МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет комп'ютерних наук,
управління та адміністрування
Кафедра інформаційних технологій

Бакалаврська кваліфікаційна робота

на тему: Розміщення ГІС «Поводження з сільськогосподарськими відходами Одеської області» в Інтернеті

Виконав студент 4 курсу групи К-41
Напрямок 6.050101 комп'ютерні науки,
Клепатська Вікторія Вікторівна

Керівник ст.викладач
Рольщиков Вадим Борисович

Консультант к.геогр.н., доцент
Кузніченко Світлана Дмитрівна

Рецензент к.геогр.н., доцент
Лужбін Анатолій Михайлович

Одеса 2019

ЗМІСТ

Скорочення та умовні познаки 5
Вступ 7
1 Моделювання процесу за допомогою методології IDEF0 9
2 Опис універсальних ГІС – ArcGIS, MapINFO, QGIS 14
2.1 Загальні відомості про ГІС 16
2.2 Опис та порівняння універсальних ГІС 17
2.2.1 Характеристика середовища ArcGIS 17
2.3 Опис середовища MapInfo 21
2.4 Розгляд програмного забезпечення QGIS 27
2.4.1 Коротка характеристика програмного забезпечення Quantum GIS. 28
2.4.2 Дослідження даних і створення карт в середовищі QGIS 29
2.4.3 OGC-сервіси в середовищі QGIS 31
2.4.4 Просторові БД в середовищі QGIS 32
2.4.5 Порівняльна характеристика ПЗ ArcGIS і QGIS 32
3 Аналіз існуючих картографічних WEB-серверів 36
3.1 Характеристика картографічного WEB-сервера – MapServer 36
3.1.1 Загальні особливості WEB-сервера MapServer..... 38
3.2 Картографічний WEB-сервер – GeoServer 38
3.3 Картографічний WEB-сервер – OpenLayers..... 40
4 Розміщення інтерактивної карти в середовищі Інтернет..... 42
4.1 Створення map-файлу в середовищі MapServer 43
4.2 Викладення карти за допомогою середовища QGIS 48
Висновки 50
Перелік джерел посилань 51
Додаток А Вміст map-файлу 54
Додаток Б Вміст html-файлу 58
Додаток В Вміст html-файлу написаного на JavaScript..... 59

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

БД – база даних.

ГІС – геоінформаційна система.

ПБ (PB) – петабайт 10^{15}.

CGI – Common Gateway Interface, загальний інтерфейс шлюзу.

CRS – Common Reporting Standard.

Desktop – десктоп, робочий стіл.

DWG – Drawing (креслення), основний формат файлу для деяких САПР-програм.

DXF – Drawing eXchange Format, відкритий формат файлів для обміну графічною інформацією між додатками САПР.

GDAL – Geospatial Data Abstraction Library, бібліотека абстракції гео-просторових даних.

GIS – Geographic Information System, географічна інформаційна система.

GML – Geography Markup Language.

GRASS – Geographic Resources Analysis Support System, система підтримки аналізу географічних ресурсів.

HTML – Hyper Text Markup Language, мова гіпертекстової розмітки.

JavaScript – JS, прототипно-орієнтована сценарна мова програмування.

map-файл – основний механізм конфігурації MapServer.

OGC – Open Geospatial Consortium.

OSGeo – The Open Source Geospatial Foundation.

OSM – Open StreetMap, відкрита карта вулиць.

QGIS – назва геоінформаційної системи.

Qt – багатоплатформний фреймворк для розробки програмного забезпечення на мові програмування C ++.

SAGA – System for Automated Geoscientific Analyses.

SFS – Simple Features for SQL, шари PostGIS.

Shapefile – shp, популярний векторний формат географічних файлів.

WCS – Web Coverage Service.

WFS – Web Feature Service, служба веб-функцій.

WFS-T – Web Feature Service-Transactional

WMS – Web Map Service, сервіс веб-карт.

WMTS – Web Map Tile Service.

ВСТУП

В останні роки в Україні існують великі проблеми з енергетичними ресурсами. Найбільш жахливо справи йдуть в галузі газопостачання та газодобування. Це призводить до того, що в країні постійно зростають тарифи на тепло, газ та електроенергію для населення. Таке становище частково можна виправити за рахунок альтернативних джерел енергопостачання. Одним з таких джерел є виготовлення біопалива. Крім цього вирішується ще одна проблема, а саме утилізація сільськогосподарських відходів. Дана робота опирається на раніше розроблену ГІС [1][1)].

Метою бакалаврської кваліфікаційної роботи є розміщення ГІС карти «Поводження з сільськогосподарськими відходами Одеської області» в Інтернет.

Для досягнення мети необхідно вирішити наступні задачі:

- провести моделювання процесу розміщення ГІС карти «Поводження з сільськогосподарськими відходами Одеської області» в Інтернеті;
- розглянути на предмет можливості розміщення карт в Інтернеті та доступності, існуючі на сьогоднішній день універсальні ГІС (ArcGIS, Mapinfo, QGIS);
- розглянути та визначити програмне забезпечення, яке необхідне для розміщення (MapServer, GeoServer, OpenLayers);
- виконати роботу за допомогою вільного програмного забезпечення.

Деякі результати роботи докладалися на студентській науковій конференції ОДЕКУ в квітні місяці. Дана стаття була опублікована в збірнику

[1)] [1] Рольщиков В.Б., Біньковська Г.В., Шаніна Т.П. Розробка геоінформаційної системи “Поводження з сільськогосподарськими відходами Одеської області”. Вісник Одеського державного екологічного університету. 2015. Вип. 19. С. 230–236.

«статей за матеріалами студентської наукової конференції Одеського державного екологічного університету (15-18 квітня 2019 р.)» [2][1)].

Дана бакалаврська кваліфікаційна робота складається зі вступу, 4-х розділів, висновків, переліку посилань з 29 найменувань та 3-х додатків. Повний обсяг роботи становить 61 сторінок та містить 21 рисунків.

[1)] [2].Розміщення інтерактивної ГІС карти в середовище Internet. Збірник статей за матеріалами студентської наукової конференції Одеського державного екологічного університету (15-18 квітня 2019 р.). Одеса. 2019. С. 150–155.

1 МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДОЛОГІЇ IDEF0

[3][1] надає таке визначення, методології IDEF0 – це методологія функціонального моделювання складних систем, де система представлена у вигляді набору взаємопов'язаних функцій, найчастіше ця методологія є першим етапом вивчення будь-якої системи.

Кожна IDEF0-діаграма містить блоки і дуги. Блоки зображують функції модельованої системи. Дуги пов'язують блоки разом і відображають взаємодії і взаємозв'язку між ними.

Функціональні блоки (роботи) на діаграмах зображуються прямокутниками, які дають зрозуміти зазначені процеси, функції або завдання, які відбуваються протягом певного часу і мають розпізнавані результати.

IDEF0 вимагає, щоб в діаграмі було не менше 3-х і не більше 8 блоків. Ці обмеження підтримують складність діаграм і моделі на рівні, доступному для читання, розуміння і використання [4][2].

Кожна сторона блоку має особливе, цілком певне призначення. Ліва сторона блоку призначена для входів, верхня – для управління, права – для виходів, нижня – для механізмів. Таке позначення відображає певні системні принципи: входи перетворюються у виходи управління обмежує або наказує умови виконання перетворень, механізми показують, що і як виконує функція.

Ґрунтуючись на вище наведені рекомендації було проведене моделювання предметної області з точки зору розробника нульовий, перший рівні проектованої моделі. На нульовому рівні (рис. 1) на вході (зліва від блоку) – подається карта, яку в подальшому потрібно розмістити в середовище Інтернет. Ця стрілка ставить конкретну задачу. Для виконання потрібно мати об-

---

[1] [3] Моделирование БИЗНЕС-процесса в НОТАЦИЯХ IDEF0, IDEF3, DFD. URL: https://studwood.ru/1046260/informatika/modelirovanie_biznes_protsessa_notatsiyah_idef0_idef3 (дата звернення 24.05.2019).

[2] [4] Методология IDEF0. URL: https://itteach.ru/bpwin/metodologiya-idef0 (дата звернення 24.05.2019).

ладнання та програмне забезпечення – це механізми (стрілки розташовуються знизу вгору). За допомогою цієї стрілки можна виділити основні елементи, які допоможуть зрозуміти, що буде використовуватися для того, щоб зробити необхідну роботу. В ході діяльності виходить готовий продукт (стрілка розташована праворуч від блоку) – розміщена карта з відповідною базою даних в Інтернеті з відповідною БД. Вихідні стрілки – виводять результат діяльності [3][1)].

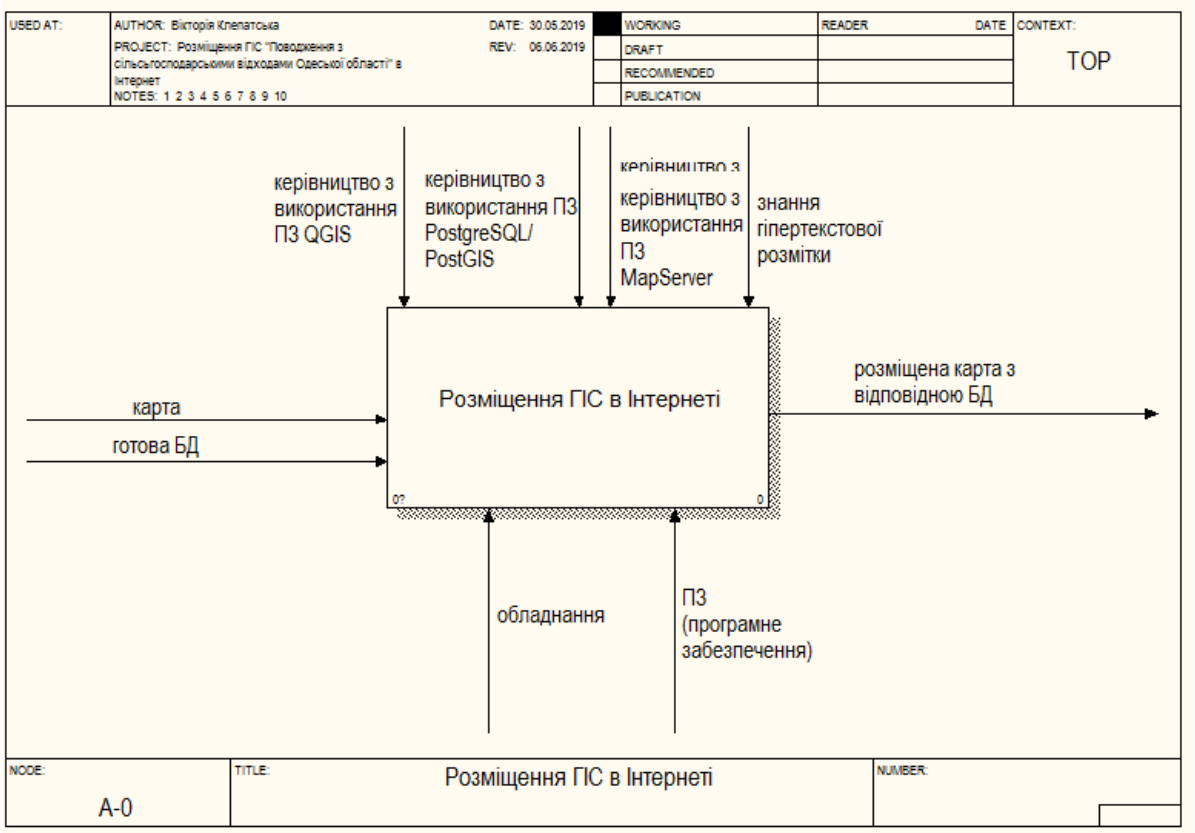

Рисунок 1 – IDEF0 «Розміщення ГІС в Інтернеті», нульовий рівень

На першому рівні (рис. 2) розміщено чотири роботи, а саме моделювання предметної області, опис універсальних ГІС, аналіз картографічних WEB-серверів та розміщення інтерактивної карти в середовищі Інтернет. На

[1)] [3] Моделирование БИЗНЕС-процесса в НОТАЦИЯХ IDEF0, IDEF3, DFD. URL: https://studwood.ru/1046260/informatika/modelirovanie_biznes_protsessa_notatsiyah_idef0_idef3 (дата звернення 24.05.2019).

вході подається карта, яку в подальшому потрібно розмістити в Інтернет та готова база даних. Механізмами в цьому випадку – керівництво з використання програмного забезпечення (QGIS, PostgreSQL/Postgis, MapServer та знання гіпертекстової розмітки). Стрілки управління – це обладнання та програмне забезпечення. В ході роботи виходить – розміщена карта в Інтернеті з відповідною БД.

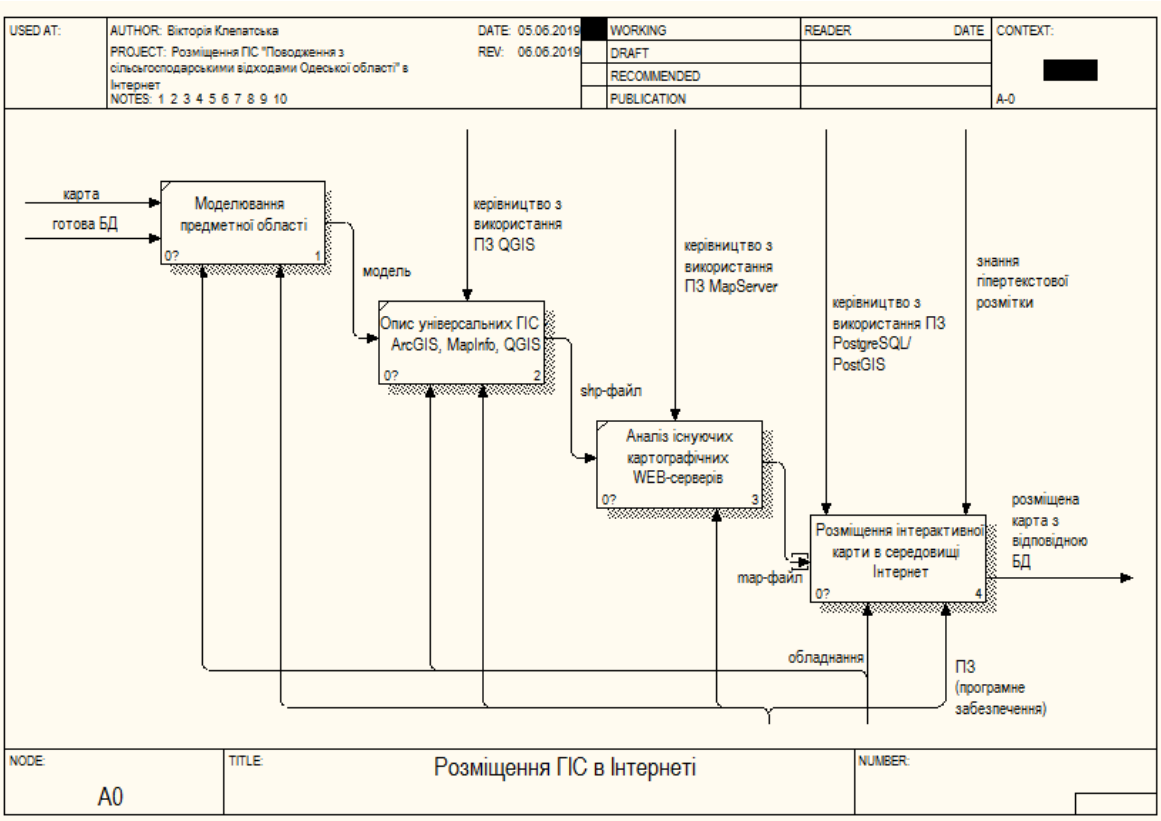

Рисунок 2 – IDEF0 «Розміщення ГІС в Інтернеті», перший рівень

На другому рівні (рис. 3) розміщено п’ять робіт, на вході – карта, яку в подальшому потрібно розмістити в Інтернет та раніше створена або взята база даних. Стрілки механізми – це керівництво з використання програмного забезпечення (QGIS, PostgreSQL/Postgis, MapServer та знання гіпертекстової розмітки). Управляючі стрілки або інакше кажучи, для виконання потрібно мати обладнання та програмне забезпечення. На виході, готовий продукт – це розміщена карта в Інтернеті з відповідною БД.

