УДК 658.516+528.952(681.3:622.3)
Бусигін Б., Коротенко Г., Коротенко М.
Національний гірничий університет (Дніпропетровськ, Україна)

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ЗАСТОСУВАННЯ МОВ ПРОГРАМУВАННЯ У ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

© Бусигін Б., Коротенко Г., Коротенко М., 2003

Мир пользователей ГИСистем полностью преобразился с расширением возможностей Интернет и World Wide Web. Необходимость в глобальном доступе и децентрализации управления географической информацией вызывает у географического сообщества использовать архитектуру распределённых геоинформационных сервисов (GIService) в Интернет. Основным инструментом создания программного обеспечения для отображения и использования ГИСервисов служат всё новые виды современных языков программирования. В работе рассматривается их роль в расширении функций ГИС в глобальных сетевых коммуникациях.

The world of the GIS user is also being revolutionised by the Internet and World Wide Web. The need for global access to and decentralized management of geographic information is pushing the geography community to deploy a distributed geographic information service (GIService) architecture on the Internet. One of the main instrument for building mighty GIS software for Internet mapping and distributed GIServices is a all kind of contemporary programming languages. Its roles in the process of GIS processing functions across a networks are considered.

Геоинформатика як наука, є інтегрованою сферою знань, що вивчає закономірності виникнення і протікання просторово-координованих процесів у природі і суспільстві. Інструментом, на якому базується більшість науково-дослідних робіт у цій галузі, є геоінформаційні системи (ГІС). До них відносяться комплекси інтегрованих програмно-апаратних засобів, що забезпечують збір, збереження, обробку, моделювання, аналіз і відображення просторово-координованих даних, а також маніпулювання цими даними для підтримки прийняття рішень. Постійно прогресуючі тенденції в розвитку апаратних засобів обчислювальної техніки розширюють можливості ГІС і дозволяють знаходити їм усе нові і нові області застосування [1-3].

1. Еволюція геоінформаційних систем

Геоінформаційні системи з'явилися у 60-х роках як інструмент для відображення географії Землі і розташованих на її поверхні об'єктів, з використанням комп'ютерних баз просторових даних. Перші ГІС працювали на мейнфреймах і мінікомп'ютерах і типова робоча станція з установленою на ній ГІС коштувала більш 100 тис. дол. (з обліком апаратного і програмного забезпечення і витрат на навчання персоналу). Основний прорив у геоінформаційній галузі відбувся з появою персональних комп'ютерів (ПК). ГІС ПК були досить швидко адаптовані до цієї новий, більш дешевої платформи і ціна систем початку падати в міру того, як число користувачів і організацій, що могли б дозволити собі ГІС, постійно збільшувалося.

Розвиток мережових технологій привів до виникнення принципово нової сфери поширення і використання географічної інформації через Інтернет. У такий спосіб сімейство архітектур мэйнфрэйм ГІС, ПК ГІС і мобільних ГІС поповнилося новою моделлю – Інтернет ГІС (Internet GIS), що представляє еволюцію технологій від централізованих ГІСистем (GISystem) до розподілених ГІСервисів (GIServices) [4]. Ще більше можливостей з'являється у зв'язку з розвитком Глобальної XML Архітектури Microsoft (Microsoft Global XML Architecture (GXA)) [5]. Це істотно розширює простір використовуваних у роботі ГІС даних, але і вимагає рішення нових задач на шляху створення відповідних типів програмно-апаратних засобів і розвитку існуючих геоінформаційних систем і ГІС-додатків.

Одним з найважливіших базових компонентів стрімкого розширення кола інструментів і областей застосування географічної інформації є програмне забезпечення (ПО), у розробку якого підключаються усе нові і нові інструменти реалізації – мови програмування (МП).

2. Зміна тенденцій у підходах до програмування

Програмування, як процес, складається в створенні комп'ютерних програм, що містять конкретні інструкції (команди) для виконання їх комп'ютером. Різні частини програми можуть бути написані на різних мовах програмування (МП). Мова програмування являє собою стандартизований засіб комунікації для повідомлення комп'ютеру команд на виконання конкретних задач. Він також надає програмісту можливість точно вказати, якими видами даних комп'ютер повинний маніпулювати, а також послідовність дій у різних обставинах. Таким чином, переслідуються дві основні цілі:

–виражати програму на логічному рівні, що значно перевершує логіку низькорівневих кодів блоку центрального процесора (CPU-Central Processing Unit);

–забезпечувати сумісність і переносимість програм, що розробляються, поміж різними комп'ютерними платформами, які дуже часто мають різне програмне забезпечення (ПЗ) для їхньої трансляції в машинну мову конкретної системи.

Якщо механізм трансляції застосовується до всього тексту програми цілком для перекладу у внутрішній формат комп'ютера, то такий вид обробки називається компіляцією. У іншому випадку, якщо текст програми транслюється крок за кроком і кожен крок виконується негайно – такий механізм зветься інтерпретацією. Програми, що інтерпретуються виконуються більш повільно, ниж ті, що компілюються, але мають значно більшу гнучкість при взаємодії з програмно-аппаратними засобами.

3. Мови програмування систем

У комп'ютерах 70-80-х років на початкових етапах їхнього розвитку велике значення мали мови програмування систем (system programming language) (МПС). До них можна віднести асемблери і ряд мов високого (high level) рівня (Паскаль, С, С++ і Java). Поступово останні майже цілком витиснули мови ассемблера при розробці великих додатків. При компіляції текстів програм цих мов виходять досить компактні двоїчні коди, що дають високу швидкість виконання програм. Тому оболонки ГІС, як правило розробляються з їхнім застосуванням. Одним з головних достоїнств МПС завжди вважалася так звана типізація, при якій:

- кожна змінна повинна бути початково декларована для того, щоб бути приписаної до визначеного типу (ціле, покажчик на рядок і т.д.), і повинна використовуватися, тими способами, що цьому типу відповідають;
- дані і код розділені – важко, якщо взагалі можливо, створити новий код під час виконання;
- змінні можуть бути згруповані в об'єкти з добре визначеною структурою і процедурами для маніпуляції ними. Об'єкт одного типу не може бути використаний там, де очікується використання об'єкта іншого типу.

Типізація забезпечує цілий ряд переваг:

– великі програми вона робить більш технологичными завдяки точному визначенню використовуваних сутностей і їхніх відмінностей від інших;

– компілятори використовують інформацію про типи для виявлення визначених видів помилок, таких як спроба задіяти дійсну величину з плаваючою крапкою, як покажчик;

– типізація підвищує ефективність виконання, дозволяючи компілятору генерувати спеціалізований код.

У сильно типізованій мові програміст декларує, як кожна порція інформації буде використана, а мова запобігає її використання іншим способом. У слабко типізованій мові не існує апріорі заданих обмежень на використання інформації; її зміст визначається тільки способом, яким вона використовується.

4. Мови сценаріїв

Разом з тим, самі по собі сучасні комп'ютери принципово безтипові. Будь-яке слово пам'яті може зберігати величину будь-якого типу, будь то ціле чи дійсне число, чи покажчик або команда. Зміст (значення) величини визначається тим, як вона застосовується. Те саме слово може використовуватися в різних випадках по-різному.

Із середини 90-х років почали з'являтися так звані мови сценаріїв (scripting languages) (МС) [6]. У першу чергу це було зв'язано з залученням у мережні структури усе більшої кількості комп'ютерів, активізацією процесу розподілених обчислень у мережних середовищах і різкому росту обсягу інформації, оброблюваної через Інтернет засобами World Wide Web. Мови програмування розроблялися для інтерактивного використання і мали у своєму складі багато команд, що представляють собою міні-програми, призначені, як правило для комбінування вже існуючих компонентів. З більш ніж 30-и найбільш популярних МС можна

особливо відзначити мови, Rexx, Tcl/Tk, Perl, Python, Visual Basic і оболонки Unix (shell). І хоча мови сценаріїв часто використовуються для розширення властивостей компонентів, вони мало придатні для програмування складних алгоритмів і структур даних, звичайно саме і забезпечуваних компонентами. От чому мови сценаріїв часто називають мовами, що склеюють, (glue languages) чи мовами інтеграції систем (system integration languages).

Разом з тим, деякі з них (Perl, Python) починають включати засоби системного рівня, що дозволяють вирішувати широкий спектр задач, що включає [7]:

–системне програмування;
–створення сценаріїв для Інтернет;
–програмування GUI;
–доступ до баз даних;
–інтеграція компонентів COM, DCOM;
–програмування розподілених додатків;
–швидке створення прототипів і розробка;
–обробка зображень;
–розробка Web і деякі інші.

Слід також зазначити, що проведені на ряді практичних задач емпіричні дослідження показали, що в багатьох додатках, зв'язаних з обробкою погано структурованих даних, МС Java, Perl, Python, Rexx і Tcl можуть перевершувати МПС С і С++ [8].

5. Геоінформаційні системи і мови програмування

У зв'язку з багаторівневим розвитком засобів мережної обробки даних (LAN, WAN, Extranet, Internet) робоче місце ГІС-розробника вже не стало розглядатися як однокомп'ютерне (standalone), а проектування додатків і обробка геоданих перестала вписуватися в «одномісцеву» модель (single-machine development model) [5]. У загальному випадку взаємодія компонентів сучасної геоінформационной системи на прикладі підходу ESRI може бути представлен у такий спосіб (рис.. 1).

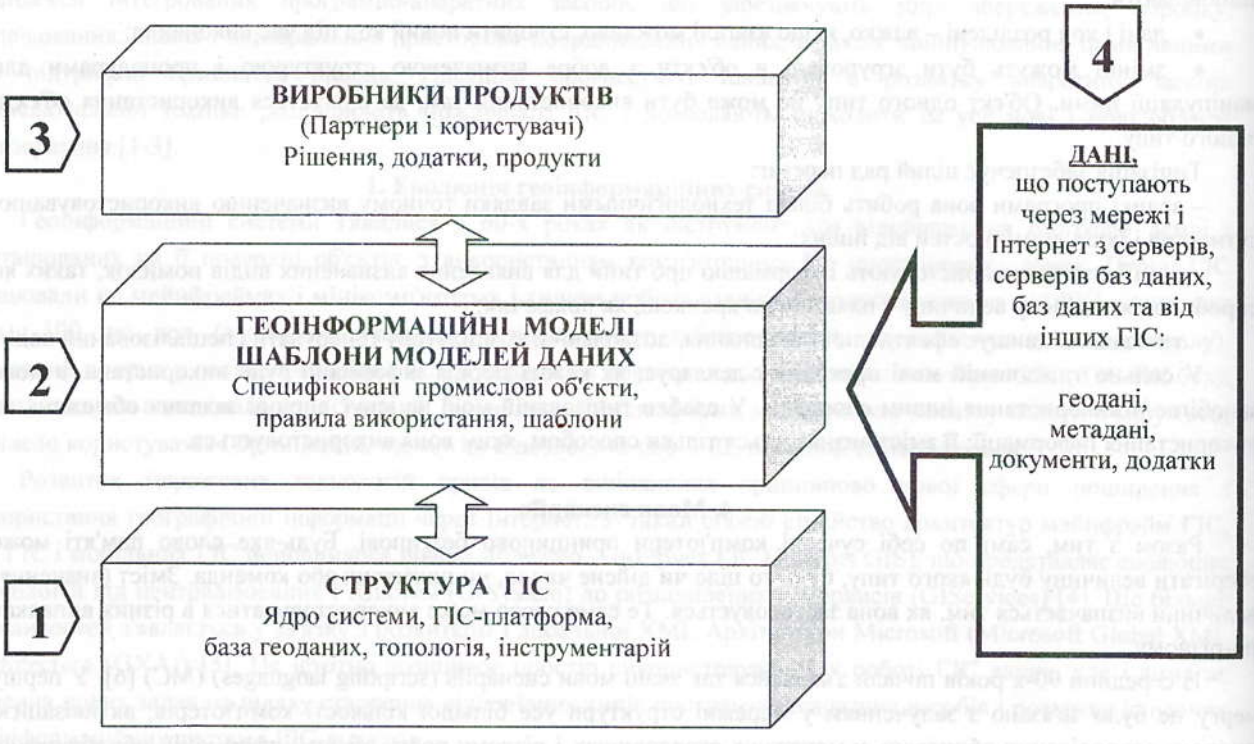

Рис.1. Рівні функціювання програмних компонентів та рівні застосування мов програмування в ГІС. 1.МПС, МС. 2. МПС, МС. 3. МС, ММ, МПС. 4. МС, ММ. (ММ – метамови).

Використання різних мов програмування в ГІС можна розглянути на прикладі найбільш розповсюджених у світі програмних продуктах фірми ESRI. Слід зазначити, що ця фірма в 2001 році стала номером один у світі серед розповсюджувачів програмного забезпечення для ГІС з доходом 427 млн. дол., що склало 34,6 % усього світового ринку ГІС послуг. Загальний доход світового ринку ГІС ПