

О. Є. Поморцева

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ У РОБОТІ ШВИДКОЇ МЕДИЧНОЇ ДОПОМОГИ

У статті розглянуто питання проблем покращенні медичного обслуговування населення. Було запропоновано створення геоінформаційної системи, яку б можна було використовувати для розв'язання питань з диспетчеризації руху машин швидкої медичної допомоги та покращення обслуговування населення. Було запропоновано виконувати пошук найближчої машини швидкої допомоги, пошук найкоротшого шляху до пацієнта за допомогою геоінформаційних систем.

Ключові слова: швидка медична допомога, геоінформаційна система, найкоротший шлях, атрибутивна таблиця.

Постановка проблеми

Охорона здоров'я як галузь людської діяльності в даний час переживає період активної інформатизації. В умовах прискореного науково-технічного прогресу особливої актуальності набуває впровадження інформаційних технологій в різні сфери медицини. Одним з важливих аспектів даного процесу є аналіз просторової організації системи охорони здоров'я, виявлення її недоліків і переваг, оцінка географічних чинників у процесі надання невідкладної швидкої допомоги. Тому одним з компонентів медичної державної інформаційної системи повинна виступати медична геоінформаційна система (ГІС), котра призначена для вирішення задач на різних рівнях: регіональному, обласному і місцевому, що створює передумови для формування різних сегментів геоінформаційної системи.

Застосування геоінформаційних технологій і просторового аналізу в охороні здоров'я спирається на цілий ряд галузей знань: медична і соціально-економічна географія, географія транспорту і геостатистика та багато інших [1].

Окремим завданням, що може бути вирішене засобами медичної геоінформаційної системи, є диспетчеризація автомобілів швидкої медичної допомоги. Тобто в наш час система надання швидкої медичної допомоги населенню набула особливої актуальності та має велике соціально-економічне значення. Щорічно на земній кулі від нещасних випадків вмирає близько 2 мільйонів чоловік. Тільки дорожньо-транспортні пригоди призводять до каліцтва десятків мільйонів чоловік і смерті понад 300 тисяч [2]. Така напружена ситуація вимагає оновлення системи надання екстреної медичної допомоги, адже у більшості населених

пунктів пострадянської території ще працюють старі автомобілі швидкої допомоги, використовується застаріле обладнання. А диспетчерська система потребує кардинальної реорганізації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Міські, районні та обласні адміністрації відчують небувалий ріст запитів, що стосуються роботи підпорядкованих їм служб, зокрема роботи швидкої медичної допомоги. Значною мірою їх успішній роботі допоможе використання передових комп'ютерних технологій. Якщо спробувати описати сферу діяльності муніципальних органів, то можна помітити, що вона безпосередньо пов'язана зі збором, обробкою та подальшим аналізом географічної інформації, тобто будь-яких розподілених в просторі даних – це і є суть комплексних автоматизованих систем, які об'єднані загальною назвою – геоінформаційні технології (ГІС-технології) [3, 4]. Виходячи з наявної зараз інформації і відслідковуючи сучасні тенденції розвитку геоінформаційних систем і технологій, можна говорити про широкі можливості застосування їх у сфері охорони здоров'я.

Так, у 2013 году вступив у силу закон України «Про екстрену медичну допомогу», який наголошує на основні принципи функціонування системи екстреної медичної допомоги, а саме:

- постійна готовність до надання екстреної медичної допомоги;
- оперативне та цілодобове реагування на виклики екстреної медичної допомоги;
- доступність та безоплатність екстреної медичної допомоги, її своєчасність, якість та пріоритетність;

- послідовність та безперервність надання екстреної медичної допомоги та її відповідність єдиним вимогам;

- регіональна екстериторіальність.

За статистичними даними в Україні в місті в середньому за добу бригада швидкої медичної допомоги обслуговує 11 – 12 викликів. На селі за добу обслуговується 7 – 8 викликів. Тобто в 1,7 рази інтенсивність роботи бригади швидкої медичної допомоги на селі менша за місто. А якщо порівняти показники навантаження наших бригад з загальносвітовими показниками, то вони вдвічі нижчі. Це пов'язано з відсутністю єдиної системи оперативного управління, незабезпеченості засобами зв'язку, відсутністю централізованої оперативно-диспетчерської служби, зношеністю парку санітарних автомобілів.

