

# РОЗДІЛ VIII. ТЕХНОЛОГІЇ ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

УДК 681.518:338.24

**В.І. Зацерковний**, д-р техн. наук

Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна

**Ю.М. Лисецький**, канд. техн. наук

Інститут проблем математичних машин і систем, м. Київ, Україна

**Д.О. Сивик**, студентка

Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна

**С.В. Кривоберець**, викладач

Чернігівський національний технологічний університет, м. Чернігів, Україна

## ВИКОРИСТАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У САНІТАРНО-ГІГІЄНИЧНОМУ МОНІТОРИНГУ ТЕРИТОРІЙ (НА ПРИКЛАДІ ЧЕРНІГІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ)

**В.И. Зацерковный**, д-р техн. наук

Национальный авиационный университет, г. Киев, Украина

**Ю.М. Лисецкий**, канд. техн. наук

Институт проблем математических машин и систем, г. Киев, Украина

**Д.О. Сызык**, студентка

Национальный авиационный университет, г. Киев, Украина

**С.В. Кривоберец**, преподаватель

Черниговский национальный технологический университет, г. Чернигов, Украина

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ ТЕРРИТОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ ЧЕРНИГОВСКОЙ ОБЛАСТИ)

**Vitalii Zatserkovnyi**, Doctor of Technical Sciences

National Aviation University, Kyiv, Ukraine

**Yurii Lysetskyi**, PhD in Technical Sciences

Institute of Mathematical Machines and Systems Problems, Kyiv, Ukraine

**Daria Syvyk**, student

National Aviation University, Kyiv, Ukraine

**Serhii Kryvoberets**, teacher

Chernihiv National Technological University, Chernihiv, Ukraine

## THE USE OF GEOGRAPHIC INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE SANITARY-HYGIENIC MONITORING OF AREAS (ON THE EXAMPLE OF CHERNIHIV REGION)

*Проведено обґрунтування необхідності впровадження геоінформаційних технологій (ГІТ) у санітарно-гігієнічний моніторинг територій. Проаналізовано можливості використання геоінформаційних систем (ГІС) як одного з найбільш перспективних напрямків підвищення ефективності санітарно-гігієнічного моніторингу, які є інструментом для практичної реалізації нових підходів до моніторингу на основі просторового відображення об'єктів, що мають певні розміри та поширюваність у просторі. Розглянуто підходи щодо ведення бази даних ГІС у соціально-гігієнічному моніторингу.*

**Ключові слова:** територія, геоінформаційні системи (ГІС), геоінформаційні технології (ГІТ), санітарно-гігієнічний моніторинг.

*Проведено обоснование необходимости внедрения геоинформационных технологий (ГИТ) в санитарно-гигиенический мониторинг территорий. Проанализированы возможности использования геоинформационных систем (ГИС) как одного из наиболее перспективных направлений повышения эффективности санитарно-гигиенического мониторинга, которые являются инструментом для практической реализации новых подходов к мониторингу на основе пространственного отображения объектов, имеющих определенные размеры и распространенность в пространстве. Рассмотрены подходы по ведению базы данных ГИС в социально-гигиеническом мониторинге.*

**Ключевые слова:** территория, геоинформационные системы (ГИС), геоинформационные технологии (ГИТ), санитарно-гигиенический мониторинг.

*A rationale for the implementation of geographic information technologies (GIT) in hygienic monitoring areas. Possibilities of the use of geographic information systems (GIS) as one of the most promising ways of increasing the effectiveness*

*of hygienic monitoring, which is a tool for practical implementation of new approaches to monitoring using spatial mapping objects that have a certain size and propagation in space. The approaches regarding maintaining a database of GIS in socio-hygienic monitoring.*

**Key words:** *territory, geographic information systems (GIS), geographic information technology (GIT), sanitary-hygienic monitoring.*

**Постановка проблеми.** Найважливішим завданням розвитку суспільства є посилення уваги до здоров'я населення як головного фактора економічного зростання і забезпечення безпеки країни, виявлення чинників погіршення стану здоров'я населення і формування на цій основі комплексу заходів щодо забезпечення ефективного санітарно-гігієнічного моніторингу.

Дослідження останніх років у сфері екологічної епідеміології й аналізу ризику для здоров'я населення свідчать, що стан середовища проживання, разом із соціальними проблемами, є одним з найважливіших умов, які визначають стан здоров'я населення [1]. Україна щороку втрачає понад 700 тис. своїх громадян, причому 1/3 з них – люди працездатного віку (смертність населення в Україні становить 15,2 чол., а у країнах-членах Європейського Союзу – 6,7 на 1000 населення). Смертність чоловіків працездатного віку в Україні перевищує аналогічний показник навіть тих країн, де ВВП на душу населення значно нижчий. Смертність від серцево-судинних захворювань в Україні є однією з найвищих у світі та становить 66 % у структурі загальної смертності, а смертність від онкологічних захворювань – 13 %. Фактично ці два види захворювань визначають майже 80 % щорічних втрат населення країни.

