

2. Кульчицький-Жигайло І. Ліс як стокорегулюючий фактор на водозборах гірських рік / І. Кульчицький-Жигайло // Природні ліси в помірній зоні Європи. – цінності та використання: Тези Міжнар. наук. конф. "Бірменсдорф-Рахів", 2003. – С. 211.
3. Олійник В.С. Пути совершенствования рубок главного пользования / В.С. Олійник, В.И. Парпан, О.В. Чубатий // Лесоведение : науч.-теор. журнал. – М. : Изд-во "Наука". – 1986. – № 3. – С. 19-24.
4. Олійник В.С. Водозбори Карпат як об'єкти екологічно збалансованого природокористування / В.С. Олійник // Наукові праці Лісівничої академії наук України : зб. наук. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2011. – Вип. 9. – С. 52-57.
5. Олійник В.С. Гідрологічна роль лісів українських Карпат : монографія / В.С. Олійник. – Івано-Франківськ : Вид-во НАІР, 2013. – 232 с.
6. Поляков А.Ф. Водорегулирующая роль буковых древостоев / А.Ф. Поляков, В.И. Парпан // Гидрологические исследования в горных лесах СССР. – Фрунзе : Изд-во "Илим", 1985. – С. 44-61.
7. Стойко С.М. Наслідки антропогенної трансформації лісових екосистем Карпат та шляхи елімінації шкідливих екологічних процесів / С.М. Стойко // Український ліс. – 1993. – № 2. – С. 11-17.
8. Стойко С.М. Причини катастрофічних паводків у Закарпатті та системи екологічних профілактичних заходів їх попередження / С.М. Стойко // Український ботанічний журнал : наук. журнал НАН України. – 2000. – Т. 57, № 1. – С. 11-20.
9. Чубатий О.В. Захисна роль карпатських лісів / О.В. Чубатий. – Ужгород : Вид-во "Карпати", 1968. – 136 с.
10. Чубатий О.В. Гірські ліси – регулятори водного режиму / О.В. Чубатий. – Ужгород : Вид-во "Карпати", 1984. – 104 с.
11. Kantor P. Vodohospodárská funkce horských smrkových a bukových porostů / P. Kantor // Lesnictví. – 1984. – № 30 (6). – Pp. 471-490.
12. Kantor P. Intercepce horských smrkových a bukových porostu / P. Kantor // Lesnictví. – 1981. – № 27 (2). – Pp. 171-190.
13. Čaboun, V. Uplatňovanie funkcií lesa v krajine / V. Čaboun, J. Tutka, M. Moravčík, a kol. // NLC, Zvolen, 2010. – 285 p.
14. Midriak R. Výskum povrchového odtoku a erózných pôdných strát v lesných ekosystémoch / Midriak R. // In Ekologický a ekofyziologický výskum v lesných ekosystémoch. – Zvolen : Pol'ana. – 1992. – Pp. 32-36.
15. Valtyni J. Vodohospodársky a vodoochranný význam lesa / J. Valtyni // Lesnicke študie VÚLH vo Zvolene, 38, Bratislava : Príroda, 1986. – 68 p.

**Парпан Т.В., Кичура А.В. Стабилизирующее и противопаводочное значение лесного покрова водосбора рек Уж и Латорица**

Стабилизирующая роль лесных экосистем по уровню сохранности экологических функций в бассейне Ужа является лучшей, чем в бассейне Латорицы, поскольку лесистость составляет 71,1 % и 42,8 % соответственно. Современная ценоотическая структура лесов в обоих бассейнах является слабо трансформируемой. Возрастная структура по гидрологическим критериям приближается к стабилизирующей. Для поддержания гидрологической стабильности и смягчения паводковых волн в бассейне Латорицы нужно увеличить лесистость и продуктивность лесов Минагрополитики и лесов и лесопокрытых площадей на землях запаса.

