оцінку чинникам з урахуванням їх взаємодії – природним, кліматичним, соціальним, культурно-історичним тощо.

Таблиця 2.14 – Характеристика сапробності природних вод

Води	S	Опис зони/водойми
Полісапробні	4,0-3,5	Характеризуються низьким вмістом кисню і великим вмістом вуглекислого газу і високомолекулярних органічних речовин, які легко розкладаються. Характеризуються бідною видовою різноманітністю, але окремі види можуть досягати великої чисельності. Аерофільних організмів немає, в основному жгутикові і бактерії, які в оліго- і ксеносапробних водах практично не зустрічаються.
α-мезосапробні	3,5-2,5	Характеризуються інтенсивним самоочищенням за рахунок кисню, який виділяється хлорофіловмісними рослинами. Мешкають синьо-зелені, діатомові водорості, гриби, бактерії, нечутливі до кисню риби.
β-мезосапробні	2,5-1,5	Характеризуються інтенсивними окислювальними процесами. Кисню інколи буває багато, присутні продукти мінералізації білка – амонійні з'єднання, нітрати, нітрит. Характеризуються різноманітністю рослинного і тваринного світу.
Олігосапробні	1,5-1,0	Практично чисті, для них характерна практично повна мінералізація органічних речовин.
Ксеносапробні	< 1,0	Це води чистих гірських струмків, невеликих льодовикових річок виходи ключів, збіднені біотою і містять мінімальні кількості мінеральних сполук та сліди органічних речовин.

ПРП – це сукупність природних рекреаційних ресурсів, умов і стану природного середовища території, які справляють вплив, використовуються або можуть бути використані для розвитку рекреаційної діяльності.

Таким чином, ПРП території можна представити у вигляді таких складових:

1. *Природно-рекреаційні ресурси території*: ландшафти, водні, земельні, лісові ресурси – з урахуванням їх унікальності, естетичної привабливості, цілюще-оздоровчої значущості, екзотичності, а також технічної можливості і економічної доцільності залучення до рекреаційної діяльності.

2. *Природні умови території*: географічне положення, кліматичні характеристики – з урахуванням їх впливу на можливість організації рекреаційної діяльності.

3. *Екологічні умови території* – стан природного довкілля з урахуванням його впливу на можливість залучення природних умов і ресурсів території в сферу рекреації.

ПРП оцінюється покомпонентно, шляхом бальних оцінок. Основними критеріями оцінки повинні виступати:

1. *Середовищеутворювальні умови території*: географічне положення, характеристика температурного режиму, опадів, вітрового режиму, число сонячних днів.

2. *Територіальна забезпеченість певним видом ресурсу* досліджуваного простору. Так, для оцінки забезпеченості водними ресурсами території аналізованими показниками можуть виступати площа земель водного фонду, площа водних угідь, кількість водних об'єктів.

3. *Територіальна концентрація ресурсу*. Цей критерій може бути оцінено як відношення площі якого-небудь ресурсу до загальної площі території.

4. *Територіальне поєднання ресурсів*. Аналіз сукупності представлених у межах досліджуваної території видів ресурсів, їх співвідношення (земельних, лісових, водних, ресурсів тваринного і рослинного світу).

5. *Рекреаційна цінність ресурсу*. Наявні рекреаційні значимі ресурси (наприклад, природні території, що особливо охороняються), їх концентрація на досліджуваній території. Дуже важливо включити в оцінку ПРП аналіз екологічної ситуації на досліджуваній території.

Для оцінки природно-рекреаційного потенціалу території можна використовувати такі показники.

Забезпеченість території природними рекреаційними ресурсами:

$$V_{npi} = \sum_{i=1}^n N_i \cdot k_i, \quad (2.51)$$

де k_i – ваговий коефіцієнт показника;

N_i – коефіцієнт забезпеченості ресурсами i -го виду:

$$N_i = \frac{S_i}{S_{zag}}, \quad (2.52)$$

де S_i – площа i -го виду ресурсу;

S_{zag} – площа території, природні рекреаційні ресурси якої оцінюються.

