

**Ключевые слова:** расторопша пятнистая, *Silybum marianum* (L.) Gaertn., патогенный комплекс, фитоэкспертиза, эндогенная инфекция, экзогенная инфекция, микромицеты.

**Pospelova A.D. The Microflora of the Milk Thistle Seeds (*Silybum Marianum* (L.) Gaertn.)**

The results of phytoexamination of Milk Thistle seeds are provided. Quality indicators, the degree of infestation and species composition of pathogenic microorganisms are characterized. Seven species of fungi, which in accordance with the classification belong to two classes: *Deuteromycetes* (species of the genera *Fusarium*, *Alternaria*, *Botrytis*), *Stachybotrys*) and *Zygomycetes* (representatives of the genus *Mucor*), are defined. Fungi of the genera *Alternaria* and *Mucor* (13-21 % and 24-44 % respectively) are revealed to dominate among the identified micromycetes. The fungi of the genera *Fusarium*, *Botrytis* and *Stachybotrys* appeared to be less common. The number of fungal spores ranged from 1 to 7 %.

**Keywords:** Milk Thistle, *Silybum marianum* (L.) Gaertn., pathogenic complex, phytoexamination, endogenous infection, exogenous infection, micromycetes.

УДК 004.94:630

Аспір. О.В. Турковська<sup>1,2</sup>; аспір. І.А. Охремчук<sup>1</sup>; доц. М.І. Густі<sup>1,2</sup>, канд. техн. наук

**ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПОЛІТИКИ ЗМЕНШЕННЯ ВИКИДІВ CO<sub>2</sub> ЛІСАМИ УКРАЇНИ ПРИ РІЗНИХ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ СЦЕНАРІЯХ**

Розроблено три соціально-економічні сценарії, кожен з яких відображає можливий напрям розвитку економіки та енергетичної політики України щодо використання відновлювальних джерел енергії, фокусуючись на енергії біомаси. Кожен сценарій є чисельно виражений через ціну на вуглець та динаміку попиту на деревину. За допомогою імітаційної моделі Global Forest Model (адаптованої для України) показано, як змінюватиметься поглинання CO<sub>2</sub> лісами, а також ефект запровадження податку на викиди CO<sub>2</sub> у секторі лісового господарства для розроблених соціально-економічних сценаріїв.

**Ключові слова:** соціально-економічні сценарії, використання біомаси, прогнозування викидів CO<sub>2</sub>

**Постановка проблеми.** Однією з основних причин заміни традиційних джерел енергії на відновлювальні джерела енергії (ВДЕ) є скорочення викидів парникових газів в енергетичному секторі, як складової пом'якшення зміни клімату. Очевидно, що зміни в енергетичному балансі країни на користь тих чи інших джерел енергії вплинуть не тільки на сектор енергетики, а й на суміжні сектори.

Саме тому, в контексті охорони навколишнього середовища та пом'якшення зміни клімату, розглянуто питання використання ВДЕ з погляду зміни викидів вуглекислого газу у секторі лісового господарства залежно від обсягів використання деревної біомаси, а також ефективності впровадження оподаткування викидів вуглекислого газу. При цьому необхідно відповісти на питання, внаслідок яких причин і яким чином може змінитись обсяг використання деревної біомаси як джерела первинної енергії?

Щоб знайти відповіді на ці питання розроблено соціально-економічні сценарії можливого розвитку економіки та енергетичної політики щодо використання ВДЕ та зниження викидів парникових газів, а також проведено оцінку ви-

кидів вуглекислого газу в лісах для цих сценаріїв за допомогою моделі Global Forest Model (G4M), адаптованої для України [2, 8].