**Ключевые слова:** лесной покров, водоемы Ужа и Латорицы, гидрологическая роль лесов, структура, производительность.

**Parpan T.V., Kichura N.V. Stabilizing and Flood Control Role of Forest Cover of the Watersheds of the Uzh and Latorica Rivers**

The stabilizing role of forest ecosystems by the level of preservation of ecological functions of Uzh watershed is better than that of Latorica as forest cover is 71.1 % and 42.8 % respectively. The modern cenotic structure of forests in both watersheds is slightly transformed. The age structure by hydrological criteria is nearing the stabilizing one. To maintain hydrological stability and mitigation of flood waves in the watershed of the Latorica, it is necessary to increase forest cover and productivity of the Agriculture Ministry forests and forest area on reserve lands.

**Keywords:** forest cover, watersheds of the Uzh and Latorica rivers, hydrological function of forests, structure, productivity.

УДК 504.05

Асист. Л.Я. Побережна –

Івано-Франківський національний медичний університет

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗАСОЛЕННЯ НА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТІВ ТЕХНОГЕННО НАВАНТАЖЕНИХ ТЕРИТОРІЙ**

Розроблено методики зі встановлення фізичних, міцнісних, деформаційних властивостей засоленних суглинків і глин у лабораторних умовах. За результатами досліджень доведено недоцільність визначення гранулометричного складу засоленних ґрунтів за загальноприйнятими методиками, а також вперше встановлено аналітичні залежності між міцнісними характеристиками ґрунту та рівнем його засоленості. Показано критичний вплив вилуговування на зчеплення ґрунтів та показники внутрішнього тертя. Розроблено науково обґрунтовані та експериментально перевірені методичні рекомендації для визначення деформаційних характеристик засоленних ґрунтів.

**Ключові слова:** вилуговування, засолені ґрунти, модуль пружності ґрунту, техногенно навантажені території, межа пластичності ґрунту, гранулометричний склад ґрунту.

**Постановка проблеми.** Специфічні властивості засоленних глинистих ґрунтів, що містять багато легко-і середньорозчинних солей, і основні закономірності зміни цих властивостей внаслідок замочування і підтоплення територій необхідно знати для обґрунтованого проектування основ і фундаментів промислових і цивільних споруд на засоленних ґрунтах з урахуванням можливого обводнення їх атмосферними опадами, під час замочування або підтоплення внаслідок аварії чи витоків з мереж водопроводу, каналізації, технологічних трубопроводів. В умовах сучасного розвитку суспільства актуальна проблема освоєння та забудови значних земельних територій. Велика конкуренція, висока щільність забудови та недостатній обсяг земельного фонду призвели до залучення під будівництво структурно-нестійких ґрунтів Калуського промислового району Івано-Франківської обл.

**Об'єкт дослідження** – засолені ґрунти техногенно навантажених районів Калусько-Голинського родовища калійних солей.

**Мета роботи** – розробити методики із встановлення фізичних, міцнісних, деформаційних властивостей засоленних суглинків і глин у лабораторних умовах.

**Виклад основного матеріалу.** Для встановлення кількісних залежностей проведено дослід з розроблення методики та вивчення фізичних, міцнісних, деформативних, фільтраційних і реологічних властивостей засоленних суглинків і глин у лабораторних умовах на зразках, відібраних у районах розробки Калусько-Голинського родовища калійних солей. Зразки ґрунтів відбирали зі шурфів через кожні 0,5 м по глибині до рівня підземних вод. Для визначення хімічного складу та мінералізації підземної води взято проби нижче рівня підземних вод. Дослід проведено з багаторазовою повторюваністю. Вміст у ґрунті водорозчинних солей встановлено шляхом визначення сухого залишку водної витяжки. Як показали результати досліджень (табл. 1), ґрунти експериментальних ділянок характеризуються великим вмістом легкорозчинних солей, що дає змогу віднести їх до надлишково засоленних. Сухий залишок солей становив 7,8 %.

