

# Екологічна безпека та раціональне природокористування

УДК 911.53

## ЕКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНЯ ЗАХВОРЮВАНОСТІ НАСЕЛЕННЯ КАЛУСЬКОГО ПРОМИСЛОВОГО РЕГІОНУ

*Л.Я. Савчук*

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 42196,  
e-mail: bzh d@n u n g . e d u . u a

*Проведена класифікація та структура екологічно залежних захворювань. Розроблена методика екологічних досліджень для визначення рівня захворюваності у Калуському регіоні, в його адміністративних границях. Виділено 13 районів, які характеризуються різними рівнями захворюваності та забруднення навколишнього середовища. Проаналізовано екологічний стан та рівень захворюваності у Калуському промисловому регіоні. Складена карта-схема гео-екологічних полігонів для досліджень з виділення окремих районів регіону. Вдосконалена методика відбору проб ґрунтів, води, атмосферного повітря окремих районів та визначення вмісту в них хімічних елементів. Запропоновані методи медико-екологічних досліджень для визначення захворюваності, а саме емпіричні (спостереження, вимірювання, порівняння), а також емпірико-теоретичні (абстрагування, аналіз і синтез, індукція і дедукція, аналогія, моделювання). Розроблено алгоритм медико-екологічної оцінки впливу шкідливих чинників на захворюваність населення. Встановлено ступінь зв'язку та достовірність впливу екологічних чинників на здоров'я населення.*

**Ключові слова:** захворюваність населення, екологічні чинники, алгоритм, моніторинг, екологічні карти, кореляційний зв'язок.

*Проведена классификация и структура экологически зависимых заболеваний. Разработана методика экологических исследований для определения уровня заболеваемости в Калуском регионе, в его административных границах. Выделено 13 районов, которые характеризуются различными уровнями заболеваемости и загрязнением окружающей среды. Проанализированы экологическое состояние и уровень заболеваемости в Калуском промышленном регионе. Составлена карта-схема геоэкологических полигонов для исследований с выделением отдельных районов региона. Усовершенствованная методика отбора проб почвы, воды, атмосферного воздуха отдельных районов та определения содержания в них химических элементов. Предложены методы медико-экологических исследований для определения заболеваемости, а именно эмпирические (наблюдение, измерение, сравнение), а также эмпирико-теоретические (абстрагирование, анализ и синтез, индукция и дедукция, аналогия, моделирование). Разработан алгоритм медико-экологической оценки влияния вредных факторов на заболеваемость населения. Установлена степень связи и достоверность влияния экологических факторов на здоровье населения.*

**Ключевые слова:** заболеваемость населения, экологические факторы, алгоритм, мониторинг, экологические карты, корреляционная связь.

*The classification and structure of environmentally related diseases. Was held methods for environmental studies for determination of the level of morbidity in the Kalush region in its administrative borders. Were created 13 districts, which are characterized by different levels of disease and pollution. The distinction of environment states and morbidity in Kalush industrial region were analyzed. A map-scheme of geo-ecological research sites for the distinction of certain areas of the region was created. Methods of sampling soil, water, air of some individual and areas identification of chemical elements were improved. Were allocated methods of medical and environmental studies to determine the incidence, namely the empirical (observation, measurement, comparison) as well as empirical and theoretical (abstraction, analysis and synthesis, induction and deduction, analogy, modeling) were offered. An algorithm for medical and environmental assessment of the impact of harmful factors on public health was elaborated. The degree of concretion and credibility of influence of environmental factors on people is health was discovered.*

**Keywords:** population morbidity, environmental factors, algorithm, monitoring, environmental maps, correlation

**Вступ.** Захворюваність населення є показником, який характеризує вплив середовища на людину. При цьому первинна захворюваність визначається на основі лише вперше зареєстрованих випадків хвороби протягом року, а загальна враховує усіх хворих, виявлених на момент обліку.