**Політико-економічні передумови для чисельної інтерпретації сценаріїв.** Початково було виділено можливі напрями політико-економічного розвитку держави, на основі яких безпосередньо розробляли чисельні характеристики сценаріїв<sup>1</sup>:

1. Сценарій А (базовий). У цьому разі законодавчих змін, які могли б істотно вплинути на обсяги використання ВДЕ, не відбувається. Збільшення використання біомаси як джерела енергії відбувається повільно і здебільшого в рамках локальної ініціативи. Гармонізація українського законодавства з директивами ЄС у сфері захисту навколишнього середовища є повільною або не відбувається. Податок на викиди двоокису вуглецю згідно з Податковим кодексом України не змінюється і далі становить 0,26 грн за тону CO<sub>2</sub>.
2. Сценарій В (оптимістичний). Будуть прийняті законодавчі ініціативи, які створять сприятливі умови для використання ВДЕ (діє удосконалений зелений тариф для теплової енергії та електроенергії), а також будуть затверджені нові цілі щодо обсягів використання різних джерел енергії. Зокрема, буде збільшено частку ВДЕ в енергетичному балансі України до рівня, який запропоновано у новому проекті Енергетичної стратегії України до 2035 р. [9]. Також розглядають питання щодо підвищення податку на викиди двоокису вуглецю.
3. Сценарій Д (аграрний). Розвиток аграрного сектору економіки стає пріоритетним для держави, зростає виробництво та експорт сільськогосподарських товарів. Законодавчі ініціативи спрямовані як на розвиток сільського господарства, так і на збільшення використання поновлювальних джерел енергії в енергетичній Україні (діє удосконалений зелений тариф для теплової енергії та електроенергії). Також розглядають питання щодо підвищення податку на викиди двоокису вуглецю.

Основні припущення щодо сценаріїв. Було розроблено три групи соціально-економічних сценаріїв, які чисельно інтерпретовано через динаміку попиту на деревину. Історичні дані щодо попиту на деревину в Україні отримано з бази даних Продовольчої та сільськогосподарської організації (ФАО) ООН. Згідно зі статичними даними ФАО, приблизно половину виробленої деревини в Україні використовують як паливну деревину [1]. ФАО визначає паливну деревину (fuel wood) як таку, що використовується для приготування їжі, опалення та виробництва енергії [1]. Отже, збільшення чи зменшення використання деревної біомаси як джерела енергії, насамперед, впливатиме на попит на паливну деревину. Саме тому основну увагу приділено прогнозуванню попиту на паливну деревину для кожного сценарію, а для попиту на інші типи деревини було збережено динаміку попередніх років.

**Сценарій А** (базовий). Основою базового сценарію є припущення, що динаміка попиту на паливну деревину в Україні залишатиметься незмінною. Можна спостерігати сильну кореляцію між динамікою попиту на деревину та ростом внутрішнього валового продукту (ВВП) – коефіцієнт кореляції становить 0,85. Між ростом ВВП і попитом на паливну деревину існує лінійна залежність. За допомогою методу найменших квадратів визначено коефіцієнти рівняння:

<sup>1</sup> НУ "Львівська політехніка";

<sup>2</sup> Міжнародний інститут прикладного системного аналізу, м. Лаксенбург

<sup>1</sup> Сценарії розроблено за методом UNEP 22. Більш детально процес розробки сценаріїв описано в [8]

$$y = 0,14 + 0,85x,$$

де:  $x$  – ріст ВВП;  $y$  – зміна попиту на паливну деревину.

Використавши прогноз динаміки росту ВВП для України до 2030 р., для базового сценарію з групи сценаріїв GEO-5, змодельованих у International Futures<sup>1</sup> [3], обчислено динаміку попиту на паливну деревину до 2030 р. Отримано, що до 2030 р. попит на паливну деревину скоротиться, порівняно з поточним періодом, і у 2030 р. становитиме 9 097 054 м<sup>3</sup>.

**Сценарій В** (оптимістичний). Припустимо, що цілі стосовно ВДЕ у проєкті Енергетичної стратегії України до 2035 р. будуть затверджені і частку ВДЕ у валовому кінцевому енергоспоживанні у 2035 р. буде збільшено до 20,4 % [9]. За розрахунками Біоенергетичної асоціації України, у 2011 р. Україна використовувала 80 % свого потенціалу у деревній біомасі [7]. Припустимо, що до 2030 р. Україна використає свій потенціал у деревній біомасі на 100 %, таким чином попит на паливну деревину поступово зростатиме й у 2030 р. становитиме 11 727 961 м<sup>3</sup>.

Використання тільки потенціалу біомаси деревини не є достатнім для досягнення мети щодо частки біомаси в енергоспоживанні – за допомогою паливної деревини можна отримати близько 2,37 млн т у. п. Україна має значний невикористаний потенціал біомаси у вигляді соломи зернових, ріпаку, лушпиння соняшника та ін. [7], тому, окрім використання деревної біомаси, активно використовуватиметься біомаса з інших джерел.