Таким чином, актуальним завданням є забезпечення оперативного моніторингу за станом здоров'я населення, його оцінювання і прогнозування, встановлення впливу факторів навколишнього середовища на здоров'я населення, інвентаризації джерел впливу на здоров'я населення, наочного подання реальних результатів санітарно-гігієнічного моніторингу територій. Геоінформаційні системи (ГІС) володіють величезними потенційними можливостями в дослідженні як медичних, так і екологічних проблем. А у багатьох випадках встановлення причинно-наслідкових зв'язків між патологічними процесами і комплексом факторів навколишнього середовища без ГІС взагалі не можна визначити. Проте питання впровадження ГІС у санітарно-гігієнічний моніторинг до сьогодні залишається відкритим.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблемам моніторингу навколишнього середовища присвячені праці Ю. Израеля, І. Герасимова, Б. Виноградова [1], В. Федорова, М. Косих, В. Ковди, О. Лопатіна, О. Новікова, С. Савіна, В. Гридіна, В. Акорвецького, К. Кондратьєва, Н. Малащенко, Л. Кулешова, Ш. Литвака, Б. Кочурова, В. Родіонова, П. Поповича та багатьох інших.

**Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми.** Використання геоінформаційних технологій у санітарно-гігієнічному моніторингу територій зумовлено актуальною проблемою необхідності подальшого розвитку і вдосконалення сучасної системи соціально-гігієнічного моніторингу.

На сучасному етапі вирішення цієї проблеми засновано на формуванні ефективних інформаційно-аналітичних систем соціально-гігієнічного моніторингу із застосуванням ГІС як засобу підтримки прийняття рішень (ППР), що можуть забезпечити введення, маніпулювання й аналіз географічно визначених даних для ППР у системі соціально-гігієнічного моніторингу.

**Мета статті.** Головною метою цієї роботи є обґрунтування необхідності застосування геоінформаційних технологій (ГІТ) як ефективного засобу просторового аналізу впливу факторів навколишнього середовища на здоров'я населення регіону та їх візуалізації в санітарно-епідеміологічному моніторингу й створення єдиної системи розподіленої обробки даних, організації обласної ієрархічної системи збору, обробки, збере-

ження, аналізу і подання інформації про стан здоров'я і середовище проживання з використанням сучасних інформаційних технологій.

**Об'єктом дослідження** обрана Чернігівська область як один з типових аграрно-промислових регіонів України.

Вихідною базою для проведення дослідження слугували дані офіційної статистики регіональних статистичних, медико-профілактичних і природоохоронних установ.

**Виклад основного матеріалу.** У ст. 49 Конституції України зазначено, що «кожен громадянин має право на охорону здоров'я, медичну допомогу та медичне страхування». Охорона здоров'я забезпечується державним фінансуванням відповідних соціально-економічних, медико-санітарних і оздоровчо-профілактичних програм. Держава створює умови для ефективного і доступного для всіх громадян медичного обслуговування.

Згідно зі ст. 16 Конституції України, «збереження генофонду українського народу є обов'язком держави». Проте, як свідчать дані Державного комітету статистики України, Міністерства економіки України, Міністерства охорони здоров'я України та експертні оцінки, реальний стан охорони здоров'я дуже сильно відрізняється від задекларованого [2]:

- кількість абортів перевищила кількість народжень у 1,5 рази. На 1000 новонароджених припадає 136 абортів. 20 тис. абортів щорічно роблять українські дівчата-підлітки, із них 0,5 тис. ще не виповнилось 14 років. Щорічно аборти роблять 100 тис. жінок, які ще не народжували дітей, і для 320 із цих жінок це закінчується смертю;

- неухильно підвищується показник смертності новонароджених на одну тисячу народжених. Значна кількість новонароджених (0,0015 %) до одного року не доживає. Приблизно стільки ж осіб щорічно гине в дорожньо-транспортних пригодах на автошляхах України;

- високий показник материнської смертності;

- із числа жінок репродуктивного віку 2 млн не можуть народити дитину за станом здоров'я, і кожна п'ята подружня пара – безплідна. Понад 30 % вагітних жінок уражені анемією. Приблизно 1,9 млн із 2,4 млн молодих сімей мають намір обмежитися тільки однією дитиною;

- середній вік жінок становить близько 74, чоловіків – 63 років;

- за показником народжуваності на 1000 жителів Україна посідає передостаннє місце серед республік колишнього СРСР та країн Європи;

- показник кількості померлих перевищує показник кількості народжених. За смертністю населення Україна посідає друге місце серед країн Євразії;

- значно зменшилась кількість дітей, особливо у сільській місцевості: у кожному четвертому селі діти не народжуються, в 10 % сільських населених пунктів немає дітей до п'яти років, а в 1500 селах взагалі немає молоді у віці від 16 до 29 років. Для всієї Європи сумарний коефіцієнт народжуваності сьогодні дорівнює 1,5 дитини. А в Україні – 1,3. За розрахунками ж фахівців, якщо за певний час вікова структура населення стабілізується відповідно до сучасного режиму народжуваності, скажімо, однієї дитини на жінку, то кількість населення зменшуватиметься наполовину приблизно кожних 25–30 років;

- на медичному обліку знаходяться 319 тис. дітей з психоневрологічними захворюваннями, понад 1 млн дітей мають хвороби органів травлення, 345 тис. – крові та кровоносних органів, 284 тис. – ендокринної системи, 27 тис. – уражені дитячим церебральним паралічем;

- на початок 2026 р. кількість населення України становитиме близько 42 млн осіб. Значна частина населення буде фізично і психічно неповноцінною. Також за прогнозами на 2026 рік особи віком 60 років і більше становитимуть 25 %, а частка дітей знизиться до 15 %. У таблиці для порівняння наведені дані середньої тривалості життя і віку виходу на пенсію в Україні і деяких країнах ЄС.