Комфортність і привабливість природних ресурсів і умов території:

$$V_{\kappa} = \sum_{i=1}^n W_i \cdot k_i, \quad (2.53)$$

де W_i – коефіцієнт комфортності і привабливості i -го виду ресурсу або природних умов:

$$W_i = \frac{t_i}{G_i}, \quad (2.54)$$

де t_i – величина показника i -го виду ресурсу або умов у балах на j -й території;

G_i – сумарне значення у балах i -го виду ресурсу або умов для сукупності територій (регіону).

Оцінка факторів, що дестабілізують використання ПРП території – забруднення НПС. Природні умови і рекреаційні ресурси, будучи базисом розвитку рекреаційної діяльності на території схильні до впливу факторів НС. Неприятлива екологічна ситуація є стримуючим, дестабілізуючим чинником повноцінного використання ПРП території. Отже, показник дестабілізуючих факторів впливу на розвиток і використання ПРП розраховується за формулою:

$$F_d = \sum_{i=1}^n \frac{V_i}{S_{\text{заг}}} \cdot k_i, \quad (2.55)$$

де V_i – об'єм забруднення i -го виду ресурсу (об'єм викидів, площі порушених земель, площі об'єктів розміщення відходів, якість води тощо) (Е. А. Зализняк, 2012).

2.5 Аналіз і оцінка стану антропогенно-змінених екосистем (ландшафтів)

При антропогенному впливі в ландшафтах відбувається зміна структурно-функціональних відношень, які склалися внаслідок їх еволюційного розвитку. З позицій екологічної оцінки найбільший інтерес представляють ті нові властивості ландшафтів, які виникли в результаті антропогенних змін і які у відповідь викликають реакцію біосистем. Наслідки антропогенного впливу можуть розглядатися як індикатори антропогенного перетворення ландшафтів.

1) *зміна первинної продукції* – пов'язана із заміною високопродуктивних природних угруповань агроценозами, які мають меншу продуктивність. Цей процес носить глобальних характер і супроводжується ростом споживання ресурсів людством;

2) *трансформація і біодеградація ксенобіотиків*, що у рослин і тварин досягається різними способами: тварини а) переводять токсичну речовину у водорозчинну форму і виводять з організму; б) консервують в організмі в неактивній формі; в) переводять у більш токсичну форму, що супроводжується канцерогенним, мутагенним і тератогенним ефектом; рослини не можуть переводити токсикант у водорозчинну форму і, в основному, переводять його в неактивний стан;

3) *біоаккумуляція ЗР*, яка виражається у збільшенні концентрації ЗР знизу догори по трофічних ланцюгах (такий чинник необхідно враховувати при нормуванні антропогенного навантаження);

4) *зміна структури біоти* – універсальний показник структурно-функціональної перебудови ландшафтів. У цілому, під впливом антропогенних чинників відбувається спрощення видової структури біоценозів. Встановлено, що чим значніша фітомаса (деревина, трав'яниста рослинність та ін.), тим стабільніше середовище. При цьому головне значення мають фотосинтезуючі організми, оскільки вони є не лише основним джерелом біомаси, але і визначають харчові умови для усіх інших ланок екосистеми, а також значною мірою склад повітря.

5) *порушення міжвидових взаємодій* – проявляється у вигляді порушення балансу між окремими групами видів і розривах трофічних ланцюгів (І. А. Авесаломова, 1992).

За Коробкіним В. І. і Передельським Л. В. (2000 р.), з метою оцінки загальної стійкості екосистем до антропогенного впливу використовують такі показники: 1) запаси живої і мертвої органічної речовини; 2) ефективність утворення органічної речовини або продукції рослинного покриву; 3) видова і структурна різноманітність.

2.5.1 Оцінка ступеня антропізації геосистем

Під ступенем антропізації геосистем (синонім – антропогенна трансформація, перетвореність) розуміють зміненість її структурних і динамічних особливостей у результаті функціонального використання.

Кількісні оцінки ступеня антропізації ґрунтуються на структурі земельних угідь у межах геосистеми. За співвідношенням між природними і зміненими ПТК у структурі ландшафту Ф. М. Мільков виділяє такі види ландшафтів:

- антропогенні (природних угідь менше 25 %);
- антропогенно-природні (природних угідь 25-50 %);
- природно-антропогенні (природних угідь 50-75 %);

- природні (природних угідь 75-100 %).