**Сценарій Д** (аграрний). Останні дослідження ООН черговий раз підтвердили прогноз щодо зростання населення на планеті – у 2050 р. населення може становити 9,6 млрд, а у 2100 р. – 10,9 млрд [5]. Закономірним наслідком зростання населення є збільшення виробництва та споживання продуктів харчування. Також спостерігається тенденція, що денний раціон людини ставатиме більш калорійним, зокрема, до 2050 р. більш ніж 52 % населення землі житиме в країнах, де споживання продуктів харчування на одну особу за день становитиме більш ніж 3000 Ккал [4]. Для України характерним є поступове скорочення населення і за прогнозами Україна є однією зі 43 країн, де незважаючи на світову тенденцію, населення надалі продовжуватиме скорочуватись [5].

Ймовірно, що зростання кількості населення планети буде стимулом для розвитку агропромислового комплексу (АПК) України, що дасть змогу нарощувати обсяг експортних поставок. При цьому скорочення населення країни не буде ключовим фактором, який впливатиме на виробництво сільськогосподарської продукції.

У зв'язку з розвитком АПК і збільшенням обсягів виробництва продуктів харчування збільшиться об'єм сировини, придатної для використання як біопаливо. Збільшення кількості сировини призведе до падіння цін на неї, відповідно її використання буде економічно вигідним; окрім цього, біомасу з сільськогосподарських відходів значно простіше отримати та транспортувати. З огляду на це, припускаємо, що насамперед нарощувати частку біомаси в енергоспоживанні будуть за рахунок сільськогосподарських відходів. Відсоток деревної біомаси в енергобалансі також збільшуватиметься, але повільнішими темпами, ніж у сценарії деревної біомаси, й у 2030 р. становитиме 10 953 755 м<sup>3</sup>.

Це зумовлено кількома причинами: недоцільністю переходу з деревини на відходи сільськогосподарської продукції для населення, яке проживає в лісних регіонах країни, та зростанням кількості підприємств з виготовлення пелет в умовах збільшення використання біомаси. Більшість підприємств є орієнтованими на виробництво пелет з різних видів сировини. Зазвичай, залежно від сезону та наявності сировини, вони переходять з соломи (наприклад) на деревину [6]. Таким чином, підприємства, які з'являтимуться на ринку пелет, потребуватимуть різних видів сировини.

Щоб проаналізувати вплив використання деревної біомаси як енергоресурсу на лісове господарство, використано адаптовану для України імітаційну модель G4M [8]. Це геопросторово розподілена модель лісокористування, яка на основі історичних даних відтворює процеси росту лісу, рубок деревини та зміни землекористування (ліс < – > с/г землі). На основі динаміки наведених вище процесів та впливу певних політик чи лісокористування G4M обчислює динаміку вуглецевого балансу лісів [2]. Отже, змінюючи попит на деревину (вхідний параметр для G4M) та вартість вуглекислого газу (від 0 до 400 \$/т CO<sub>2</sub>), можна спостерігати динаміку вуглецевого балансу України до 2030 р.

Динаміку попиту на деревину до 2030 р. (враховуючи паливну та інші типи деревини) наведено на рис. 1.

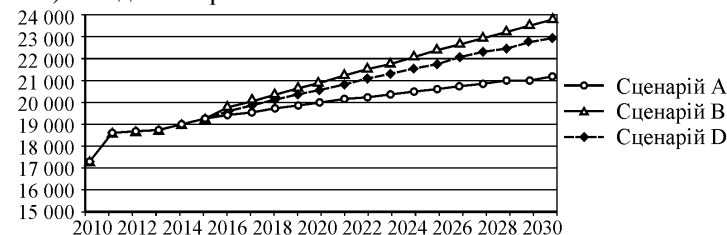


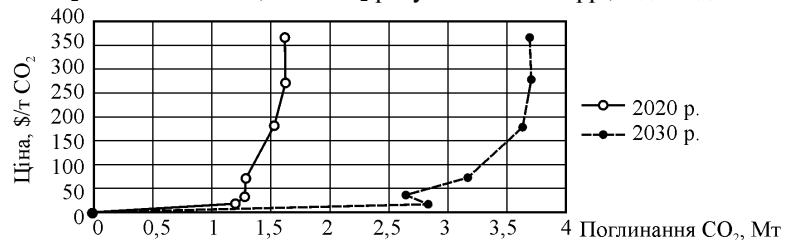
Рис. 1. Прогноз попиту на деревину в Україні до 2030 р. (тис. м<sup>3</sup> у корі)

