

В. І. Зацерковний *д.т.н., доцент,*

Д. О. Сивик,

О. А. Бабич,

М. В. Собчук

Національний авіаційний університет,
пр. Космонавта Комарова, 1, 03058, м. Київ, Україна

ГЕОІНФОРМАЦІЙНА ПІДТРИМКА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У СИСТЕМІ САНІТАРНО-ГІГІЄНИЧНОГО МОНІТОРИНГУ

Аналіз демографічних показників і захворюваності населення України наразі свідчить про низьку ефективність запланованих заходів. Актуальною науково-практичною проблемою є створення ефективного санітарно-гігієнічного моніторингу за станом здоров'я населення як головного чинника економічного зростання і гарантування безпеки країни, його оцінювання і прогнозування, встановлення впливу факторів навколишнього природного середовища на здоров'я населення.

Ключові слова: геоінформаційні технології, санітарно-гігієнічний моніторинг, демографічні показники, аналіз, оцінка, прогноз, санітарно-епідеміологічне благополуччя.

Вступ. Сучасний екологічний стан в Україні є вкрай несприятливим. Хімічні компоненти відходів виробництва в промисловості, засобів хімічного захисту рослин і пестицидів у сільському господарстві, зростаючі викиди забруднюючих речовин в атмосферу промислових підприємств і транспорту, зростання кількості сміттєзвалищ призводять до змін в атмосфері, ґрунтах, воді. Ці зміни стосуються і біосфери, особливо тих її складових, які пов'язані з антропогенною діяльністю людини. Високе антропологічне і техногенне навантаження територій в поєднанні з несприятливою соціально-економічною ситуацією в Україні створює реальну загрозу значного поширення екологічно залежних захворювань, особливо у великих і урбанізованих регіонах.

Серед низки проблем, що стоять перед українським суспільством, надзвичайно актуальною проблемою є збереження населення. Україна щороку втрачає понад 700 тис. своїх громадян, причому 1/3 з них – люди працездатного віку (смертність населення в Україні становить 15,2 осіб, а в 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 й становить 66 % у структурі загальної смертності, а смертність від онколо-

гічних захворювань – 13 %. Фактично ці два види захворювань визначають майже 80 % щорічних втрат населення країни.

Формування здорової, впевненої в своєму майбутньому української нації, збереження і зміцнення її здоров'я є найважливішим завданням української держави. Українському народу в непростих економічних умовах належить вирішувати складні демографічні проблеми, добиватися підвищення якості життя громадян, збільшення його тривалості.

Актуальність проблеми. Аналіз демографічних показників і захворюваності населення України наразі свідчить про низьку ефективність запланованих заходів. Використовувана для спостереження за суспільним здоров'ям традиційна система санітарно-гігієнічного моніторингу (СГМ) має багато недоліків і обмежень: дає неповну, недостатньо точну і надійну інформацію, володіє малою гнучкістю, слабкою здатністю диференціації оцінюваних об'єктів і явищ за якісними і кількісними ознаками. Ці системи не дають можливості особам, що приймають рішення, обґрунтувати планування і управління на точних і систематизованих оцінках, не дозволяють досягти детальної та змістовної інтерпретації даних [1].

Таким чином, актуальною науково-практичною проблемою є створення ефективного СГМ за станом здоров'я населення як головного чинника економічного зростання і гарантування безпеки країни, його оцінюван-

ня і прогнозування, встановлення впливу факторів навколишнього природного середовища (НПС) на здоров'я населення, інвентаризації джерел негативного впливу на здоров'я населення, наочного подання реальних результатів СГМ територій, що дозволить оперативно реагувати на зміни загального стану здоров'я, прояв різноманітних інфекцій, значно знизити захворюваність населення.

Виклад основного матеріалу. Соціально-гігієнічний моніторинг – державна система спостереження, оцінювання і прогнозування змін стану здоров'я населення, що відбуваються під впливом несприятливих факторів середовища проживання людини і умов її життєдіяльності, визначення причинно-наслідкових зв'язків між станом здоров'я населення і впливом факторів середовища проживання людини.