На даний час на території України експлуатуються автомобілі починаючи з 1992 року випуску різноманітного модельного ряду. Амортизаційний знос наявних автомобілів на сьогодні складає близько 70%. Стурбованість викликає відсутність виділених радіочастот для роботи єдиної системи екстреної медичної допомоги.

Поєднання можливостей ГІС, GPS та Інтернету дає змогу розвитку просторової інформації, сучасним технологіям, раціональному плануванню медичної допомоги та медичних послуг, що забезпечує основні принципи роботи швидкої медичної допомоги (ШМД). Реалізувати дані процеси стало можливим з використанням диспетчерських ГІС.

Диспетчерська система повинна складатися з центрального диспетчерського пункту, абонентського обладнання автомобілів, а також системи зв'язку та обміну даними.

Така ГІС дозволяє ефективно розподіляти машини служби швидкої медичної допомоги (СШМД) в залежності від відстані і ступеня екстреності виклику. Диспетчерські ГІС призначені для автоматизації роботи диспетчера, керуючого рухом різноманітних транспортних засобів. Перш за все такі ГІС дозволяють:

- контролювати в режимі реального часу фактичне переміщення транспорту, оснащеного навігаційним обладнанням;

- планувати оптимальні маршрути для транспорту;

- проводити аналіз і накопичувати статистику використання транспортних засобів.

У рамках даної статті була проведена оцінки ефективності роботи швидкої медичної допомоги у Балаклійському районі Харківської області засобами ГІС.

Центральною ланкою пропонуємої підсистеми виступає сервіс геообробки, який по набору критеріїв визначає найближчу вільну машину швидкої медичної допомоги для конкретного виклику (рис.1). Темна область на представленому фрагменті карти відповідає місцеположенню хворого, світла область – розташуванню найближчої машини ШМД.

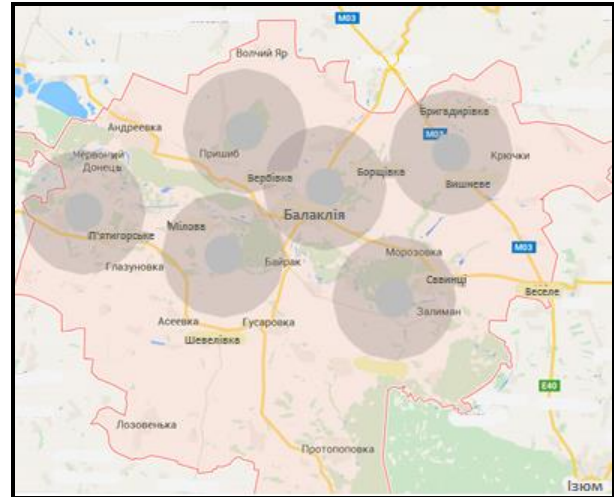


Рис. 1. Процес визначення найближчої машини швидкої допомоги

Критеріями пошуку є найкоротша відстань до об'єкта і пріоритетність виклику. Необхідно підкреслити, що для задач даної функціональної підсистеми необхідні наявність актуальної адресної бази, моделі дорожньої мережі та оперативна інформація про завантаженість автодоріг (пробки, інформація про дорожньо-транспортні пригоди).

Необхідним елементом ефективного функціонування цієї схеми є встановлення GPS навігаторів на машинах швидкої медичної допомоги. Це дасть можливість отримувати актуальні дані про знаходження кожного автомобіля, а щоденна реєстрація маршрутів руху унеможливить ситуації з нецільовим використанням транспорту. З іншого боку, навігатори полегшать роботу водіїв швидкої допомоги з прокладання маршруту до пацієнта.

Абонентське обладнання автомобілів складається з приймача GPS і пристрою для передачі координат місцезнаходження машини швидкої допомоги в диспетчерський центр і отримання звітти керуючих команд для водія.

Система зв'язку і передачі даних в міських умовах на даний момент найчастіше базується на місцевій мережі зв'язку. Передача виконується за допомогою наступних складових системи: модему, SMS-повідомлень або спеціального режиму роботи мобільних мереж для передачі даних, наприклад, за допомогою сервісу GPRS в мережах стандарту GSM, використовуваного в Україні.

Виклад основного матеріалу

На основі досвіду декількох обласних центрів України, багатьох країн Європи, Америки можна створити базу геоданих, яка буде основою для роботи власної диспетчерської для служби швидкої медичної допомоги у Балаклійському районі. На сьогоднішній день система СШМД у Харківській області працює досить напружено. Всі виклики швидкої по Балаклійському району проходять через Харківську диспетчерську службу. Тобто бригада швидкої допомоги отримує дані про пацієнта через Харків, контроль за рухом, місце розташування карет швидкої медичної допомоги також виконує Харківська диспетчерська. Враховуючи, що в Харківській області 27 районів, а диспетчерська одна, хоч і оснащена сучасними системами контролю GPS-навігації, потужними комп'ютерами, навантаження на неї чимале.

На даний час у Балаклійському районі працює шість бригад швидкої медичної допомоги, з них три сучасні (Ford), а інші ще з радянських часів. До того ж вони не обладнані жодними навігаційними системами. На карті їх неможливо відстежити. Тож раціональніше буде створити районну диспетчерську ГІС, впровадивши систему контролю та навігації, яка дозволить діяти більш оперативно.

На початку застосування диспетчерської ГІС у Балаклійському районі можливо запропонувати двом-трьом бригадам випробувати обладнання, потім вони висловили б свої зауваження розробникам, і лише після доопрацювання цієї системи забезпечити нею всі карети швидкої допомоги. На моніторах диспетчерської в реальному режимі часу відобразиться необхідна для управління інформація: де знаходиться та чи інша бригада, яка з них звільнилася і тепер ближче всіх до місця нового виклику.

Отже, ГІС технології грають значну роль у проведенні реформування служби екстреної медичної допомоги. Тому що по-перше, сучасне комп'ютерне оснащення має доступ до мережі Інтернет, що дозволяє використовувати ГІС для просторового аналізу медико-статистичних даних; а по-друге, можливе забезпечення наявності персональних даних пацієнта (вік, прізвище, ім'я, по батькові, його місце проживання), що забезпечує додатковий аналіз [5].

Для реалізації проекту диспетчеризації СШМД Балаклійського району необхідно було створити базу геоданих з необхідними зв'язками між атрибутивними таблицями, карту-основу, додати до неї шари, атрибутивні таблиці яких містять в собі всю необхідну для роботи інформацію. За допомогою геоінформаційної системи ArcGIS Online [6] були оцифровані усі населені пункти

Балаклійського району Харківської області та основні дороги (рис. 2), також відображені кордони району.

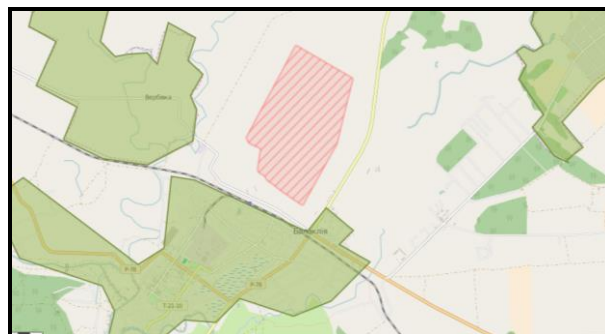


Рис. 2. Процес векторизації населених пунктів Балаклійського району

До атрибутивних таблиць шарів «Населені пункти» та «Дороги» було додано поля, що будуть містити інформацію про чисельність населення, наявність у населених пунктах місцевих медичних пунктів, про стан доріг, їхнє покриття. Також було додано інформацію про місце розташування пацієнта, тобто адресу.

Таким чином, за допомогою програмного продукту ArcGis було створено базу геоданих (рис. 3), які можуть стати основою для роботи диспетчерської СШМД у Балаклійському районі [7].