Серед негативних показників нездоров'я населення виділяються такі, поширення яких певним чином залежить від стану навколишнього середовища. Ці захворювання називаються еколого-залежними і за характером прояву можуть бути випадковими та не випадковими. Останні поділяються на:

– індикаторну патологію, яка характеризує високий ступінь залежності здоров'я від якості навколишнього середовища (профзахворювання, онкозахворювання, перинатальна смертність, вроджена патологія, генетичні дефекти, алергози, токсикози, ендемічні захворювання);

– екологічно залежну патологію, що характеризує середню залежність від якості навколишнього середовища (загальна та дитяча смертність, хронічний бронхіт і пневмонія у дітей, загострення основних захворювань, серцево-судинної і дихальної системи);

– помірний ступінь залежності (патологія вагітності, захворювання з тимчасовою втраченою працездатності, хронічний бронхіт і пневмонія у дорослих, захворювання серцево-судинної системи тощо).

У структурі захворюваності населення Калуського промислового району переважають хвороби органів дихання, системи кровообігу, нервової системи, органів чуття і травлення. Значущість проблеми здоров'я населення зростає останнім часом у зв'язку з інтенсивною антропогенною денатурацією навколишнього середовища.

Окрім цього, слід зауважити, що Верховна Рада України оголосила територію міста Калуш та сіл Кропивного і Сівка-Калуська Калуського району Івано-Франківської області зоною надзвичайної екологічної ситуації. Такий статус населені пункти отримали внаслідок прийнятих свого часу неправильних рішень щодо розташування й експлуатації споруд для захоронення радіоактивних, токсичних та інших відходів і внаслідок розробки калійних родовищ.

**Аналіз попередніх досліджень та виявлення невирішених сторін проблеми.** На сучасному етапі розвитку екологічних досліджень активно розвиваються методи еколого-ландшафтного та медико-екологічного картування різних регіонів України. Власне, детальні роботи такого плану найближче до регіону Прикарпаття виконані В.М. Гуцуляком [1] для Чернівецької, Н.В. Мельником [2] та Є.М. Нейком [3,4] для Івано-Франківської, І.М. Волошином [5] для Закарпатської областей. Методичне значення для наших досліджень має робота Л.В. Міщенко [6] для оцінки екологічного стану забруднених радіонуклідами територій ландшафтно-геохімічними методами.

Незважаючи на велику кількість проведених у різних регіонах України досліджень з оцінки впливу екологічних досліджень з впливу факторів на здоров'я населення, єдиного методу цієї процедури немає. Тому цілком правомірним для Калуського промислового району, де відбулося значне порушення екологічної рівноваги, що призводить до деструктивних змін у здоров'ї населення, вибір методів для визначення його рівня є актуальним.

**Результати досліджень.** Екологічне дослідження для визначення рівня захворюваності проводилося у Калуському регіоні в його адміністративних границях. З цією метою виділено 13 районів, які характеризуються різним рівнем захворюваності, виходячи з особливостей геологічної будови, геоморфології, розповсюдження ґрунтів різних типів, ландшафтно-структури території та існуючих вимог до масштабу досліджень. На площі 700 км<sup>2</sup> була розбита мережа, що включає 4 маршрути і 60 гео-екологічних полігонів (точок спостереження за забрудненням ґрунтів, поверхневих та підземних вод, атмосферного повітря (рис.1)). Орієнтація напрямків маршрутів обиралась таким чином, щоб вона перетинала усі типи ландшафтів, геоморфологічних елементів та геологічних структур. Вона прокладена з південного заходу на північний схід.