Проте більш повно оцінити ступінь антропоізації геосистем можливо з урахуванням не лише відсоткового співвідношення між угіддями різних видів, але і ступеня перетвореності геосистеми при її використанні під певне угіддя.

Оцінка антропогенної перетвореності ландшафтів за *П. Г. Шищенком*:

$$B = 0,01 \cdot \sum_{i=1}^n b_i \cdot p_i, \quad (2.56)$$

де B – бал антропоізації геосистеми;

b_i – ступінь антропоізації геосистеми при її використанні під угіддя i -го виду;

p_i – частка площі, зайнята угіддям i -го виду щодо площі геосистеми.

Залежно від зонального типу геосистем їх зміненість одним видом угіддя буде різним. Наприклад, при заміщенні лісових геосистем ріллею їх зміна буде більше, ніж у випадку степових геосистем. Тому бали ступеня антропоізації b_i визначаються в межах встановлених градацій:

- природоохоронні території – 1-10;
- ліси – 11-20;
- заболочені землі – 21-30;
- луки, пасовища – 31-40;
- сади, виноградники – 41-50;
- рілля – 51-60;
- сільська забудова – 61-70;
- міська – 71-80;
- водосховища, канали, ставки – 81-90;
- кар'єрно-відвальні утворення – 91-100 (*Д. М. Гродзинський, 1993*).

Індекс антропогенного перетворення за *К. Г. Гофманом*:

$$U_{an} = \sum_{i=1}^n r_i \cdot g_i, \quad (2.57)$$

де r_i – ранг антропогенного перетворення (1-12);

g_i – частка території з певним видом природокористування в загальній структурі досліджуваної території, %.

Кожному виду природокористування присвоюється ранг антропогенного перетворення (r_i) відповідно до сили його впливу на ПТК (табл. 2.15).

Коефіцієнт ступеня антропогенного перетворення:

$$K_{an} = \frac{\sum_{i=1}^n r_i \cdot g_i \cdot q_i}{100}, \quad (2.58)$$

де q_i – індекс глибини антропогенного перетворення.

Виходячи з табл. 2.15, K_{an} змінюється від 1 до 19: чим більше значення, тим більше внаслідок господарської діяльності перетворений ландшафт. Коефіцієнт ступеня антропогенного перетворення може бути використаний як кількісний показник відмінностей зонально-провінційальної ландшафтної диференціації та обґрунтування схем ландшафтного районування для цілей регіонального проектування.

Таблиця 2.15 – Значення рангу та індексу глибини антропогенного перетворення для різних типів природокористування

Вид земель з певним видом природокористування	Ранг антропогенного перетворення (r_i)	Індекс глибини антропогенного перетворення (q_i)
Території ПЗФ	1	1
Ліси	2	1,05
Болота	3	1,1
Пасовища та сінокоси	4	1,15
Сади та виноградники	5	1,2
Орні землі	6	1,25
Сільські населені пункти	7	1,3
Міста та селища міського типу	8	1,35
Водосховища і канали	9	1,4
Транспортні магістралі	10	1,5
Промислові землі	11	1,55
Землі, що порушені в результаті видобування корисних копалин	12	1,6

Шкала антропогенного перетворення ландшафтів України залежно від значення K_{an} виглядає таким чином: слабо перетворені (2,0-3,8); перетворені (3,81-5,30); середньо перетворені (5,31-6,50); сильно перетворені (6,51-7,40); дуже сильно перетворені (7,41-8,0). Відповідно до проведеної оцінки антропогенного перетворення ландшафтів України, найбільшу площу (45 %) займають сильно перетворені ландшафти, а частка слабо перетворених ландшафтів складає всього 3 % (О. П. Гавриленко, 2007).

2.5.2 Оцінка ступеня забрудненості території

Ступінь забрудненості території можна оцінювати окремо для кожного з елементів-забруднювачів за такими показниками: кларк концентрації, коефіцієнт концентрації або за ГДК (див. формули 2.39,

2.40). Причому коефіцієнт концентрації K_c пропонується розраховувати відносно природного регіонально-фоновому вмісту певного хімічного елемента у відповідному компоненті – ґрунтах, водах тощо.