СГМ здійснюється на державному, регіональному і місцевому рівнях з метою забезпечення санітарно-епідеміологічного благополуччя населення на підставі розроблених і затверджених у встановленому порядку нормативних правових актів, у тому числі санітарних правил, а також методичних матеріалів. Структура діючої державної санітарно-епідеміологічної служби зображена на рис. 1.



Рис. 1. Структура діючої державної санітарно-епідеміологічної служби України

Ефективна державна соціально-економічна політика можлива тільки за умови створення системи управління здоров'ям населення і факторами, що його формують, визнання необхідності зміцнення здоров'я населення як головного фактора економічного зростання і гарантування національної безпеки країни.

Найбільший внесок у формування здоров'я робить група факторів, об'єднаних терміном «соціальне середовище», що включає соціально-економічний статус і особливості менталітету та поведінки. Так, на частку спо-

субу життя, на думку фахівців ВООЗ, припадає близько 50 %, на фактори навколишнього середовища – 20 %, на генетику – 15-20 % і на охорону здоров'я – 10-15 % [2].

До групи факторів, що визначаються як «навколишнє середовище», відносять якість об'єктів середовища проживання та їх достатність для задоволення фізіологічних потреб організму. Це атмосферне повітря, питна вода, виробниче середовище, повітря закритих приміщень, у тому числі житла, і фізичні фактори (вібрація, шум, метеофактори, мікроклімат, електромагнітне, іонізуюче випромінювання тощо).

Стан медичної допомоги населенню також відіграє немаловажну роль у формуванні здоров'я.

Для комплексного впливу на медико-екологічні фактори з метою забезпечення медико-демографічних, санітарно-гігієнічних аспектів розвитку суспільства необхідна система управління здоров'ям населення (рис. 2).

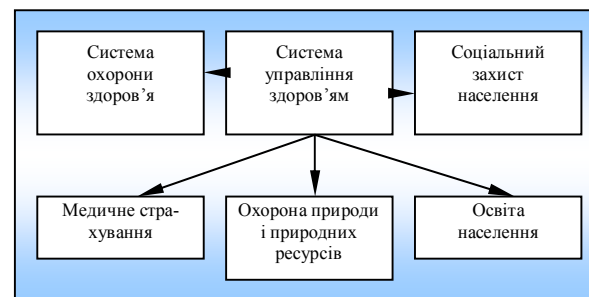


Рис. 2. Система управління здоров'ям населення

У зв'язку зі зміною суспільно-економічної формації перед системою управління здоров'ям висуваються нові завдання з формування соціальної, медико-демографічної політики, що вимагають реформування існуючих структур з метою оптимізації їх діяльності.

Основним механізмом у виконанні цього завдання є система СГМ, яка є державною системою спостереження, аналізу, оцінювання та прогнозування стану здоров'я населення і середовища проживання, а також інструментом встановлення причинно-наслідкових зв'язків між здоров'ям і факторами навколишнього середовища.

Широке впровадження інформаційних технологій є єдиним шляхом реформування вітчизняної охорони здоров'я, що дозволяє за порівняно короткий термін і в умовах обмеженого фінансування досягти підвищення

ефективності використання коштів, які виділяються на вирішення завдань медико-біологічного моніторингу, підвищення якості лікування, зниження ризику поширення інфекційних захворювань, збільшення тривалості життя населення [3].

Моніторинг здоров'я населення – це система оперативного відстеження стану динаміки зміни здоров'я населення, яка передбачає механізм одержання різномірної інформації для поглибленого оцінювання і прогнозування здоров'я населення за різні часові інтервали.

Метою створення комп'ютерного моніторингу здоров'я населення є організація на базі комп'ютерних технологій державної міжгалузевої та ієрархічної системи збору, обробки, збереження і видачі інформації, яка забезпечує оцінювання суспільного здоров'я й інформаційну підтримку прийняття рішень, спрямованих на його покращення [4].