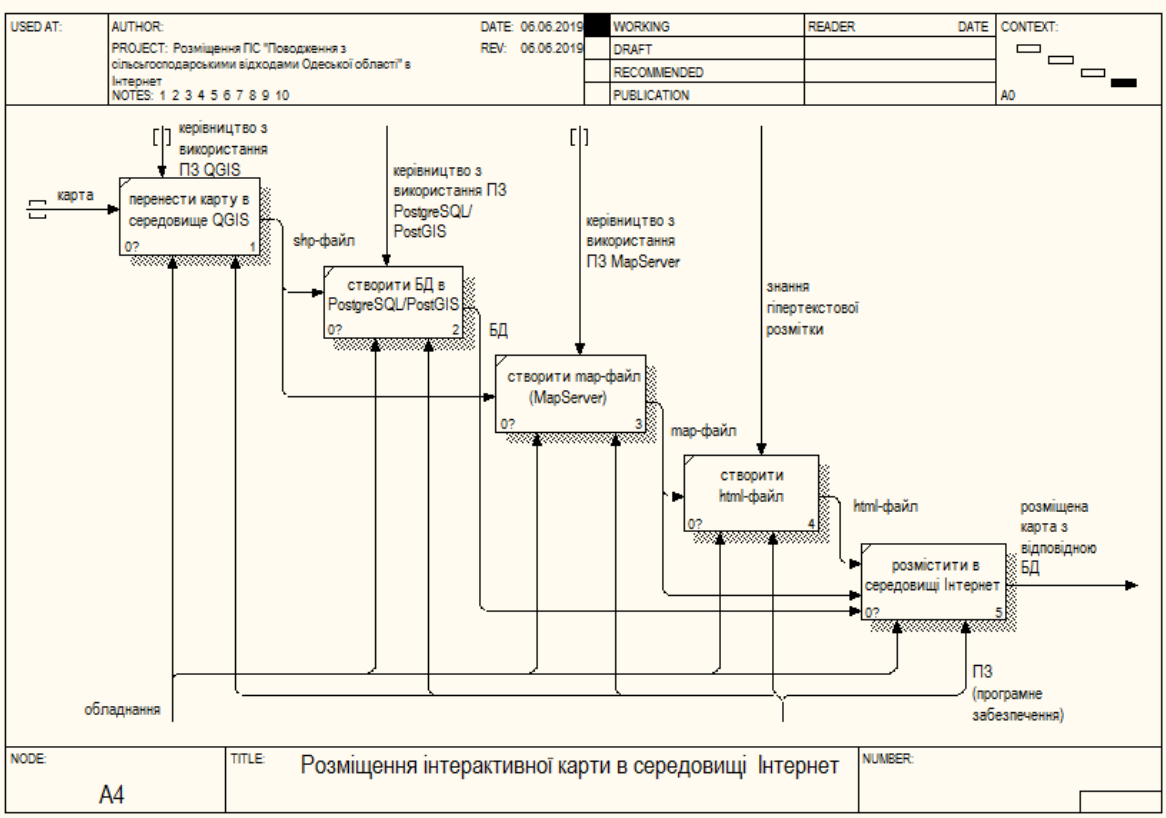

Рисунок 3 – IDEF0 «Розміщення інтерактивної карти в середовищі Інтернет», другий рівень

На сьогоднішній день геоінформаційні системи виконують одну з найважливіших ролей серед інформаційних технологій.

У результаті виконання дипломної роботи була створена інтерактивна карта районів Одеської області. В даний період часу існує багато компаній, які займаються розробкою ГІС. Однією із провідних компаній є «Esri», яка займається розробкою геопросторових рішень та ГІС, а саме програмного забезпечення ArcGIS. Ця компанія пропонує наступну схему (рис.4 [5][1)]) сучасної геоінформаційної системи, яка передбачає обов'язкове викладення карти в Internet.

[1)] Mapping and visualization in ArcGIS Desktop, Company Esri. URL: http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/map/main/mapping-and-visualization-in-arcgis-for-desktop.html (дата звернення 01.04.2019).

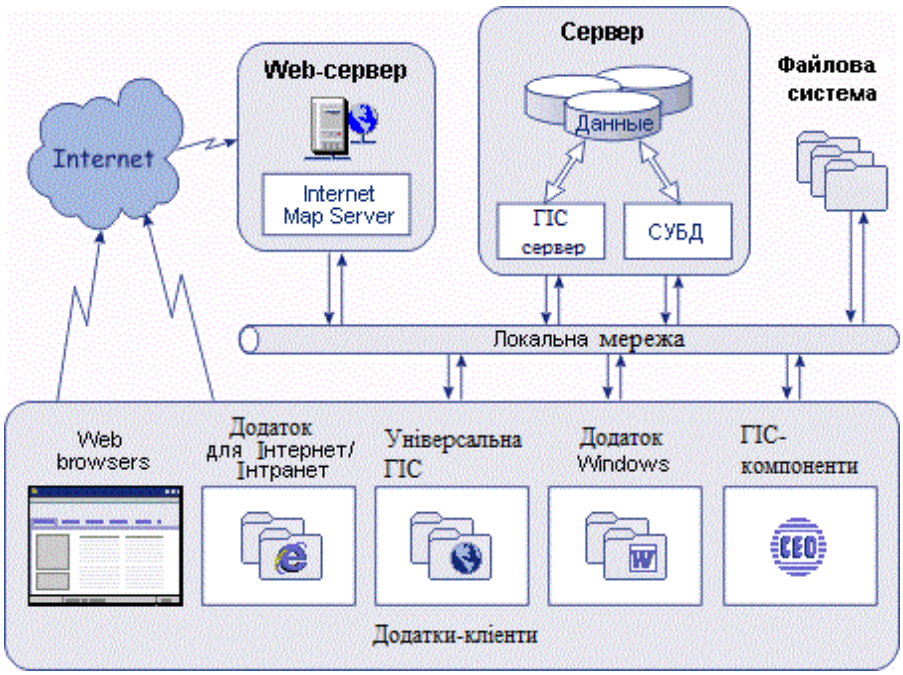

Рисунок 4 – Схема «Додатки-клієнти»

З метою забезпечення викладення ГІС розроблених в середовищі ArcGIS, компанія пропонує для цього спеціальний інструмент. Нажаль програмне забезпечення (ПЗ) ArcGIS не є безкоштовним, а створення загальнодоступного застування на неліцензійному ПЗ порушує права власності.

2 ОПИС УНІВЕРСАЛЬНИХ ГІС – ARCGIS, MAPINFO, QGIS

Географічна інформаційна система (ГІС) – це можливість нового погляду на навколишній світ, іншими словами ГІС – це сучасна комп'ютерна технологія для картування та аналізу об'єктів реального світу, також подій, що відбуваються на нашій планеті [6][1)].

Ця технологія об'єднує традиційні операції роботи з базами даних (БД), такими як запит і статистичний аналіз, з перевагами повноцінної візуалізації і географічного (просторового) аналізу, які надає карта.

Ці можливості відрізняють ГІС від інших інформаційних систем і забезпечують унікальні можливості для її застосування в широкому спектрі завдань, пов'язаних з аналізом і прогнозом явищ і подій навколишнього світу, з осмисленням і виділенням головних факторів і причин, а також їх можливих наслідків, з плануванням стратегічних рішень і поточних наслідків дій, що робляться [7][2)].

Створення карт і географічний аналіз не є чимось абсолютно новим. Однак технологія ГІС надає новий, більш відповідний сучасності, більш ефективний, зручний і швидкий підхід до аналізу проблем і вирішення завдань, що стоять перед людством в цілому, і конкретною організацією або групою людей, зокрема. Вона автоматизує процедуру аналізу і прогнозу.

До початку застосування ГІС лише вузьке коло спеціалістів володіли мистецтвом узагальнення і повноцінного аналізу географічної інформації з метою обґрунтованого прийняття оптимальних рішень, заснованих на сучасних підходах і засобах.

[1)] [6] Глибовець В. Л. Реферат: «Загальні відомості про геоінформаційні технології та картографування». URL: https://ronl.org/referaty/raznoe/496522/ (дата звернення 16.03.2019).

[2)] [7] Загребіна Є. І., Геоінформаційні системи (ГІС-технології) в управлінні НС. URL: http://um.co.ua/5/5-1/5-1973.html (дата звернення 16.03.2019).

В даний час ГІС, згідно з [8][1] – це багатомільйонна індустрія, в яку залучені сотні тисяч людей у всьому світі. ГІС вивчають в школах, коледжах і університетах.

Цю технологію застосовують практично в усіх сферах людської діяльності – чи то аналіз таких глобальних проблем як перенаселення, забрудненя території, скорочення лісових угідь, природні катастрофи, так і рішення приватних завдань, таких як пошук найкращого маршруту між пунктами, підбір оптимального розташування нового офісу, пошук будинку за його адресою, прокладання трубопроводу на місцевості, різні муніципальні завдання.

ГІС складається з:

– цифрових дані;
– апаратного забезпечення;
– програмного забезпечення.

Цифрові дані – географічна інформація, яка переглядається і аналізується з використанням комп'ютере і програмного забезпечення.

Апаратне забезпечення – комп'ютери, що зберігають, що відображають і обробляють дані.

Програмне забезпечення (ПЗ) – програми, що запускаються на комп'ютерах і дозволяють працювати з цифровими даними. Програми, які показують частинами ГІС називають ГІС-додатками.

ГІС-додатки дозволяють відкривати електронні карти на комп'ютері, створювати нові просторові об'єкти і додавати їх на карти, виготовляти друковані карти і виконувати просторовий аналіз.

Автор сайту [9][2] емоційно описує використання

Починаючи працювати з географічною інформаційною системою, відразу з’являється їх незамінність в роботі будь-якого спеціаліста, який має

---

[1] [8] Волков Г. Г. та Глинський О. Ю. Тема 6. Прикладне програмне забезпечення в корпоративних інформаційних системах. URL: http://ukrdoc.com.ua/text/8871/index-1.html?page=6 (дата звернення 23.03.2019).

[2] [9] Гис программы – Все карты мира. URL: https://karta.uef.ru/gis-programmy/ (дата звернення 23.03.2019).

справу з географічно розподіленими даними. Геоінформаційна система має функціонал, який відповідає за веб-сервіс, а саме є можливість відображати дані на карті в Інтернеті. Корисні можливості від візуалізації даних на карті зростають на порядок, якщо використовувати веб-сервіси сумісно з desktop рішенням.

2.1 Загальні відомості про ГІС

Різноманітність сучасних механізмів для створення веб-картографічних додатків велика. Далі розглядається найпростіша класифікація існуючих інструментів розробки веб-додатків.

Віртуальні глобуси (Google Maps, Google Earth, Virtual Earth, ArcGIS Explorer) – це простий і ефективний засіб швидкого створення та публікації даних в Інтернеті. Ця категорія інструментів характеризується масовим поширенням і швидкою доставкою даних користувачам. Їх використовують в якості клієнта як веб-браузер, так і окремий додаток. Вони, як правило включають доступ за замовчуванням до якоїсь «підкладки» – базі даних, що є одночасно їх великим плюсом і не меншим мінусом, так як змінити цю підкладку в більшості випадків не можна. Цим інструментам властиві проблеми при роботі з великими обсягами даних користувача, налаштування, елементарним аналізом (обрізка, перетин верств даних) [10][1)].

Універсальні ГІС (ArcGIS, Mapinfo, QGIS і ін.) – велика і складна категорія, яка тісно пов'язана з веб-картографією. Вони, призначені для користувача ГІС, з одного боку – відіграють роль клієнтів, які працюють з даними, що поставляються картографічними веб-серверами, а з іншого – в них здійснюється масова підготовка і аналіз даних перед публікацією їх в Інтернет.

Картографічні веб-сервера (MapServer, GeoServer, OpenLayers і ін.) – ціле сімейство продуктів вільного і пропрієтарного характеру, призначених

[1)] [10] Дубинин М. Ю., Костикова А. М. «Веб-ГИС», «Компьютерра», 2008. URL: http://gis-lab.info/qa/webgis.html (дата звернення 17.03.2019).

для швидкої публікація призначених для користувача даних в Інтернет. Ці інструменти дозволяють створити інтерфейс потрібної складності, інтегрувати сервіс з базою даних, що підтримує класи просторових даних (PostgreSQL, SQL Server, MySQL, ArcSDE). Головна відмінність подібних систем від Google Maps є повний контроль над програмним забезпеченням і самими даними, але натомість установка і настройка є більш складнішими, часто можуть вимагати хоча б початкових знань мов програмування (javascript, php) і основ адміністрування [10][1)].

2.2 Опис та порівняння універсальних ГІС

На сьогоднішній день існують програми, які дозволяють працювати та обробляти географічні дані. До прикладу візьмемо найбільш відомі та розповсюджені в використанні такі як ArcGIS, MapInfo та QGIS. Нижче розглянуті переваги та недоліки цих програмних забезпечень.