## Середня тривалість життя і вік виходу на пенсію

Країна	Середня тривалість життя		Вік виходу на пенсію (загальний)	
	чоловіки	жінки	чоловіки	жінки
<b>Україна</b>	62,7	73,5	65	60
Німеччина	72	78	65	60
Велика Британія	72	79	65	60
Австрія	72	79	65	60
Угорщина	65	74	60	55
Польща	67	76	65	60
Франція	72	81	60	60
Швеція	80	83.7	65	65

За останні 15 років чисельність населення України скоротилася майже на 7 млн осіб (з 52,2 млн до 45,6 млн), що можна порівняти з населенням таких країн, як Данія, Грузія, Фінляндія, Норвегія [3].

За прогнозами, через 10 років кількість населення України становитиме 36–38 млн, і якщо така динаміка зберігатиметься, то через 50 років українців залишиться 8–12 млн. В Європі демографічна картина протилежна. Кількість населення країн Європейського Союзу постійно збільшується. Середня тривалість життя в Україні на 10–12 років менша, ніж у країнах Європейського Союзу. Серед 223 країн світу Україна займає 150-е місце за показником середньої тривалості життя. Така демографічна ситуація зумовлена високим рівнем захворюваності населення, де лідерами є серцево-судинні, онкологічні захворювання, цукровий діабет, хронічні респіраторні інфекції [3].

Негативні тенденції економіки, недостатній розвиток соціально-побутової сфери, суттєвий техногенний тиск на довкілля викликають погіршення показників здоров'я населення, що призводить до необхідності подальшого розвитку і вдосконалення системи соціально-гігієнічного моніторингу для зниження ризику для здоров'я населення. На сьогодні вирішення цієї проблеми засноване на розвитку методології оцінювання ризику для здоров'я, формуванні ефективних інформаційно-аналітичних систем соціально-гігієнічного моніторингу, а умови організації соціально-екологічного моніторингу в Україні вимагають впровадження нових підходів до інформаційних технологій та структур отримання, обробки і представлення даних про стан здоров'я і середовище життєдіяльності населення.

Для оцінювання будь-якої інформаційної технології повинен використовуватись комплекс критеріїв, який би забезпечував [4]:

- накопичення, систематизацію, обробку та аналіз великих об'ємів різноманітної територіально-розподіленої інформації на всіх рівнях моніторингу;
- використання загальноприйнятих форматів баз даних (БД);
- відкритість інформаційної системи, яка надавала б можливість інформаційної взаємодії із системами державних органів влади й управління, медичними та іншими організаціями;
- гнучкість, яка дозволила б здійснювати поетапне впровадження;
- наявність розвинених можливостей експорту й імпорту даних;
- використання розвинених і загальноприйнятих технічних платформ;
- економічну доцільність.

Перерахованим вимогам найбільш повно відповідають геоінформаційні системи, які є одним з найбільш наукомістких і перспективних засобів управління як на державному, так і на регіональному і місцевому рівнях. ГІС використовують у своїй основі високий ступінь формалізації, закономірно визначають високий ступінь виробничої дисципліни медичної діяльності під час проведення санітарно-гігієнічного моніторингу.

Серед ключових переваг ГІС, що описані у праці [4], виділяють зручне відображення просторових даних, інтеграцію даних усередині організацій і територій, обґрунтованість прийняття рішень, використання ГІС для створення карт. ГІС дозволяють інтегрувати дані інших інформаційних систем для аналізу об'єктів, створення математичних моделей різної складності. Саме цей принцип дозволяє інтегрувати медико-статистичні бази даних до ГІС. Значимість електронного картографування для цілей забезпечення санітарно-гігієнічного моніторингу (СГМ) населення полягає в можливостях ГІС забезпечити систематизацію інформації, накопичуваної в системі, виконувати диференційований аналіз гігієнічного стану території, прогнозування тенденцій, визначення найбільш небезпечних «гарячих» точок, розроблення адекватних та ефективних пріоритетних і перспективних заходів щодо покращення санітарно-епідеміологічного стану. Створення єдиної системи програмного забезпечення, що ґрунтується на геоінформаційних підходах, спрямоване на формування інформаційного фонду СГМ, уніфікації процесу отримання багатопланової інформації, інтегрального її опрацювання, стандартизації, встановленні зв'язку показників здоров'я і факторів навколишнього середовища, з наступним виділенням пріоритетних, проведенні гігієнічного ранжування територій, оздоровчих заходів.

ГІС покликані забезпечити можливості [5]:

- оперативного спостереження за рівнем санітарно-епідеміологічного стану населення, його оцінювання і прогнозування змін;
- встановлення впливу факторів середовища проживання на здоров'я населення;
- інвентаризації джерел впливу;
- прив'язування атрибутивних даних до конкретних просторових об'єктів;
- наочного подання базової й аналітичної інформації.

Екологічна напруженість (екологічний потенціал) території є результатом комплексного оцінювання природних факторів, що представляють територію як системний об'єкт щодо сформованих нерегламентованих господарських впливів. До показників екологічної напруженості можна віднести: геоморфологічні; літологічні, кріогенні, кліматичні характеристики, а також такі фактори техногенного впливу на екологічні системи, як урбанізація територій, розвиток транспортних комунікацій, розвиток гірничорудного виробництва, розвиток обробляючої промисловості високого класу шкідливості, інтенсивність застосування добрива в сільському господарстві, техногенні забруднення повітря і поверхневих вод [1].