Крім вищенаведених точок спостережень під час проведення маршрутів додатково відбирались проби ґрунтів, води, атмосферного повітря неподалік населених пунктів. Особлива увага приділялась місцям активної дії джерел забруднення, автомобільним і залізничним магістралям, зонам скидання стічних вод тощо. Для вивчення динаміки атмосферної циркуляції враховувалась тривалість односпрямованого атмосферного переносу, за можливості – товщина забрудненого шару повітря над містом або промисловим комплексом. Серед річного режиму вітрів обирались 2-3 основні напрямки рози вітрів. Важливе значення мала тривалість штильового періоду, з яким пов'язано застоювання повітря та акумуляція поллютантів в улоговинних формах рельєфу. При цьому враховувався також вплив глобальних та регіональних повітряних переносів. Також оцінювались форми рельєфу та їх розташування відносно переважаних напрямків вітрів та джерел забруднення. Визначались також, так звані „динамічні труби”, де постійні вітри переносять газові викиди.

Опробування ґрунтів на площі району здійснювалось на гео-екологічних полігонах кожні 0,5-1,2 км. Для визначення внутрірічного циклу надходження забруднювачів у ґрунти проводився відбір проб на 2-3 репрезентативних ділянках. На цих ділянках відбирались проби ґрунтів тричі на рік (кінець лютого, початок травня, жовтень). Швидкість міграції забруднювачів по вертикалі та вглиб їх максимальної концентрації визначались на цих же ділянках при опробуванні ґрунтового профілю на всю його потужність (товщину) від 0 до літо-