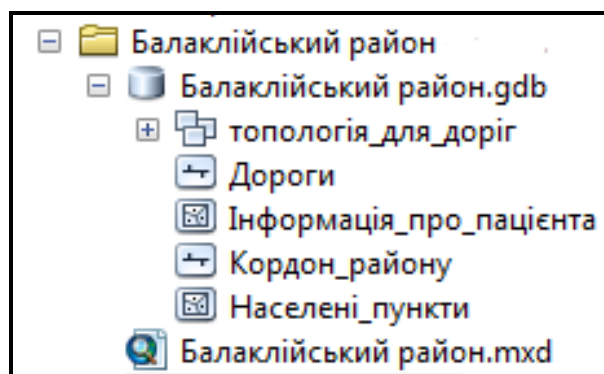


Рис. 3. Просторові об'єкти бази геоданих

Таблиця атрибутів шару «Дороги» містить інформацію про вид доріг за призначенням (рис. 4), тип (вулиця, провулок, площа), назву (код) та тип покриття (асфальт, ґрунтова дорога) [8].

Уся інформація про тип, статус, стан, покриття доріг грає важливу роль у визначенні найкращого шляху, адже усі ці фактори впливають на час, за який машина швидкої допомоги буде доставатись до пацієнта.

Таблиця шару «Населені пункти» містить наступну інформацію: тип, назву, кількість населення, наявність в населеному пункті центру первинної медико-санітарної допомоги (ЦПМСД), тип ЦПМСД (фельдшерсько-акушерський чи амбулаторія загальної практики – сімейна медицина), а також телефон. На основі поля «Наявність ЦПМСД» населений пункт

відображається певним чином: сірий колір – це населений пункт де є місцевий центр первинної медико-санітарної допомоги, заштрихований – де його немає (рис. 5). Це полегшує роботу диспетчера

тим, що одразу видно, до якого населеного пункту потрібно відправляти машину швидкої допомоги в першу чергу. У випадку з населеними пунктами, де є ЦПМСД, диспетчер викликає місцевого лікаря.

OBJECTID *	SHAPE *	Вид за призначенням	Тип	Назва (код)	Тип покриття
55	Polyline	Місцевого призначення(Територіаль		T-21-15	A
3	Polyline	Місцевого призначення(Територіаль		T-21-10	A
119	Polyline	Місцевого призначення(Територіаль		T-21-10	A
6	Polyline	Місцевого призначення(Територіаль	Вулиця	Соборна	A
7	Polyline	Місцевого призначення(Територіаль	Провулок	Серпуховського	A
1	Polyline	Державна(Регіональна)		P-78	A
157	Polyline	Місцевого призначення(Районна)	Вулиця	Новоселовка	A
2	Polyline	Державна(Міжнародна)		M-03	A
124	Polyline	Місцевого призначення(Сільська)	Вулиця	Комсомольська	A
5	Polyline	Місцевого призначення(Територіаль	Вулиця	Кірова	A

Рис. 4. Фрагмент атрибутивної таблиці шару «Дороги»

OB	Тип населеного п	Населені пункти *	Насел	Наявність	Тип	Телефо	SHA
1	село	Вербівка	3178	+	Амбулаторія загальної практики-сімейна ме	5-35-21	2
2	місто	Балаклія	29526	+	Фельдшерсько-акушерський пункт	5-40-38	3
3	село	Борщівка	1004	+	Фельдшерсько-акушерський пункт	5-33-28	2
4	село	Морозівка	821	+	Фельдшерсько-акушерський пункт	5-40-22	3
5	село	Вільхуватівка	247	-			
6	село	Бородоярське	148	-			
7	село	Щурівка	76	+	Фельдшерсько-акушерський пункт	5-21-48	

Рис. 5. Вид шару «Населені пункти» та його атрибутивної таблиці

Також була створена таблиця «Інформація про пацієнта» з наступними даними: населений пункт, вулиця, будинок, квартира, ім'я хворого, вік, номер телефону та скарга.

Завдяки нормалізації бази даних та приведення її до третьої нормальної форми при виборі

населеного пункту одразу видно наявність у ньому місцевого медичного пункту [9]. Завдяки цьому диспетчер має змогу вирішити, кого направляти до пацієнта: місцевого фельдшера чи найближчу бригаду швидкої допомоги. Таким чином у геоінформаційній системі ArcGIS, було створено

файл «Балаклійський район», який містить наступні дані: карта-основа та векторні просторові об'єкти: Кордони району, Дороги, Населені пункти та Інформація про пацієнта.

Для подальшої роботи у запропонованій ГІС доцільно використовувати такий модуль як Network Analyst. Він допоможе винайти найкоротший шлях машини швидкої допомоги до хворого з урахуванням перешкод на шляху та других факторів. Векторні елементи створеної карти шляхів складаються з великої кількості лінійних, полігональних, точкових об'єктів, через що завдання з відстеження та виправлення зроблених в процесі роботи помилок стає досить важким. Це може стати причиною хибних результатів аналізу або взагалі унеможливити сам процес пошуку найкоротшого маршруту.

Для усунення помилок було створено топологічні правила, що спростить управління географічними об'єктами. Також топологія допоможе підтримати цілісність даних. Топологія у нашому випадку буде визначати взаємне просторове розташування точкових, лінійних і полігональних об'єктів. У результаті першої перевірки створених топологічних правил було виявлено 94 помилок (рис. 6). На карті результат роботи топології, а саме – знайдена помилка, позначається червоною точкою.

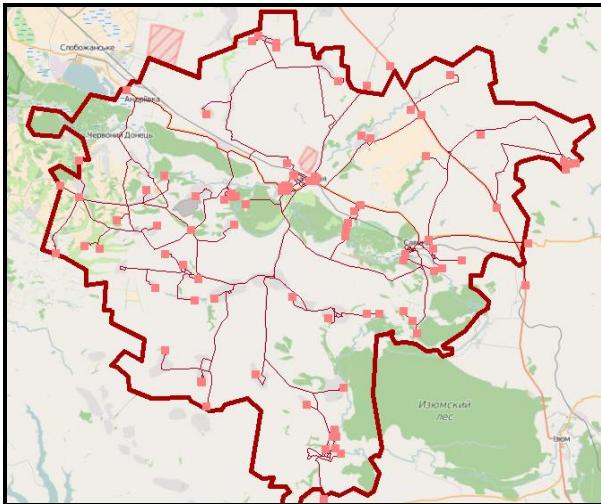


Рис. 6. Відображення помилок топології на карті Балаклійського району

Автоматизований спосіб перевірки коректності векторизації даних дозволив значно спростити процес перевірки коректності створення цифрової карти. Все помилки було ліквідовано чи перенесено до виключень з правил у разі так званих «глухих кутів» – тобто тупикових вулиць. У подальшому за допомогою додаткового модулю Network Analyst було виконано мережевий аналіз створеної мережі шляхів. За допомогою функції New Closest Facility

можна визначити найближчу машину швидкої медичної допомоги до місцезоташування пацієнта [10]. Особливість і перевага цього способу полягає у можливості вибору декількох машин на карті і визначенню не тільки найближче розташованої а і з обліком усіх перешкод (рис. 7).