Табл. 1. Хімічний склад засолених ґрунтів

Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
100	44,4	374,0	428	3,94	123
60	45,2	284,0	381	1,97	99
12	37,9	350,0	396	1,97	123
421	81,0	160,0	560	3,60	113
328	72,0	151,0	641	4,20	154
271	67,0	140,0	481	3,10	124

Фізичні властивості засолених ґрунтів досліджено в лабораторних умовах з урахуванням впливу солей. Щільність водонасичених засолених ґрунтів визначено методом ріжучих кілець, а засолених ґрунтів твердої консистенції – методом парафінування, вологість засолених ґрунтів – ваговим способом, висушування їх у сушильній шафі за температури 60-65 °С до сталої маси [1].

Щільність частинок ґрунтів, що містять легко- і середньорозчинні солі, визначено з урахуванням можливості розчинення солей під час вакуумування в нейтральній рідині (зневоднений гас, толуол). Зміну гранулометричного складу засолених ґрунтів у процесі вилуговування солей встановлено без відмивання і з відмивання солей. Експериментальні дослідження показали, що зі збільшенням вмісту легкорозчинних солей щільність часток засоленого глинистого ґрунту зменшується (табл. 2).

Табл. 2. Взаємозв'язок вмісту солей та щільності частинок ґрунту

Вміст солей, %	1-3	3-5	5-8
Щільність частинок ґрунту, г/см <sup>3</sup>	2,69-2,67	2,67-2,65	2,65-2,6

Щільність засоленого глинистого ґрунту залежно від складу легкорозчинних солей змінювалася в межах 1,80- 1,86 г / см<sup>3</sup> і не залежала від їх вмісту. Отже, щільність не є показником специфічних властивостей засолених ґрунтів. За наявності значного вмісту легкорозчинних солей щільність частинок ґрунту становить 1,40-1,50 г / см<sup>3</sup> і може слугувати непрямою характеристикою можливості розвитку суфозійних процесів (табл. 3).

Табл. 3. Фізичні характеристики засолених ґрунтів

Ґрунт	№ проби	Фізичні характеристики засолених ґрунтів						
		$\rho$	$\gamma$	w	w <sub>c</sub>	$\rho_d$	s <sub>r</sub>	e
Суглинок	1	1,80	2,76	0,28	0,02	1,40	0,98	0,80
	2	1,82	2,77	0,28	0,02	1,41	0,97	0,84
	3	1,86	2,77	0,29	0,02	1,44	0,93	0,87
Глина	4	1,90	2,80	0,29	0,02	1,47	0,91	0,91
	5	1,93	2,81	0,29	0,02	1,48	0,89	0,94
	6	1,97	2,81	0,30	0,02	1,50	0,87	0,97

Вологість засолених глинистих ґрунтів, як показали дослідження, не є характерною властивістю для прогнозування суфозійних просідань. Межа пластичності ґрунтів є важливою характеристикою, за якою встановлюють тип ґрунту. Однак наявна методика визначення меж пластичності неприйнятна для засолених глинистих ґрунтів, оскільки із збільшенням вмісту сульфатних солей зростає вологість на межі текучості, а за вмісту в ґрунтах хлоридних солей во-

логість на межі розкочування виявляється меншою і значно знижується вологість на межі текучості (порівняно зі розсоленим глинистим зразком) (рис. 1).