При роботі з ГІС мінімальною адміністративною територіальною одиницею є населений пункт або адміністративний район. Саме до географічних координат цього пункту прив'язуються дані про екологічну напруженість території, медико-статистичні і соціально-демографічні показники. При цьому первинні дані про певну хворобу можуть бути подані абсолютними числами, а деякі демографічні показники інтерпретуватись на групу населених пунктів, адміністративний район або регіон. Фактори, що впливають на здоров'я населення, представлені на рис. 1.

Структура баз даних первинної інформації, що буде використовуватись у просторовому аналізі, повинна включати:

- інформацію про інфекційну захворюваність;
- демографічну інформацію досліджуваного району;
- інформацію про якість питної води;
- інформацію про якість атмосферного повітря;
- інформацію про стан ґрунтів;
- інформацію про стан води відкритих водоймищ;
- інформацію по джерелам електромагнітного випромінювання.

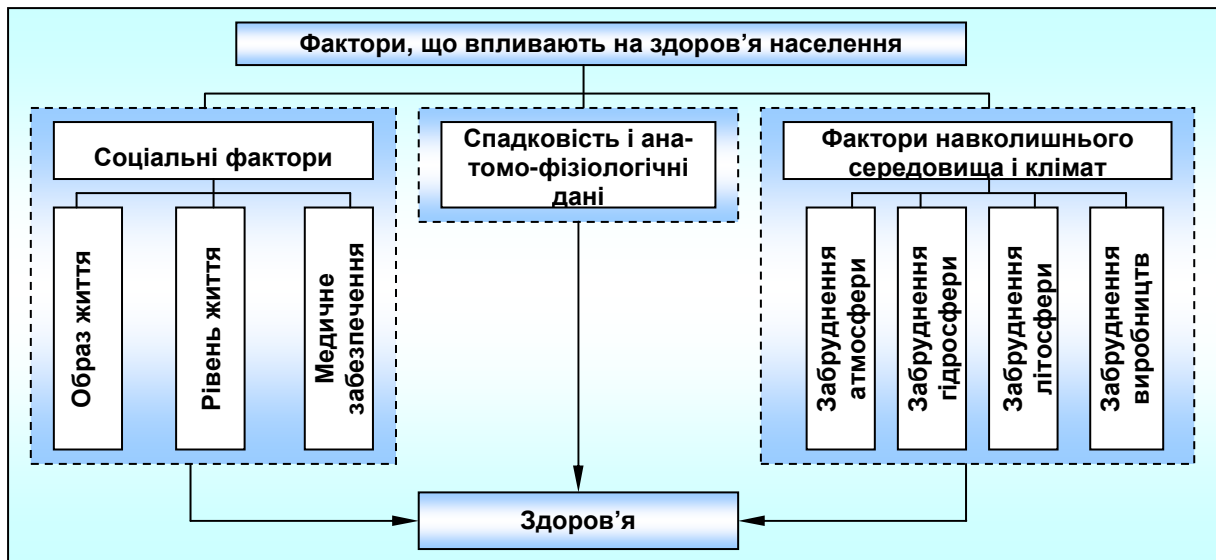


Рис. 1. Фактори, що впливають на здоров'я населення

Основні функції ГІС у системі соціально-гігієнічного моніторингу показані на рис. 2, а компоненти ГІС у системі санітарно-гігієнічного моніторингу представлені на рис. 3.