Основні функції комп'ютерного моніторингу здоров'я населення:

- обробка статистичної інформації про чисельність і склад населення, народжуваність, смертність, захворюваність, інвалідність, а також результатів вибіркового дослідження за медико-демографічною проблематикою;

- надання користувачам різних рівнів інформації відповідно до їх компетенції та комплексу розв'язуваних задач;

- видача рекомендацій абонентам системи СГМ з питань організації збору і аналітичної обробки інформації;

- забезпечення впливу задач прийняття рішень на причини спостережуваних закономірностей;

- забезпечення моделювання наслідків схвалюваних рішень з урахуванням багато-профільного аналізу.

Основні методологічні вимоги до інформаційної бази:

- відповідність інформації запитам споживачів та її досяжність;

- своєчасність збору і переробки інформації; лаконічність інформації і доступний характер її сприйняття.

Моніторинг здоров'я повинен включати такі компоненти:

1. Державну статистику і звітність з питань здоров'я.

2. Результати вибіркового обстеження здоров'я населення окремих територій, професійних, вікових та інших груп.

3. Моделі суспільного і групового здоров'я, що використовують різні методи пред-

ставлення даних і забезпечують підтримку прийняття рішень.

Інформаційні технології слугують, переліком, меті економії ресурсів шляхом пошуку і подальшого використання інформації для підвищення ефективності людської діяльності.

Сьогодні дослідження з проблем моніторингу ведуться в багатьох галузях різними організаціями і на різних рівнях, у тому числі й на державному. Однак інформація по цих дослідженнях характеризується високою розсіяністю. Величезні обсяги інформації, дані багаторічних спостережень, новітні розробки розкидані по різних інформаційних базах або навіть знаходяться на паперових носіях в архівах, що не тільки ускладнює їх пошук і використання, але й викликає сумніви в достовірності даних і не дає можливості ефективного використання коштів, що виділяються на екологію з бюджету, зарубіжних фондів або комерційними структурами.

Іншим важливим моментом, який обумовлює застосування необхідних новітніх інформаційних технологій, є необхідність проведення постійного моніторингу у зв'язку з погіршенням екологічної ситуації. Завдяки автоматизованим моніторинговим системам контроль за природоохоронною діяльністю, екологією, станом здоров'я населення, використанням ресурсів стає більш ефективним, оскільки постійне спостереження дозволяє не тільки стежити за правильністю виконання законодавчих актів, але й вносити до них поправки відповідно до фактичних умов реального стану в країні.

У сучасних умовах адміністративної реформи організація СГМ на території України вимагає принципово нового підходу до структур виробництва, переробки і подання даних про стан здоров'я населення і середовище його проживання. Для оцінювання придатності тієї чи іншої інформаційної технології повинен використовуватися комплекс критеріїв, що включає:

- можливість накопичення, систематизації, обробки і аналізу великих обсягів різномірної територіально-розподіленої інформації на всіх рівнях управління;

- використання загальноприйнятих форматів баз даних (БД);

- гнучкість, яка б дозволяла здійснювати поетапне впровадження;

- наявність розвинених можливостей експорту та імпорту даних;

- застосування розвинених і загально-визнаних технічних платформ;
- економічну доцільність.
- інтеграцію БД з адресною системою просторового об'єкта;
- можливість пошуку атрибутивної інформації за відомою адресою;
- просторову візуалізацію даних;
- побудову математичних моделей змін різних показників;
- аналіз різномірної інформації з урахуванням потрібних критеріїв і наявних топологічних моделей територій.

Найбільш повно цим вимогам відповідають геоінформаційні системи (ГІС), які на сьогодні є одним із найбільш наукомістких і перспективних засобів управління як на державному, так і на регіональному й муніципальному рівнях.

ГІС – це апаратно-програмний комплекс, який забезпечує збір, обробку, відображення й поширення просторово-координованих даних, інтеграцію даних і знань про території для їх ефективного використання при розв'язуванні наукових і практичних завдань, пов'язаних з інвентаризацією, аналізом.

