

ПОБУДОВА ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ НА БАЗІ ТЕХНОЛОГІЇ КЛІЄНТ/СЕРВЕР

© Басюк Т.М., Василюк А.С., 2011

Проаналізовано основні аспекти побудови геоінформаційної системи на базі технології клієнт/сервер, наведено особливості проектування, структурну схему та алгоритм функціонування.

Ключові слова: клієнт/сервер, структура, сокет, база даних.

The article analyzes the main aspects of building GIS technology-based client / server, are features of design, structural and functional algorithm.

Key words: client/server structure, socket, database.

Вступ. Загальна постановка проблеми

Ознакою сучасних інформаційних технологій є широке застосування різних класів інформаційних систем для вирішення професійних завдань в галузі обчислювальної інформатики. Одним з класів таких систем, які нещодавно розпочали «друге життя», є геоінформаційні системи (ГІС). Цей клас систем є різновидом інформаційних систем, які побудовані із урахуванням закономірностей геоінформатики та методів візуалізації даних [1].

ГІС як інтегровані інформаційні системи застосовують для розв'язання задач науки та виробництва на основі використання просторово локалізованих даних про об'єкти та явища природи й суспільства. З ГІС пов'язані геоінформаційні технології, які використовуються для підвищення ефективності: процесів управління, зберігання та подання інформації, обробки й підтримки прийняття рішень. Зазначені технології все ширше застосовуються у задачах аналізу і моделювання складних систем та технологій [2].

Зв'язок висвітленої проблеми із важливими науковими та практичними завданнями

Особливістю геоінформаційних систем є те, що у їх структурі містяться як засоби зі створення та об'єднання баз даних, що притаманні інтелектуальним системам, так і апарат із наочної їх візуалізації, що як складова застосовується в системах прийняття рішень. Зазначена особливість передбачає використання методів та засобів побудови перелічених класів систем та формування на їх основі «конгломерату», що дасть змогу практично реалізовувати задачі науки й практики [3, 4].

Аналіз останніх досліджень та публікацій

У ході дослідження та аналізу публікацій [2–5] виявлено, що особливими рисами сучасних геоінформаційних систем є: наявність певних особливостей, які необхідно враховувати під час їх проектування, основними серед яких є те, що вони є елементом інформатизації суспільства, який полягає у впровадженні ГІС та геоінформаційних технологій в науку, виробництво, освіту з метою застосування у практичній діяльності одержуваної інформації про навколишнє середовище [3]; результатом еволюції інформаційних систем, який визначає основи побудови та функціонування (ГІС, як система, містить множину взаємопов'язаних елементів, кожен з яких пов'язаний з іншим елементом, а дві будь-які підмножини цієї множини не можуть бути незалежними, не порушуючи цілісності та єдності системи) [5]; належність ГІС до інтегрованих систем, побудованих на принципах інтеграції технологій [4].

Застосовувати цей клас систем можна в різних галузях, оскільки назва визначає об'єкт досліджень, а не предметну область.

З огляду на це, актуальним є завдання відображення структури сучасної геоінформаційної системи, визначення основних принципів її побудови та формулювання висновків про можливість їх практичної реалізації за допомогою сучасних технологій програмування.

Основні завдання дослідження та їх значення

Основними завданнями дослідження є: побудова структурної схеми геоінформаційної системи, алгоритму функціонування та опис її реалізації із використанням сучасних технологій проектування. Розв'язання зазначених задач дасть змогу забезпечити застосування проектованої геоінформаційної системи для:

задач муніципального управління – все більше поширюються в світі й постійно вдосконалюються. Розроблена система уможливить підтримку прийняття рішень за допомогою візуалізації даних про окрему територію в режимі реального часу:

- інфраструктури території, органів управління;
- стану муніципальних мереж та об'єктів, контролю за підлеглими службами;
- розташування підприємницьких центрів з метою організації аналізу та контролю роботи;
- формування звітів про стан території;

задач виведення оперативної інформації для служб швидкого реагування – передбачає автоматизацію завдань управління службами швидкого реагування:

- ядро системи приймає інформацію та відображає її в режимі реального часу;
- система підтримки прийняття рішень оцінює ситуацію та приймає рішення з управління мобільними підрозділами, ресурсами та підлеглими службами;
- місцезнаходження мобільних підрозділів відстежується в режимі реального часу та відображається на карті;