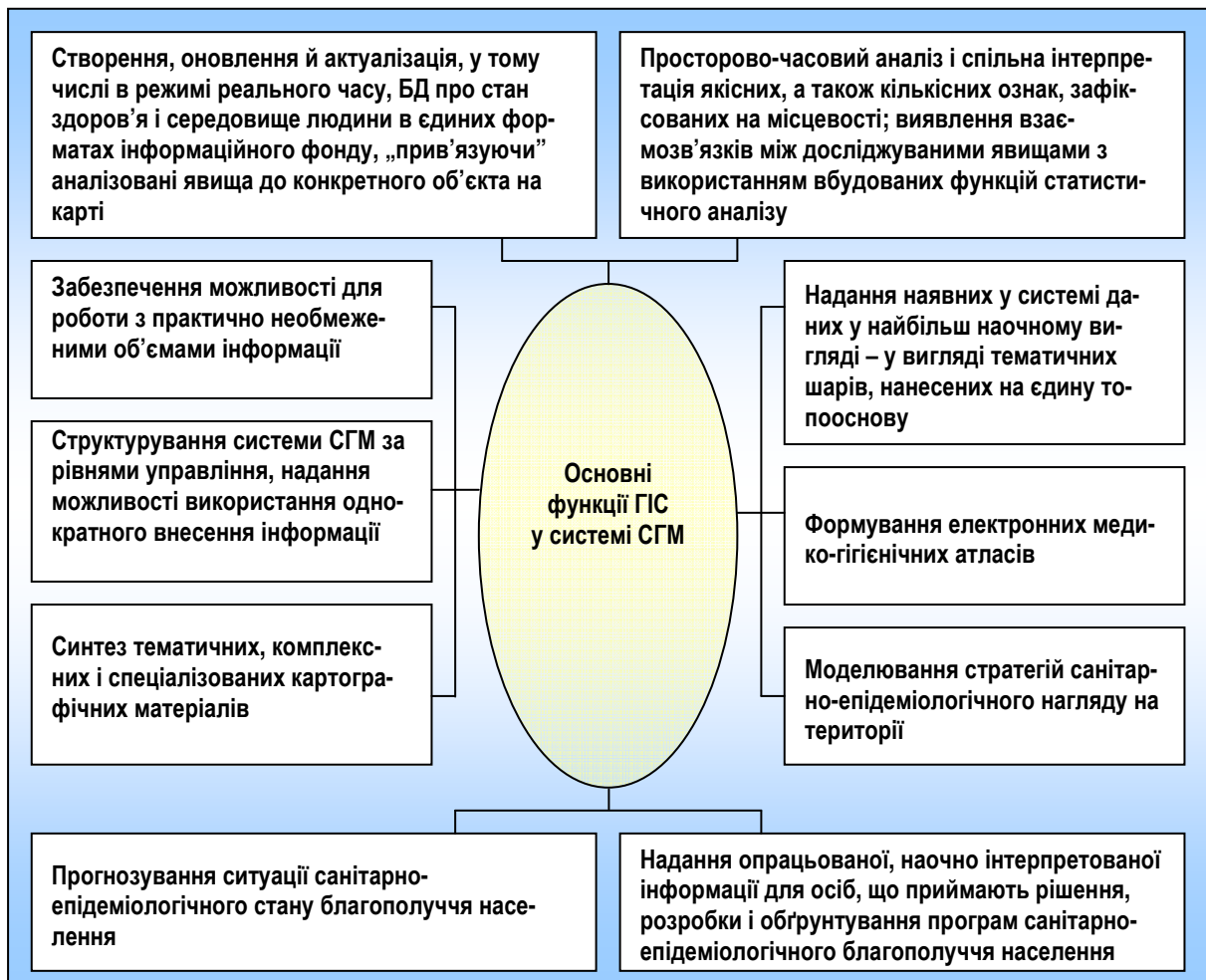


Рис. 2. Основні функції ГІС у соціально-гігієнічному моніторингу

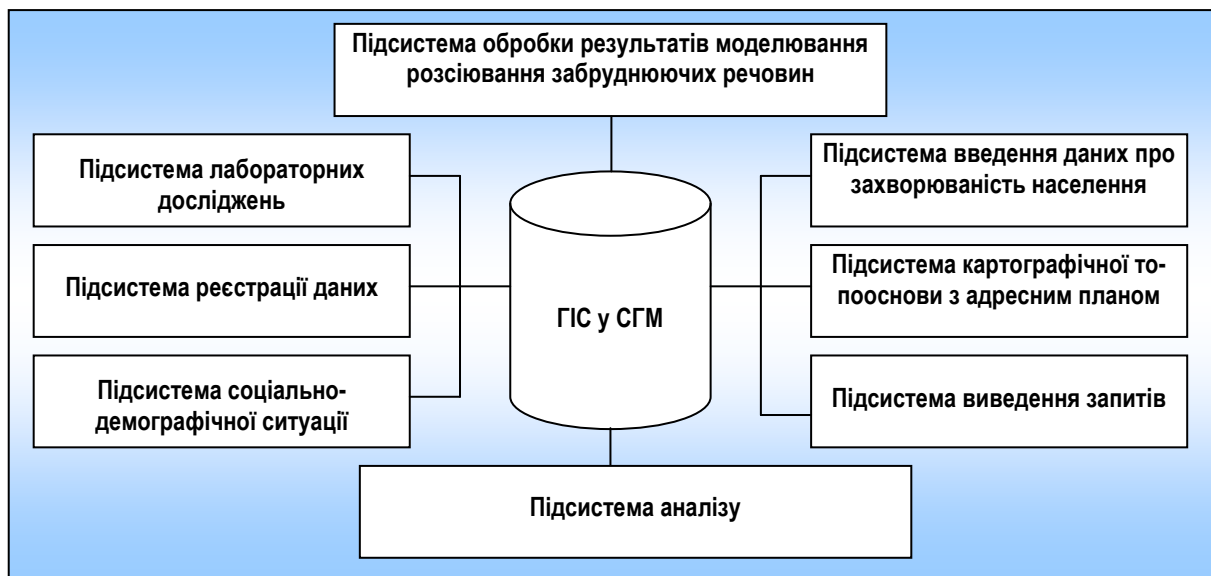


Рис. 3. Компоненти ГІС у санітарно-гігієнічному моніторингу

**Підсистема лабораторних досліджень** являє собою підсистему введення результатів лабораторних досліджень середовища мешкання населення.

**Підсистема реєстрації даних** повинна включати в себе характеристики точок відбору проб та нормативну документацію.

**Підсистема соціально-демографічної ситуації** повинна дозволяти автоматично конвертувати файли з табличними даними, які містять соціально-демографічну інформацію про кожного мешканця з вказівкою адреси.

**Підсистема введення даних про захворюваність населення** імітує талон амбулаторного хворого.

**Підсистема картографічної топооснови з адресним планом** являє собою цифровий картографічний матеріал певного населеного пункту області масштабу 1:10 000 з набором тематичних шарів.

**Підсистема виведення запитів** повинна забезпечити формування запитів за даними моніторингу атмосферного повітря, питної води, ґрунтів за будь-який період часу й у будь-якій точці населеного пункту.

**Підсистема обробки результатів моделювання розсіювання забруднюючих речовин** в атмосферному повітрі повинна забезпечувати формування векторних тематичних шарів.

**Підсистема аналізу** повинна аналізувати чисельність населення, підданого забрудненню; виконує оцінювання експозиції населення.

Як приклад, на рис. 4–9 представлено інтерпретацію деяких характеристик екологічної напруженості територій України, побудованих за допомогою ГІС.

Чернігівська область (рис. 10) – одна з найбільших на Україні. Площа – 31,9 тис. км<sup>2</sup> (5,3 % території країни), густота населення – 36 осіб/км<sup>2</sup>. Розташована на півночі України в поліській та лісостеповій зонах Придніпровської низовини. На заході і північному заході межує з Гомельською областю Білорусі, на півночі – з Брянською областю Росії, на сході – з Сумською, на півдні – з Полтавською, на південному заході – з Київською областями України. Середня висота над рівнем моря – 120 метрів, на північному сході – 200 метрів, на південному заході – 120–150 метрів. Має своєрідні природні ландшафти, досить поширені біологічні різновиди. Клімат помірно-континентальний. Середньорічна температура січня – -7°C (рис. 11), липня – +19°C (рис. 12). Середньорічна кількість опадів – 550–660 мм.