Значимість електронного картографування для цілей забезпечення санітарно-епідеміологічного благополуччя населення полягає в можливостях ГІС забезпечити систематизацію інформації, накопиченої в системі, виконати диференційований аналіз гігієнічного стану території, прогнозування тенденцій, визначення найбільш загрозливих «гарячих» точок, розробку адекватних і ефективних пріоритетних і перспективних заходів з покращення санітарно-епідеміологічної ситуації.

ГІС допомагає знайти відповідь на більшість питань, що цікавлять фахівців і пересічних громадян, наприклад, при необхідності знайти об'єкт з відомими характеристиками:

- інформація (об'єкт) відображується на карті (чисельність населення; показники здоров'я населення; дані забруднення атмосферного повітря, питної води систем централізованого господарсько-питного водопостачання, ґрунтів тощо);
 - координати об'єкта (X і Y – координати точки, градуси, минути, секунди);
- знайти відповіді на більш складні питання, наприклад:
- в якому напрямку поширюється забруднення;
 - які об'єкти попадуть в зону забруднення;

- де мешкають хворі з певною хворобою;
- який взаємозв'язок захворюваності раком і поширенням канцерогенів у атмосфері тощо.

Створення інформаційної системи на базі ГІС спрямоване на формування інформаційного фонду СГМ, уніфікації процесу одержання багатопланової інформації тощо.

В результаті аналізу інформації, підготовленої засобами ГІС, виявляються неясні ситуації та їх причини, прогнозуються можливі зміни показників. Таким чином, ГІС є актуальним і перспективним інструментом підвищення ефективності СГМ.

Основними функціями ГІС у системі СГМ є такі:

- створення, оновлення і актуалізація, в тому числі в режимі реального часу, баз даних про стан здоров'я і середовище проживання людини в єдиних форматах інформаційного фонду, «прив'язуючи» аналізовані явища до конкретної точки (об'єкта) на карті;
 - забезпечення можливості для роботи з практично необмеженими обсягами інформації;
 - структурування системи СГМ за рівнями управління, надання можливості використання внесеної один раз інформації на всіх рівнях управління;
 - просторово-часовий аналіз і спільна інтерпретація якісних, а також кількісних ознак, зафіксованих на певній місцевості; виявлення взаємозв'язків між досліджуваними явищами з використанням убудованих функцій статистичного аналізу;
 - синтез тематичних, комплексних і спеціалізованих картографічних матеріалів;
 - подання наявних у системі даних в найбільш наочному вигляді – як інформаційних шарів, нанесених на єдину топооснову; формування електронних медико-гігієнічних атласів територій;
 - моделювання стратегій санітарно-епідеміологічного нагляду на території;
 - прогнозування стану санепідблагополуччя населення.
- Сучасні концепції управління територіями (складними розподіленими системами), підсистемою якої є ГІС СГМ, ґрунтуються на людино-машинній організації процесів управління, в якій роль прийняття рішень відводиться людині, а машина (комп'ютерна система) забезпечує інформаційну підтримку

етапів вироблення і генерації альтернативних варіантів рішень. Наприклад, функції ГІС як системи підтримки прийняття рішень (СППР) можна зобразити наступним чином (рис. 3).

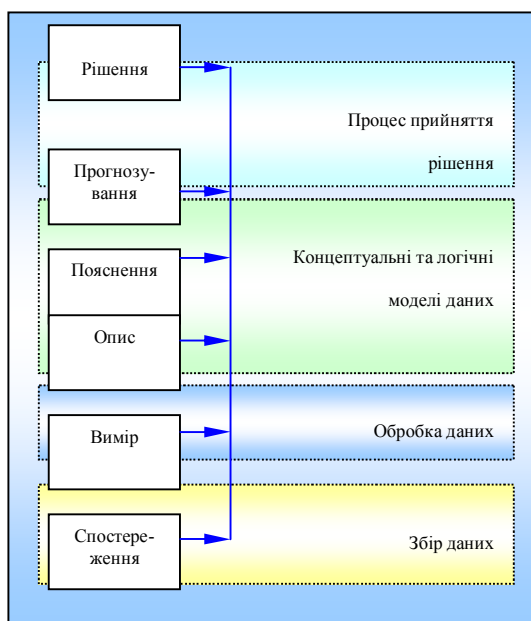


Рис. 3. Функції ГІС як СППР

Однак треба зауважити, що ГІС – це засіб підвищення ефективності прийняття рішення, а не інструмент його видачі. Тому при вирішенні складних управлінських задач постає проблема розподілення повноважень та сумісного функціонування ГІС і безпосередньо програмного забезпечення, яке реалізує систему підтримки прийняття рішення (СППР) відповідних посадових осіб.

Задачею прийняття рішень називають кортеж: $\langle T, A, K, X, F, G, D \rangle$,

де T – постановка задачі (наприклад, синтезувати і вибрати найкращий варіант системи в значенні її функціональних властивостей; виявити найінформативніші параметри функціонування системи для оптимального управління);

A – безліч допустимих альтернатив для реалізації певних функцій або функціональних властивостей системи;

K – безліч критеріїв вибору (множина може включати один (скалярний) критерій або може містити декілька критеріїв (векторний критерій)). Відповідно до цього задачі прийняття рішень поділяють на задачі зі скалярним критерієм і задачі з векторним критерієм, або багатокритеріальні задачі;

X – безліч методів вимірювання переваг альтернатив (використання номінальної –

класифікаційної шкали; використання рангової шкали; використання кількісної шкали);

F – відображення безлічі допустимих альтернатив, що реалізують функції, в безліч критеріальних оцінок. Відображення A в K може бути детермінованим; імовірним; невизначеним. Відповідно до цього задачі поділяють на задачі в умовах визначеності, в умовах ризику, в умовах невизначеності;

G – система переваг вирішального елемента (ОПР) (формування переваг однією особою або колективом). Відповідно до цього розрізняють: задачі індивідуального і задачі колективного прийняття рішень;

D – вирішальне правило, що відображає систему переваг вирішального елемента. Відповідно до різних варіантів відображень A в K розрізняють такі класи задач прийняття рішень.

Основні цілі розробки ГІС – одержання набору рішень на основі аналізу і моделювання. Базові групи операцій аналізу і моделювання виявились у результаті численних реалізацій конкретних ГІС, тобто обґрунтовані практикою. Це [5]:

- операції з пошуку об'єктів;
- робота з системою координат;
- оверлейні операції;
- буферизація;
- операції візуалізації;
- графоаналітичні операції.

Особливістю ГІС є можливість об'єднання за географічною ознакою будь-якої різномірної інформації і баз даних, можливість спільно обробляти і аналізувати цю різномірну інформацію, багатократно збільшуючи її корисність (принцип синергетики), тому ГІС розглядаються з різних позицій:

– як системи підтримки прийняття управлінських рішень ГІС призначені для забезпечення прийняття рішень з оптимального управління просторовими об'єктами. В ГІС використовуються нові технології просторового аналізу даних, отже, вони виступають потужним засобом перетворення і синтезу даних для задач управління;

– як геосистеми ГІС включають технології географічних інформаційних систем – (ГІС), систем картографічної інформації (СКІ), автоматизованих фотограмметричних систем (АФС), автоматизованих кадастрових систем (АСК) тощо;

– як системи, що використовують бази даних, ГІС використовують широкий набір

даних, об'єднуючи в собі бази даних цифрової інформації та атрибутивні бази даних;

– як системи подання інформації ГІС виступають подальшим розвитком автоматизованих систем документального забезпечення (АСДЗ).

Аналіз визначень, класифікацій і функцій СППР і ГІС свідчить, що ГІС можна розглядати як клас СППР при управлінні просторовою інформацією. ГІС не підміняють «класичні» СППР, а розв'язують своє коло задач, утворюючи СППР на основі просторових даних.

ГІС – це потужний інструментарій, який дозволяє прискорити і підвищити ефективність процедур прийняття рішень, які забезпечують реалізацію запитів і функцій аналізу просторових даних, подання результатів аналізу в наочному і зручному для сприйняття вигляді.

Фактично йде інтеграція СППР і ГІС в єдину систему управління територіальними утвореннями.

ГІС також може розглядатись як інноваційний інструмент наукового дослідження, технологія і продукт геоіндустрії – типова сучасна ситуація, що характеризує інтеграцію науки і виробництва.

Просторові задачі, які можуть вирішуватися в системі СГМ при застосуванні ГІС, можна умовно поділити на шість класів:

– створення всіх видів тематичних карт (інфраструктурні, адміністративно-економічне районування, нозологічні тощо);

– створення карт надання медичних послуг;

– розв'язок задач епідеміологічного прогнозування;

– моделювання епідемічних процесів;

– управління майновим медичним комплексом.

Більшість перелічених вище задач можуть вирішуватися (і вирішувались до цього) і без використання геоінформаційних засобів. Однак ГІТ дозволяють з набагато більшою ефективністю і зручністю для користувача організувати в єдиний комплекс операції введення і актуалізації вихідної інформації, її переробки і відображення результатів, розв'язувати задачі просторового аналізу.

Використання ГІС передбачає більш досконалий шлях використання картографічних, графічних, числових та інших баз даних у СГМ. Особливо важливим є те, що з'явилася можливість візуалізувати дані СГМ в режимі реального часу.

На рис. 4 і 5 як приклад зображені дані геомодельювання загальної захворюваності і здоров'я населення в Україні.

На рис. 6, 7 зображені картосхеми по деяких напрямках СГМ в Чернігівській області.

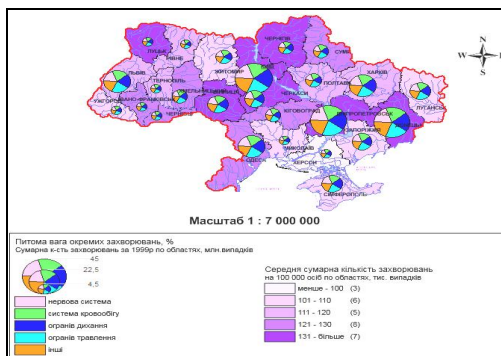


Рис. 4. Картограма загальної захворюваності в Україні

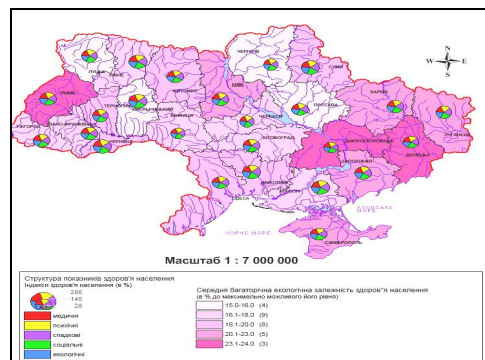


Рис. 5. Картограма стану загального здоров'я населення в Україні

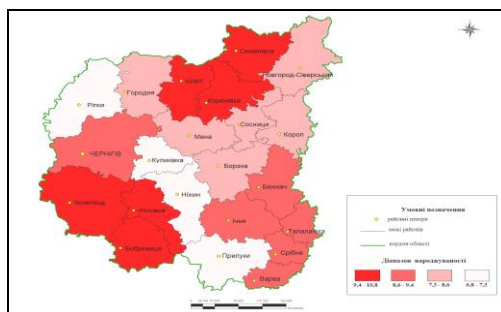


Рис. 6. Картосхема народжуваності по Чернігівській області

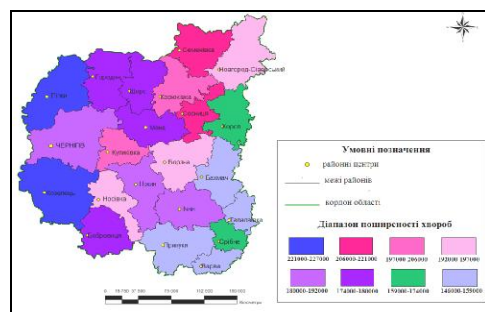


Рис. 7. Картосхема поширеності хвороб населення (серед усього населення на 100 тис. осіб)

Висновки. Застосування сучасних геоінформаційних технологій у системі підтримки прийняття рішень відкриває нові шляхи аналізу числових, графічних, картографічних та інших баз даних у СГМ, в тому числі в режимі реального часу.