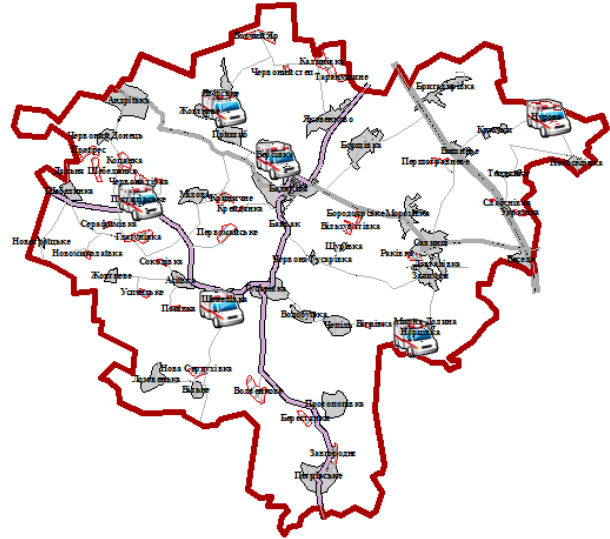


Рис. 7. Результат визначення найближчої машини швидкої допомоги

У випадку, якщо на шляху до хворого знаходиться перешкода, наприклад, ремонт мосту або аварія, то програма буде шукати інший шлях для цієї машини. Тобто існує змога автоматично перебудувати маршрут, що є значною перевагою ГІС. Якщо дана машина взагалі не може виїхати на місце події, або перешкоди знаходяться по обидва боки від цієї машини, то програма знайде іншу машину, що може прийняти виклик. Тобто у будь-якому випадку буде винайдена машина швидкої медичної допомоги з найкоротшим шляхом до хворого.

Висновки

Сучасне програмне забезпечення, а саме геоінформаційна система ArcGIS допомогла вирішити завдання з розробки медичної геоінформаційної системи для швидкої медичної допомоги Балаклійського району Харківської області. На підставі отриманих вихідних даних було показано можливість використання програмного продукту ArcGIS для оптимізації роботи медичної диспетчерської. Це надасть змогу скоротити час на виконання робіт із пошуку найближчих машин швидкої медичної допомоги, прокладанню найкоротших шляхів, і зменшить кількість помилок. У результаті це забезпечить прийняття обґрунтованого і вірного рішення, що призведе для покращення роботи медичної державної служби і покращить медичне обслуговування населення.

На основі проведеної роботи можна зробити висновок, що впровадження геоінформаційних технологій в галузь охорони здоров'я буде сприяти підвищенню якості життя і своєчасному наданню послуг населенню. Медичні геоінформаційні системи виступають важливим інструментом аналізу і виявлення проблем у роботі служби ШМД в цілому, так як здоров'я людини – інтегральний показник ступеню сприятливості економічних, екологічних і соціально-психологічних умов для проживання населення.

Література

1. Глотов, А. А. *Медицинская ГИС – основа интегральной оценки благополучия региона [Текст] / А. А. Глотов // Журн. Геоматика. – 2013. – Т.30, №3 – 84 с.*
2. *Організація швидкої медичної допомоги [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://studopedia.org/6-105461.html/>.*
3. *Что такое ГИС-технологии [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ssa.ru/articles/entry/4397BC65D>.*
4. *ГИС «Управление станциями швидкої медичної допомоги» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.miacugra.ru/o-miats/project/gis-upravlenie-stantsiyami-skoroy-meditsinskoy-pomoshch/>.*
5. *Обзор программных продуктов ГИС [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://alkalinina.wordpress.com/2011/01/14/обзор-программных-продуктов-гис/>.*
6. *Обзор онлайн-картографических сервисов [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.3dnews.ru/software/online_maps_review.*
7. Поморцева, О.Е. *Використання геоінформаційної системи у проектуванні інфраструктури міста [Текст] / О.Е. Поморцева // Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні методики, інновації та досвід практичного застосування у сфері технічних наук» м. Люблін, Республіка Польща 2017 - С. 223–226.*
8. Поморцева, Е.Е. *Особенности организации связей пространственных и атрибутивных данных в геоинформационных системах. [Текст] / Е.Е. Поморцева // Застосування інформаційних технологій у підготовці та діяльності сил охорони правопорядку. Збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції, Харків – 2017 р. / Національна академія Національної гвардії України, 2017. - С.85-86.*
9. Поморцева, Е.Е. *Проектирование баз геоданных [Текст]: уч. пособие / Е.Е. Поморцева - Харків: Вид. ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2016. – 140 с.*
10. Поморцева, О.С. *Використання геоінформаційних технологій для побудови оптимального маршруту пересування швидкої медичної допомоги міста Богодухова. [Текст] / О.С. Поморцева, К.С. Щербак // «Європейські стандарти економічного розвитку, оцінки, землеустрою та кадастру: шляхи їх реалізації в Україні», міжнародна науково-практична конференція, Харків - 2016 р., ви-во ХУПС ім. І. Кожедуба – С. 135-137.*

References

1. Glotov, A. A. (2013) Medical GIS – the basis of the integral assessment of the well-being of the region. *Journ. Geomatics*, 30, 3, 84.
2. Ambulance organization (n.d.) Retrieved from <http://studopedia.org/6-105461.html/>.
3. What is GIS technology (n.d.) Retrieved from <http://www.ssa.ru/articles/entry/4397BC65D>.
4. GIS «Management of ambulance stations» (n.d.) Retrieved from <http://www.miacugra.ru/o-miats/project/gis-upravlenie-stantsiyami-skoroy-meditsinskoy-pomoshch/>.
5. Overview of GIS software products (n.d.) Retrieved from <http://alkalinina.wordpress.com/2011/01/14/обзор-программных-продуктов-гис/>.
6. Overview of online cartographic services (n.d.) Retrieved from http://www.3dnews.ru/software/online_maps_review.
7. Pomertseva, O. E. (2017) The use of the geoinformation system in the design of the city infrastructure. *International scientific and practical conference «Modern techniques, innovations and practical experience in the field of technical sciences»* Lublin, Republic of Poland, 223-226.
8. Pomertseva, O. E. (2017) Features of the organization of links between spatial and attributive data in geoinformation systems. *Application of information technologies in the preparation and operation of law enforcement forces. Collection of abstracts of reports of the International scientific and practical conference*, Kharkiv, National Academy of National Guard of Ukraine. 85-86.
9. Pomertseva, O. E. (2016) Designing geodata databases: comp. Allowance. Kharkiv: View. KhNUMG them OHM. Beketov, 140.
10. Pomertseva, O. E., Shcherbak, K. S. (2016) The use of geoinformation technologies for the construction of the optimal route for the relocation of emergency medical care to the city of Bogodukhova. *«European standards of economic development, evaluation, land management and cadastre: ways of their implementation in Ukraine», international scientific and practical conference*, Kharkiv, the name of the HUPPS them. I. Kozhedub, 135 -137.

Рецензент: д-р техн. наук проф. К. А. Метешкін, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Харків, Україна

Автор: ПОМОРЦЕВА Олена Євгенівна
кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри Земельного адміністрування та ГІС
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова,
E-mail – elenapomor7@gmail.com
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4746-0464>

APPLICATION OF GEOINFORMATION SYSTEMS AT FAST MEDICAL AID

O. Pomortseva

O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine

One of the pressing problems of modern Ukraine is to improve the medical care of the population, in particular in small towns and settlements. Health as a branch of human activity is currently experiencing a period of active informatization. In the conditions of accelerated scientific and technological progress, the introduction of information technologies into various fields of medicine becomes particularly relevant. One of the important aspects of this process is the analysis of the spatial organization of the health care system, the identification of its disadvantages and advantages, the assessment of geographical factors in the process of providing urgent ambulance. Therefore, one of the components of the medical state information system should be the medical geoinformation system, which is designed to solve problems at different levels: regional, regional and local, which creates the preconditions for the formation of different segments of this system.

Application of geoinformation technologies and spatial analysis in healthcare relies on a number of areas of knowledge: medical and socio-economic geography, geography of transport and geostation, and many others. A separate task, which can be solved by means of the medical geoinformation system, is the dispatching of ambulances. That is, in our time, the system of providing emergency medical care to the population has become very urgent and of great socioeconomic importance. The system of emergency medical care in our time requires radical changes, as in most post-Soviet settlements, old ambulances are still operating, obsolete equipment is used. And the dispatch system needs a cardinal reorganization.

This research is devoted to the issues of creating a geographic information system that could be used to address the issues of dispatching ambulance vehicles and improving the service of the population.

To resolve this issue, we propose the creation of one of the most widely used geographic information systems in the world, namely ArcGIS from the American company Esri. With the help of the features of this software, tasks such as registration of patient registration calls, search of the nearest ambulance, search of the shortest path to the patient were solved.

Recommendations on the introduction of geoinformation technologies in the healthcare sector are given. That will contribute to improving the quality of life of the population and timely provision of medical services.

Keywords: *fast medical aid, geoinformation system, shortest path, attribute table.*