бізнес-завдань – дає змогу аналізувати місце проживання клієнтів підприємства, відобразити торгові заклади конкурентів, скорегувати маркетингову діяльність з метою отримання кращих результатів, оптимізувати ринок продажів та змодельовати наслідки прийнятих рішень. Візуалізація місця розташування клієнтів дає можливість приймати рішення про територіальне охоплення, окреслити ринки перспективного збуту, оптимізувати маршрутні листи служби доставки, торгових агентів й кур'єрів. Геоаналіз бізнес-процесу вимагає введення ГІС сервера до складу програмного забезпечення корпоративної системи автоматизації та організації доступу до розподілених баз даних;

задач GPS-навігації та спостереження за мобільними об'єктами – застосування супутникового позиціонування разом із електронними картами відкриває широкі можливості для створення і проектування як систем навігації, так і апаратно-програмних комплексів управління й стеження за транспортними засобами, мобільними об'єктами або пересувними станціями.

Основні результати досліджень

З метою визначення структури сучасної геоінформаційної системи проаналізовано найхарактерніші визначення [2–5]:

- інформаційна система, що забезпечує введення, маніпулювання й аналіз геовизначених даних задля реалізації процедури підтримки прийняття рішень;
- сховище знань про територіальний аспект взаємодії, що моделює функції пошуку, введення та моделювання даних;
- апаратно-програмний людино-машинний комплекс, що забезпечує збирання, обробку, відображення і поширення просторово координованих даних та їх інтеграцію з метою ефективного використання при вирішенні наукових і прикладних завдань, пов'язаних з інвентаризацією, аналізом, моделюванням, прогнозуванням і керуванням навколишнім середовищем і територіальною організацією суспільства;
- сукупність апаратних, програмних засобів і процедур, призначених для забезпечення введення, керування, обробки, аналізу, моделювання і відображення просторово-координованих даних для вирішення складних проблем планування і керування;

– сукупність технічних, програмних та інформаційних засобів, що забезпечують введення, збереження, обробку, математико-картографічне моделювання й інтегроване відображення географічних і співвіднесених з ними атрибутивних даних для вирішення проблем територіального планування і керування.

Як виявилось, структура сучасної геоінформаційної системи тісно пов'язана із відомчими даними, оскільки торкається передовсім візуалізації територіальної частини окремих населених пунктів чи усієї країни. Аналіз дав змогу відобразити основні елементи, які формують структуру сучасної геоінформаційної системи (рис. 1).



Рис. 1. Структура геоінформаційної системи

Розроблена структура системи передбачає державний контроль за інформацією, що надається користувачам, оскільки містить дані територіального розташування об'єктів та кадастрові плани земельних угідь. Наявність в структурі системи таблиць атрибутивних даних та статистичних показників дасть змогу при функціонуванні системи вести аналітичні дослідження та формувати шкалу зміни показників залежно від галузі використання. Зокрема, для задач муніципального управління можна відобразити динаміку заселеності регіонів та реалізувати підтримку прийняття рішень під час налагодження транспортного сполучення. З огляду на перелічені особливості важливим завданням впровадження геоінформаційних технологій є вибір технології проектування та реалізації.

Сьогодні більша частина світової інформації, зокрема просторово розподіленої, зберігається в цифровому вигляді у формі баз даних. Частина таких баз даних є відомчою, тобто доступ до них

має обмежена кількість працівників, інша частина – надається на комерційній основі або на умовах вільного поширення. Особливістю зазначених баз даних є їх віддалена територіальна розподіленість та можливість віддаленого доступу на основі дротових або бездротових комунікаційних мереж. Користувач працює з віддаленою базою даних, відправляючи оформлений за певними правилами запит на обслуговування, обробка якого здійснюється на сервері баз даних. Відповідно до розмежування функцій клієнта та віддаленості сервісів доцільним є використання клієнт/серверної технології побудови програмного засобу, що забезпечує чітке розмежування функцій програми та реалізується розподіленням операцій по різних комп'ютерах, які мають відмінні права доступу, що визначаються їх рангом [6].

Особливістю сервера є можливість одночасного обслуговування множини запитів (пікові навантаження можуть сягати декількох тисяч одночасних звернень). Клієнт теж може одночасно звертатися до кількох серверів. Різні типи баз даних зумовили використання мови побудови запитів – SQL, яка і застосовуватиметься у проєктованій геоінформаційній системі. Засоби мови містять: оператори з'єднань з базою даних, відкриття і сортування реляційних таблиць з даними, вибірку потрібних записів, створення звітних форм злиттям таблиць тощо.

Однією з найважливіших властивостей сучасного ГІС-продукту є можливість працювати в різних програмних середовищах під керуванням відмінних операційних систем, а побудову бази даних системи доцільно здійснювати за допомогою програмних засобів, інтегрованих в системи на зразок Oracle чи Microsoft SQL Server, з огляду на їх поширеність та гарантії безпеки [7].