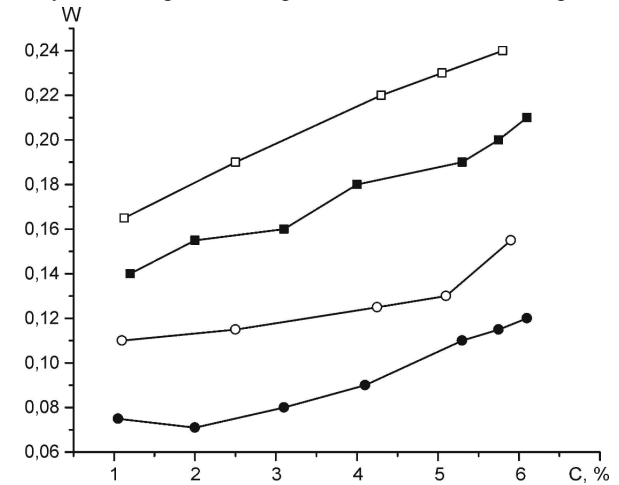


Рис. 1. Зміна меж пластичності глинистих ґрунтів за сульфатного (●, ○) і хлоридно-сульфатного (■, □) засолення: ●, ■ – нижня межа пластичності; ○, □ – верхня межа пластичності

Неприйнятним є також визначення гранулометричного складу засолених глинистих ґрунтів за загальноприйнятими методиками. Проведено спеціальні дослідження ґрунтів сульфатного і хлоридно-сульфатного типів засолення різного ступеня. Гранулометричний склад визначено за загальноприйнятою методикою [2] до і після вилуговування. Як показали результати досліджень, кількість глинистих часток (0,005 мм) після вимивання солей збільшилася на 20-28 %. Це можна пояснити тим, що за наявності солей в поровому розчині окремі глинисті частинки злипаються в групи (конгломерати), а за зменшення концентрації порового розчину ці групи розпадаються. Отже, визначення гранулометричного складу за загальноприйнятою методикою може призвести до помилок.

Необхідно було встановити модуль загальної деформації для засолених малозволожених і водонасичених ґрунтів і характер його зміни залежно від вологості та вмісту легкорозчинних солей. Результати досліджень (рис. 2) показали, що за природної вологості засолені ґрунти мають дуже високий модуль загальної деформації, що свідчить про неможливість розвитку просадних явищ. У разі збільшення вологості стисливість ґрунтів збільшується. Так, для деяких зразків ґрунту при зміні вологості на межі розкочування до вологості на межі текучості модуль загальної деформації зменшився від 34,0 до 4,0 МПа. З подальшим збільшенням вологості до подвоєного значення вологості на межі розкочування модуль деформації зменшився до 2,4 МПа.

Отже, за вологості на межі текучості засолені ґрунти мають найменший модуль загальної деформації, який є характерним для ґрунтів з великою кількістю легкорозчинних солей. У зв'язку з цим модуль загальної деформації засоленних ґрунтів з порушеною структурою потрібно визначати за вологості, що дорів-

ноє або дещо перевищує вологість на межі текучості, а для засолених глинистих ґрунтів з непорушеною структурою – за повного водонасичення зразків [3].

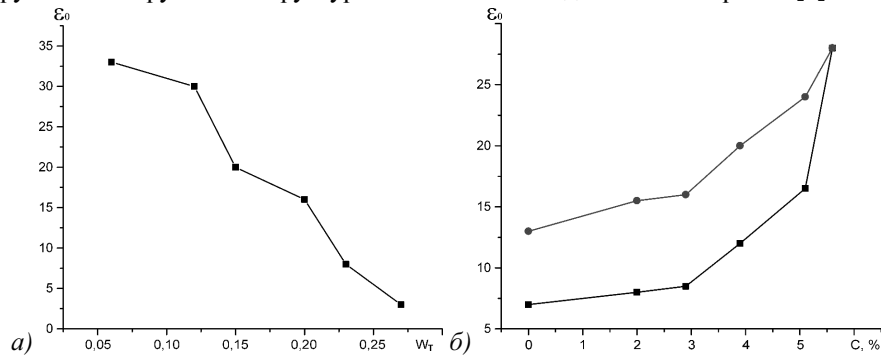


Рис. 2. Зміна модуля загальної деформації  $E_0$  засолених ґрунтів за підвищення вологості (а) та вилугування солей (б)

Спеціальний цикл досліджень стисливості засолених ґрунтів проведено на однакових зразках глинистого ґрунту: один зразок поміщали в компресійний прилад (досліди проводили під водою), а інший – у компресійно-фільтраційний прилад. Через зразок у компресійно-фільтраційному приладі протягом доби пропускали дегазовану дистильовану воду за  $t = 60^\circ\text{C}$  і градієнта напору  $I = 8-10$ .