2.2.1 Характеристика середовища ArcGIS

Сайт [11][2)] надає наступну інформацію про платформу ArcGIS. Ця платформа дозволяє розміщувати географічну інформацію для доступу і використання для будь-яких користувачів. Однією з переваг цієї системи є те. Що вона доступна в будь-якій точці, де можливе використання веб-браузерів, мобільних пристроїв у вигляді смартфонів, а також настільних комп'ютерів, див. рис. 5.

Кожна програма має унікальну функціональнісь, яка застосовується для вирішення поставлених завдань. Починаючи від простих веб-карт і до складних аналітичних моделей.

[1)] [10] Дубинин М. Ю., Костикова А. М. «Веб-ГИС», «Компьютерра», 2008. URL: http://gis-lab.info/qa/webgis.html (дата звернення 17.03.2019).

[2)] [11] Что такое ArcGIS? URL: http://resources.arcgis.com/ru/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm (дата звернення 17.03.2019).

Рисунок 5 – Система доступна в будь-якій точці з ArcGIS

Роки роботи над аналізом побажань і вимог ГІС-фахівців дозволили створити ArcGIS Pro.

В цьому середовищі є можливість створювати та редагувати дані одночасно в 2D і 3D, швидко і просто автоматизувати завдання і робочі процеси, публікувати інформацію і встановлювати тісну співпрацю всередині організації, також є можливість виймати максимум із сучасних обчислювальних технологій [5][1)].

ArcGIS Pro – це 64-розрядний багатопоточний додаток, який є оптимальним для ГІС-фахівців.

ArcMap щодня використовують тисячі ГІС-фахівців по всьому світу. Це потужний ГІС-додаток для створення, редагування і геообробки, що дозволяє створювати чудові карти, оновлювати і управляти просторовими даними, а також виконувати повний спектр аналітичних операцій, які перетворюють вихідні дані в важливу інформацію.

[1)] [5] Mapping and visualization in ArcGIS Desktop, Company "Esri". URL: http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/map/main/mapping-and-visualization-in-arcgis-for-desktop.html (дата звернення 01.04.2019).

ArcGIS Desktop – ключ до отримання переваг від просторової інформації. Збір і управління даними, створення професійних карт, виконання простого і розширеного просторового аналізу і рішення проблем в режимі реального часу [5][1)].

Зазвичай спеціалісти використовують ArcGIS тому, що вона допомагає:

- вирішувати проблеми;
- приймати кращі рішення;
- виконувати успішне планування;
- краще використовувати ресурси;
- передбачати і управляти змінами;
- керувати і більш ефективно використовувати операції;
- просувати співпрацю між командами, дисциплінами і інститутами;
- покращувати розуміння і знання;
- більш ефективно обмінюватися інформацією;
- здобувати освіту і мотивувати інших [12][2)].

За допомогою 2D-карт і 3D-сцен, створених в настільних додатках, дозволяє чітко відображати дані, які не завжди очевидні з першого погляду взаємини, проблеми, тренди і можливості.

У ArcGIS Desktop є два основних додатки, які використовуються для картографування і візуалізації: ArcMap і ArcGIS Pro.

ArcMap – був основним додатком ArcGIS Desktop для картографування, редагування, аналізу даних і управління ними. Інтерфейс, середовища ArcMap зображено на рис. 6.

[1)] [5] Mapping and visualization in ArcGIS Desktop, Company "Esri". URL: http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/map/main/mapping-and-visualization-in-arcgis-for-desktop.html (дата звернення 01.04.2019).

[2)] [12] Что такое ArcGIS? Компанія Esri. URL: http://resources.arcgis.com/ru/help/getting-started/articles/026n00000014000000.html (дата звернення 22.04.2019).

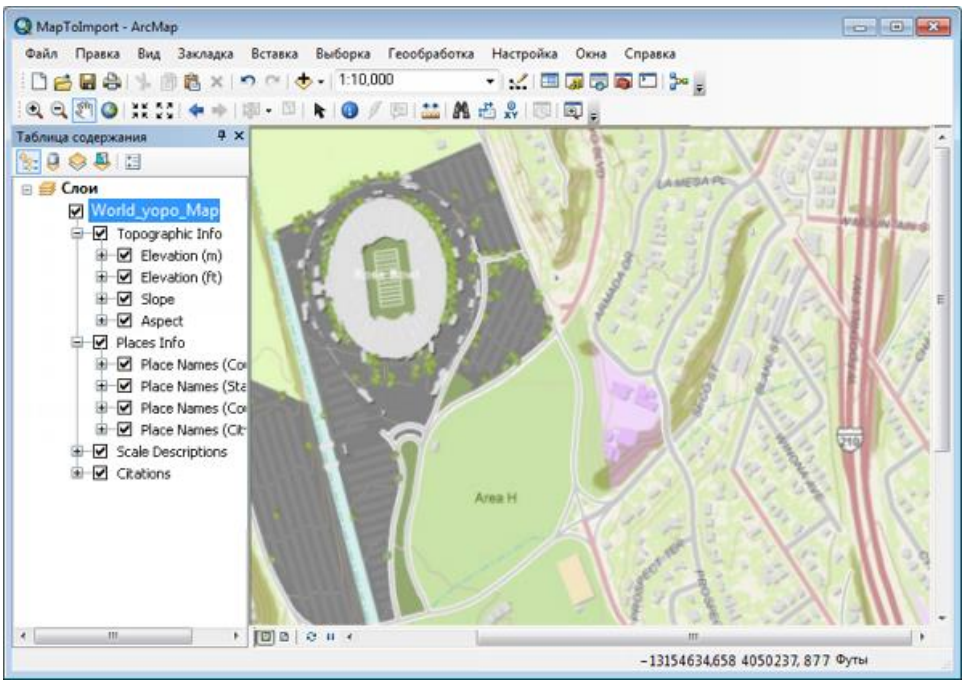

Рисунок 6 – Головне меню та вкладка шари середовища ArcMap

ArcGIS містить величезну кількість нових інструментів для створення 3D-візуалізації, включаючи фото реалістичні промальовування міст. Такі 3D-карти поєднують в собі надійні дані з баз географічних даних, включаючи можливість запиту даних в форматі 3D, з усім багатством і простотою 3D-візуалізації. Красиві анімовані ролики можуть бути створені з використанням функції обльоту даних, наприклад, результатів вашого аналізу інформації або для підтримання можливості візуалізації змін з плином часу [12][1)].

ArcGIS Pro – це новий додаток для створення і роботи з просторовими даними на настільних комп'ютерах. У ньому є інструменти для візуалізації, аналізу, компіляції та публікації даних в 2D- і в 3D-середовищі.

ArcGIS надає можливість тримати все під контролем. Створювати, під-ключати і керувати географічною інформацією, використовуючи в роботі просторові об'єкти і табличні дані, зображення, онлайн-карти, 3D і багато ін-

[1)] [12] Что такое ArcGIS? Компанія Esri. URL: http://resources.arcgis.com/ru/help/get-ting-started/articles/026n00000014000000.html (дата звернення 22.04.2019).

шого. ArcMap – був основним додатком ArcGIS Desktop для картографування, редагування, аналізу даних, тобто повного управління ними.

Присутня можливість швидкого і простого отримання друкованих карт і електронних карт для смартфонів. Також можна перетворити дані, карти і аналітику в карти, аналітичні послуги, послуги об'єктів і шарів, опубліковані для загального доступу. Надати керований доступ до всієї інформації в рамках організації, можна використовуючи як ArcGIS for Server, так і ArcGIS Online [13][1)].

2.3 Опис середовища MapInfo

MapInfo Pro – це ГІС, яка призначена для збору, зберігання, відображення, редагування та аналізу просторових даних [14][2)].

MapInfo Pro – це програмний продукт для настільної ГІС, який виробляється компанією Pitney Bowes Software (раніше корпорацією MapInfo) і використовується для картографування та аналізу місцезнаходження. Це ПЗ дозволяє користувачам аналізувати, візуалізувати, інтерпретувати, редагувати, розуміти і виводити дані для виявлення відносин, моделей і тенденцій. MapInfo Pro дозволяє користувачам вивчати просторові дані в наборі даних, символізувати функції та створювати карти.

Програма MapInfo Pro була вперше випущена в 1986 році як система відображення та аналізу карт (MIDAS) і була першим на ринку настільним ГІС-продуктом.

У цей час він був доступний тільки для операційної системи DOS. Це ПЗ можна налаштувати за допомогою середовища розробки MapCode, яка була мовою програмування типу С. Після другого випуску ім'я було змінено

[1)] [13] Create and Share Maps, Analytics, and Data, Company Esri. URL: http://desktop.arcgis.com/ru/ (дата звернення 03.03.2019).

[2)] [14] Мировой лидер на рынке ГИС и картографических приложений, ООО "ЕСТІ МАП", 2014. URL: http://mapinfo.ru/product/mapinfo-professional (дата звернення 27.02.2019).

на "MapInfo". Продукт DOS був зрештою припинений і замінений на MapInfo для Microsoft Windows у 1990 році.

MapInfo був перероблений з більш простим у використанні графічним інтерфейсом користувача, а також був доступний для операційних систем UNIX та Macintosh. Середовище розробки MapCode було замінено новою мовою під назвою MapBasic [15][1)].

Вигляд головного екрану середовища MapInfo зображений на рис. 7.

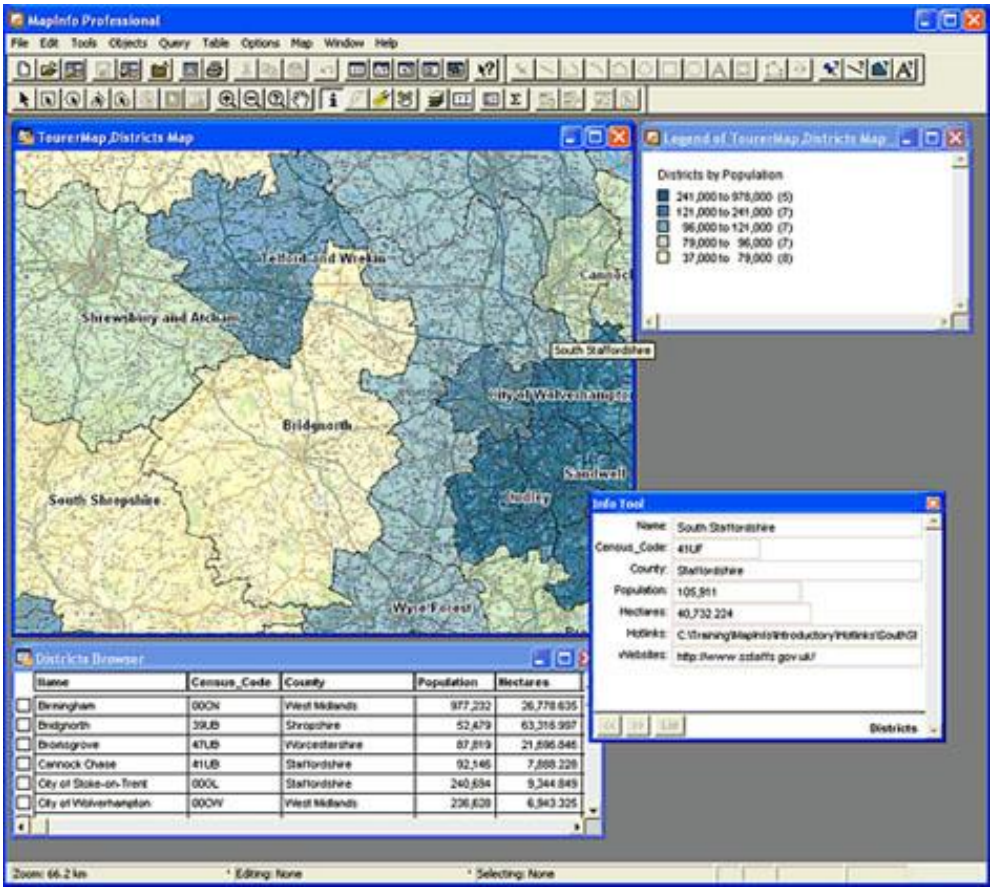

Рисунок 7 – Робота з картами в середовищі MapInfo

MapInfo Pro може читати та писати інші формати файлів для обміну даними з такими програмами, як:

– ESRI Shapefile і AutoCAD DXF;

[1)] [15] Онищенко С. М. Цифрова картографія. Одеса: Екологія, 2017. 97 с.

- CSV і розділений текст ASCII;
- Microsoft Excel і Microsoft Access;
- Бітові зображення або растрові формати, такі як GeoTIFF, ECW, Mr. SID, JPEG, PNG, MRR;
- Просторові БД: Oracle, PostGIS, SQL Server, SQLite і GeoPackage;
- Відкриті геопросторові консорціуми Веб-сервіси: служба веб-функцій, сервіс веб-карток, служба каталогів для Інтернету;
- Карти веб-бази: Bing, Open StreetMap (OSM).

MapInfo Pro дозволяє легко інтегруватися в будь-яку інформаційну систему, має зручний інтерфейс та дозволяє швидко адаптуватися будь-якому користувачеві. Інтерфейс системи представлений на рис. 8.

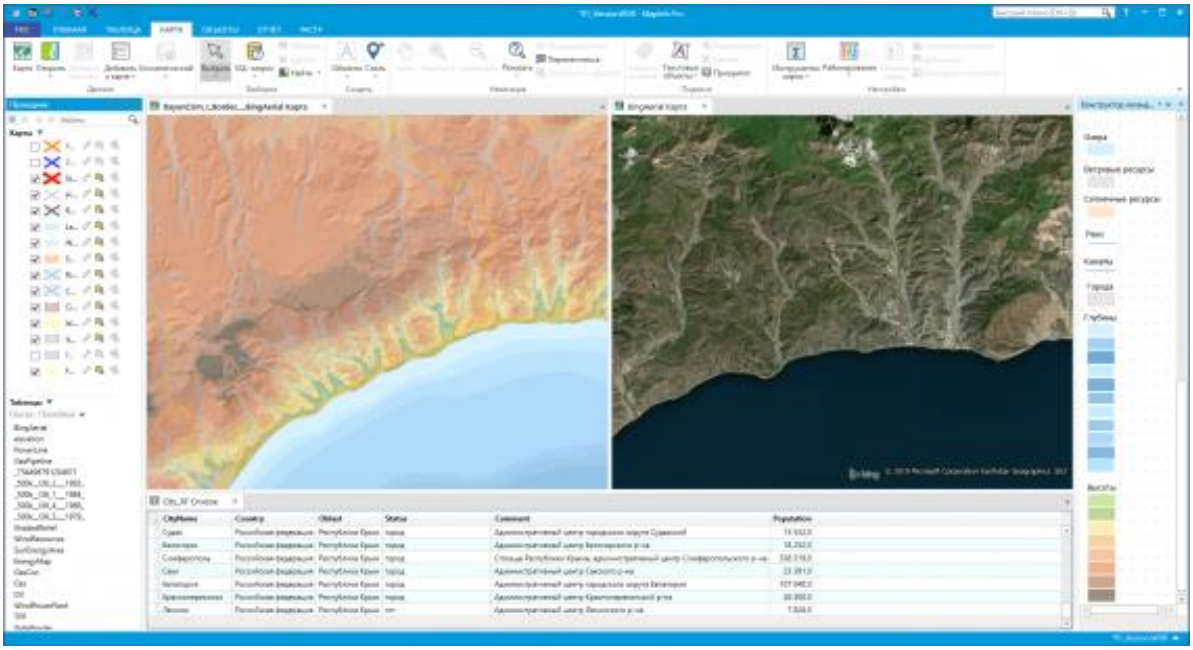

Рисунок 8 – Простота використання та інтеграції в MapInfo

MapInfo Pro підтримує всі поширені формати даних, включаючи офісні формати, такі як Microsoft Excel, Access, формати реляційних і просторових

БД (Oracle, Microsoft SQL Server, PostGIS, SQLite), формати графічних даних (AutoCAD DXF / DWG, SHP, DGN) і багато інших [14][1)].