Обмін запитом між різними оболонками систем керування базами даних (у випадку роботи клієнт/серверної платформи) здійснюється за допомогою шлюзів – спеціальних програм, що інтерпретують дані сервера за допомогою сервісної служби – менеджера баз даних. Розробляючи розподілену [6] геоінформаційну систему, структуру якої формуватимуть декілька десятків робочих місць з різною конфігурацією апаратних і програмних засобів, необхідно створювати спеціалізовані програмні модулі. Як приклад можна навести модуль ArcSDE (Spatial Database Engine) фірми ESRI, який дає змогу зовнішнім користувачам працювати з просторовими базами даних ArcGIS. SDE забезпечує функції створення розподілених баз даних, підтримки моделей просторових даних, просторового пошуку, перевірки просторової геометрії (межі сусідніх полігонів повинні збігатися), задання картографічних проєкцій, роботи картографічних баз даних і звітів, засобів адміністрування систем «клієнт/сервер».

На основі дослідження можна зробити висновок, що використання технології клієнт/сервер для проєктування геоінформаційної системи має пріоритетне значення, оскільки дає змогу побудувати прикладні ГІС різної архітектури, що містять як картографічні, так і некартографічні сервіси, використовуючи на окремих робочих місцях системи керування базами даних. Розподіленість систем дасть змогу користувачам систем керування базами даних отримати доступ до геоінформаційних систем з метою виконання певних розрахунків, результати яких подаються в табличному вигляді. З іншого боку, користувачі ГІС зможуть надсилати запити до «некартографічних» систем та отримувати візуалізовані результати, що значно простіші для сприйняття та прийняття рішень [8].

Загальна схема геоінформаційної системи наведена на рис. 2. Основними елементами, які забезпечують функціонування, є:

- робоча пам'ять (фактів, гіпотез тощо), що є проміжними вирішеннями або результатом взаємодії системи з користувачем, яким виступає людина, що веде діалог з геоінформаційною системою;
- інтелектуальний редактор – забезпечує взаємодію в діалоговому режимі з компонентами систем. Взаємодія здійснюється з компонентами адміністрування, пояснення, прийняття рішень та базою знань. Містить систему меню, шаблонів мови подання знань, підказок („Help”-режим) і ті сервісні засоби, що полегшують роботу з системою;
- база даних системи – забезпечує зберігання вихідної інформації системи та містить статистичні дані, списки, характеристики об'єктів, процесів та явищ;

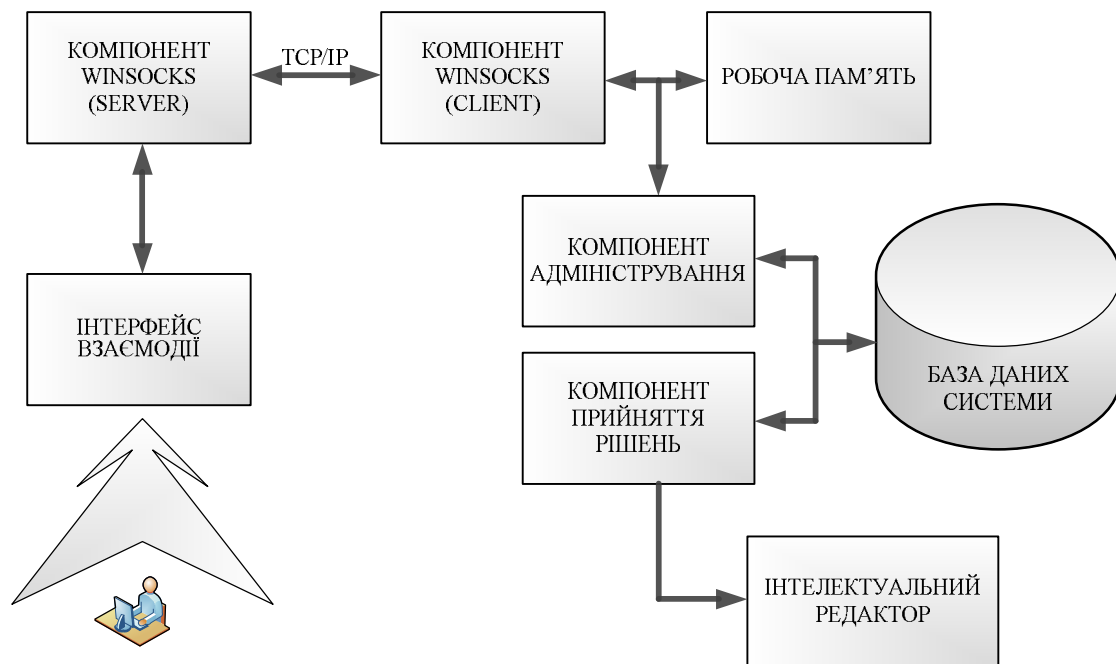


Рис. 2. Структурна схема геоінформаційної системи на базі клієнт/сервер

- компонент адміністрування – призначений для керування інформацією щодо користувачів системи та виконання необхідних службових операцій (створення, знищення, модифікацію);
- компонент WinSocks (Server) – серверне сполучення, створює сервер TCP/IP. За допомогою цієї компоненти система налагоджує зв'язок з TCP/IP клієнтом;
- компонент WinSocks (Client) – клієнтське сполучення, створює TCP/IP клієнта. За допомогою цього елемента програма підтримує з'єднання з TCP/IP сервером;
- інтерфейс взаємодії системи з користувачем – компонент, який реалізує діалог користувача з системою, як на етапі введення інформації, так і при отриманні результатів.

Взаємозв'язок та злагоджене функціонування всіх елементів цієї геоінформаційної системи забезпечує її ефективну роботу під час пошуку геоданих. Застосування технології клієнт/сервер під час роботи системи поділяється на декілька етапів (рис. 3):

- клієнт формує та надсилає запити на обслуговування в геоінформаційну систему;
- система виконує маніпуляції з даними, що містяться на сервері, та відповідно до запиту формує відповідь, яку надсилає клієнту;
- клієнт отримує результат запиту та продовжує або завершує роботу із системою.

Користувач комп'ютера-клієнта за допомогою веб-оглядача або програми оболонки («тонкого» клієнта) формує запит та надсилає його серверу баз даних із використанням мережі Інтернет. Сервер приймає дані, здійснює їх перевірку та формує запит монітору баз даних. Монітор, який його опрацьовує, відправляє необхідну інформацію клієнту. У цьому режимі роботи забезпечується високий рівень безпеки бази даних як від збоїв обладнання і програм, так і від несанкціонованого доступу. Під час реалізації системи використано бібліотеку Windows Sockets 2 (Winsock). Зазначена утиліта пересилає інформацію із використанням мережевих сервісів незалежно від протоколу та середовища передачі. Застосування цієї бібліотеки надає доступ до сервісів якості обслуговування QOS (Quality of Service) та архітектури відкритих сервісів WOSA.

У базову архітектуру служби QOS входять [9]:

- засоби QOS вузла, що виконує обробку трафіку, який проходить через мережевий вузол, відповідно до вимог якості обслуговування;
- протоколи QoS-сигналізації для координації роботи мережевих елементів з підтримки якості обслуговування «з кінця в кінець»;
- можливість цілеспрямованої зміни параметрів мережі для розділення ресурсів між різними видами трафіку з необхідним рівнем QOS.

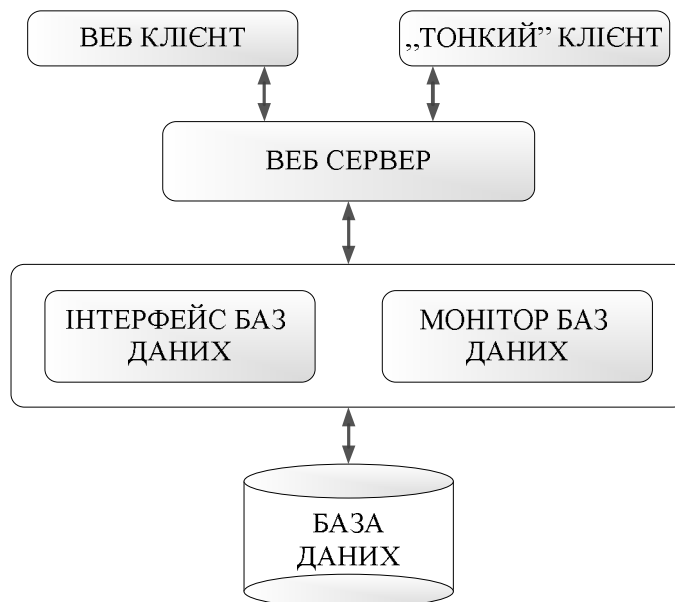


Рис.3. Взаємодія клієнтської та серверної частин програми

Протоколи сигналізації механізми QOS застосовують в окремих вузлах мережі з метою обміну службовою інформацією, що використовується для ресурсів із забезпечення параметрів якості обслуговування «з кінця в кінець», тобто на всьому шляху проходження даних. Наприклад, за допомогою засобів сигналізації програма може зарезервувати вздовж всього маршруту проходження необхідну середню пропускну здатність (підтримує протокол RSVP). У цій системі застосовано засіб сигналізації, суть якого полягає в наявності у кожному пакеті поля пріоритету, в якому вказується необхідна «якість обслуговування».