Фільтрація відбувалася через зразок висхідним потоком знизу-вгору. Інфільтрат збирався в мензурку для визначення хімічного складу в процесі дослідження. Потім однакові зразки в різних приладах навантажували за однією і тією ж схемою тиском 0,01; 0,02; 0,03; 0,05; 0,075; 0,10; 0,15; 0,20; 0,25; 0,30 МПа. [4] Як показали результати дослідження (рис. 3), після видалення легкорозчинних солей стисливість ґрунтів значно збільшилася, а модуль деформації знизився на 10-75 % порівняно з результатами досліджень у компресійних приладах для одних і тих же діапазонів тисків.

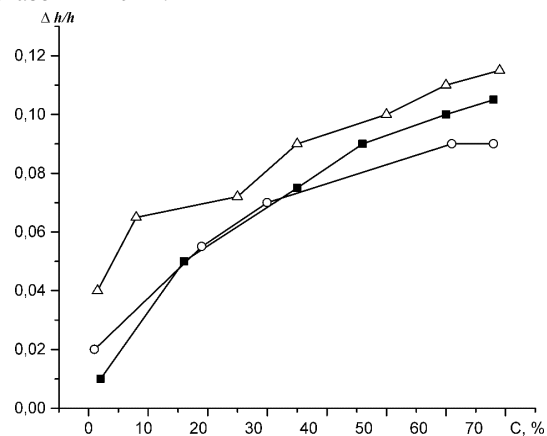


Рис. 3. Стисливість зразків глинистих ґрунтів, що містять легкорозчинні солі, за  $p = 0,1$  МПа, суглинок ( $\Delta$ ) і суглинок загінсований ( $\square, \bullet$ )

На підставі проведених досліджень можна зробити висновок, що стисливість глинистих ґрунтів, що містять багато легкорозчинних солей, істотно залежить від умов видалення солей. Якщо в процесі будівництва засолені глинисті ґрунти основи будуть схильні до значного обводнення, внаслідок чого відбудеться їх розсолення, то під час розрахунків доцільно використовувати модуль загальної деформації, отриманий після попереднього розсолення ґрунту. Якщо засолені глинисті ґрунти володіють малою проникністю, а за технологічною схемою зведення споруди обводнення не передбачено, то модуль загальної деформації доцільно визначати на компресійних приладах після водонасичення ґрунтів [5].

Зазвичай у розрахунках фундаментів використовують характеристики, отримані під час лабораторних досліджень ґрунтів за методикою повільного консолідованого зсуву. Однак такі розрахунки є неточними й іноді є причиною втрати стійкості фундаментів на засолених ґрунтах як у процесі будівництва, так і під час експлуатації будівель і споруд.

Для визначення характеристик міцності проведено спеціальні лабораторні дослідження зразків засолених ґрунтів з основи експериментального майданчика на приладах одноплощинного зсуву за методикою повільного консолідованого і швидкого зсуву за природної пористості і після попереднього ущільнення під тиском 0,10; 0,20; 0,30 МПа. Досліджено зразки ґрунту малої вологості і після штучного водонасичення. Всього досліджено 76 зразків за різними методиками (рис. 4).

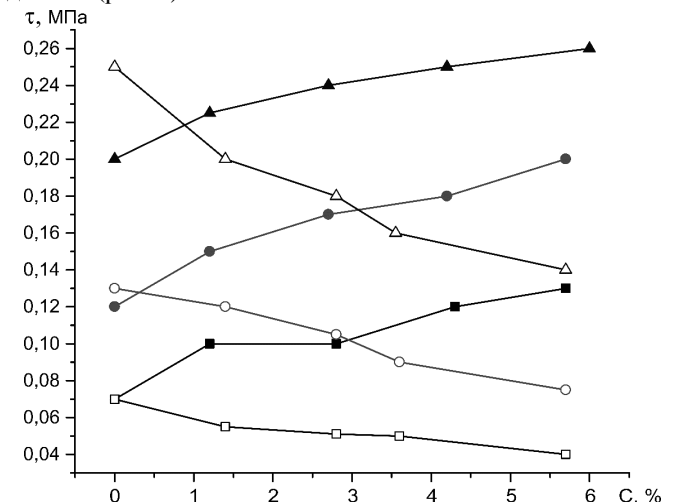


Рис. 4. Залежності міцності засолених глинистих ґрунтів за 0,1 МПа ( $\blacksquare$ ); 0,2 МПа ( $\bullet$ ); 0,3 МПа ( $\blacktriangle$ ): природна вологість – залиті символи, водонасичення – не залиті символи

Унаслідок досліджень встановлено, що засолені глинисті ґрунти, як маловологі, так і водонасичені, за зміни вертикального тиску від 0,025 до 0,5 МПа мають сталі кут внутрішнього тертя  $\varphi$  і зчеплення  $C$ . Істотної різниці не виявля-

но і під час порівняння результатів досліджень засоленних глинистих ґрунтів (як малозволожених, так і водонасичених) з макропористими лесовими малозволоженими суглинками.

Щоб виявити вплив легкорозчинних солей на характеристики міцності ґрунту, з великого моноліту засоленого глинистого ґрунту вирізали шість-десять однакових зразків для кілець зсувового приладу площею  $F = 40 \text{ см}^2$ . Половину зразків поміщали в компресійно-фільтраційний прилад, через які за певного навантаження 0,025; 0,05; 0,075; 0,1 МПа пропускали водопровідну або дистильовану воду до вимивання легкорозчинних солей. Кількість винесених солей визначали аналізом витяжки інфільтрату. Після цього розсолені глинисті зразки випробовували на тих же приладах і за тією ж методикою, як і ґрунти природного засолення.

У всіх серіях дослідів характеристики міцності розсолених ґрунтів виявилися значно нижчими (на 10 %), порівняно з результатами досліджень однакових зразків природного засолення. Особливо зменшується зчеплення ґрунту. Так, під час дослідження за методикою швидкого зсуву зчеплення було 0,048 МПа, а після попереднього розсолення – 0,010 МПа. За методикою повільного консолідованого зсуву для засоленних ґрунтів зчеплення було 0,036 МПа, а після розсолення – 0,010 МПа.

#### Висновки:

1. Вологість засоленних глинистих ґрунтів не є характерною властивістю для прогнозування суфозійних просідань.
2. Доведено неприйнятність визначення гранулометричного складу засоленних глинистих ґрунтів за загальноприйнятими методиками.
3. Модуль загальної деформації засоленних ґрунтів з порушеною структурою доцільно визначати за вологості, що дорівнює або дещо перевищує вологість на межі текучості, а для засоленних глинистих ґрунтів з непорушеною структурою – за повного водонасичення зразків.
4. Встановлено, що характеристики міцності розсолених ґрунтів у середньому на 10 % нижчі за аналогічні для незасолених, однак показники зчеплення знижуються від 3,6 до 4,8 разів. Надалі потрібно продовжити системне вивчення цих процесів для встановлення закономірностей впливу засолення на фізико-механічні характеристики ґрунтів техногенно навантажених територій.