Також є можливість використовувати в роботі зображення практично будь-яких форматів (аерофотознімки, супутникові знімки, скановані паперові карти і ін.). Крім того, MapInfo Pro має доступ до гібридних карт і знімків Microsoft Bing (див. рис. 9).

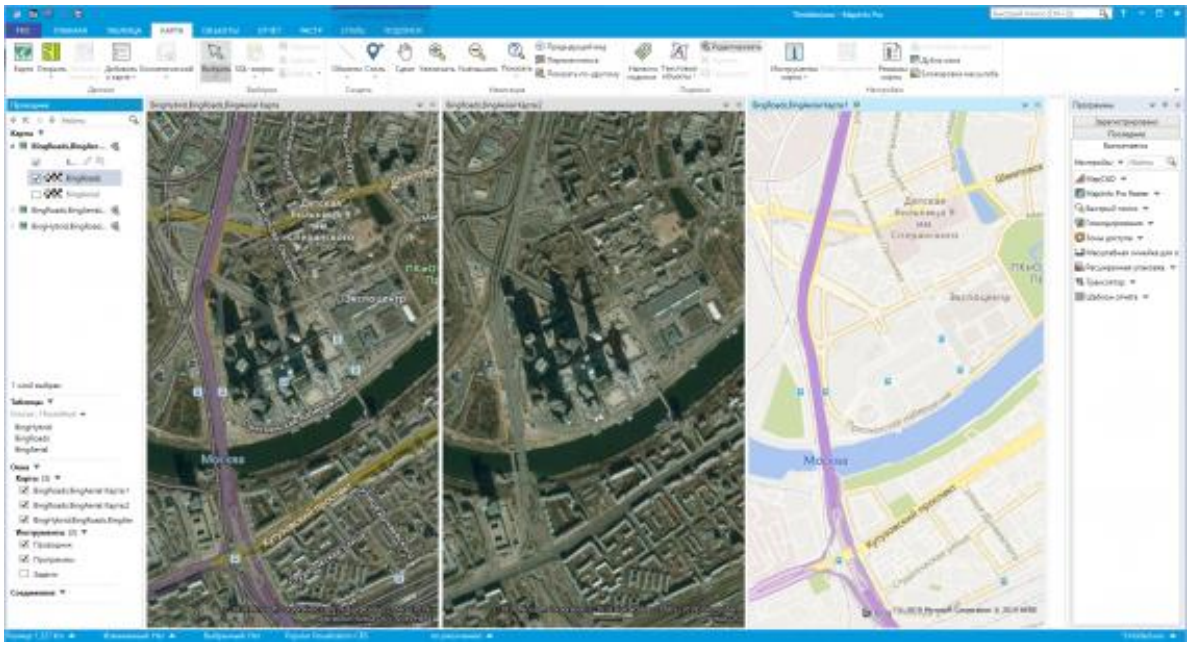

Рисунок 9 – Простота доступу до даних в MapInfo

Інструментарій MapInfo Pro для створення і редагування графічних і табличних даних дозволяє швидко і зручно вносити зміни як на картах, так і в семантичні дані. Приклад інструментарію в MapInfo Pro, можна розглянути на рис. 10.

[1)] [14] Мировой лидер на рынке ГИС и картографических приложений, ООО "ЕСТІ МАП", 2014. URL: http://mapinfo.ru/product/mapinfo-professional (дата звернення 27.02.2019).

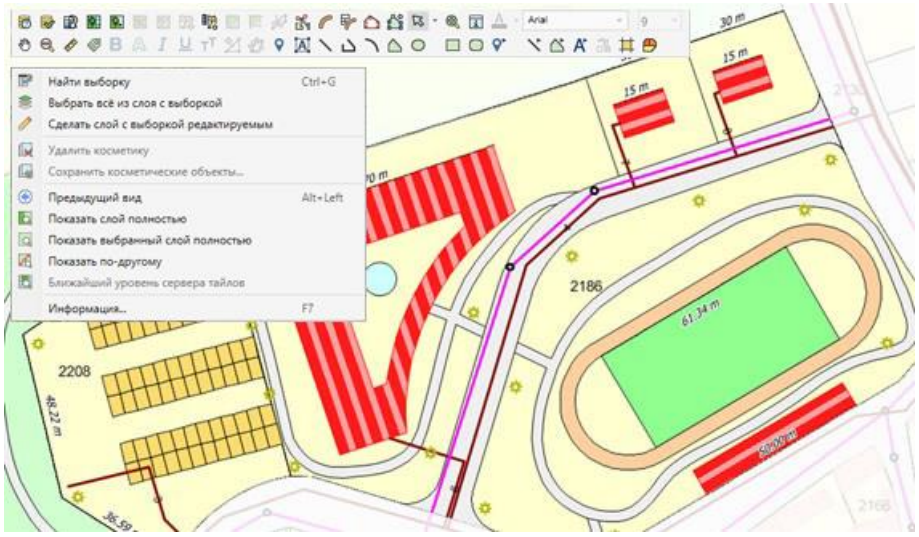

Рисунок 10 – Функції створення і редагування даних в MapInfo

Майстер створення карт в MapInfo Pro і зручні настройки, дозволяють користувачам з будь-яким рівнем підготовки швидко створити наочні карти. В якості фону карти можна використовувати космічні знімки, а зверху накласти необхідні дані у вигляді точок, ліній і полігонів, приклад зображено на рис. 11 [14][1)].

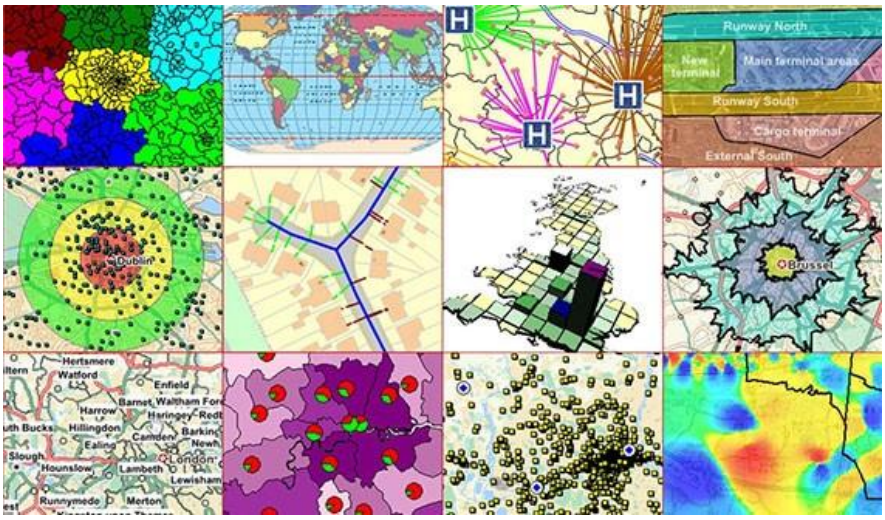

Рисунок 11 – Багатоваріантність відображення даних в MapInfo

[1)] [14] Мировой лидер на рынке ГИС и картографических приложений, ООО "ЕСТІ МАП", 2014. URL: http://mapinfo.ru/product/mapinfo-professional (дата звернення 27.02.2019).

Стиль і зовнішній вигляд будь-якого набору даних легко змінити, використовуючи методи аналітичної обробки і настройки відображення. Можна використовувати статистичні та математичні функції, для відображення розрахованих значень на мапі символами або кольором. Наприклад, території продажів можуть бути розфарбовані відповідно до числа клієнтів на кожній території [14][1)].

Зручний майстер публікації даних з можливістю настройки спільного доступу спрощує завдання обміну інформацією між учасниками проекту. MapInfo Pro дозволяє друкувати або публікувати карти будь-якого розміру, супроводжувати їх примітками, легендою і графіками. Збереження або експорт карт підтримується в будь-якому зручному для користувача форматі (див. рис. 12).

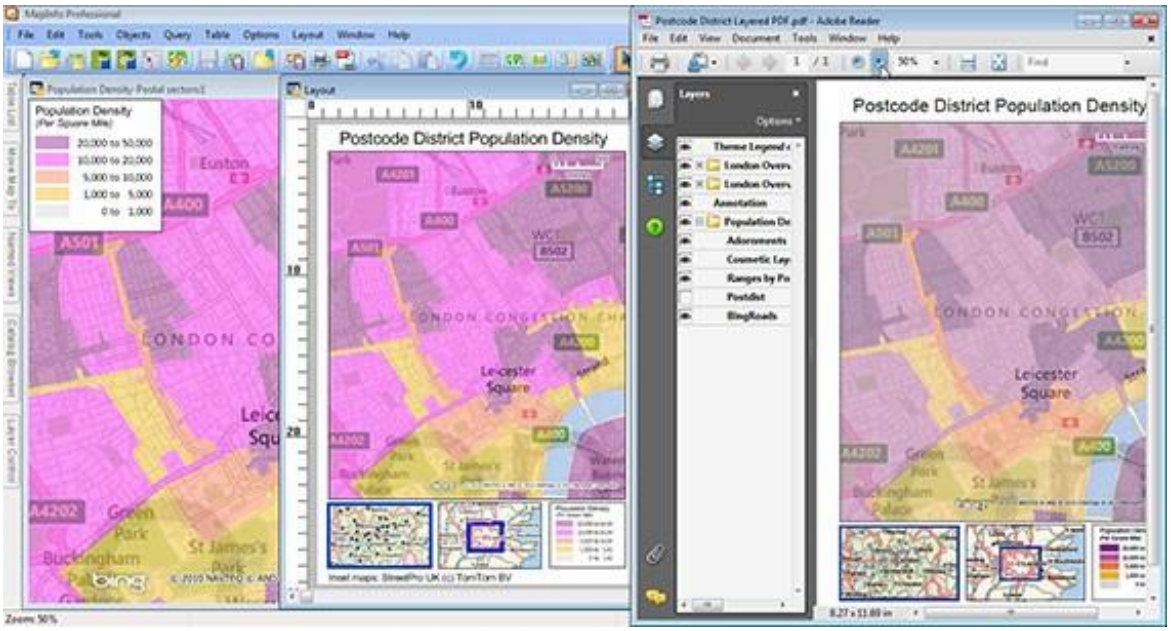

Рисунок 12 – Публікація результатів в MapInfo

[1)] [14] Мировой лидер на рынке ГИС и картографических приложений, ООО "ЕСТІ МАП", 2014. URL: http://mapinfo.ru/product/mapinfo-professional (дата звернення 27.02.2019).

MapInfo Pro є частиною лінійки продуктів MapInfo GIS Suite, вичерпного набору рішень, що включає desktop, серверне та веб-додатки, а також набори даних. Рішення MapInfo мають великий потенціал для масштабування. Приклад, можемо побачити на рис. 13 [14][1)].

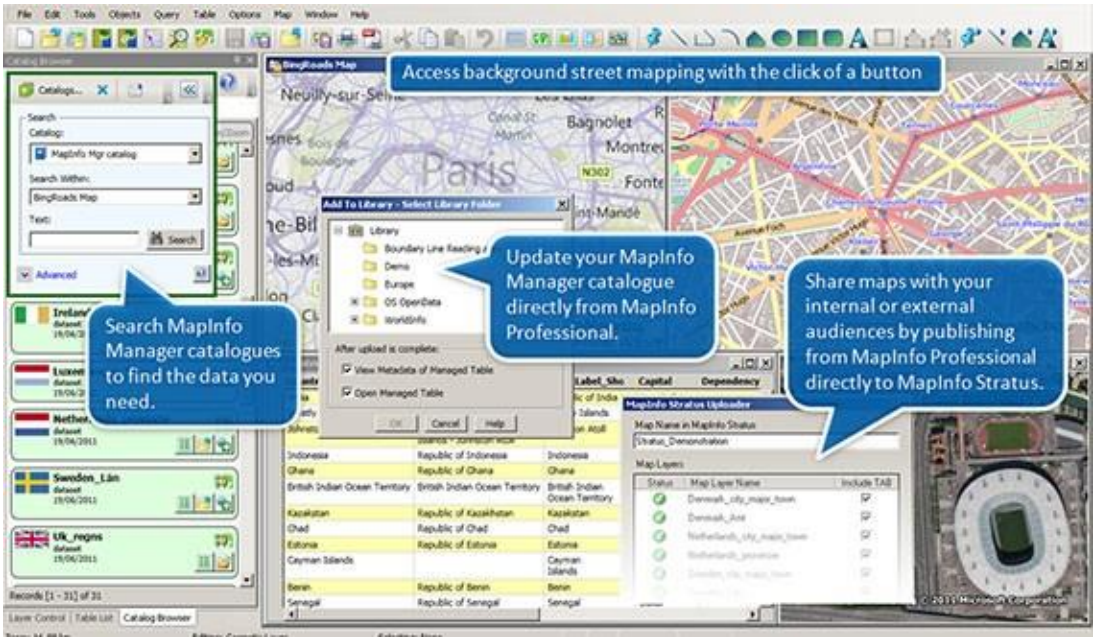

Рисунок 13 – Повна лінійка продуктів для вирішення завдань в MapInfo

2.4 Розгляд програмного забезпечення QGIS

QGIS – це вільна безкоштовна desktop ГІС з відкритим кодом. З її допомогою можна створювати, редагувати, візуалізувати, аналізувати та публікувати геопросторову інформацію в Windows, Mac, Linux (а також вже з'явилася beta-версія, яка дозволяє працювати на платформі Android). Система добре документована на українській мові.