**Аналіз результатів моделювання.** Найвищий попит на деревину спостерігається за сценарієм В, що пояснюється інтенсивним використанням паливної деревини. За сценарієм Д попит значно відрізняється від сценарію А, але дещо менший від сценарію В. Оскільки у сценарії Д держава націлена на збільшення використання біомаси, хоча й за рахунок відходів від сільського господарства, це також спричинить збільшення використання деревної біомаси, оскільки умови в державі так чи інакше будуть сприятливі для використання біомаси, то певній категорії споживачів буде вигідніше перейти на деревну біомасу. Також у країні зростає кількість підприємств, які виготовлятимуть пелети. Оскільки виробникам потрібна різна сировина для пелет залежно від сезону, то в певний період вони використовуватимуть деревну біомасу, що збільшить попит на неї. Це і є причиною зростання попиту на деревину порівняно зі сценарієм А, однак у сценарії Д використання деревної біомаси не є пріоритетним напрямком, що пояснює різницю в попиті за сценарієм В.

Граничні витрати на додаткове поглинання CO<sub>2</sub> лісами України при оптимізації лісокористування для сценарію А у 2020 та 2030 рр. за умови, що заходи оптимізації починають впроваджувати у 2015 р., наведено на рис. 2. У 2020 р. ефект є невеликим – до 1,6 Мт CO<sub>2</sub>/рік за вартості від 0 до 370 \$/т CO<sub>2</sub>. У 2030 р. ефект вже

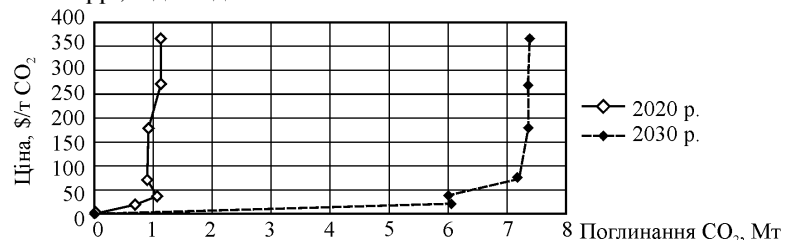
<sup>1</sup> Прогноз ВВП не враховує анексії Криму Росією та події на сході України 2014 р.

становить до 3,7 Мт CO<sub>2</sub>/рік при вартості від 0 до 370 \$/т CO<sub>2</sub>. Без оптимізації поглинання CO<sub>2</sub> становить 9 та 4,8 Мт CO<sub>2</sub>/рік у 2020 та 2030 рр., відповідно.



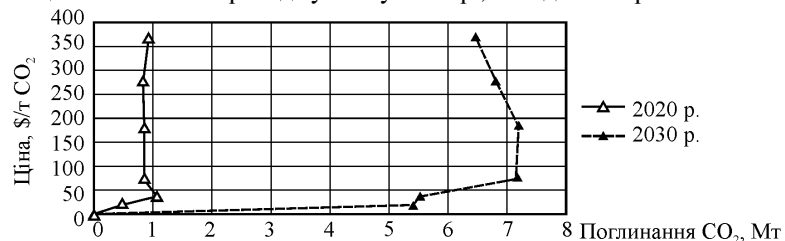
**Рис. 2.** Граничні витрати на додаткове поглинання вуглекислого газу лісами України при оптимізації лісочористування для сценарію А у 2020 та 2030 рр.