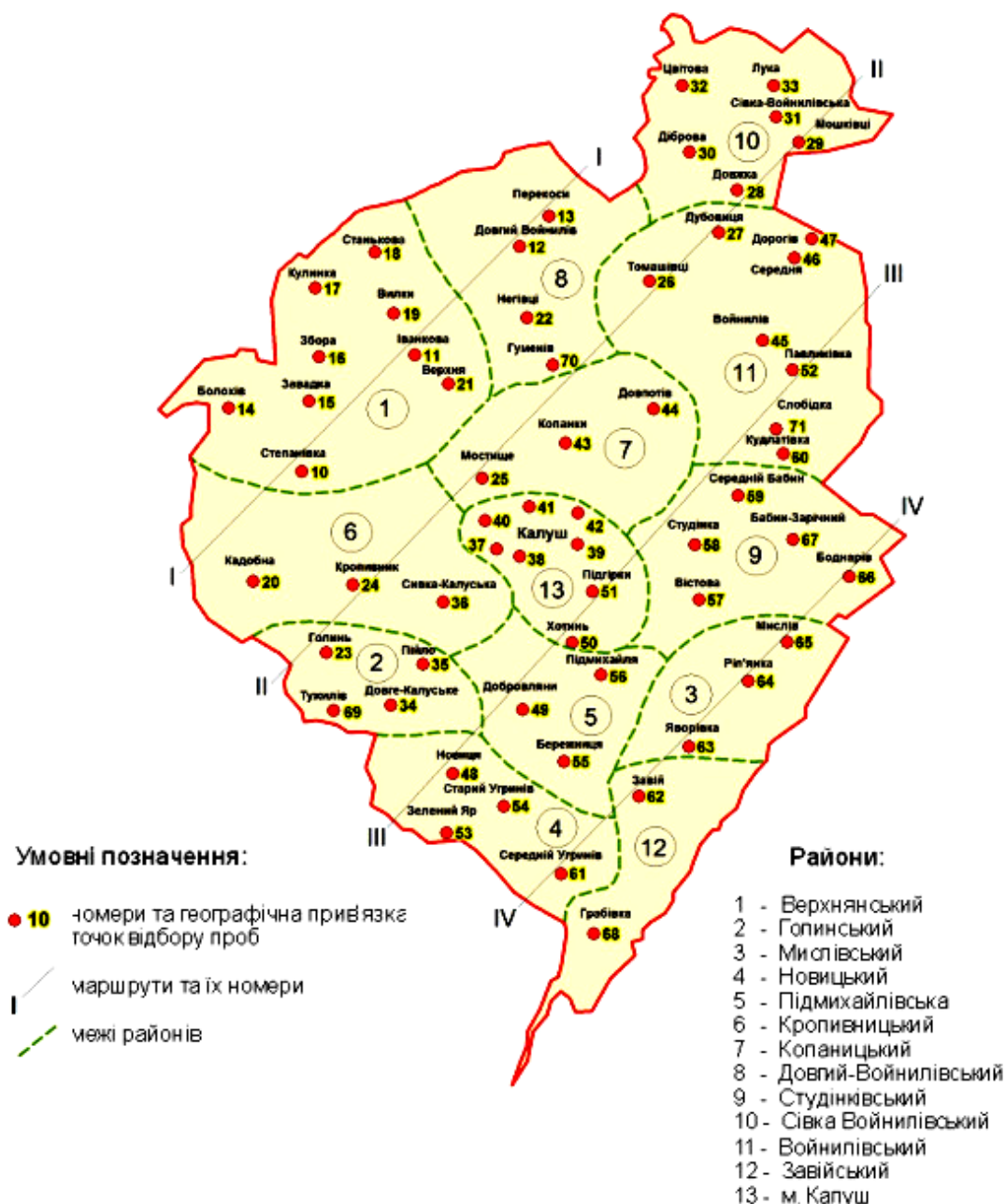


Рисунок 1 – Карта-схема екологічних полігонів та районів Калуського регіону

генної основи, кожні 5 см. Опробування проводилось по мережі зі густиною, яка відповідає масштабу досліджень 1:50000 згідно відстані від джерел забруднення, умов поверхневої і підземної міграції та характеру забруднення.

Атомно-адсорбційне визначення вмістів Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, Hg здійснювалось полуменим і електротермічним методами атомізації з використанням атомно-адсорбційних спектрофотометрів Сумського машинобудівного об'єднання, фірм Zeiss, Puc-Unikat у полуменивому варіанті повітря-ацетилен і N<sub>2</sub>O - ацетилен, а також приладу 3030В фірми Perkin-Elmer зі ртутно-гідридною приставкою МН8-20 і спектрофотометра 30302 тієї ж фірми з електротермічною атомізацією і зейманівською корекцією фону. Межі та похибки визначення елементів наведені у таблицях 1 і 2.

Для визначення елементів, окрім ртуті, в ґрунтах 1г зразка насипали у фарфоровий тигель, поміщали у муфельну пічку і озолували 2,5-3 години при t=450°C. Потім озолений матеріал переносили до скловуглецевих чашок і обробляли кислотами: HFF, HNO<sub>3</sub>, HClO<sub>4</sub>, HCl. Кінцевий розчин доводили 2,5% HCl до об'єму 25 мм. Для визначення Cd з використанням електротермічної атомізації пробу розбавляли 0,25% HNO<sub>3</sub> в 5 і більше разів.

Вмісти хімічних елементів у ґрунтових і поверхневих водах, як правило, дуже близькі до межі визначення. Тому з метою зниження похибки аналізу здійснювалось концентрування елементів у менший об'єм, для чого пробу води (200мл) випаровували у кварцевих чашках при повільному нагріванні до 1 мл. Потім обробляли 2 мл 2% розчину перегнаної азотної кислоти

**Таблиця 1 – Межі визначення хімічних елементів атомно-адсорбційним методом під час аналізу ґрунтів, донних відкладів і вод**

Елементи	Ґрунти, донні відклади, мг/кг	Води, мг/дм <sup>3</sup>
Hg	0,001	0,001
Cd	0,015	0,001
Pb	0,6	0,1
Ni	0,7	0,01
Cu	0,25	0,1
Zn	0,05	0,2
Cr	0,75	0,05

**Таблиця 2 – Відносна похибка атомно-адсорбційного аналізу**

Величина похибки, ± %	Відносна похибка		
	систематична	випадкова	випадкова середньоквадратична
0-5	Pb		
5-10			Ni, Sr, Cd, Cr
10-15	Zn, Cu, Sr	Sr	Zn, V
15-20	Ni	Zn, Pb	Cu, As
20-30		Cu, Ni	Pb

і доводили до об'єму 10 мл дисцильованою водою.

