

УДК 004.75

Федорієнко В. А., (ORCID 0000-0002-0921-3390)

Центр воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського, Київ

Аналіз спеціального програмного забезпечення ГІС інформаційної інфраструктури Міністерства оборони України

Резюме. Розглянуто питання порівняльного аналізу спеціального програмного забезпечення ГІС програмних платформ за матеріалами відомих аналітичних агентств. Детально проведено парний аналіз спеціального програмного забезпечення найконкурентніших платформ ArcGIS і QGIS за якісними і кількісними параметрами. Наведено можливі варіанти права користування програмним продуктом різних типів цих платформ для подальшого використання в інформаційній інфраструктурі Міністерства оборони України з огляду виконання значної кількості завдань геопросторового аналізу під час підтримки прийняття рішення.

Ключові слова: ГІС, інтерфейси, архітектури, платформи військового призначення, організаційна структура, C4ISR, DRMIS.

Постановка проблеми. У Програмі розвитку Збройних Сил України до 2020 року та визначених цілей, закладених у Стратегічному оборонному бюлетені України [1] визначені завдання щодо створення систем бойового управління (C4ISR, стратегічна ціль 1) та управління плануванням оборонними ресурсами (DRMIS, стратегічна ціль 4). Важливо акцентувати увагу на ролі *географічної інформаційної системи* (ГІС), як спільного ядра у процесі взаємодії зазначених систем (рис. 1). Ці питання у більшості вирішені в провідних країнах НАТО, зокрема в їхніх рамкових архітектурах. Інформаційна інфраструктура має всі ознаки Єдиного інформаційного середовища систем спеціального призначення, тому вибір платформи є досить складним завданням. Крім ГІС-платформ можуть розглядатися ERP, BI та SIEM системи.

Аналіз основних досліджень і публікацій. Для дослідження цього проблемного питання було проведено аналіз архітектури ГІС-платформи [2], яка об'єднує основні принципи, концепції, правила, шаблони, інтерфейси, стандарти, кращі практики побудови платформи ГІС в ІТ-інфраструктурі НАТО та визначені особливості концептуальної архітектури ГІС-платформи військового призначення. ГІС військового призначення для системи СЗІ тактичного рівня із висунутими вимогами зазначені в [3]. Робота [4] розкриває основні кроки у вигляді методичних рекомендацій вибору програмної платформи на прикладі ERP. Стандарти якості програмного забезпечення у себе включають ДСТУ ISO/IEC 12119:2003 і 9126. Але чіткого порівняння

програмного забезпечення ГІС на ринку програмних продуктів не виявлено, тому це питання є актуальним.

Метою статті є аналіз та порівняння спеціального програмного забезпечення ГІС-платформ для верхнього рівня інформаційної інфраструктури Міністерства оборони України.

Виклад основного матеріалу. З огляду на розвиток інформаційної інфраструктури ЗС України, Сили оборони потребують єдиної (головної) ГІС-платформи. Це твердження обумовлене переходом програмних систем на нові методи обчислень (BigData, IoE, Data Science тощо) через появу значного обсягу різномірних даних, які містять значну кількість динамічних та статичних географічних даних про об'єкт.

Наразі питання щодо вибору найкращого продукту ГІС, який би відповідав вимогам інтегрованості C4ISR та DRMIS під час створення інформаційної інфраструктури є відкритим й актуальним. Отже потрібно визначити критерії та порівняти за ними ГІС-платформи для верхнього рівня інформаційної інфраструктури Міністерства оборони України.

Необхідні компоненти для архітектури ГІС-платформи відповідності до вимог рамкових архітектур прийнятих в НАТО, певедено на рис. 1 та прокоментовані в роботі [2].

Необхідно уточнити поняття "ГІС" та властивостей ГІС-технології.

ГІС – це інтегровані в єдиному інформаційному середовищі електронні просторово-орієнтовані зображення (карти, схеми, плани тощо) і бази даних. Така інтеграція значно розширює можливості системи і дає змогу спростити аналітичні

роботи з координатно прив'язаною інформацією.

Прийнято вважати, що ГІС має такі властивості:

збереження, організації, редагування та аналізу географічних даних;

включати візуальні спроможності щодо відображення географічної інформації;

мати деякі ГІС інструменти, або використовувати ГІС-платформу у своєму рішенні;

розподіляти або обробляти картографічні атрибутивні дані та дані з джерел.

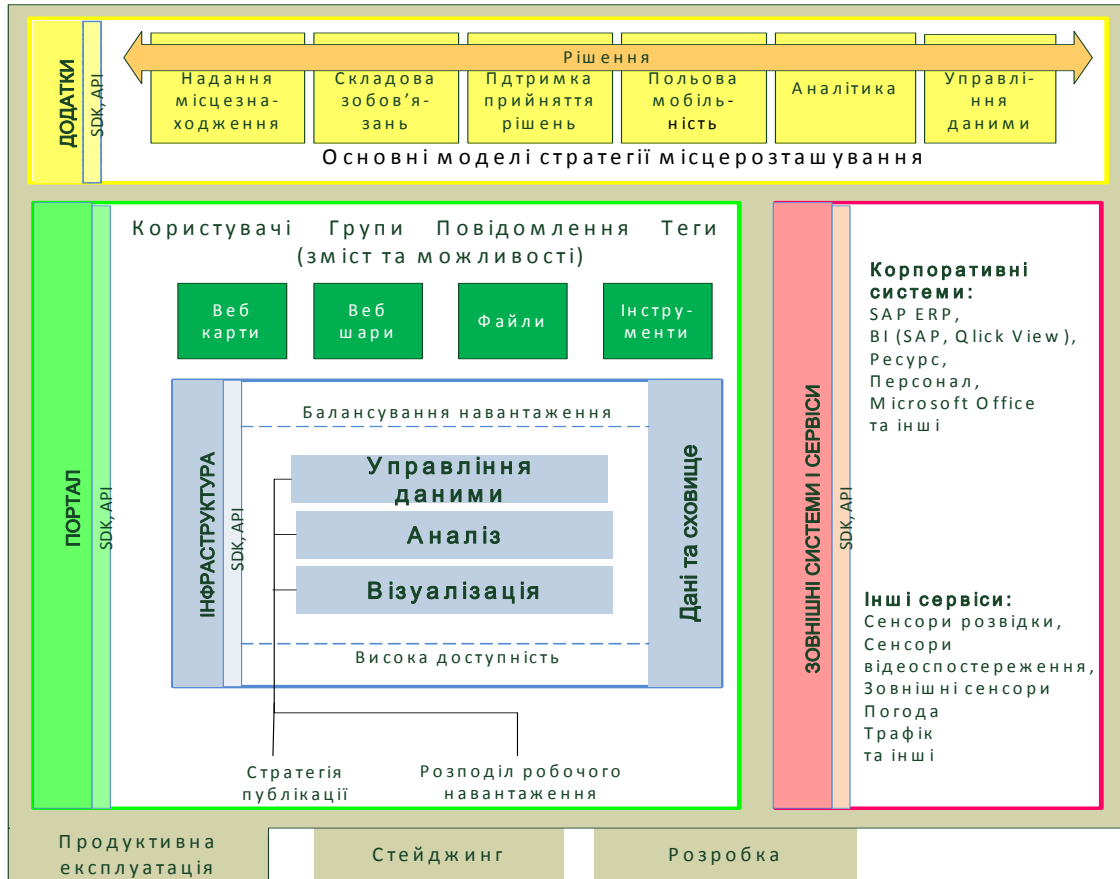


Рис. 1. Компоненти концептуальної архітектури спеціального програмного забезпечення ГІС-платформи (варіант)

Для співставлення цих властивостей, визначимо загальні потреби у технології ГІС з боку Сил оборони України (табл. 1). Вона обумовлена створенням Спільного ГІС-ядра системи підтримки прийняття рішення для системи типу C4ISR (Command, Control,

Computers, Communications, Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance);

системи управління планування оборонними ресурсами типу DRMIS (Defence Resource Management Information System).

Таблиця 1

C4ISR	DRMIS
<i>Сервіс орієнтована архітектура, SaaS</i>	
Підтримка 1, 2, 3 рівневих архітектур (застарілі системи, що існують)	
Підтримка АСУВ та зброєю	Підтримка ERP
BI	
Реляційні бази даних різних виробників	
ІоЕ, ІоТ	
Медіа сховища	

Визначимо основні ознаки вибору:

- розроблення;
- функціональність програм;
- навчання та підтримка;
- структура програмного забезпечення;
- вартість та ліцензії.

На сьогодні у світі існує близько ста програмних продуктів ГІС. Для більш швидкого і правильного вибору слід звернутися до експертних даних авторитетних звітів Світових аналітичних агентств, які дають поточну оцінку та будують прогнози розвитку ринку ГІС у найближчій перспективі.

Представниками таких агентств є G2 Crowd, Infiniti Research, Markets and Markets.

За даними дослідження G2 Crowd, зважаючи на його звіт про стан ринку продуктів ГІС рівня підприємства, на

квадранті виробників ГІС-технологій (рис. 2) провідне місце посідає програмний продукт ArcGIS компанії ESRI (США). Присутність програмних продуктів у кожному з квадратів обумовлений умовами відбору [5].



Рис. 2. Квадрант ринку загальний для усіх сегментів ГІС-продуктів (за даними агентства G2 Crowd за 2017 рік)

Претенденти ринку ПЗ ГІС мають значну присутність на ринку і ресурси, але отримали нижче середньої оцінки задоволення оскільки досі не отримали достатнього числа оглядів для затвердження рішення.

Нішові гравці представляють рішення, які потенційно можуть бути оцінені позитивно користувачами з огляду на задоволеність, але ще не отримали достатнього числа оцінок експертів.

Продукти в квадраті Лідерів ринку ПЗ ГІС високо оцінені експертами і мають дійсно успішне представлення на ринку.

Кращі гравці ринку ПЗ ГІС високо оцінені користувачами відповідного ПЗ, але ще не досягли поширення на ринку і масштабності лідерів.

За даними дослідження Infiniti Research світовий ринок геоінформаційних систем знаходиться в стадії активного росту. За останні п'ять років середньорічний ріст ринку ГІС у державному секторі складе 11,36 %, а в телекомунікаційних технологіях – 9,9 %.

Середньорічний темп зростання світового ринку ГІС у державному секторі в період з 2012 по 2016 рік склав 11,36 %. Високі темпи зростання забезпечують широке

використання 3D-систем. Зростання багато у чому обумовлене появою програмного забезпечення для роботи з тривимірними геопросторовими даними. Таке програмне забезпечення (ПЗ) надає наочніше відображення інформації, ніж двомірне, тому у світі багато організацій державного сектору, включаючи військові відомства, почали впровадження ГІС на основі технологій тривимірної візуалізації. Одночасно зростає і число розробників 3D-продуктів. На думку аналітиків, 3D-рішення набудуть важливого значення на світовому ринку ГІС найближчими роками.

За даними дослідження Markets and Markets – ринок аналітики геопросторових даних структуровано за: типами (аналітика даних, відеоаналітика); джерелами отримання даних (ГІС, супутники, безпілотні літальні апарати); галузями (оборона і безпека, страхування, сільське господарство, охорона здоров'я) і регіонами. Глобальний прогноз здійснено до 2022 року: у 2017 році ринок ГІС оцінюється в 3,41 млрд дол. і, згідно з прогнозами, досягне 13,21 млрд дол. до 2022 року за умови середньорічного темпу зростання (CAGR) на 31,1 % з 2017 по 2022 рік. Це зростання можна пояснити значними

досягненнями в області геоаналітики, впровадженням технологій штучного інтелекту і Big Data.

Існує два підходи у створенні технологій ГІС-продуктів:

на основі закритого коду / з ліцензією на право користування;

на основі відкритого коду / безкоштовне право користування.

Кращою технологією першого підходу є продукт ArcGIS, другого – QGIS. Порівняння

цих систем є цікавим і проводилося з погляду картографування [5, 6], а не географічного просторового аналізу, який необхідний для підтримки прийняття рішення під час здійснення управління та контролю.

Стислі результати порівняння можливостей програмних платформ ГІС, та їх спеціального програмного забезпечення, у вербальному виді за основними параметрами наведено у табл. 2.

Таблиця 2

	Параметри	QGIS	ArcGIS
1	Обсяг користувачів на ринку	100 000 користувачів	Понад 1 000 000 користувачів
2	Якість	Висока. Одночасне використання функціональності сукупності програм з відкритим кодом	Висока. Обсяг загального забезпечення інструментами кращий, більше растрового та векторного алгоритмів
3	Підтримка форматів	Підтримує понад 200 форматів даних. Використання технологій відкритого коду	Підтримує понад 100 форматів даних. Розвиток використання технологій відкритого коду
4	Підтримка різних типів даних	GDAL / OGR бібліотека. Понад 70 векторних форматів	Значний обсяг підтриманих даних
5	Підтримка веб-сервісів з даними	Кілька баз даних з плагіном OpenLayers	Детальний каталог даних. Каталог ArcGIS Online значний за обсягом
6	Додатки для управління даними GIS	Зручний у використанні: QGIS Browser	Зручний у використанні: ArcCatalog
7	Бази даних	Використовує базу даних з відкритим кодом SpatialLight та підтримує PostgreSQL / PostGIS	Використовує фірмову базу даних ESRI різного типу: Personal-, File- та ArcSDE БД
8	Надійність	Середня, через значну складність ПЗ в цілому та обробки великих даних	Середня, через значну складність ПЗ в цілому та обробки великих даних
9	Атрибути	Достатньої якості	Висока якість
10	Можливості щодо систем координат та проекцій	Обробка координатних систем відліку зручним способом	Обробка координатних систем відліку зручним способом
11	Об'єднання даними	Підтримується технологія через об'єднання таблиці з властивостями шару	Підтримується технологія через створення таблиць з'єднань або додавання властивостей шару
12	Статистичні обрахунки даних	Середній рівень	Високий рівень. Інструменти в ArcGIS Geostatistics Toolbox з детальною інструкцією
13	Дистанційне зондування землі	Високий рівень	Високий рівень (найкращий) під час використання ESRI ENVI
14	Фізична навантаженість	Низька	Нижче середнього. Демонструє більшу швидкість на обробку тестових прикладів
15	Функціональні можливості	Висока	Висока (найкраща). Забезпечує більше інструментів для аналізу
16	Інсталюваність	Висока. Зручна у тестуванні та розробці, оскільки вихідний код відкритий для доступу, ширший перелік операційних систем	Середня
17	Ліцензії	Безкоштовні. Продукт доступний безкоштовно та з відкритим кодом, що може бути адаптованим	Платні. Вартість ліцензії на ArcGIS може досягати 25000 EUR
18	Зручність	Достатня	Достатня
19	Придатність	Вище середньої. Документація QGIS не є повною, особливо для вбудованих інструментів	Висока. Має повну документацію в офіційній довідці та самих інструментах. ArcGIS Help значний за обсягом
20	Документація	Достатньої якості	Висока якість
21	Підтримка	Середня	Високо розвинута

У процесі парного порівнянні ГІС-платформ за параметрами (табл. 2) *якості, підтримки різних типів даних, наявності додатків для управління даними GIS, баз даних, надійності, можливостей щодо систем координат та проєкцій, об'єднання даних, зручності* – виявили, що їх значення є майже рівними. Нижче наведені короткі коментарі до кожного порівняльного параметра.