Кларк концентрації (КК) – це відношення концентрації елемента в об'єкті до його кларку.

Ступінь забрудненості території можна оцінити інтегрально, враховуючи усі ЗР. Для оцінки розподілу ХЕ, в т.ч. техногенного походження, та концентраційних властивостей природних систем взагалі використовується показник, введений у 1969 р. Дені М. Шоу – *коефіцієнт накопичення елементів* (або *коефіцієнт Шоу*):

$$R = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n k_i / K_i, \quad (2.59)$$

де k_i та K_i – кількість кожного хімічного елемента в системі (компоненті) та в літосфері або в педосфері, біоті, атмосфері відповідно.

Коефіцієнт накопичення мікроелементів дає змогу визначити специфічні особливості систем у цілому. Коефіцієнт R є середнім кларком концентрації групи мікроелементів у природній системі і дає кількісну оцінку її здатності до накопичування або розсіювання елементів порівняно з їх вмістом у літосфері або іншому середовищі. Якщо $R > 1$, то в системі (компоненті) відбувається накопичення елементів, якщо $R < 1$ – їх розсіювання.

При розрахунках коефіцієнта R використовують кларки концентрації якомога більшої кількості мікроелементів, щоб показник був значущим. Загалом поряд з індексом записується кількість вихідних даних: наприклад, R_{10} – означає, що коефіцієнт Шоу розрахований за 10 мікроелементами.

Аналогічно до коефіцієнта Шоу визначається *індекс сумарної забрудненості території щодо ГДК ЗР*:

$$D = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n k_i / ГДК_i. \quad (2.60)$$

Для характеристики інтенсивності накопичення елементів за деякий проміжок часу використовують такий показник як відношення кларків концентрації:

$$B = КК_x / КК_y. \quad (2.61)$$

Цей показник використовується при дослідженнях річної динаміки хімічних речовин, інтенсивності техногенного забруднення в різних природних системах, як у просторовому, так і в часовому відношенні.

Для оцінки ступеня забрудненості можна використати відношення показників R для поверхневого шару ґрунту та для ґрунтоутворювальної породи.

Використання коефіцієнтів накопичення R та їх відношення, сумарного індексу забрудненості D , кларків концентрації та їх відношення дають змогу порівняти забрудненість геосистем досліджуваної території.

Для комплексної оцінки небезпеки рівня забруднення природного середовища для здоров'я населення В. М. Гуцуляк запропонував *показник інтенсивності забруднення компонентів ландшафту* (P_j), який можна розрахувати на основі формули (2.36) та *інтегральний показник екологічної небезпеки в ландшафті* (I_n):

$$I_n = \sum_{j=1}^m T_j \sum M_i (C / C_{\phi})_i, \quad (2.62)$$

де T_j – транслокаційний показник шкідливості для кожного природного компонента, виражений в умовних одиницях: ґрунти – 2; повітря – 3; ґрунтові води – 4; біомаса – 5;

M_i – значення індексу небезпеки (токсичності) ХЕ відповідно до класу небезпеки;

m – загальна кількість компонентів природного середовища, які враховуються (Л. Л. Малишева, 2000).

2.6 Комплексні показники стану довкілля

2.6.1 Комплексна оцінка якості міського середовища

В основу методологічних принципів визначення комплексних екологічних показників, які дозволяють оцінити якість міського середовища, покладено виділення основних екологічних характеристик та їх кількісне приведення до єдиного показника. Загалом визначення комплексного показника K можна представити у вигляді:

$$K = \sum_{i=1}^n k_i \alpha_i, \quad (2.63)$$

де k_i – оцінка спостережуваного прояву i -ї екологічної характеристики, бали;

α_i – вага (коефіцієнт ваги, коефіцієнт значущості) i -ї екологічної характеристики, частки одиниці.

Розкладання екологічних характеристик на категорії необхідне для бальної оцінки, яка дозволяє зіставити різні характеристики, привівши до