#### Література

1. ДБН В.1.1-5-2000 захист від небезпечних геологічних процесів. Будинки і споруди на підірваних територіях і просідаючих ґрунтах.
2. ДСТУ Б В.2.1-4-96 (ГОСТ 12248-96). ґрунти. Методи лабораторного визначення характеристик міцності і деформованості".
3. Мустафаєв А.А. Деформації засоленних ґрунтів в основаних споруд / А.А. Мустафаєв. – М. : Изд-во "Стройиздат", 1985. – 280 с.
4. Семчук Я.М. Динаміка коефіцієнта фільтрації засоленних ґрунтів в процесі вилуговування / Я.М. Семчук, Л.Я. Долішня // Екологічна безпека та природокористування : зб. наук. праць. – К., 2009. – Вип. 3. – С. 59-66.
5. ДБН В.2.1-10-2009. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування.

#### **Побережняя Л.Я. Исследование влияния засоленности на физико-механические свойства техногенно нагруженных территорий**

Разработаны методики по установлению физических, прочностных, деформационных свойств засоленных суглинков и глин в лабораторных условиях. По результатам

исследований доказана целесообразность определения гранулометрического состава засоленных ґрунтов по общепринятым методикам, а также впервые установлены аналитические зависимости между прочностными характеристиками почвы и уровнем его засоленности. Показано критическое влияние выщелачивания на сцепление почв и показатели внутреннего трения. Разработаны научно обоснованные и экспериментально проверенные методические рекомендации для определения деформационных характеристик засоленных почв.

**Ключевые слова:** выщелачивание, засоленные почвы, модуль упругости почвы, техногенно нагруженные территории, предел пластичности почвы, гранулометрический состав почвы.

#### **Poberezhna L.Ya. The Study of Salinity Effect on Physical and Mechanical Properties of Soil in Technogenic Load Areas**

The aim was to develop methods for establishing physical strength, deformation properties of saline loams and clays in vitro. The research proved inexpediency of determining size distribution of saline soil by conventional methods, and the newly established analytical relationship between the strength characteristics of the soil and its level of salinity. A critical impact on the leaching of soil adhesion and performance of internal friction is shown. Some guidelines for determining the deformation characteristics of saline soils are scientifically grounded and experimentally tested.

**Keywords:** leaching, saline soils, the modulus of elasticity of soil, technogenic load territory, limit plasticity, particle size distribution of the soil.

УДК [504:33]: 332.122:379.84] (477.86/87)

Доц. Н.Г. Луців, канд. екон. наук –  
НЛТУ України, м. Львів

#### **ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РЕКРЕАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ**

Проаналізовано еколого-економічні особливості рекреаційного розвитку Карпатського регіону. Наголошено, що втручання людини у життєдіяльність природних екосистем має здійснюватись на принципах "природної економіки", яка найбільшою мірою відповідає законам природи. У гірських умовах Карпат рекреаційне користування природним довкіллям найменше порушує структуру і функціонування біотопів і сприяє розвитку регіону. Описано рекреаційний потенціал Карпатського регіону, який формується високою лісистістю території, значною кількістю національних природних парків, розвинутою мережею річок і потоків, наявністю унікальних лікувальних мінеральних вод, великими природно-ресурсними можливостями для організації зимових видів рекреаційної діяльності, багатством історико-культурних рекреаційних ресурсів.

**Ключові слова:** еколого-економічні особливості, Карпатський регіон, рекреаційний потенціал.

**Постановка проблеми.** Втручання людини у життєдіяльність природних екосистем має здійснюватись на принципах, "природної економіки", яка за визначенням проф. Ю.Ю. Туниці [10], максимально відповідає вимогам законів природи. На наш погляд, рекреаційне користування природним довкіллям, зокрема лісом – одним із вагомих в екологічному аспекті біотопів планети, найбільш повно відповідає законам природи та структурно-функціональній організації лісових екосистем. З огляду на це, в особливо екологічно вразливих гірських лісах ця діяльність людини має бути пріоритетною і спрямованою на максимальне використання життєзабезпечувальних екологічних функцій лісових насаджень. У рекреаційному вимірі ліс і людина, її діяльність максимально