Обсяг користувачів на ринку. ArcGIS є провідним фірмовим програмним забезпеченням GIS з понад 1 млн користувачів у всьому світі та розширенням, яке почалося в 1980-х роках. Програмне забезпечення QGIS – це порівняно молоде програмне забезпечення, яке було розроблене у 2002 році і має близько 100000 користувачів із зростаючим ринком, особливо в Європі.

Якість. Функціональна якість атрибутів у категорії придатності для ArcGIS та QGIS в цілому виконуються однаково. До того ж обсяг загального забезпечення інструментами робить ArcGIS кращим, оскільки функціональність в ArcGIS надає більше растрового та векторного алгоритмів “поза рамкою”, які в QGIS можуть бути реалізовані лише за допомогою додаткової розробки у програмному середовищі Python. Однак оцінювання картографічної функціональності з часом показує, що QGIS швидко наздоганяє показники ArcGIS через швидке оновлення (нова версія QGIS випускається приблизно кожен четвертий місяць). До того ж результати відображення точності картографування були порівняно однаковими. Проте порівнюючи якість обох продуктів, QGIS має лідируючу позицію через одночасне використання функціональності сукупності програм із відкритим кодом GRASS GIS, SAGA GIS, Orfeo toolbox ОТВ для фотограмметрії, OSSIM для обробки зображень і сумісна для роботи зі статистикою R-програмування.

Підтримка форматів. Відповідно до категорії відкритості QGIS перевершує ArcGIS, оскільки використовує більше відкритих стандартів. Хоча ArcGIS підтримує понад 100 форматів даних, які включають обмежені OGC формати даних, QGIS використовує бібліотеку GDAL/ORG, яка підтримує більше 200 файлів векторних та растрових форматів, включаючи всі загальні веб-сервіси.

Використання відкритого коду в QGIS має потенціал для розвитку, оскільки він може використовувати функціональність інших програм з відкритим кодом, проте, ArcGIS є провідним програмним забезпеченням GIS і не

залишається статичним, продовжує перетворюватися та адаптуватися до нових тенденцій, що поширюються у спільноті відкритих програмних систем. З останніх версій ArcGIS видно, що компанія ESRI, також взяла ідею відкритого джерела спільного коду, створила присутність на порталі Github, де учасники можуть користуватись та ділитися своїми скриптами *python*. Крім того, Esri почав підтримувати стандарти OGC, це видно за редактором OpenStreetMap.

Підтримка веб-сервісів з даними. QGIS має кілька баз даних із плагіном OpenLayers. ArcGIS має багате джерело даних – каталог даних ArcGIS Online з 2887 наборами даних ГІС.

Додатки для управління даними GIS. QGIS Browser і ArcCatalog є автономними додатками для управління даними GIS. Ці програми допомагають керувати растровими, векторними та ГІС-даними. Вони надають базові функції попереднього перегляду, але основна увага приділяється доступу та організації даних (метаданих). Хоча, за допомогою ArcCatalog це стосується не лише даних, а й карт, моделей та інструментів.

Бази даних. Для баз даних ArcGIS зазвичай використовується фірмові бази даних: ESRI Personal, File та ArcSDE БД. QGIS використовує базу даних із відкритим кодом SpatialLight та підтримує PostgreSQL / PostGIS.

Надійність. Атрибут якості щодо надійності є досить низьким в обох ГІС через значну складність програмного забезпечення в цілому та обробки великих даних на тестовому комп'ютері (процесор Intel Core i3, тактова частота 2.27GHz, оперативна пам'ять 4 Гб, ОС Windows 8.1, розрядність 64 bit). Обидва програмні засоби показали несподівані відповіді та повідомлення про дефекти, які не мають характер серйозної проблеми. Також щодо відмовостійкості, то обидві програми оцінюються однаково низько.

Атрибути. Стосовно якості атрибутів, ефективність ArcGIS оцінюється вище.

Можливості щодо систем координат та проєкцій. QGIS має підтримку 2700 відомих координатних систем відліку (CRS) без попереднього визначення в шарі. Хоча, ArcGIS буде проєктувати додані дані з іншими системами координат без виконання додаткових робіт з налаштування та розроблення.

Статистичні обрахунки даних. QGIS має плагін для обробки статистичної групи значень. Інструменти дослідження регресії в

ArcGIS добре розроблені, оскільки результати дають змогу користувачам підключати статистику з їхніми даними.

Фізична навантаженість. ArcGIS і QGIS оцінюється приблизно однаково низько, оскільки була необхідність в активації розширень та плагінів. ArcGIS в більшості випадків демонструє більшу швидкість на обробку тестових прикладів, ніж QGIS, проте QGIS потребує менше кроків для проведення аналізу.

Функціональні можливості. Розширення функцій аналізу із підтримкою стабільної роботи системи, можливе в обох програмах, що можуть бути розширені сценаріями python і ці файли можуть бути використані в інших програмах. Так чи інакше, ArcGIS, як загально визнаний продукт ГІС, що задає тренди розвитку технології, забезпечує більше інструментів для аналізу, ніж QGIS. Коли конкретно необхідні функціональні можливості, без розроблення додаткових інструментів, такі як поглиблений мережевий аналіз, який є важливою частиною просторового планування, ArcGIS є незамінним.

Інстальованість. Щодо зручності у тестуванні та розробленні, QGIS має перевагу, оскільки його вихідний код відкрито доступний. Щодо властивості портативності стосовно імпорту-експорту атрибутів якості, то QGIS має перевагу у всіх категоріях. Він більш адаптований, оскільки має декілька прив'язок до інших програм із відкритим кодом. QGIS має кращі показники щодо можливості встановлення на ширшому переліку операційних систем.

Ліцензії. Вартість ліцензії на ArcGIS може досягати 25 000 EUR залежно від версії та кількості розширень. QGIS – продукт доступний безкоштовно та з відкритим кодом, що може бути адаптованим.

Зручність. У зручності використання жодна програма не має чіткої переваги. За показниками зрозумілості та зручності працювати, обидві ГІС мають однакові оцінки. З одного боку, функціональність щодо використання зовнішніх програм робить QGIS непослідовним у порівнянні з опонентом, а з іншого боку, інтерфейс QGIS, на перший погляд, зроблений більш інтуїтивно зручним.

Придатність. ArcGIS має перевагу в придатності. Для розв'язання базових задач, новачкам програма QGIS більше підходить, ніж ArcGIS, завдяки підвищеній зручності у використанні. Це стосується редагування або географічного поєднання об'єктів. Інтеграція

зовнішніх алгоритмів є складнішою задачею, однак для досвідченіших користувачів краще підходить ArcGIS. Проте програма ГІС має використовуватися експертом із певною фаховою освітою.

Документація. У програмі навчання ArcGIS переважає, оскільки має повну документацію в офіційній довідці та самих інструментах. Документація QGIS не є повною, особливо для вбудованих інструментів.

Підтримка. Порівнюючи розгорнуту навчальну та супровідну структуру політики підтримки можна констатувати, що в ArcGIS вона розвинута на порядок краще за QGIS. Хоча існують компанії, які пропонують комерційну підтримку по всьому світу для клієнтів QGIS.

Можливі варіанти щодо права користування програмним продуктом:

I варіант. Виробник програмного продукту ГІС гарантує підтримку впродовж терміну експлуатації пропонує ArcGIS завдяки інвестуванню в ліцензії.

II варіант. Програмне забезпечення QGIS є безкоштовним, підтримка надається третьою стороною, яка здійснює впровадження.

Проте, як наслідок, виробник програмного продукту QGIS не має точної адреси, і не несе жодної гарантійної відповідальності за свій продукт, ці зобов'язання можуть взяти на себе консалтингова компанія посередник за відповідну винагороду. Звичайно, в обох випадках доведеться інвестувати в у людські ресурси для підтримки продукту ГІС упродовж життєвого циклу.