Особливістю бібліотеки WinSock є те, що ініціювати роботу протоколу сигналізації може не лише кінцевий вузол, але і проміжний пристрій. Наприклад, маршрутизатор постачальника послуг здійснює класифікацію трафіку та резервує в мережі необхідну пропускну здатність. У такому разі координація мережевих пристроїв відбувається не на всьому шляху проходження трафіку, а тільки в межах мережі цього постачальника.

З метою організації централізованого керування якістю використовують функції політики, які надають адміністратору можливості із створення правил, по яких мережеві пристрої на підставі набору ознак можуть розпізнавати окремі типи трафіку і застосовувати до них певні функції QOS.

Засоби QOS вузла геоінформаційної системи складаються з механізмів обслуговування та кондиціонування трафіку.

У механізм кондиціонування трафіку входить: класифікація, профілізація та формування трафіку мережі. Класифікація виконується на основі формальних ознак потоку (адреси призначення чи мітки потоку). Протоколи сигналізації QOS застосовуються в окремих вузлах для обміну службовою інформацією, яка потрібна для координації зусиль із забезпечення параметрів якості обслуговування «з кінця в кінець», тобто на всьому шляху проходження потоку.

Сьогодні існують три типи служб QOS:

1. Сервіс з максимальним зусиллям – передбачає взаємодію кінцевих вузлів без жодних гарантій. До цього класу належать мережі Ethernet або IP, в яких немає жодних відмінностей між пакетами окремих користувачів та додатків. Обслуговування здійснюється за принципом FIFO (першим прийшов – першим обслуговується).

2. Сервіс з перевагою («м'який» сервіс QOS) – здійснює обслуговування трафіку залежно від пріоритету. Значення параметрів QOS, які отримують додатки в результаті роботи служби QOS, залежать від характеристик пропонованого трафіку мережі. Наприклад, якщо високопріоритетний трафік надсилає в мережу невелику кількість пакетів, то низькопріоритетний в цей час отримує якісне обслуговування – значну пропускну здатність і низькі затримки. Проте у разі зміни ситуації низькопріоритетний трафік може взагалі якийсь час не обслуговуватися.

3. Гарантований сервіс («жорсткий» сервіс QOS) – надає статистичні численні гарантії потокам трафіку. Цей вид QOS побудований за принципом попереднього резервування мережевих ресурсів для кожного з потоків, що отримали гарантії обслуговування.

Якість зв'язку (QOS) визначається такими параметрами:

- пропускна здатність (Bandwidth) – описує номінальну пропускну здатність середовища передачі інформації, визначає ширину каналу;
- затримка під час передачі пакета (Delay) – вимірюється в мілісекундах;
- коливання затримки при передачі пакетів — джитер (Jitter);
- втрата пакетів (Packet loss) – визначає кількість пакетів, втрачених у мережі під час передачі.

На початку роботи із системою необхідно настроїти базу даних, налаштувавши ODBC інтерфейс [7]. Далі здійснюється запуск серверної частини, яка може міститися як на віддаленому, так і на локальному комп'ютері (рис. 4, 5).

Головне меню системи містить перелік засобів із збереження, модифікації та знищення даних як бази даних системи, так і реєстраційних даних користувачів. У ньому міститься інформація:

- мережеве ім'я комп'ютера, на якому запущено серверну частину (Дані про сервер);
- поля для введення назви бази даних із вихідною інформацією (Назва БД) та назва відповідної таблиці (Назва таблиці);
- поле для введення номера порту, що буде «прослуховуватись» сервером;
- поле для виведення службової інформації (Поточний стан), в якому відображається час приєднання до бази даних, створення порту, його прослуховування та закриття.

З'єднання в розробленій системі здійснюється із використанням фіксованого сокета. За допомогою засобів компонент реалізовано підключення, передавання необхідних для геоінформаційної системи даних і від'єднання клієнта після закінчення роботи. У результаті програма-сервер має повний набір функцій із підключення клієнта, функціонування самого ядра системи, передачі клієнту необхідних даних та від'єднання останнього.