Функціональність QGIS визначається великою кількістю встановлюваних розширень. Які завантажуються через меню «Управління модулями».

[1)] [14] Мировой лидер на рынке ГИС и картографических приложений, ООО "ЕСТІ МАП", 2014. URL: http://mapinfo.ru/product/mapinfo-professional (дата звернення 27.02.2019).

Можна знайти модуль під найрізноманітніші задачі, від геокодінгу, до спрощення геометрії.

Інтерфейс додатку дружній та зрозумілий, особливо якщо мати представлення про загальні принципи роботи [16][1)].

2.4.1 Коротка характеристика програмного забезпечення Quantum GIS

Робота над Quantum GIS була розпочата американським геологом Гарі Шерманом (Gary Sherman) в лютому 2002 року. Це був його персональний проект, викликаний бажанням в неробочий час переглядати дані PostGIS на домашньому Linux-комп'ютері, в той час як на роботі він використовував Windows. Для забезпечення платформ Гарі став розробляти інтерфейс Quantum GIS за допомогою інструментарію Qt.

У 2007 році Quantum GIS стає офіційним проектом Фонду з відкритого геопросторових програмного забезпечення (OSGeo), місія якого полягає в тому, щоб сприяти спільній розробці програмного забезпечення з відкритим вихідним кодом для геоматики. Це означало отримання командою Quantum GIS організаційної підтримки і нових перспектив для розвитку.

Починаючи з версії 2.0, що вийшла влітку 2013 року, команда проекту відмовилася від використання «Quantum GIS» на користь «QGIS».

На сьогоднішній день QGIS – це зрілий програмний продукт, який можна порівняти з комерційними аналогами і підтримуваний міжнародним співтовариством розробників і користувачів.

QGIS пропонує багато загальних функцій пов’язаних з ГІС, які надаються основними функціями та додатками.

Середовище QGIS пропонує такі можливості, як перегляд комбінацій векторних і растрових даних (в 2D або 3D) в різних форматах і проекціях без

[1)] [16] Бесплатные геоинформационные решения QGIS и NextGIS. URL: https://www.pvsm.ru/geoinformatsionny-e-servisy/242896 (дата звернення 15.04.2019)

перетворення на внутрішній або загальний формат. Підтримувані формати включають:

- просторово підтримувані таблиці та перегляди з використанням PostGIS, SpatiaLite та MS SQL Spatial, Oracle Spatial, векторні формати, що підтримуються встановленою бібліотекою OGR, включаючи GeoPackage, ESRI Shapefile, MapInfo, SDTS, GML та багато інших;
- формати растру та зображень, що підтримуються бібліотекою GDAL (бібліотека абстракцій геопросторових даних), таку як GeoTIFF, ERDAS IMG, ArcInfo ASCII GRID, JPEG, PNG та багато інших;
- растрові та векторні дані GRASS з БД GRASS (location / mapset);
- онлайнові просторові дані послужили OGC Web Services, включаючи WMS, WMTS, WCS, WFS і WFS-T.

2.4.2 Дослідження даних і створення карт в середовищі QGIS

Можна складати карти та інтерактивно досліджувати просторові дані за допомогою графічного інтерфейсу. Основні та найбільш корисні інструменти, які доступні у графічному інтерфейсі, включають:

- QGIS-браузер;
- диспетчер БД;
- макет друку;
- панель огляду;
- просторові закладки;
- інструменти анотацій;
- визначення / вибірка об'єктів;
- редагування / перегляд / пошук атрибутів;
- маркування властивостей даних;

- інструменти векторної та растрової символіки, що визначаються даними;
- карта атласу композицій з гратику на шарі;
- північна стрілка, шкала масштабу та маркування авторських прав для карт;
- підтримка збереження та відновлення проектів.

Також в середовищі QGIS є можливість створювати, редагувати, керувати та експортувати векторні та растрові шари в декількох форматах. QGIS пропонує наступне:

- оцифровку інструментів для підтримуваних ogr форматів і векторних шарів grass;
- можливість створення та редагування декількох форматів файлів і векторних шарів grass;
- додаток для геокодування зображень;
- засоби gps для імпорту та експорту формату gpx, а також перетворення інших форматів gps у gpx або вниз / завантаження безпосередньо на пристрій gps (на linux, usb: додано до списку пристроїв gps);
- підтримка візуалізації та редагування даних openstreetmap;
- можливість створення просторових таблиць БД з файлів за допомогою модуля db manager;
- покращену підтримку просторових БД;
- інструменти для керування таблицями атрибутів вектор;
- можливість збереження скріншотів як географічні прив'язки;
- інструмент dxf-export з розширеними можливостями для експортування стилів і плагінів для виконання cad-подібних функцій.

Аналіз просторових даних можна виконувати на просторових БД та інших OGR-форматах, які підтримуються. В даний час QGIS пропонує інструменти векторного аналізу, геопроцесії, геометрії та управління БД.

Також можна використовувати вбудовані інструменти GRASS, які включають в себе повний функціонал GRASS більш ніж 400 модулів. Або ж можна працювати з процесором Plugin, який надає потужну структуру геопросторового аналізу для виклику власних і сторонніх алгоритмів з QGIS, таких як GDAL, SAGA, GRASS та багато іншого.

QGIS може бути адаптований до особливих потреб за допомогою розширюваної архітектури модулів. QGIS надає бібліотеки, які можуть використовуватися для створення модулів.

Можна створювати окремі додатки, використовуючи мови програмування C ++ або Python.

2.4.3 OGC-сервіси в середовищі QGIS

Open Geospatial Consortium (OGC, Відкритий геопросторовий консорціум) – це міжнародна організація, до складу якої входить понад 300 (як комерційних, так і некомерційних, урядових і дослідницьких) організацій з усього світу. Її учасники займаються розробкою і практичною реалізацією стандартів в області геоінформаційних сервісів. Найбільш важливі специфікації OGC:

- WMS – Web Map Service (Клієнт WMS / WMTS);
- WMTS – Web Map Tile Service (Клієнт WMS / WMTS);
- WFS – Web Feature Service (Клієнт WFS і WFS-T);
- WFS-T – Web Feature Service-Transactional (Клієнт WFS і WFS-T);
- WCS - Web Coverage Service (Клієнт WCS);
- SFS – Simple Features for SQL (Шари PostGIS);
- GML – Geography Markup Language.

OGC-сервіси все частіше використовуються для обміну геопросторовими даними між різними ГІС і сховищами даних. У сьогодення QGIS підтримує всі вищенаведені специфікації в ролі клієнта (SFS як провайдер даних PostgreSQL / PostGIS).

2.4.4 Просторові БД в середовищі QGIS

Просторові БД надають поліпшені можливості контролю над геоданих, розподіленого доступу до них, геообработки великих обсягів даних. QGIS підтримує роботу з наступними БД і їх просторовими розширеннями:

- PostgreSQL / PostGIS;
- SQLite / SpatiaLite;
- MSSQL 2008 Spatial;
- SQL Anywhere
- Oracle Spatial.

Взаємодія з серверними і файловими просторовими БД в QGIS істотно спрощується завдяки наявності спеціальних модулів, об'єднаних меню БД: DB Manager, SPIT, офлайнового редагування [17][1)].

2.4.5 Порівняльна характеристика ПЗ ArcGIS і QGIS

При приєднанні таблиці до просторових даних, потрібно ставити кожен рядок на карту. Створення приєднання таблиць є інтуїтивним у ArcGIS . У ArcMap досить клацнути правою кнопкою миші на шарі і вибрати "приєднатися". Також є можливість приєднатися через властивості шару.

У QGIS можна об'єднати таблиці з властивостями шару. Коли таблиця приєднується до QGIS, вона дає можливість перейменувати префікс цього конкретного приєднання. З кількома об'єднаннями це корисна функція [18][2)].

Перший набір даних, який додається до ArcMap, він визначає систему координат в якій буде виконана робота. Коли інші набори даних додаються в інші системи координат, ArcGIS проектуватиме дані «на льоту». Це означає, що шар буде відповідати початковому шару і системі координат кадру даних.

[1)] [17] Свидзинская Д. В., Бруй А. С., Основы QGIS, Киев, 2014. 83 с.

[2)] [18] Differences Between ArcGIS and QGIS – The Most Epic GIS Software Battle in GIS History, GISGeography. URL: https://gisgeography.com/qgis-arcgis-differences/ (дата звернення 04.04.2019).

"Невідомий просторовий довідник" означає конфлікт даних. У цьому випадку в нижньому правому куті ArcMap з'явиться "невідомі одиниці", і потрібно використовувати інструмент "Визначити проекцію".

QGIS підтримує 2700 відомих координатних систем (CRS). Вона дозволяє визначати глобальні та загальнопроектні CRS для шарів без попередньо визначеної CRS.

Вона також дозволяє визначати універсальні CRS і підтримує проекціювання векторних і растрових шарів на льоту. І ArcGIS, і QGIS обробляють CRS зручним для користувача способом.

QGIS – це ПЗ з відкритим кодом. ArcGIS має дуже хорошу структуру геообработки; дуже тверда, дуже велика, але рівень ліцензії визначає, які інструменти можна використовувати в ArcGIS.

Базова ліцензія як і раніше дає доступ до великої кількості потужних інструментів. Розширена ліцензія надає доступ до всього.

У QGIS немає ліцензійних рівнів. ПЗ з відкритим вихідним кодом QGIS не обмежує використання інструментів. Якщо потрібно використовувати інструмент стирання в ArcGIS 10, слід увімкнути розширену ліцензію. Якщо немає додаткових ліцензій, це означає, що не можна використовувати інструмент видалення.

Існує інтеграція інструментів із GRASS і SAGA GIS, що дає необхідну потужність для вирішення практично будь-якої геопросторової проблеми. QGIS працює над своєю геопроцесною структурою, яка вже вражає. Але врешті-решт, дійсно є потреба отриманні ліцензії на геопроцесор в ArcGIS. Це робить QGIS домінуючим переможцем у цій категорії [18][1)].

При аналізі існуючого ПЗ була створена порівняльна характеристика (табл.1). Під час створення основна увага була надана наступним характеристикам, а саме зручність інтерфейсу, інструментарій, експорт в Інтернет, ви-

[1)] [18] Differences Between ArcGIS and QGIS – The Most Epic GIS Software Battle in GIS History, GISGeography. URL: https://gisgeography.com/qgis-arcgis-differences/ (дата звернення 04.04.2019).

користання оперативної пам’яті ресурсів ПК, мова програмування, операційна система та вартість ПЗ.

Таблиця 1 – Переваги та недоліки ПЗ ArcGIS, MapInfo Pro та QGIS

Переваги та недоліки ПЗ			
Критерії оцінювання	Назва ПЗ		
	ArcGIS	MapInfo Pro	QGIS
Зручність інтерфейсу	Ретельно розроблений інтерфейс користувача	Не дуже вдалий інтерфейс користувача	Ретельно розроблений інтерфейс користувача
Інструментарій	Вбудований та добре розвинутий інструментарій	1) є обмежений стандартний інструментарій; 2) додаткові інструменти одержуються за окремі кошти та встановлюються додатково.	Вбудований та добре розвинутий інструментарій
Об’єм дискового простору необхідного для програми	Не менше 2 ГБ	До 4 ГБ	Не более 16 ГБ
Експорт в Інтернет	Є наявність	Є наявність	Немає
Мова програмування	Visual C, Python	Map Basic	C++, Python

Продовження таблиці 1

Переваги та недоліки ПЗ			
Критерії оцінювання	Назва ПЗ		
	ArcGIS	MapInfo Pro	QGIS
Операційна система	Windows, Linux	Windows	Linux, macOS, Microsoft Windows, BSD, Android (beta)
Вартість ПЗ	Платне	Умовно-вільне	Вільне

Порівняльна таблиця була створена для порівняння найбільш популярного ПЗ на сьогоднішній день. З таблиці можна побачити, що ArcGIS та QGIS мають перевагу над MapInfo Pro. Переді мною була поставлена задача, виконати роботу в вільному ПЗ. Тобто можна зробити висновок, що ПЗ QGIS, швидко розвивається і є при цьому безкоштовним та не поступається ПЗ ArcGIS, яке багато коштує.

3 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ КАРТОГРАФІЧНИХ WEB-СЕРВЕРІВ

Для розміщення карти в Інтернеті використовуються різноманітні MapServer. Існує чимало веб-серверів з відкритим кодом, але найбільш популярним є MapServer розроблений в Університеті штату Міннесота.

Для створення додатків в ньому передбачений простий CGI-інтерфейс, що дозволяє динамічно генерувати карти і передавати їх через Інтернет. Користувачі, які потребують додаткових функціях, можуть застосовувати замість простого браузера спеціальну клієнтську програму для MapServer, яка розроблена канадською компанією DM Solutions і також поставляється за ліцензією Open Source.

Варто згадати ще один геоінформаційний веб -сервер з відкритим вихідним кодом – GeoServer, його перша версія з'явиться у вересні. Він сумісний зі стандартами організації Open GIS, підтримує мову опису географічної інформації GML і реалізований за допомогою технології Java Servlet.

У ГІС-продуктів з відкритим вихідним кодом такі ж переваги і недоліки, як і у інших програм зі світу Open Source. До плюсів відносяться безкоштовна (або майже безкоштовна) ліцензія і доступ до вихідного коду, а до мінусів – складність впровадження через погано проробленої документації та відсутність засобів установки і підтримки. Крім того, за функціональними можливостями геоінформаційні продукти з відкритим кодом поки що відстають від своїх комерційних аналогів [19][1)].

3.1 Характеристика картографічного WEB-сервера – MapServer

MapServer – це серверне застосування з відкритим вихідним кодом, що

[1)] [19] Гореткина Е. ГИС с открытым кодом. ИЗДАТЕЛЬСТВО СК ПРЕСС, 2003. URL: https://www.itweek.ru/industrial/article/detail.php?ID=65215 (дата звернення 19.04.2019).

дозволяє публікувати векторні і растрові дані відповідно до стандартів OGC, таким, як WMS і WFS [20][1)] (див. рис. 14).

Рисунок 14 – Логотип середовища MapServer

Основу MapServer становить CGI-програма mapserv.exe (в разі MS4W зберігається в каталозі \ ms4w \ Apache \ cgi-bin \), яка приймає від користувача параметри (файл опису карти, шари карти, розміри поточної карти і т.п.), зазначені в адресному рядку браузера, після чого відображає необхідну карту користувачеві.

Зазвичай це відбувається так: отримавши від користувача запит, MapServer генерує растровий файл і вбудовує його в html-документ, що відсилається користувачеві. Які шари будуть приймати участь при генерації файлу, як саме вони будуть відображатися, чи будуть підписані об'єкти на карті, а також багато іншого вказується в спеціальному файлі з розширенням .map, який передається програмі mapserv.exe в якості одного з параметрів, заданих користувачем в рядку адреси.

Map-файл – це основний механізм конфігурації MapServer, з його допомогою налаштовується список доступних на сервері шарів, а також їх візуальне оформлення (колір, символіка, підписи і т.д.).

[1)] [20] Введение в MapServer – OSGeo-Live 11.0 Documentation. OSGeo-Live. URL: https://live.osgeo.org/archive/11.0/ru/quickstart/mapserver_quickstart.html (дата звернення 28.04.2019).

3.1.1 Загальні особливості WEB-сервера MapServer

Вікіпедія [21][1)] надає наступні особливості WEB-сервера MapServer:

а) графічні можливості;
   1) підтримка масштабування;
   2) створення підписів і коректне їх розташування на карті;
   3) можливість повністю налаштовувати зовнішній вигляд одержуваних карт за допомогою шаблонів (map файл);
   4) підтримка шрифтів TrueType;
   5) автоматичне створення картографічних елементів (масштабна лінійка, легенда і т. д.);
   6) створення картограм і тематичних на основі математичних і регулярних виразів;

б) підтримка популярних скриптових мов: PHP, Python, Perl, Ruby, Java і .NET;

в) крос-платформеність: Linux, Windows, Mac OS X, Solaris і ін.;

г) підтримка стандартів OGC: WMS, WFS, WMC, WCS, SLD, GML;

д) підтримка безлічі растрових і векторних форматів;
   1) TIFF / GeoTIFF, EPPL7 і інших, з використанням можливостей бібліотеки GDAL;
   2) ESRI shapfiles, PostGIS, ESRI ArcSDE, Oracle Spatial, MySQL і багато інших, через бібліотеку OGR;

е) підтримка картографічних проекцій: перепроектування на льоту за допомогою бібліотеки Proj.4.

3.2 Картографічний WEB-сервер – GeoServer

GeoServer, як і MapServer є картографічним сервером з відкритим вихідним кодом, який серед багатьох інших можливостей, реалізує наступні спе-

---

[1)] [21] MapServer – Википедия, Википедия, 2019. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/MapServer (дата звернення 21.04.2019).

цифікації OGS: WMS, WFS, WCS. Однак, на відміну від MapServer, GeoServer реалізує специфікацію WFS-T (WFS-Transaction). Це означає, що використовуючи GeoServer, можна не тільки отримувати дані для побудови на їх основі власних карт, але також редагувати отримані дані з подальшим автоматичним оновленням вихідної інформації на сервері. Серед підтримуваних форматів можна визначити: JPEG, PNG, SVG, KML / KMZ, GML, PDF, ESRI Shapefile і інші.

Іншою цікавою особливістю, що відрізняє GeoServer від MapServer, яка поставляється з GeoServer візуальна система управління файлами налаштувань і опису даних для проектів GeoServer. Ця система реалізована у вигляді веб-інтерфейсу і надає користувачеві можливість інтерактивного створення та зміни розроблювального картографічного ресурсу [22][1)].

Згідно з [23][2)] GeoServer – ПЗ з відкритим вихідним кодом, написаний на Java, що надає можливість адміністрування і публікації геоданих на сервері. Відповідає стандартам Open Geospatial Consortium: WMS, WFS, WMTS, WPS. Надає можливість працювати з опублікованими геоданих в різних картографічних додатках (ArcGIS, GoogleEarth, QGIS, OpenLayers і ін.) (рис. 15).

Рисунок 15 – Логотип ПЗ GeoServer

---

1) [22] GIS-Lab Начало работы с GeoServer. URL: http://gis-lab.info/qa/geoserver-begin.html (дата звернення 23.04.2019).

2) [23] GeoServer – Википедия. 2018. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/GeoServer (дата звернення 26.04.2019).

3.3 Картографічний WEB-сервер – OpenLayers

OpenLayers – бібліотека з відкритим вихідним кодом, написана на JavaScript, призначена для створення карт на основі програмного інтерфейсу (API). Бібліотека включає в себе компоненти з JavaScript-бібліотек Rico і Prototype JavaScript Framework, логотип зображено на рис. 16.

OpenLayers дозволяє дуже швидко і легко створити web-інтерфейс для відображення картографічних матеріалів, представлених в різних форматах і розташованих на різних серверах. Завдяки OpenLayers розробник має можливість створити, наприклад, власну карту, що включає шари, що надаються різними серверами, наприклад, Mapserver, ArcIMS або GeoServer [24][1)].

Рисунок 16 – Логотип картографічного WEB-сервера OpenLayers

Бібліотека OpenLayers дозволяє дуже швидко і легко створити web-інтерфейс для відображення картографічних матеріалів, представлених в різних форматах і розташованих на різних серверах. Завдяки OpenLayers розробник має можливість створити, наприклад, власну карту, що включає шари, які надаються WMS (і WFS) серверами, такими як Mapserver, ArcIMS або Geoserver, і даними картографічних сервісів Google.

Бібліотека є розробкою з відкритим вихідним кодом і розробляється за спонсорської підтримки проекту MetaCarta, який використовує OpenLayers в

[1)] [24] OpenLayers – Википедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/OpenLayers (дата звернення 28.04.2019).

своїх розробках. Проте, OpenLayers є незалежним вільно поширюваним продуктом [25][1)].

Крім власне візуалізації WMS і WFS шарів на єдиної web-карті, а також редагування наданих даних (тільки для WFS-T серверів) OpenLayers володіє наступними можливостями:

- додавання на карту панелі навігації (включена за замовчуванням); на панелі знаходяться кнопки зсуву карти (північ-південь, захід-схід), збільшення і зменшення масштабу;
- зсуву карти за допомогою миші;
- зміни масштабу карти при прокручуванні середнього колеса миші;
- отримання координат точки, над якою знаходяться покажчик миші;
- додавання панелі управління видимістю / невидимістю шарів карти;
- вибору довільного об'єкта і отримання атрибутивної інформації про нього;
- управління прозорістю використовуваних шарів карти;
- додавання до карти визначаються користувачем елементів (точок, ліній, полігонів);
- безліч інших можливостей OpenLayers, які, разом з прикладами їх використання і документацій доступні на офіційному сайті [26][2)].

[1)] [25] GIS-LAB: Начало работы с OpenLayers. URL: http://gis-lab.info/qa/ openlayers-begin.html (дата звернення 30.04.2019).

[2)] [26] OpenLayers – Welcome. URL: https://openlayers.org/ (дата звернення 02.05. 2019).

4 РОЗМІЩЕННЯ ІНТЕРАКТИВНОЇ КАРТИ В СЕРЕДОВИЩІ ІНТЕРНЕТ

Для розміщення карти в середовищі Інтернет, було вирішено використати наступний ланцюжок ПЗ (див. рис. 17).

Рисунок 17 – Формування картографічного веб-сервера
на основі вільного умовно-вільного ПЗ

На першому етапі ми маємо карту, яку в ПЗ QGIS нам потрібно поділити на шари та представити за допомогою полігону. В результаті ми маємо 6 shape-файлів, а саме «Райцентры», «Одесса», «область», «Черное море» та «Посторонние» (рис. 18).

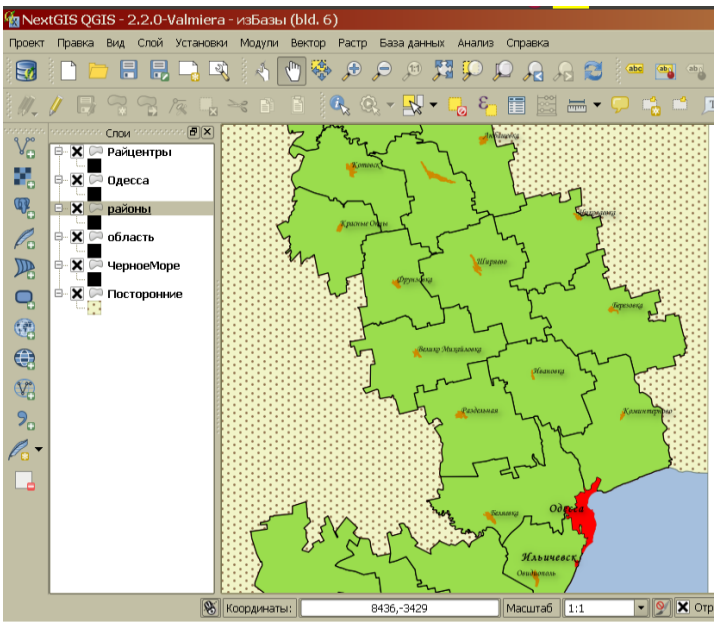

Рисунок 18 – Карта Одеської області в середовищі QGIS

На другому етапі, будемо використовувати зв’язку PostgreSQL / PostGIS, яка надає доволі широкі можливості по роботі з просторовими даними. Дуже важко працювати в середовищі PostGIS, оскільки інформації на українській мові не багато [27][1)].

4.1 Створення map-файлу в середовищі MapServer

На третьому етапі було розглянуто середовище MapServer, де для роботи нам потрібно створити map файл. Для початку потрібно створити файл "odmap.map" в своїй домашній директорії c:/ms4w/apps/example/odmap.map. Map-файл починається з ключового слова MAP, яке позначає початок «map»-об’єкта. Закриває «map»-об’єкт ключове слово END в кінці файлу. Вся карта, яка буде відображатися користувачеві описується всередині. За допомогою будь-якого редактора, наприклад Notepad++ – заносимо наступно інформацію. Нижче приведений уривок коду odmap.map. Код починається з слова MAP. Всі наступні команди (операнди) описані нижче, після прикладу кода.

```
MAP
 NAME "MAPSERVER"
 IMAGETYPE PNG
 EXTENT -137 29 -53 88
 SHAPEPATH "/ms4w/apps/example/shp/"
 SIZE  600 400
 IMAGECOLOR 255 255 255

 PROJECTION
  "init=epsg:4326"
  "datum=WGS84"
 END

 WEB
  TEMPLATE './templates/template.html'
  IMAGEPATH '/ms4w/tmp/ms_tmp/'
  IMAGEURL  '/ms_tmp/'
  METADATA
   "own_allowed_ip_list" "192.168.0.0/80"
  END
 END
```

[1)] [27] GIS-Lab: Основы работы с PostGIS . URL: http://gis-lab.info/qa/postgis-work.html (дата звернення 03.05.2019).

Розглянемо ієрархічну структуру об’єкта MAP і визначимо з яких компонентів він складається та яку інформаційну цінність містять необхідні для вище описаного уривку коду – компоненти (див. рис. 19) [28][1)].

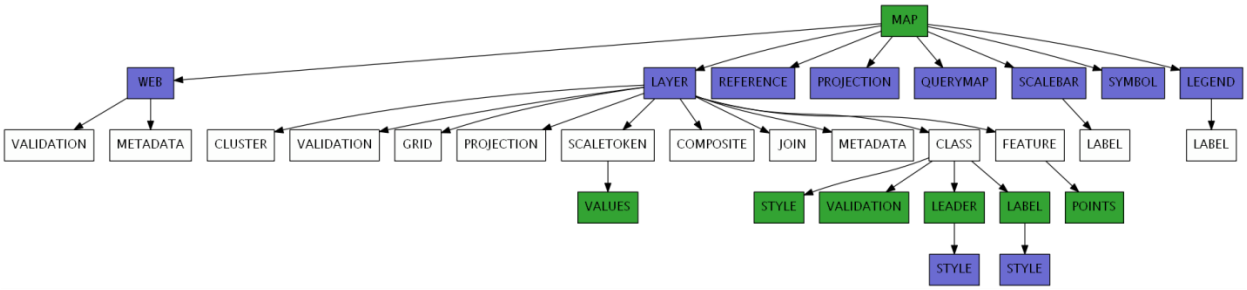

Рисунок 19 – Ієрархія компонентів об’єкта MAP

NAME [name] – префікс, прикріплений до карт, шкали масштабу та іменам файлів GIF умовних позначень, створений за допомогою цього map-файлу. Він повинен бути коротким.

IMAGETYPE [jpeg | pdf | png | svg |… | userdefined] – вихідний формат (растровий чи векторний) для генерації. Ім’я, яке тут використовується повинно співпадати з «NAME» користувача, який визначається або доступний OUTPUTFORMAT. Повний список доступних IMAGEFORMATs.

EXTENT [minx] [miny] [maxx] [maxy] – просторова протяжність карти, яку потрібно створити. У більшості випадків потрібно буде її вказати, хоча MapServer може іноді обчислити його, якщо вона не вказана.

SHAPEPATH [ім'я файлу] – шлях до каталогу, що містить shape-файли або тайли (плитки). У SHAPEPATH можуть бути додаткові підкаталоги.

SIZE [x] [y] – розмір у пікселях вихідного зображення (тобто карти).

IMAGECOLOR [r] [g] [b] | [шістнадцятковий рядок] – колір для ініціалізації карти (тобто колір фона). Якщо включена прозорість (TRANSPARENT ON в OUTPUTFORMAT) для типового випадку створення 8-бітових псевдокольорових карт, цей колір буде позначено як прозорий у палітрі вихідних

[1)] [28] Mapfile – MapServer 7.4.0 documentation. URL: https://mapserver.org/mapfile/index.html (дата звернення 11.05.2019).

файлів. Будь-які інші компоненти карти, намальовані в цьому кольорі, також будуть прозорими, тому для створення (генерації) карт з прозорістю краще використовувати інший невикористаний колір як колір фону.

а) r, g і b - цілі числа [0..255] – щоб вказати зелений, використовується наступне: IMAGECOLOR 0 255 0;

б) Шістнадцятковий рядок може бути

1) Значення RGB: "#rrggbb" – щоб вказати пурпуровий, використовується наступне: IMAGECOLOR "# FF00FF";

2) Значення RGBA (додавання прозорості): "#rrggbbaa" – щоб вказати напівпрозору пурпуру, використовується наступне: IMAGECOLOR "# FF00FFCC".

PROJECTION – цей блок, буде використовуватися для налаштування проекцій. Для цього необхідно визначити один об'єкт проекції для виведення зображення (в об'єкті MAP) і одного об'єкта проекції для кожного шару (в об'єктах LAYER), що проектуються. MapServer використовує бібліотеку PROJ.4 для проекцій. Таким чином, об'єкти проекції складаються з серії ключових слів PROJ.4, які або вказуються безпосередньо в об'єкті або згадуються у файлі EPSG. Файл EPSG є файлом пошуку, що містить параметри проекції, і є частиною бібліотеки PROJ.4.

TEMPLATE [filename | url] – файл шаблону або URL-адреса, що використовується для представлення результатів користувачеві в інтерактивному режимі (тобто карта генерує карту тощо [28][1)].

IMAGEPATH [path] – щлях до тимчасового каталогу для запису тимчасових файлів і зображень. Користувач, з яким працює веб-сервер, має бути доступним для запису. Потрібно закінчуватися на / або залежно від вашої платформи.

[1)] [28] Mapfile – MapServer 7.4.0 documentation. URL: https://mapserver.org/mapfile/index.html (дата звернення 11.05.2019).

IMAGEURL [path] – базова URL-адреса для IMAGEPATH. Це URL-адреса, за якою веб-браузер переглядач відправляє в IMAGEPATH для отримання зображення.

METADATA – це ключове слово дозволяє зберігати довільні дані як пари ім’я-значення.

Використовується з послугами OGC (WMS-сервер, WFS-сервер, WCS-сервер, SOS-сервер) для визначення таких речей, як назва шару. Вона також може забезпечити більшу гнучкість у створенні шаблонів, оскільки все, що розміщується тут, буде доступне через теги шаблонів. Якщо є підтримка XMP, також можна вбудувати підтримку XMP Metadata Support у вихідні зображення, вказавши тут інформацію XMP-тегів [28][1)] Нижче представлений другий уривок коду, опис компонентів описаний після нього.

```
LAYER
  NAME Odessa
  DATA Odessa
  STATUS ON
  TYPE POLYGON

  CLASS
   NAME "Odessa"
    STYLE
     COLOR 238 130 238
     OUTLINECOLOR 32 32 32
    END

    LABEL
     COLOR 132 31 31
     SHADOWCOLOR 218 218 218
     SHADOWSIZE 2 2
     TYPE TRUETYPE
     FONT arial-italic
     SIZE 7
     ANTIALIAS TRUE
     POSITION CL
     PARTIALS FALSE
     MINDISTANCE 100
     BUFFER 3
     ENCODING CP1251
    END
   END
  END
END
```

[1)] [28] Mapfile – MapServer 7.4.0 documentation. URL: https://mapserver.org/mapfile/index.html (дата звернення 11.05.2019).

Вміст map-файла являє собою глобальний розділ MAP, всередині якого також розташовується розділ LAYER, що містять опис опублікованих шарів.

Розглянемо другий уривок коду, де виділимо деякі розділи та їх властивості в нашому map-файлі:

LAYER – порядок доступу та властивості відображення конкретного шару (пізніше буде додано ще один шар).Якщо поглянути ближче на розділ LAYER нашого map-файла, то можна побачити, що всередині нього містяться деякі додаткові властивості, серед яких:

- *DATA – ім'я джерела даних, який використовується для даного шару (у нашому випадку це ім'я shape-файлу);
- *STATUS – визначає, чи повинен шар бути відмалювали (ON) чи ні (OFF), або малювати шар завжди (DEFAULT);
- *TYPE – геометричний тип, який повинен використовувати MapServer при відображенні даних (згідно з нашим map-файлу, дані будуть намальовані як полігони);
- *CLASS – визначає оформлення шару (стиль).

LABEL – повідомляє про початок об'єкта LABEL. Клас може містити декілька labels міток (починаючи з MapServer 6.2) [29][1)] .

Потрібно зауважити, що під час створення map-файлу, потрібно ще створити файл з розширенням *.html.

```
WEB
  TEMPLATE './templates/template.html'
```

Це необхідно для того, щоб створити безпосередньо саму інтерактивну карту. Більш детально зі змістом файлу «template.html» можна ознайомитися в додатку . Результат запуску template.html представлений на рис. 20.

[1)] [29] Введение в MapServer – OSGeo-Live 6.5 Documentation. URL: https://live.osgeo.org/archive/6.5/ru/quickstart/mapserver_quickstart.html (дата звернення 16.05.2019).

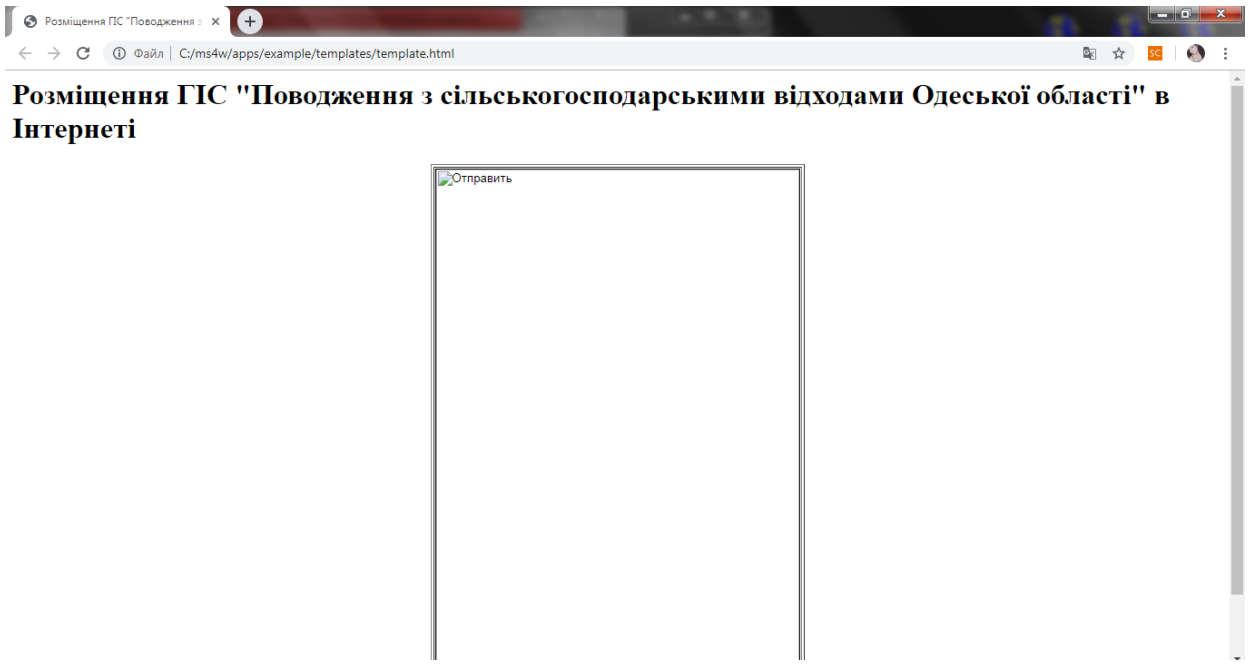

Рисунок 20 – Результат розміщення карти в Інтернет

4.2 Викладення карти за допомогою середовища QGIS

До переваг QGIS [2][1)], можна додати те, що програма не стоїть на одному місці. Вона дуже швидко розвивається можна зазначити , що в нових версіях вже є можливість викладати карти безпосередньо з середовища QGIS. Цю функцію забезпечують такі модулі (плагіни), як Qgis2threejs Export, qgis2web, qgis2leaf. Ці модулі безкоштовні є можливість безпосередньо підключити їх з QGIS Official Repository.

Викладення карти було зроблено безпосередньо з ПЗ QGIS. За допомогою підключення модулю (плагіну) Qgis2threejs Export. Після заповнення даних, генерується html файл, який в подальшому відкривається за допомогою браузера. Бажано для запуску використовувати браузер Mozilla Firefox. Результат розміщеної карти представлений на рисунку (див. рис. 21)

[1)] [2] Розміщення інтерактивної ГІС карти в середовище Internet. Збірник статей за матеріалами студентської наукової конференції Одеського державного екологічного університету (15-18 квітня 2019 р.). Одеса. 2019. С. 150–155.

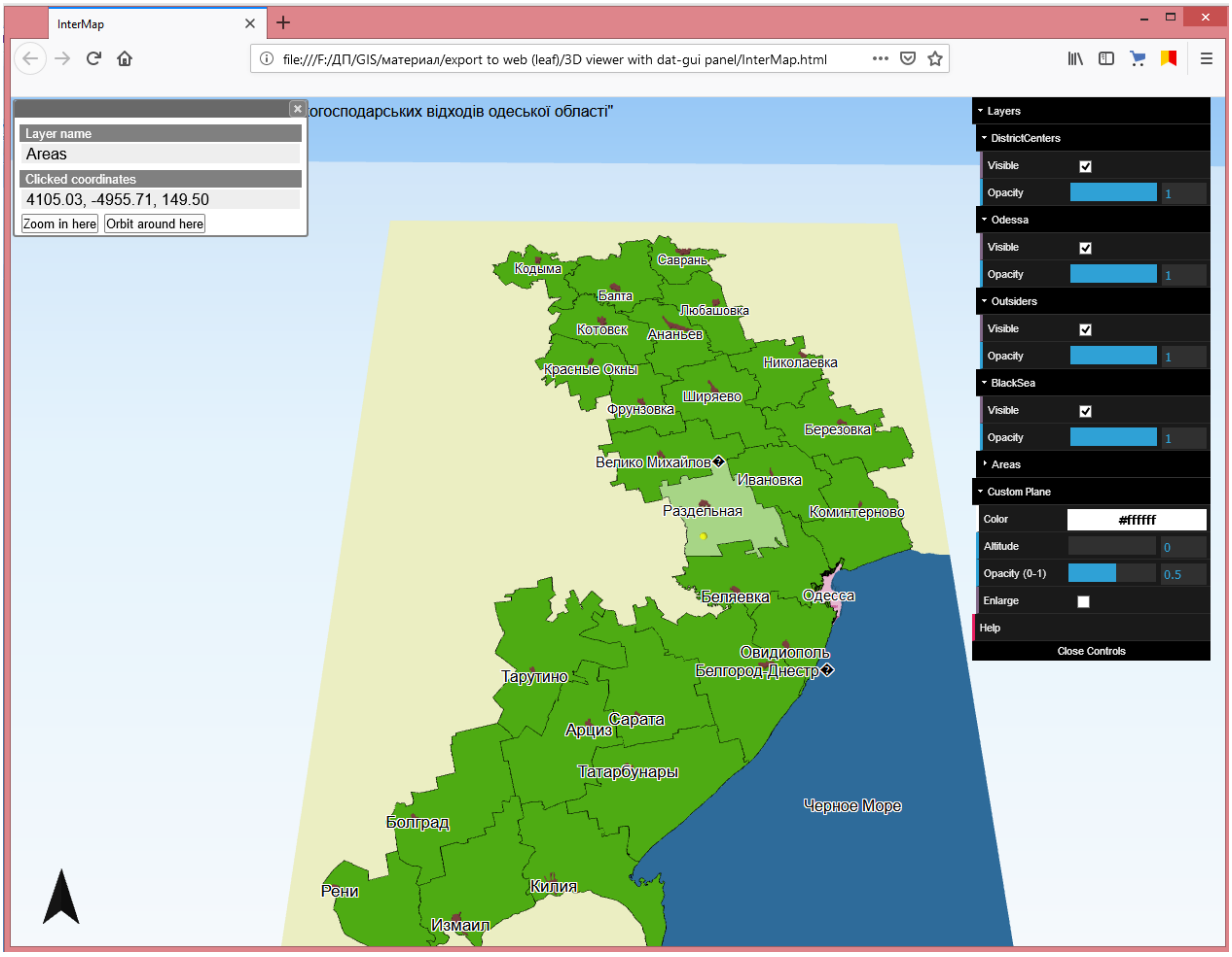

Рисунок 21 – Приклад викладення карти за допомогою модулю Qgis2threejs Export

ВИСНОВКИ

В результаті ходу роботи, для досягнення поставленої мети і вирішення задач, було виконано наступне:

- проведено моделювання процесу розміщення ГІС карти «Поводження з сільськогосподарськими відходами Одеської області» в Інтернеті;
- розглянуто на предмет можливості розміщення карт в Інтернеті та доступності, існуючі на сьогоднішній день універсальні ГІС (ArcGIS, Mapinfo, QGIS);
- розглянуто та визначено програмне забезпечення, яке необхідне для розміщення (MapServer);
- виконано роботу за допомогою вільного програмного забезпечення.

Також за допомогою MapServer було створено map-файл та html-файл. За допомогою яких, здійснюється розміщення ГІС карти в середовищі Інтернет. На жаль, карта не відображається, але на даний момент ведуться роботи над усуненням цієї проблеми. Але не зважаючи на це, можливості ПЗ QGIS дозволяють безпосередньо з самого середовища за допомогою модулів, які можна завантажити з офіційного сайту, викласти ГІС карту в Інтернет.

За допомогою модулю Qgis2threejs, була створена для розміщення карта в Інтернет. Потрібно зауважити, що сама карта має 3D зображення. В результаті маніпуляцій з картою та модулем Qgis2threejs, генерується html-файл, який написаний на JavaScript.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Рольщиков В.Б., Біньковська Г.В., Шаніна Т.П. Розробка геоінформаційної системи “Поводження з сільськогосподарськими відходами Одеської області”. Вісник Одеського державного екологічного університету. 2015. Вип. 19. С. 230–236.
2. Розміщення інтерактивної ГІС карти в середовище Internet. Збірник статей за матеріалами студентської наукової конференції Одеського державного екологічного університету (15-18 квітня 2019 р.). Одеса. 2019. С. 150–155.
3. Моделирование БИЗНЕС-процесса в НОТАЦИЯХ IDEF0, IDEF3, DFD. URL: https://studwood.ru/1046260/informatika/modelirovanie_biznes_protsessa_notatsiyah_idef0_idef3 (дата звернення 24.05.2019).
4. Методология IDEF0. URL: https://itteach.ru/bpwin/metodologiya-idef0 (дата звернення 24.05.2019).
5. Mapping and visualization in ArcGIS Desktop, Company Esri. URL: http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/map/main/mapping-and-visualization-in-arcgis-for-desktop.html (дата звернення 01.04.2019).
6. Глибовець В. Л. Реферат: «Загальні відомості про геоінформаційні технології та картографування». URL: https://ronl.org/referaty/raznoe/496522/ (дата звернення 16.03.2019).
7. Загребіна Є. І. Геоінформаційні системи (ГІС-технології) в управлінні НС. URL: http://um.co.ua/5/5-1/5-1973.html (дата звернення 16.03.2019).
8. Волков Г. Г. та Глинський О. Ю. Тема 6. Прикладне програмне забезпечення в корпоративних інформаційних системах. URL: http://ukrdoc.com.ua/text/8871/index-1.html?page=6 (дата звернення 23.03.2019).
9. Гис программы – Все карты мира. URL: https://karta.uef.ru/gis-programmy/ (дата звернення 23.03.2019).

10. Дубинин М. Ю., Костикова А. М. Веб-ГИС, «Компьютерра», 2008. URL: http://gis-lab.info/qa/webgis.html (дата звернення 17.03.2019).
11. Что такое ArcGIS? URL: http://resources.arcgis.com/ru/help/getting-started/ articles/026n00000014000000.htm (дата звернення 17.03.2019).
12. Что такое ArcGIS? Компания Esri. URL: http://resources.arcgis.com/ ru/help/getting-started/articles/026n00000014000000.html (дата звернення 22.04.2019).
13. Create and Share Maps, Analytics, and Data, Company Esri. URL: http://desktop.arcgis.com/ru/ (дата звернення 03.03.2019).
14. Мировой лидер на рынке ГИС и картографических приложений. ООО "ЕСТІ МАП", 2014. URL: http://mapinfo.ru/product/mapinfo-professional (дата звернення 27.02.2019).
15. Онищенко С. М. Цифрова картографія. Одеса: Екологія, 2017. 97 с.
16. Бесплатные геоинформационные решения QGIS и NextGIS. URL: https://www.pvsm.ru/geoinformatsionny-e-servisy/242896 (дата звернення 15.04.2019)
17. Свидзинская Д. В., Бруй А. С. Основы QGIS. Киев, 2014. 83 с.
18. Differences Between ArcGIS and QGIS – The Most Epic GIS Software Battle in GIS History, GISGeography. URL: https://gisgeography.com/qgis-arcgis-differences/ (дата звернення 04.04.2019).
19. Гореткина Е. ГИС с открытым кодом. ИЗДАТЕЛЬСТВО СК ПРЕСС, 2003. URL: https://www.itweek.ru/industrial/article/detail.php?ID=65215 (дата звернення 19.04.2019).
20. Введение в MapServer – OSGeo-Live 11.0 Documentation. OSGeo-Live. URL:https://live.osgeo.org/archive/11.0/ru/quickstart/mapserver_quickstart. html (дата звернення 28.04.2019).
21. MapServer – Википедия, Википедия, 2019. URL: https://ru.wikipedia.org/ wiki/ MapServer (дата звернення 21.04.2019).
22. GIS-Lab: Начало работы с GeoServer. URL: http://gis-lab.info/ qa/geoserver-begin.html (дата звернення 23.04.2019).

23. GeoServer – Википедия. 2018. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Geo-Server (дата звернення 26.04.2019).
24. OpenLayers – Википедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/OpenLayers (дата звернення 28.04.2019).
25. GIS-LAB: Начало работы с OpenLayers. URL: http://gis-lab.info/qa/ openlayers-begin.html (дата звернення 30.04.2019).
26. OpenLayers – Welcome. URL: https://openlayers.org/ (дата звернення 02.05. 2019).
27. GIS-Lab: Основы работы с PostGIS . URL: http://gis-lab.info/qa/postgis-work.html (дата звернення 03.05.2019).
28. Mapfile – MapServer 7.4.0 documentation. URL: https://mapserver.org/-mapfile/ index.html (дата звернення 11.05.2019).
29. Введение в MapServer – OSGeo-Live 6.5 Documentation. URL: https://live.os-geo.org/archive/6.5/ru/quickstart/mapserver_quickstart.html (дата звернення 16.05.2019).

ДОДАТОК А

Вміст map-файлу

```
MAP
  IMAGETYPE PNG
  NAME "MAPSERVER"
  EXTENT -137 29 -53 88 #Просторова протяжність карти, яку
#потрібно створити.
  SHAPEPATH "/ms4w/apps/example/shp/"
  SIZE  600 400
  IMAGECOLOR 255 255 255

  PROJECTION
     "init=epsg:4326"
     "datum=WGS84"
  END

  WEB
     TEMPLATE    './templates/template.html' #Файл шаблону або
#URL-адреса, що використовується для представлення результатів
#користувачеві в інтерактивному режимі (тобто карта генерує кар-
ту
     IMAGEPATH '/ms4w/tmp/ms_tmp/' #Шлях до тимчасового каталогу
#для запису тимчасових файлів і зображень. Користувач, з яким
#працює веб-сервер, має бути доступним для запису.
     IMAGEURL  '/ms_tmp/'            #Базова   URL-адреса   для
#IMAGEPATH. Це URL-адреса, за якою веб-переглядач IMAGEPATH
#отримує зображення.

      METADATA      #Це ключове слово дозволяє зберігати довільні
#дані як пари значень імен.

        "ows_enable_request" "*"    #Скористайтеся зірочкою «*»,
#щоб вказати всі режими
        "wms _srs" "EPSG:900913 EPSG:4326"
        "labelcache_map_edge_buffer" "-10"
        "wms_title" "Розміщення ГІС 'Поводження з сільськогоспо-
дарськими відходами Одеської області' в Інтернеті"
        "own_allowed_ip_list" "192.168.0.0/80"
     END
  END

     LAYER
    NAME 'Odessa'
     DATA 'Odessa.shp'
    STATUS ON
    TYPE POLYGON

    CLASS
       NAME "Odessa"
      STYLE
        COLOR 238 130 238
        OUTLINECOLOR 32 32 32
      END

       LABEL
       COLOR 132 31 31
```

```
     SHADOWCOLOR 218 218 218
     SHADOWSIZE 2 2
     TYPE TRUETYPE
     FONT arial-italic
     SIZE 7
     ANTIALIAS TRUE
     POSITION CL
     PARTIALS FALSE
     MINDISTANCE 100
     BUFFER 3
     ENCODING CP1251
    END
   END
END

LAYER
  NAME 'DistrictCenters'
   DATA 'DistrictCenters.shp'
  STATUS ON
  TYPE POLYGON

  CLASS
     NAME "DistrictCenters"
    STYLE
      COLOR 139 69 19
      OUTLINECOLOR 32 32 32
    END

     LABEL
     COLOR 132 31 31
     SHADOWCOLOR 218 218 218
     SHADOWSIZE 2 2
     TYPE TRUETYPE
     FONT arial-italic
     SIZE 7
     ANTIALIAS TRUE
     POSITION CL
     PARTIALS FALSE
     MINDISTANCE 100
     BUFFER 3
     ENCODING CP1251
    END
   END
END

LAYER
  NAME 'BlackSea'
   DATA 'BlackSea.shp'
  STATUS ON
  TYPE POLYGON

  CLASS
     NAME "BlackSea"
    STYLE
      COLOR 30 144 255
      OUTLINECOLOR 32 32 32
    END

     LABEL
     COLOR 132 31 31
```

```
     SHADOWCOLOR 218 218 218
     SHADOWSIZE 2 2
     TYPE TRUETYPE
     FONT arial-italic
     SIZE 7
     ANTIALIAS TRUE
     POSITION CL
     PARTIALS FALSE
     MINDISTANCE 100
     BUFFER 3
     ENCODING CP1251
    END
   END
END

LAYER
  NAME 'Outsiders'
   DATA 'Outsiders.shp'
  STATUS ON
  TYPE POLYGON

  CLASS
     NAME "Outsiders"
    STYLE
      COLOR 255 250 205
      OUTLINECOLOR 32 32 32
    END

     LABEL
     COLOR 132 31 31
     SHADOWCOLOR 218 218 218
     SHADOWSIZE 2 2
     TYPE TRUETYPE
     FONT arial-italic
     SIZE 7
     ANTIALIAS TRUE
     POSITION CL
     PARTIALS FALSE
     MINDISTANCE 100
     BUFFER 3
     ENCODING CP1251
    END
   END
END

LAYER
  NAME 'Areas'
   DATA 'Areas.shp'
  STATUS ON
  TYPE POLYGON

  CLASS
     NAME "Areas"
    STYLE
      COLOR 154 205 50
      OUTLINECOLOR 32 32 32
    END

     LABEL
     COLOR 132 31 31
```

```
        SHADOWCOLOR 218 218 218
        SHADOWSIZE 2 2
        TYPE TRUETYPE
        FONT arial-italic
        SIZE 7
        ANTIALIAS TRUE
        POSITION CL
        PARTIALS FALSE
        MINDISTANCE 100
        BUFFER 3
        ENCODING CP1251
      END
    END
  END

END
```

ДОДАТОК Б

Вміст html-файлу

```
<html>
<head>
<title>Розміщення ГІС "Поводження з сільськогосподарськими від-
ходами Одеської області" в Інтернеті</title>
<h1>Розміщення ГІС "Поводження з сільськогосподарськими відхода-
ми Одеської області" в Інтернеті</h1>

</head>
<body>
<!-- Начало формы MapServer -->
<form name="mapserv" method="GET" action="/cgi-bin/mapserv.exe">
  <!-- Скрытые CGI переменные -->
  <input type="hidden" name="odmap" value="[map]">
  <input type="hidden" name="imgext" value="[mapext]">
  <input type="hidden" name="imgxy" value="[center]">
  <input type="hidden" name="layer" value="Odessa">

  <input type="polygon" name="layer" value="BlackSea">
  <input type="polygon" name="layer" value="Outsiders">
  <input type="polygon" name="layer" value="Areas">

<input type="hidden" name="layer" value="ap">

  <input type="hidden" name="mode" value="browse">
  <table align="center" width="410" border="1">
  <tr>
    <td colspan="3" align="center" valign="top">
      <input  type="image"  name="img"  src="[img]"  width="400"
height="600" border="1">
    </td>
  </tr>
</table>
</form>
</body>
</html>
```

ДОДАТОК В

Вміст html-файлу написаного на JavaScript

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
<meta charset="UTF-8">
<title>InterMap</title>
<meta    name="viewport"    content="width=device-width,    user-
scalable=no, minimum-scale=1.0, maximum-scale=1.0">
<link              rel="stylesheet"              type="text/css"
href="./Qgis2threejs.css">
<script src="./threejs/three.min.js"></script>
<script src="./threejs/OrbitControls.js"></script>

<script src="./dat-gui/dat.gui.min.js"></script>
<script src="./Qgis2threejs.js"></script>
<script src="./dat-gui_panel.js"></script>
</head>
<body>
<div id="view">
  <div id="labels"></div>
  <div id="northarrow"></div>
</div>

<!-- popup -->
<div id="popup">
  <div id="closebtn">&times;</div>
  <div id="popupbar"></div>
  <div id="popupbody">
    <div id="popupcontent"></div>

    <!-- query result -->
    <div id="queryresult">
      <table id="qr_layername_table">
        <caption>Layer name</caption>
        <tr><td id="qr_layername"></td></tr>
      </table>

      <table id="qr_coords_table">
        <caption>Clicked coordinates</caption>
        <tr><td id="qr_coords"></td></tr>
      </table>

      <!-- camera actions -->
      <div             class="action-btn             action-zoom"
onclick="app.cameraAction.zoomIn();  app.closePopup();">Zoom  in
here</div>
      <div             class="action-btn             action-move"
onclick="app.cameraAction.move();         app.closePopup();">Move
here</div>
      <div            class="action-btn            action-orbit"
onclick="app.cameraAction.orbit();       app.closePopup();">Orbit
around here</div>

      <!-- attributes -->
      <table id="qr_attrs_table">
```

```
        <caption>Attributes</caption>
      </table>
    </div>

    <!-- page info -->
    <div id="pageinfo">
      <h1>Current View URL</h1>
      <div><input id="urlbox" type="text"></div>

      <h1>Usage</h1>
      <table id="usage">
        <tr><td colspan="2" class="star">Mouse</td></tr>
        <tr><td>Left button + Move</td><td>Orbit</td></tr>
        <tr><td>Mouse Wheel</td><td>Zoom</td></tr>
        <tr><td>Right button + Move</td><td>Pan</td></tr>

        <tr><td colspan="2" class="star">Keys</td></tr>
        <tr><td>Arrow keys</td><td>Move Horizontally</td></tr>
        <tr><td>Shift + Arrow keys</td><td>Orbit</td></tr>
        <tr><td>Ctrl + Arrow keys</td><td>Rotate</td></tr>
        <tr><td>Shift + Ctrl + Up / Down</td><td>Zoom In /
Out</td></tr>
        <tr><td>L</td><td>Toggle Label Visibility</td></tr>
        <tr><td>R</td><td>Start / Stop Rotate Animation
(Orbiting)</td></tr>
        <tr><td>W</td><td>Wireframe Mode</td></tr>
        <tr><td>Shift + R</td><td>Reset Camera
Position</td></tr>
        <tr><td>Shift + S</td><td>Save Image</td></tr>
      </table>

      <h1>About</h1>
      <div id="about">
        This page was made with <a href="https://www.qgis.org/"
target="_blank">QGIS</a> and <a
href="https://github.com/minorua/Qgis2threejs"
target="_blank">Qgis2threejs</a> plugin.
        Dependent JavaScript libraries are
        <a href="https://threejs.org/"
target="_blank">three.js</a>,
        <a href="https://code.google.com/p/dat-gui/"
target="_blank">dat-gui</a>
        <span id="lib_proj4js"> and <a
href="https://trac.osgeo.org/proj4js/"
target="_blank">Proj4js</a></span>
        .
      </div>
    </div>
  </div>
</div>

<!-- progress bar -->
<div id="progress"><div id="bar"></div></div>

<!-- header and footer -->
<div id="header">Інтерактивна карта "Поводження сільськогоспо-
дарських відходів одеської області"</div>
<div id="footer"></div>

<script>
```

```
Q3D.Config.northArrow.visible = true;
Q3D.Config.northArrow.color = 0x151515;
if         (typeof         proj4         ===         "undefined")
document.getElementById("lib_proj4js").style.display = "none";

var app = Q3D.application,
    container = document.getElementById("view");

app.init(container);      // initialize application

// when all relevant files have been loaded into the scene
app.addEventListener("sceneLoaded", function () {
  // set custom plane z range
  var box = new THREE.Box3().setFromObject(app.scene),
      zMin = app.scene.toMapCoordinates(0, 0, box.min.y).z,
      zMax = app.scene.toMapCoordinates(0, 0, box.max.y).z;
  Q3D.gui.initCustomPlaneFolder(zMin, zMax);
});

// load the scene
app.loadJSONFile("./data/InterMap/scene.json", function () {
  app.start();

  Q3D.gui.init();   // initialize dat-gui panel

  // North arrow inset
  if                              (Q3D.Config.northArrow.visible)
app.buildNorthArrow(document.getElementById("northarrow"),
app.scene.userData.rotation);
});
</script>
</body>
</html>
```