Використання електронних карт органи охорони здоров'я і адміністративного управління Чернігівської області дозволяє оперативно оцінювати санітарно-гігієнічну ситуацію в області і прогнозувати її розвиток. На основі прогнозу надається можливість своєчасного прийняття організаційно-управлінських рішень по зниженню рівня захворюваності населення і здійсненню відповідних профілактичних і протиепідемічних заходів.

Список літератури

1. Щорічна доповідь про стан здоров'я населення, санітарно-епідеміологічну ситуацію та результати діяльності системи охорони здоров'я України. 2012 р. / [за ред. Р. В. Богатирьової]. – К., 2013. – 464 с.
2. Лебедева-Несевря Н. А. Социология здоровья : учеб. пособие для студ. вузов / Н. А. Лебедева-Несевря, С. С. Гордеева ; Перм. гос. нац. иссл. ун-т. – Пермь, 2011. – 238 с.
3. Моделирование и оценка состояния медико-экономических систем / В. А. Батурич [и др.] ; под ред. В. А. Батурина ; РАН, Сиб. отд., Ин-т динамики сист. и теории

управл. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2005. – 249 с.

4. Воронкин С. Г. Интеграция ГИС с подсистемами принятия решений в интеллектуальных информационных системах / С. Г. Воронкин // Информационные технологии. – 2005. – № 11. – С. 2–10.
5. Seyler, M. (1999) Modeling of our world: The ESRI guide to geodatabase design. Readlands, California, the USA, Inc. ESRI, 251 p.

References

1. Annual report on public health, sanitary and epidemiological situation and performance of health system in Ukraine. 2012 (2013) In: R. V. Bogatyryova (Ed.). Kyiv, 464 p. [in Ukrainian].
2. Lebedeva-Nesevrya, N. A. and Gordeeva, S. S. (2011) Sociology of health. Perm, 238 p. [in Russian].
3. Baturin, V. A. et al. (2005) Modelling and assessment of health-economic systems. Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 249 p. [in Russian].
4. Voronkin, S. G. (2005) GIS integration with decision-making subsystems in intelligent information systems. Informacionnye tehnologii, (11), pp. 2–10 [in Russian].
5. Seyler, M. (1999) Modeling of our world: The ESRI guide to geodatabase design. Readlands, California, the USA, Inc. ESRI, 251 p.

V. I. Zatsercovny, Dr.Tech.Sc., associate professor

D. O. Syvyck,

O. A. Babich,

M. V. Sobchuk

Kosmonavta Komarova ave., 1, Kyiv, 03058, Ukraine

GEOINFORMATION SUPPORT OF DECISION-MAKING IN THE SYSTEM OF SANITARY-HYGIENIC MONITORING

The creation of an effective sanitary-hygienic monitoring after the state of population's health, is actual scientific-practical problem. The given characteristic is the major factor of economic growth and security of the country, its estimation and prognostication, determination of environmental factors influence on population health, etc. Further visual presentation of real sanitary-hygienic monitoring results, responding to certain areas, will allow to instantly respond to general changes of health status, the manifestation of various infections and to reduce the population's morbidity. The use of modern geographic-informational technologies in decision-making support system discovers new ways for analyzing of numerical, graphic, cartographic and other databases, included to sanitary-hygienic monitoring.

Keywords: GIS technologies, sanitary-hygienic monitoring, demographics indexes, analysis, estimation, prediction, sanitary-epidemiological welfare.

Стаття надійшла до редакції 01.11.2014.

Рецензенти: Ковальчук М. С., д.т.н., професор,
Бурачек В. Г., д.т.н., професор.