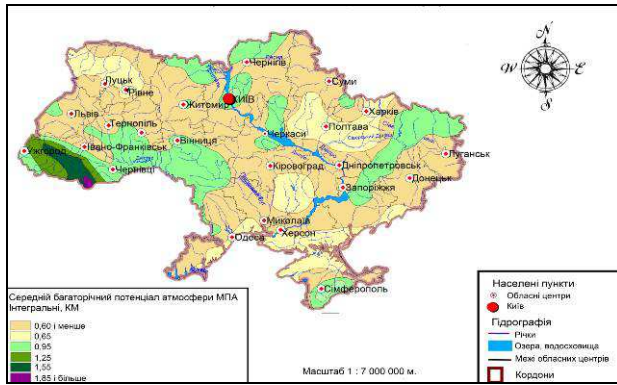


Рис. 4. Оцінка метеорологічного потенціалу України

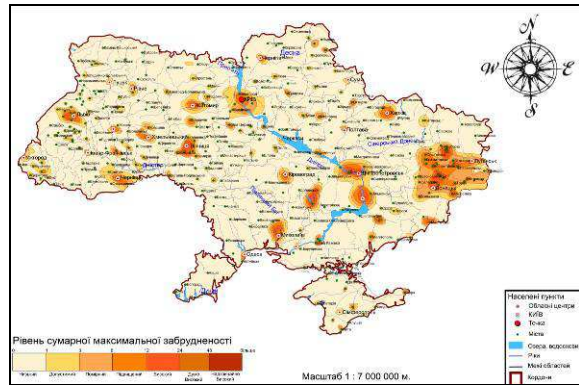


Рис. 5. Оцінка забруднення атмосферного повітря України

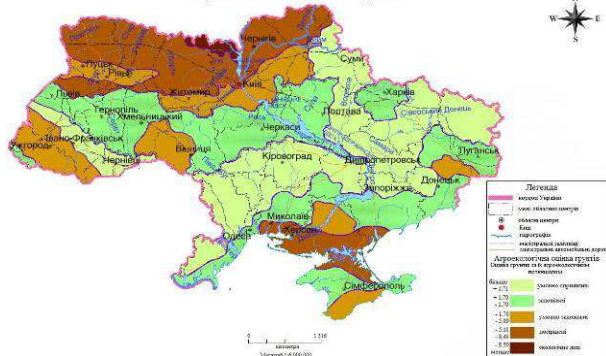


Рис. 6. Агроекологічна оцінка ґрунтів України

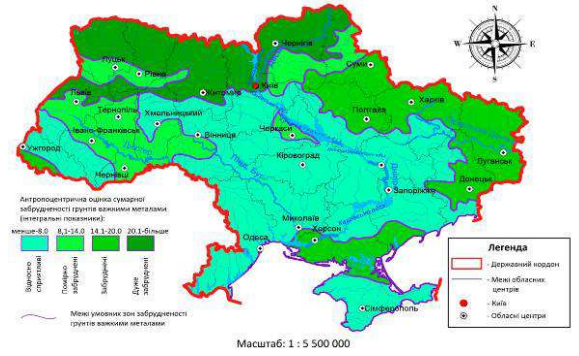


Рис. 7. Забрудненість ґрунтів важкими металами

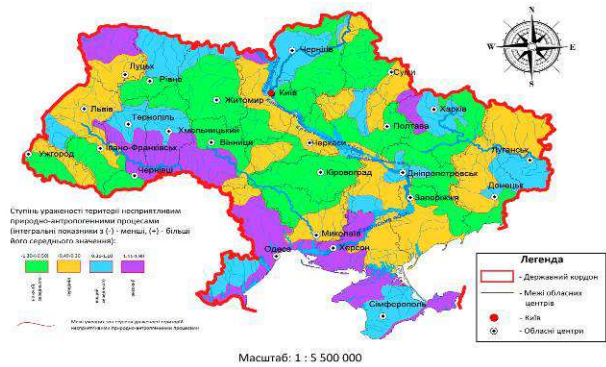


Рис. 8. Неприятливі антропогенні процеси

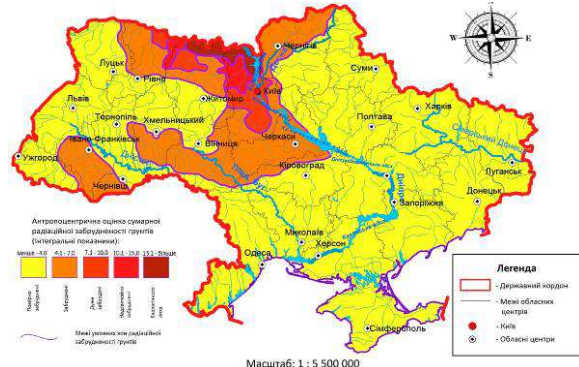


Рис. 9. Радіаційна забрудненість ґрунтів

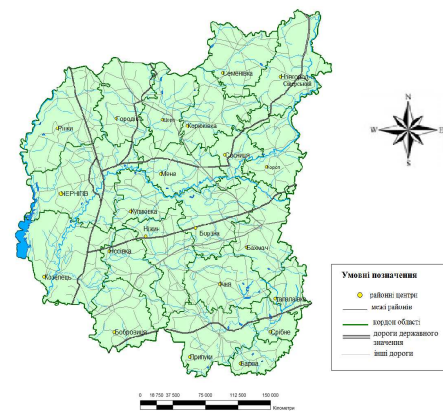


Рис. 10. Карта Чернівцівської області



Рис. 11. Розподіл середньомісячної температури в січні



Рис. 12. Розподіл середньомісячної температури в липні



ГІС у системі СГМ дає можливість отримати всю необхідну інформацію для вирішення таких завдань:

- оцінювання санітарно-гігієнічної ситуації в зоні проживання населення;
- вибір контингентів (діти, дорослі) з адресною прив'язкою до мікрорайону або освітнього закладу;
- кількісне оцінювання підданого хворобі, епідемії населення;
- відбір пріоритетних забруднювачів за факторами навколишнього середовища;
- створення прогнозних карт змін рівня захворюваності різними нозологіями у територіальному розрізі.

Необхідно відзначити, що просторовий аналіз відкриває нові можливості не тільки аналізу захворюваності, але й візуалізацію його результатів під час проведення нарад, конференцій різного рівня, у ході обґрунтування рішень, необхідності проведення програм профілактичної спрямованості. Разом з тим геоінформаційні технології можуть бути використані з метою оперативного і ретроспективного епідеміологічного аналізу та моніторингу.

Результати моніторингу поширеності хвороб населення представлені на рис. 13. результати моніторингу приросту населення в Чернігівській області за даними [6] представлені на рис. 14.

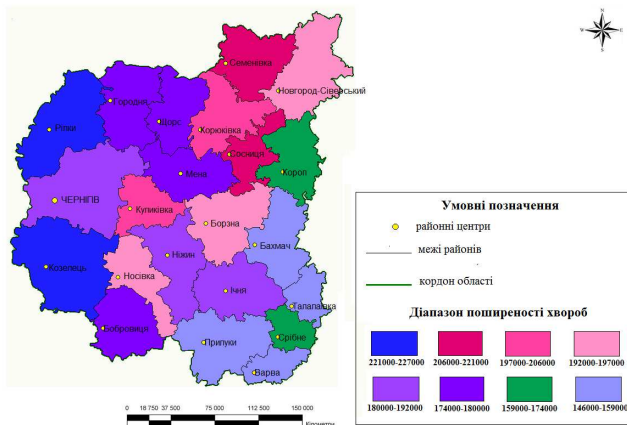


Рис. 13. Поширеність хвороб населення Чернігівської області на 100 тис. чол.

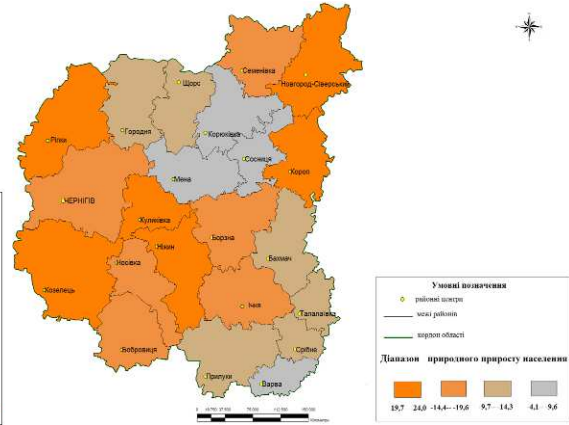


Рис. 14. Картосхема приросту населення в Чернігівській області на 100 тис. чол.

На рис. 15 представлена динаміка змін приросту населення в Чернігівській області за даними [6].

**Висновки і пропозиції.** Основним призначенням ГІС у системі санітарно-гігієнічного моніторингу є:

- забезпечення цілісності опису середовища проживання людини на єдиній просторовій основі, яка відкриває можливість комплексного оцінювання стану здоров'я населення, встановлення факторів, що негативно впливають на людину, і прогнозування стану здоров'я населення та середовища проживання населення;
- визначення причинно-наслідкових зв'язків між станом здоров'я населення і впливом факторів середовища проживання людини;
- формування єдиного інформаційного фонду;
- розроблення оперативних пропозицій щодо ведення моніторингу для прийняття рішень органами виконавчої влади й органами місцевого самоврядування;
- надання необхідної картографічної інформації тематичного і багатоцільового призначення в традиційному, цифровому або електронному вигляді;
- забезпечення інтеграції і використання в системі зовнішніх баз даних.