Граничні витрати на додаткове поглинання CO<sub>2</sub> лісами України при оптимізації лісочористування для сценарію В у 2020 та 2030 рр. за умови, що заходи оптимізації починають впроваджувати у 2015 р., наведено на рис. 3. У 2020 р. ефект є меншим, ніж у базовому сценарії – до 1,2 Мт CO<sub>2</sub>/рік за вартості від 0 до 370 \$/т CO<sub>2</sub>. У 2030 р. ефект вже становить до 7,4 Мт CO<sub>2</sub>/рік за вартості від 0 до 370 \$/т CO<sub>2</sub>. Без оптимізації поглинання CO<sub>2</sub> становить 5,6 та 1,2 Мт CO<sub>2</sub>/рік у 2020 та 2030 рр., відповідно.



**Рис. 3.** Граничні витрати на додаткове поглинання вуглекислого газу лісами України при оптимізації лісочористування для сценарію В у 2020 та 2030 рр.

Граничні витрати на додаткове поглинання CO<sub>2</sub> лісами України при оптимізації лісочористування для сценарію D у 2020 та 2030 рр. за умови, що заходи оптимізації починають впроваджувати у 2015 р., наведено на рис. 4.



**Рис. 4.** Граничні витрати на додаткове поглинання вуглекислого газу лісами України при оптимізації лісочористування для сценарію D у 2020 та 2030 рр.

У 2020 р. ефект, як і в сценарії В, є меншим, ніж у базовому сценарії – до 1,2 Мт CO<sub>2</sub>/рік за вартості від 0 до 370 \$/т CO<sub>2</sub>. У 2030 р. ефект вже становить до 6,5 Мт CO<sub>2</sub>/рік за вартості від 0 до 370 \$/т CO<sub>2</sub>. Збільшення додаткового погли-

нання CO<sub>2</sub> за цін CO<sub>2</sub> 70-200 \$/т CO<sub>2</sub> до 7,2 Мт CO<sub>2</sub>/рік пояснюється неточностями моделювання. Без оптимізації поглинання CO<sub>2</sub> становить 6 та 2,4 Мт CO<sub>2</sub>/рік у 2020 та 2030 рр., відповідно. Ефект від запровадження податку на емісії CO<sub>2</sub> у лісовій галузі у 2030 р. є найбільшим за деревного сценарію. (див. рис. 3).

**Висновки.** Очевидно, що зростання попиту на деревину стимулює її виробництво і зменшує обсяги поглинання CO<sub>2</sub> лісами. Зокрема, у 2030 р. за нульової ціни за тону CO<sub>2</sub> поглинання у сценарії А становить 4,76 Мт CO<sub>2</sub>/рік, а у сценарії В, де попит на деревину є найвищим, обсяги поглинання скорочуються до 1,19 Мт CO<sub>2</sub>/рік. Отже, скорочення викидів в енергетичному секторі за рахунок використання деревної біомаси, призводить до зменшення обсягів поглинання CO<sub>2</sub> лісами. Проте, за рахунок підвищення плати за тону CO<sub>2</sub> можна також збільшити поглинання CO<sub>2</sub>. Найбільший ефект при запровадженні податку на вуглець спостерігається у сценарії В, коли додаткове поглинання може досягати 7,2 Мт CO<sub>2</sub>/рік, при цьому у сценарії А додаткове поглинання не перевищує 3,7 Мт CO<sub>2</sub>/рік станом на 2030 р. Такий ефект пояснюється зміною способів лісочористування, оскільки підвищення ціни стимулює власників (користувачів) лісу накопичувати вуглець.

Отже, щоб мінімізувати негативний ефект від збільшення попиту на деревину, доцільним є запровадження податку на вуглець одночасно з інтенсифікацією рубок, хоча визначення більш точної оптимальної ціни потребує додаткових досліджень і розрахунків.