Адміністратор має можливість встановлювати довільні порти з'єднання з системою, що, по-перше, унеможливило потрапляння в зону зарезервованих системою чи іншими програмами портів, по-друге, надає можливість запуску одночасно декількох серверів на одному комп'ютері. Далі здійснюється запуск клієнтської частини геоінформаційної системи, у вікні якої необхідно налаштувати параметри з'єднання (IP-адрес сервера та порт), та відбувається авторизація. Якщо параметри визначено правильно, то відбувається виділення для кожного клієнтського сокетного каналу окремого процесу, в межах якого відбувається обмін даними між клієнтською та серверною частинами. Клієнтська частина формує запити, які складаються з полів таблиць бази даних, що містяться на серверній частині. В розробленій системі використовується механізм блокування записів із методикою детермінованого блокування даних, що полягає в накладенні обмежень на модифікацію бази даних, що змінює інший клієнт.

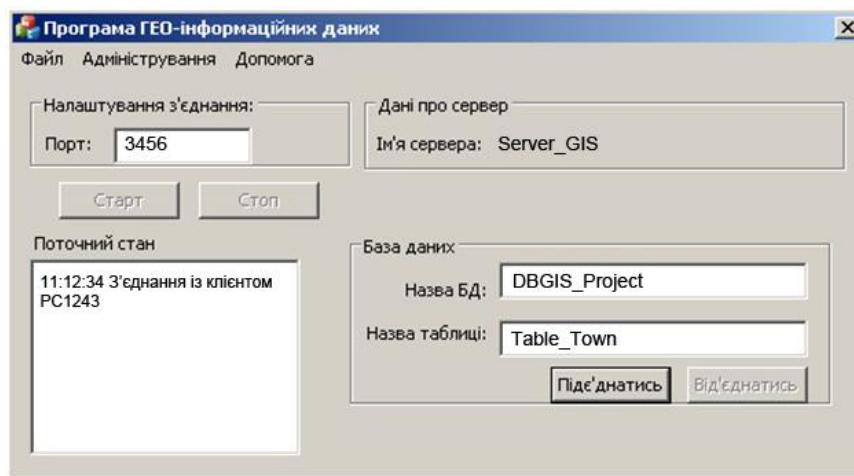


Рис. 4. Головне вікно серверної частини геоінформаційної системи

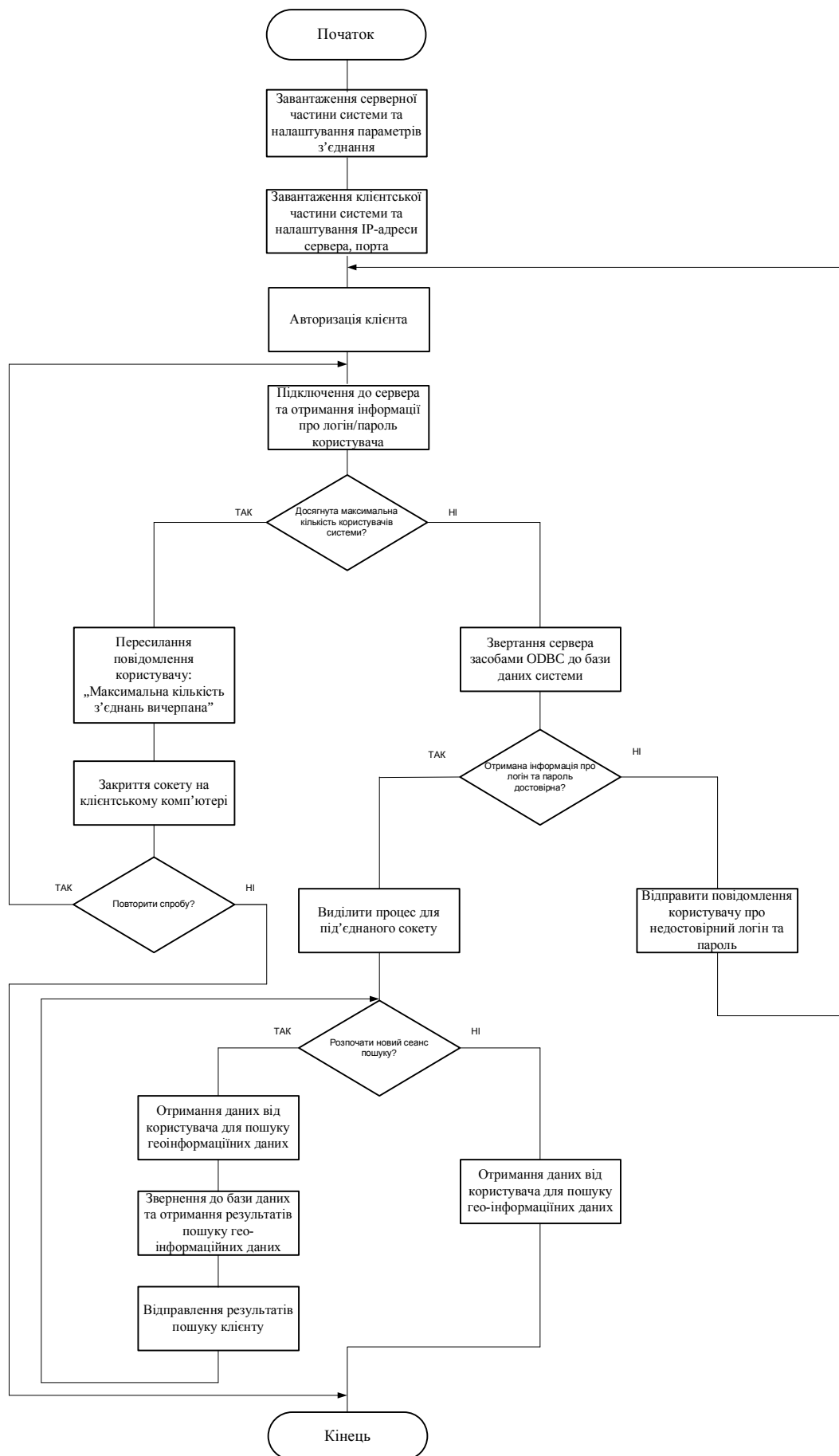


Рис.5. Алгоритм функціонування геоінформаційної системи

На основі введеної інформації здійснюється налагодження сеансу зв'язку з сервером, виділення для кожного клієнтського сокетного каналу окремого процесу, в межах якого відбувається обмін даними із пошуку геоінформації (рис. 6).

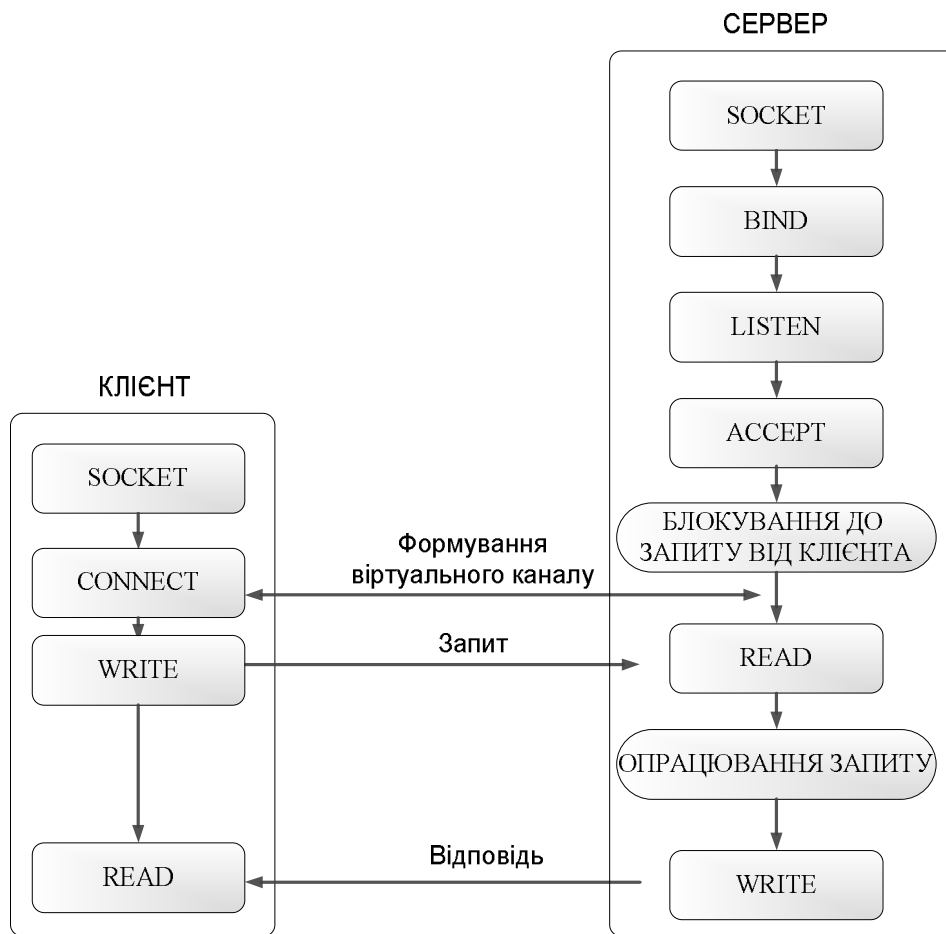


Рис. 6. Схема взаємодії операторів winsock

У головному вікні клієнтської частини геоінформаційної системи є меню системи та елементи управління, розділені на групи для легшого розуміння та зручності використання: список «Область пошуку» використовується для вибору місця, в якому вестиметься пошук; «Рік пошуку» – визначає необхідний часовий проміжок; «Тип даних» – визначає тип даних для відображення (гідрологічні, сейсмологічні, геофізичні, геоінформаційні).