## Динаміка природного приросту населення

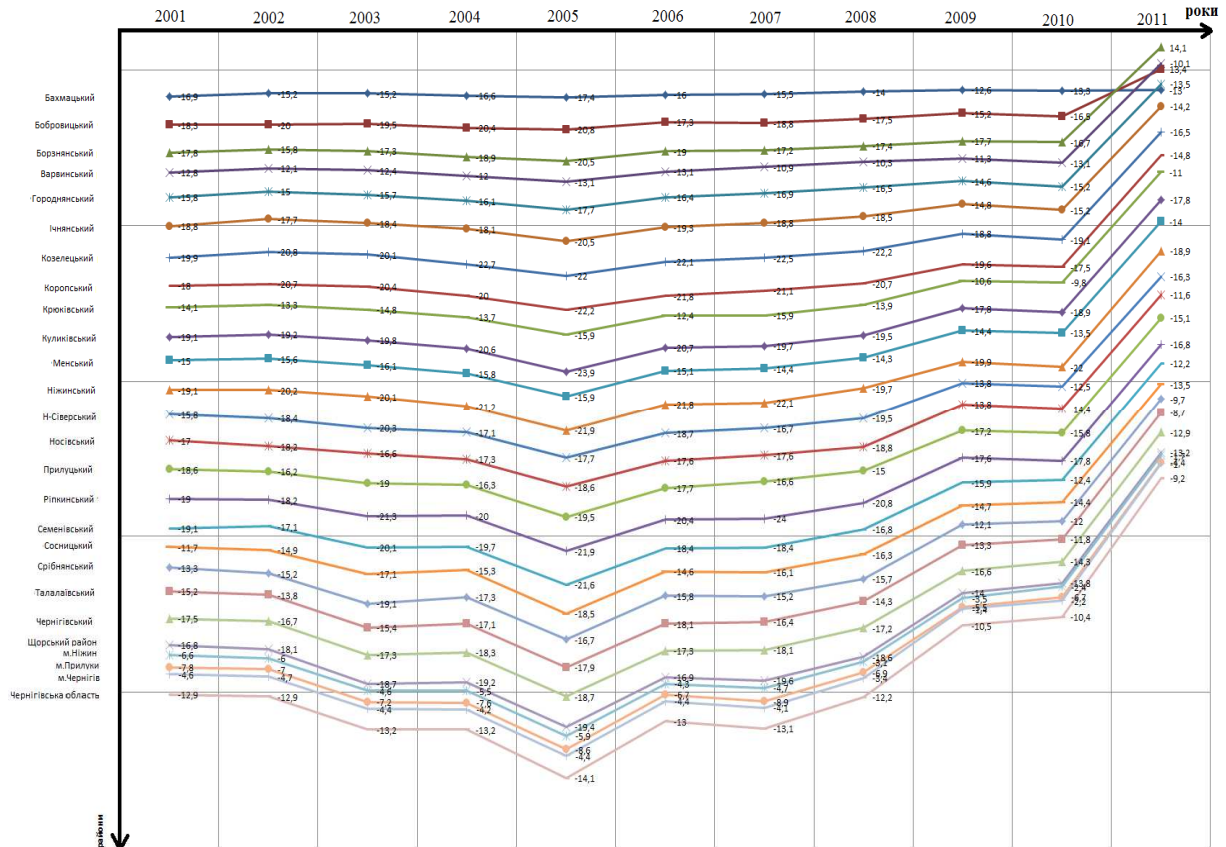


Рис. 15. Динаміка змін приросту населення в Чернігівській області

Джерело: за даними [6].

Результати аналізу, проведеного за допомогою ГІС, можуть використовуватись спеціалістами для розроблення організаційних, санітарно-гігієнічних, протиепідеміологічних та профілактичних заходів.

### Список використаних джерел

1. *Виноградов Б. В.* Основы ландшафтной экологии / Б. В. Виноградов. – М. : ГЕОС, 1998. – 418 с.
2. *Стратегія формування здоров'я населення: європейський підхід до українських реалій* [Електронний ресурс] // Український медичний часопис. – Режим доступу : <http://www.umj.com.ua/article/24046/strategiya-formuvannya-zdorov-ya-naselennya-yevropejskij-pidxid-do-ukrainskix-realij>.
3. Режим доступу : <http://uadocs.exdat.com/docs/index-388466.html>.
4. *Бурачек В. Г.* Основы геоинформационных систем : монографія / В. Г. Бурачек, О. О. Железняк, В. І. Зацерковний. – Ніжин : Аспект-Поліграф, 2011. – 512 с.
5. *Бурачек В. Г.* Геоінформаційний аналіз просторових даних : монографія / В. Г. Бурачек, О. О. Железняк, В. І. Зацерковний. – Ніжин : Аспект-Поліграф, 2011. – 440 с.
6. *Аналіз еколого-гігієнічної та санітарно-епідемічної ситуації в Чернігівській області за 2012 рік та прогноз на 2013 рік* / заг. ред. М. П. Донець ; Департамент держ. санітарно-епідеміологічного нагляду, Чернігівська обласна санітарно-епідеміологічна станція. – Чернігів : РВК «Деснянська правда», 2013. – 178 с.: рис., табл.