Атомно-адсорбційне визначення ртуті здійснювалось на ртутно-гідридній приставці MHS-20 до приладу 3030B фірми Perkin-Elmer методом «холодної пари» з використанням техніки амальгамації.

Достовірність атомно-адсорбційного аналізу оцінювалась за державними стандартними зразками, а також внутрішніми і зовнішніми контролюями. Аналіз тестових проб показав, що різниця між середніми вмістами за основним і контрольним визначенням значущі тільки для Ni (t- критерій Ст'юдента - 3,46). У решти елементів вона незначна (t=0,02-1,56). Систематичні та випадкові похибки не перевищують гранично-допустимих норм.

Рентгенофлюоресцентне визначення на AS виконувалось на рентгенівському з апараті ІРИС-3 з напівпровідниковим детектором. Аналізувались навіска вагою 36 мг у вигляді пігулки діаметром близько 6 мм. Межа визначення істотно залежить від вмісту Pb у зразку і складає близько 0,005 мг/кг при 40-хвилинному замірі.

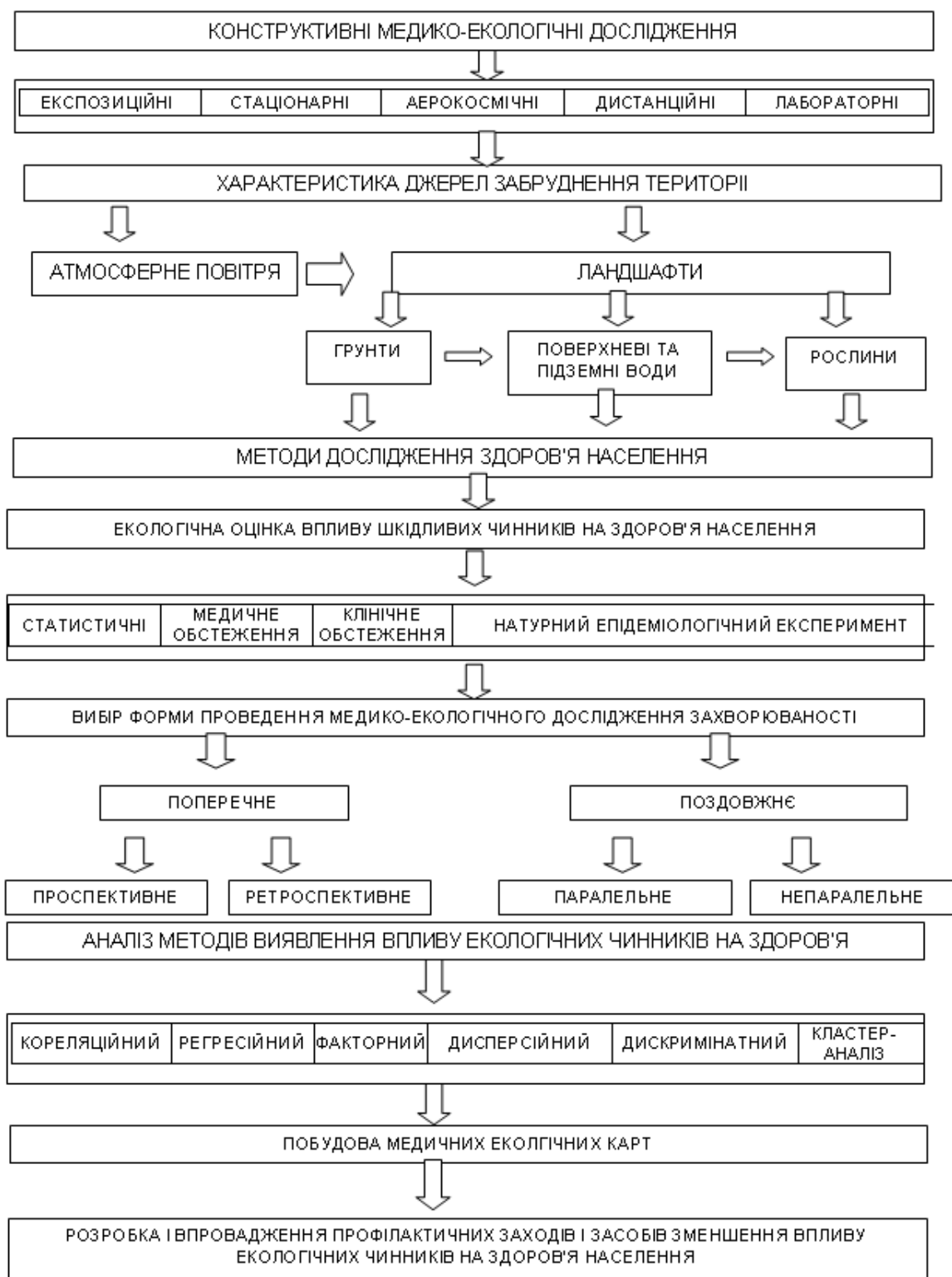
На жаль, ні атомно-адсорбційний, ні рентгенофлюоресцентний аналізи не завжди можуть виявляти не тільки валові, а й розчинні (рухомі) форми важких металів, що важливо для відстеження їх у рослинах. Адже навіть валові вмісти хімічних елементів дають можливість виявити їх природні фони та аномалії, за якими можна оцінювати ступінь забруднення ландшафтів та їх розподіл по площі досліджуваного району. А це і є основним завданням при екологічному аудиті територій.