### Література

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations: Statistics Division. [Electronic resource]. – Mode of access <http://faostat3.fao.org/home/E> – Назва з екрану.
2. Gusti M. An approach to modeling landuse change and forest management on a global scale / M. Gusti, G. Kindermann // SIMULTECH-2011: Proceedings of 1st Intern. Conf. on Simulation and Modeling Methodologies, Technologies and Applications, 29-31 July 2011 – Noordwijkerhout, 2011. – Pp. 180-185.
3. International Futures at the Pardee Center. [Electronic resource]. – Mode of access <http://www.du.edu/ifs/help/intro/index.html>. – Назва з екрану.
4. Smith P. Competition for land / P. Smith, P.J. Gregory, D. van Vuuren [та ін.] // Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences. – 2010. – Vol. 365. – Pp. 2941-2957.
5. World population prospects: the 2012 revision / United Nations, Department of Social and Economic Affairs, Population Division. – New York, 2013. – 94 pp.
6. Кузнецова А. Виробництво пелет в Україні: прибутковий варіант сталого розвитку? / А. Кузнецова. – 2012. [Електронний ресурс]. – Доступний з [http://www.apd-ukraine.de/images/PP37\\_Pellets\\_UKR\\_f.pdf](http://www.apd-ukraine.de/images/PP37_Pellets_UKR_f.pdf).
7. Гелетуха Г.Г. Перспективи виробництва теплової енергії з біомаси в Україні / Г.Г. Гелетуха, Т.А. Желзна, С.М. Олійник. – К. : Вид-во "Біоенергетична асоціація України", 2013. – 23 с.
8. Звіт про НДР "Теоретичні технології аналізу стоку та емісії парникових газів у лісовому господарстві для підтримки прийняття рішень" / Національний університет "Львівська політехніка". – Львів, 2014. – 213 с.
9. Проект енергетичної стратегії України на період до 2035 року / Міністерство енергетики та вугільної промисловості України. – 2014. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/doccatalog/list?currDir=50358>.

### Турковская О.В., Охремчук И.А., Густы М.И. Оценка эффективности политики уменьшения выбросов CO<sub>2</sub> лесами Украины при разных социально-экономических сценариях

Разработаны три социально-экономических сценария, каждый из которых отражает возможное направление развития экономики и энергетической политики Украины отно-

сительно использования возобновляемых источников энергии, фокусируясь на энергии биомассы. Каждый сценарий численно представлен ценой на углерод и динамикой спроса на древесину. С помощью имитационной модели Global Forest Model (адаптированной для Украины) показано, как будет меняться поглощение CO<sub>2</sub> лесами, а также какой эффект введения налога на выбросы CO<sub>2</sub> в секторе лесного хозяйства для разработанных сценариев.

**Ключевые слова:** социально-экономические сценарии, использование биомассы, прогнозирование выбросов CO<sub>2</sub>.

**Turkovska O.V., Ohremchuk I.A., Gusti M.I. The Assessment of Efficiency of a Policy on Reduction of CO<sub>2</sub> Emissions in Ukrainian forests for Three Socio-economic Scenarios**

Three socio-economic scenarios were developed in order to explore possible ways of economy and energy policy development in Ukraine. They are focused on renewable energy sources, biomass energy in particular. Each scenario is represented numerically through carbon price and dynamics of wood demand. Global Forest Model adapted for Ukraine was applied to simulate changes in CO<sub>2</sub> emissions as well as influence of carbon tax on forestry sector of Ukraine under developed scenarios.

**Keywords:** socio-economic scenarios, using biomass, projecting CO<sub>2</sub> emissions.

УДК 504.052:477.62

Доц. Н.В. Фоменко, канд. географ. наук –  
Прикарпатський НУ ім. Василя Стефаника

**МОНІТОРИНГ ҐРУНТОВИХ ВОД УРБООКОСИСТЕМ ЯК ОСНОВА РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ (НА ПРИКЛАДІ МІСТА ІВАНО-ФРАНКІВСЬКА)**

Розглянуто систему екологічного моніторингу підземних вод міста Івано-Франківська. Актуальність цього дослідження виходить із необхідності функціонування безперервної системи стеження за якістю підземних (ґрунтових) вод, оскільки часто цей компонент навколишнього середовища використовується в цілях міського водопостачання. Запропоновано алгоритм моніторингу підземних вод, який включає створення бази екологічних даних із 12 найбільш поширених забруднювачів підземних вод, оброблення даних шляхом розрахунку сумарного показника забруднення, вивчення фонових концентрацій шляхом дослідження екологічного стану підземних вод Івано-Франківської області, побудова карти екологічного стану підземних вод. На їх основі обґрунтовано систему постійно діючого екологічного моніторингу підземних вод для урбоєкосистеми міста Івано-Франківська.