Висновки. У результаті проведеного порівняльного аналізу програмних платформ ArcGIS та QGIS зі спеціальним програмним забезпеченням розгорнутим на їх базі, було встановлено, що зазначені платформи відповідають усім вимогам висунутим до ГІС із підтримкою усіх ключових функцій.

Проте методом більшості переваг встановлено, що ArcGIS є кращим вибором. Навіть, з огляду на варіант оплати ліцензій, який зменшить ризики гарантування подальшої підтримки.

Надалі доцільно розглянути варіанти оцінювання аналітичних платформ BI.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 20 травня 2016 року "Про Стратегічний оборонний бюлетень України"

- [Електронний ресурс]: указ [видано Президентом України 06 червня 2016 р. №240/2016]. – Режим доступу: <http://www.president.gov.ua/documents/2402016-20137>.
2. Федорієнко В. А. Особливості сучасної концептуальної архітектури ГІС платформи військового призначення / В. А. Федорієнко, О. В. Головченко, С. І. Васюхно. // Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського. – 2017. – №2. – С. 60–67.
 3. Swann D. Military applications of GIS [Електронний ресурс] / D. Swann // International Journal of Geographical Information. – 1999. – Режим доступу до ресурсу: https://www.geos.ed.ac.uk/~gisteac/gis_book_abridged/files/ch63.pdf.
 4. Карпович А. А. Как выбрать ERP по методу Саати. Часть 2 / А. А. Карпович, І. Є. Нетесін, В. Б. Поліщук. // ИТМ. Информационные технологии для менеджмента. – 2014. – №9. – С. 10–14.
 5. Best GIS Software [Електронний ресурс] // G2 Crowd GridSM. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: https://www.g2crowd.com/categories/gis?order=g2_score&page=3#product-list.
 4. Duggan N. QGIS v ArcGIS [Електронний ресурс] / Nicholas Duggan . – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.xyht.com/spatial-itgis/qgis-v-arcgis/>.
 5. Friedrich C. Comparison of ArcGIS and QGIS for Applications in Sustainable Spatial Planning / Corinna Friedrich. – Wien: Kartographie und Geoinformation, 2014. – 181 с. – (Universität Wien).

Стаття надійшла до редакційної колегії 04.12.2018

Федориенко В. А.

Центр воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського, Київ

Анализ специального программного обеспечения ГИС информационной инфраструктуры Министерства обороны Украины

Резюме. Рассмотрены вопросы сравнительного анализа специального программного обеспечения ГИС программных платформ по материалам известных аналитических агентств. Подробно проведен парный анализ специального программного обеспечения крупнейших конкурентных платформ ArcGIS и QGIS по качественным и количественным параметрам. Приведены возможные варианты права пользования программным продуктом различных типов данных платформ для дальнейшего использования в информационной инфраструктуре Министерства обороны Украины с точки зрения выполнения широкого круга задач геопространственного анализа в ходе поддержки принятия решения.

Ключевые слова: ГИС, интерфейсы, архитектуры, платформы военного назначения, организационная структуры, C4ISR, DRMIS.

V. Fedoriienko

Center for Military and Strategic Studies of the National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskiyi, Kyiv

Analysis of the specific software GIS for the information infrastructure of the Ministry of Defense of Ukraine

Resume. The issues of comparative analysis of special software of GIS software platforms based on materials of well-known analytical agencies are considered. A detailed analysis of the specific software of the two largest competitive platforms ArcGIS and QGIS in terms of qualitative and quantitative parameters was carried out. Possible options for ownership of the use of the software of two different types of data platforms for further use in the information infrastructure of the Ministry of Defense of Ukraine from the point of view of performing a wide range of geospatial analysis tasks in support of decision making are given.

Keywords: GIS, interfaces, architecture, military platform, organizational structure, C4ISR, DRMIS.