Таким чином, основною методикою, яка використовувалась у дослідженнях, була концепція загальної оцінки впливу техногенних об'єктів на довкілля та конкретна методика

польових експедиційних досліджень, аналітичних робіт та комп'ютерної обробки отриманих даних. Що стосується загальних методів екологічної оцінки ситуації і станів, то наш внесок полягає у деталізації існуючої структури баз екологічної інформації та геоінформаційних систем і їх використання для еколого-аудиторської діяльності. Конкретні методи польових експедиційних досліджень ми описали в зв'язку з тим, що така інформація відсутня як у директивних документах, так і у відповідних інструкціях. Отже, цей напрям екологічних досліджень систематизований нами вперше і буде необхідним при оцінці площинних об'єктів або територій.

При вивченні впливу фізичних, хімічних, біологічних, психофізіологічних чинників зовнішнього та навколишнього середовища, соціально-економічних умов на організм людини, а також впливу фізіологічної, побутової та виробничої діяльності людей на навколишнє середовище використовується сукупність науково обґрунтованих методів та методик, тобто способів пізнання дійсності, явищ природи, її закономірностей і законів.

До загальнонаукових методів медико-екологічних досліджень належать емпіричні (спостереження, вимірювання, порівняння), а також емпірико-теоретичні (абстрагування, аналіз і синтез, індукція і дедукція, аналогія, моделювання), теоретичні (сходження від абстрактного до конкретного) прогнозування. Найбільш застосовуваним методом екологічних досліджень є антропо-екологічний моніторинг (лат. monitor – спостереження) – система спостережень за змінами процесів життєдіяльності людей у зв'язку з дією на них чинників довкілля, а також спостереження і оцінювання умов середовища, які негативно впливають на здоров'я населення, зумовлюють поширення захворювань.



**Рисунок 2 – Алгоритм медико-екологічної оцінки впливу шкідливих чинників на захворюваність населення**

Нами розроблено алгоритм (рис. 2) екологічної оцінки впливу чинників на захворюваність населення, з врахуванням принципової схеми гігієнічного дослідження, вивчення впливу чинників навколишнього середовища на показники здоров'я [7].