**Ключові слова:** моніторинг, урбоєкосистема, підземні води, забруднення, геохімічне картографування.

**Актуальність дослідження.** Підземні води є одним з тих природних ресурсів, використання якого могло б значною мірою покращити ситуацію із забезпеченням населення чистою питною водою, що відповідає санітарно-гігієнічним вимогам. У формуванні хімічного складу підземних вод беруть участь багато факторів: склад водовмісних порід, гідродинамічні характеристики водоносних горизонтів, умови їх живлення і розвантаження, глибина залягання рівня підземних вод, геоморфологічні і кліматичні умови території, а також величина техногенного навантаження на довкілля.

**Аналіз попередніх досліджень.** Для оцінювання екологічної ситуації і визначення джерел забруднення з 70-х років широко використовують методи геохімічного картографування [1-7]. Основним об'єктом геохімічного картографу-

вання є різноманітні аномалії вмісту хімічних елементів і їх сполук, які формуються за рахунок природних і антропогенних факторів. Транспортування забруднювальних речовин значною мірою пов'язане з атмосферними процесами, стічними водами, транспортними магістралями, продуктопроводами, хімізацією сільського господарства. Складання карт забруднення ґрунтових вод дає змогу виявити не тільки зону техногенного впливу, але і встановити просторові закономірності і ступінь цього впливу на основні компоненти біосфери.

**Постановка проблеми.** Екологічний стан урбоєкосистем може змінюватись швидкими темпами. Тому необхідним є проведення комплексних постійно діючих моніторингових досліджень забруднення ґрунтових вод. Оскільки результати дослідження – це великий обсяг різнопланової інформації, актуальним є розроблення методики автоматизованого оброблення цих даних та візуалізації результатів у вигляді карт забруднення з метою ефективного контролю за екологічним станом території.

**Виклад основних результатів.** Ґрунтові води в межах міської території Івано-Франківська залягають в аловіальних відкладах заплави, I і II надзаплавних терас. Це – руслові піщано-гравійно-галькові утворення, іноді з валунами і лінзами щебеню та необкатаних уламків. Тераси є спільними для обох Бистриць, а русловий алювій залягає на гіпсометричне близьких відзначках і тому під час буріння свердловин складається враження, що ми маємо справу з одним горизонтом руслового алювію і єдиним горизонтом ґрунтових вод. З поверхні русловий алювій перекривається заплавною фацією – намулами, супісками і суглинками. Потужність руслового алювію змінюється від 2-5 до 10-15 м, а заплавного алювію – від 0-1 до 3-5 м. Ґрунтові води безнапірні, з дебітами 0,2-1 л/сек. Їх широко використовує міське населення приватного сектору шляхом буріння та облаштування колонок і колодязів. Рівень ґрунтових вод коливається від 2-3 до 5-7 м.

Нижня поверхня руслового алювію дуже нерівна, що пояснюється чисельними міграціями прарусел рік Бистриці Надвірнянської і Бистриці Солотвинської. По суті ці ріки в межах міської території утворили внутрішню дельту. Багато дослідників писали про підземні перетоки ґрунтових вод з Бистриці Надвірнянської до Бистриці Солотвинської, тобто з південного сходу на північний захід, завдяки різновисотному положенню русел цих рік.

Для повного і всебічного аналізу екологічного стану ґрунтових вод м. Івано-Франківська потрібно мати інформацію про загальне забруднення регіону, де воно розташоване. З цієї метою використаємо дані регіонального (обласного) екологічного моніторингу Івано-Франківської області. Моніторинг області включав у себе відбір і аналіз проб ґрунтових вод, а результатами якого було побудовано геохімічні карти забруднення (рис. 1). За побудованими картами складено вибірки техногенного фону вмісту хімічних елементів у ґрунтових водах (табл. 1). Аналізуючи цю таблицю, бачимо закономірність збільшення концентрації забруднення з півдня на північ (окрім кобальту, для якого ця закономірність поширюється із заходу на схід). Ґрунтові води характеризуються незначними забрудненнями в районі міст Рожнятів, Косів, Верховина, Івано-Франківськ. Загалом надходження забруднювальних елементів у шари ґрунтових вод можна пояснити їх інфільтрацією із ґрунтового шару. Обробіток сільськогосподарських земель, зокрема внесення пестицидів, міграція забруднювачів повітря та інші фактори привносять свою частку в екологічний стан ґрунтових вод.