Далі розпочинається власне процес пошуку геоінформації, який складається з таких етапів, як: звернення сервера до бази знань системи та отримання інформації про об'єкт; відправлення з сервера для певного клієнтського каналу знайденої інформації та її уточнення.

Висновок

У статті розглянуто особливий клас інформаційних систем, розроблення та впровадження яких сьогодні пов'язані зі значними труднощами, викликаними як загальнонауковими особливостями (поєднання різного класу систем), так і технічними (складністю взаємодії окремих елементів системи, що функціонують на різних апаратних та програмних платформах). Під час дослідження визначено елементи, що формують сучасні геоінформаційні системи, та окреслено задачі, з якими стикаються розробники таких систем. Запропонована структурна схема системи та виконаний аналіз дали змогу відобразити схему їх взаємодії та алгоритм функціонування.

Результатом дослідження стало розроблення геоінформаційної системи, побудованої на технології клієнт/сервер, використання якої дало змогу забезпечити: відомчий доступ до даних, що

дозволяє певним підрозділам обробляти тільки ту частину даних, за які вони відповідають; доступ до даних способом, запропонованим розробником бази даних; розподілення ресурсів між клієнтом та сервером (кожний виконує завдання, для вирішення яких більш пристосований); цілісність даних; зменшення мережевого навантаження.

Перспективи використання результатів дослідження

Розроблений апарат (структура та прототип системи) формує базис для подальших досліджень цієї тематики, яка полягатиме в підвищенні «якості обслуговування» користувачів, формуванні засобів для відокремленого (захищеного) доступу до баз та структур даних та розроблення нових методів та алгоритмів візуалізації просторово-орієнтованих даних.

Під час подальших досліджень можливе застосування спроектованої геоінформаційної системи для реалізації завдань згідно з тематиками:

- статистичного та демографічного аналізу;
- вирішення кадастрових завдань для створення «Реєстру землеволодіння» та технології відведення земель;
- комплексного впровадження геоінформаційних технологій у виробничий процес підприємств нафтогазової промисловості;
- геоінформаційне забезпечення сільськогосподарської діяльності, моніторингу, аналізу і планування систем точного землеробства з використанням GPS-технологій та дистанційного зондування (космічних знімків);
- створення геоорієнтованих електронних навчальних систем та енциклопедій.

1. Басюк Т.М. Структура відкритої інформаційної системи візуалізації даних / Т.М. Басюк // Збірник наукових праць Інституту проблем моделювання в енергетиці НАН України – 2009. – Вип. 52. – С.209 – 214. 2. Светличный А.А. Географические информационные системы: технология и приложения / А.А. Светличный, В.Н. Андерсон. – Одесса: Астропринт, 2004. – 396 с. 3. Бусыгин Б.С. Инструментарий геоинформационных систем / Б.С. Бусыгин, И.Н. Гаркуша. – СПб: Питер, 2000. – 302 с. 4. Бабенко Л.К. Защита данных геоинформационных систем / Л.К.Бабенко – СПб.: ЮФУ ТТИ, 2010. – 336 с. 5. Коротаев М.В. Применение геоинформационных систем в геологии / М.В. Коротаев, Н.В. Правиков. – К: КДУ, 2008. – 172 с. 6. Басюк Т.М. Задача візуалізації даних у розподілених системах / Т.М. Басюк, А.С. Василюк // Інформаційні системи та мережі.– Львів: Нац. ун-т “Львівська політехніка”, 2010. – № 673. – С.24-31. 7. Грабер М. SQL /М.Грабер. – М.:Мир, 2003. – 752 с. 8. Басюк Т.М. Основні підходи до побудови програмних засобів візуалізації даних / Т.М. Басюк// Інформаційні системи та мережі. – Львів: Нац. ун-т “Львівська політехніка”, 2008. – № 631. – С.3–10. 9. Таненбаум Э.С. Компьютерные сети / Э.С.Таненбаум – СПб.: Питер, 2003. – 992 с.