На першому етапі проводяться конструктивно-екологічне вивчення території шляхом

експедиційних, стаціонарних, аерокосмічних, дистанційних, лабораторних досліджень.

Відтак розглядаються джерела забруднення. Калуський промисловий регіон відноситься до проблемних районів, територія якого вирізняється найвищим рівнем природно-техногенної небезпеки. Розташування у межах міста потужних підприємств гірничо-видобувної та хі-

мічної промисловості та їх сировинної бази (родовища калійних солей), розташування контурів залягання газових родовищ не тільки впливає на природне середовище, але і погіршує життєві показники.

На наступному етапі проводиться гігієнічна оцінка впливу екологічних чинників на здоров'я населення та вибираються методи вивчення здоров'я населення, які можуть здійснюватися у формі так званих поперечних та поздовжніх досліджень.

Суть поперечного (одномоментного) дослідження полягає у спостереженні за впливом чинників навколишнього середовища на здоров'я населення у даний момент, без динамічного спостереження.

Поперечний метод може бути проспективним та ретроспективним.

У ході проспективного дослідження порівнюють дві групи людей. Перша – люди, що зазнають впливу екологічного чинника, друга – люди, що не зазнають такого впливу. При ретроспективному дослідженні порівнюють дві інші групи людей, а саме: хворих і здорових.

Суть поздовжнього методу дослідження полягає у проведенні тривалого динамічного спостереження за певним контингентом людей, і також буває двох видів: паралельні і непаралельні.

Тривалість проведення паралельного дослідження та період, протягом якого збирається необхідна інформація, збігаються, а при непаралельному дослідженні використовують архівні матеріали.

Кінцевою метою алгоритму екологічної оцінки впливу шкідливих чинників на захворюваність населення є встановлення між ними зв'язку.

Сучасні методи виявлення впливу екологічних чинників, які мають найбільший вплив на здоров'я населення, мають загальну методичну базу – територію ймовірності та математичну статистику.

Кореляційний аналіз дає змогу встановити напрямок, силу, ступінь та достовірність впливу екологічних чинників на рівень здоров'я населення. Силу зв'язків оцінюють за коефіцієнтом лінійної кореляції ( $r$ ):

– за значень  $r=0,01-0,29$  зв'язок вважається слабким;

– за значень  $r=0,30-0,69$  зв'язок середній (помірний);

– за значень  $r=0,70-0,99$  зв'язок сильний.

Ступінь впливу на рівень здоров'я людини кожного конкретного екологічного чинника визначають за спеціальною шкалою з урахуванням коефіцієнта детермінації (табл. 3), який вказує на питомий внесок кожного фактора, сумарне значення яких складає 100%.

Регресійний аналіз дає змогу створити рівняння регресії, яке можна використовувати як модель, що описує "поведінку" рівня здоров'я при змінах інтенсивності дії включених до неї факторів. Як правило, регресійний аналіз проводять одночасно з кореляційним. Такий аналіз має назву кореляційно-регресійний.

**Таблиця 3 – Оціночна шкала ступеня впливу екологічного чинника навколишнього середовища**

Коефіцієнт детермінації, %	Ступінь впливу чинника
менше 1	Дуже слабкий
1-4	Слабкий
5-9	Помірний
10-14	Сильний
більше 15	Дуже сильний

Факторний аналіз дозволяє проводити автоматичне групування чинників в однорідні групи.

Дисперсний аналіз визначає достовірність на ступінь впливу екологічних чинників на рівень здоров'я.

Дискримінантний аналіз дає змогу встановити достовірність відмінностей серед декількох груп населення одночасно за комплексом показників здоров'я.

І, нарешті, кластер-аналіз є різновидом багатofакторного аналізу, який дозволяє науково обґрунтувати розподіл по групах досліджуваних контингентів населення за рівнем їх здоров'я.

З метою визначення здоров'я слід урахувати наступні положення. Абсолютного здоров'я не існує – це загальнопатологічне (філософське) здоров'я населення. Загальнопатологічне здоров'я – інтервал, у межах якого кількісні коливання психофізичних процесів здатні утримувати живу систему на рівні функціонального оптимуму (оптимальна зона, у межах якої організм не виходить на патологічний рівень саморегуляції). Другим положенням є те, що індивідуальне та популяційне здоров'я неподільні. Популяційне здоров'я (тобто здоров'я групи людей, популяції населення) – це умовне статистичне поняття, яке досить повно характеризується комплексом демографічних показників, рівнем фізичного розвитку, захворюваністю та частотою преморбідних станів, інвалідністю певної групи населення. І, нарешті, визначення здоров'я населення неможливе без оцінки взаємодії індивіда та навколишнього середовища.

Взаємовплив навколишнього середовища і людини можна прогнозувати шляхом перевищення гранично допустимої концентрації (ГДК) забруднювача. Так, наприклад, якщо ми знаємо кратність перевищення ГДК забруднювачів у 1 раз, то зміни здоров'я відсутні; за 2-3 кратного перевищення спостерігаються зміни у стані здоров'я за деякими функціональними показниками; у 4-7 разів визначаються виражені фізіологічні зміни; у 8-10 разів – характерним є збільшення специфічної та неспецифічної захворюваності; у 100 разів реєструються гострі отруєння, а у 500 разів і більше – летальні отруєння. Цей метод простий, доступний, але недоліком є те, що він не дає уяви про пріоритетні забруднювачі.

**Висновки.** Методи медико-екологічних досліджень для визначення рівня захворюваності населення належить до загальнонаукових. До них відносяться методи емпіричного дослідження (спостереження, вимірювання, порівняння), а також емпірико-теоретичні (абстрагування, аналіз і синтез, індукція і дедукція, аналогія, моделювання). Згідно цих положень розроблено алгоритм оцінки впливу екологічних чинників на захворюваність населення.

### *Література*

1 Гуцуляк В.М. Історія розвитку та сучасний стан медико-географічних досліджень / В.М. Гуцуляк, К.П. Муха // Науковий вісник Чернівецького університету. Географія. – 2007. – Вип. 361. – С. 131-140.

2 Мельник А.В. Ландшафтний моніторинг / А.В. Мельник, Г.П. Міллер. – К: Львів, 1993. – 150 с.

3 Нейко Є.М. Медико-геоекологічний аналіз стану довкілля як інструмент оцінки та контролю здоров'я населення / Є.М.Нейко, Г.І.Рудько, Н.І.Смоляр. – Івано-Франківськ, Львів: ЕКОР, 2001. – 163 с.

4 Нейко Є.М. Результати моніторингу здоров'я населення м.Івано-Франківська у зв'язку з екологічними чинниками / Є.М. Нейко, З.Н. Митнець, Н.І. Ковальцов // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. – 2000. – № 37 (т. 10). – 128 с.

5 Волошин І.М. Ландшафтно-екологічні основи моніторингу / І.М. Волошин. – Львів: Простір, 1998. – 356 с.

6 Міщенко Л.В. Геоєкологічний аудит техногенного впливу на довкілля та здоров'я населення (на прикладі Покуття) / Л.В. Міщенко: автореф. дис. на здоб. наук. ступ. кандидата географ. наук. – Чернівці. – 2003. – 21 с.

7 Гончарук Е.Н. Изучение влияния фактором окружающей среды на здоровье населения: учебное пособие / Е.Н. Гончарук. – К: КМИ, 1989. – 369 с.

*Стаття надійшла до редакційної колегії  
20.03.12*

*Рекомендована до друку професором  
Я.М. Семчуком*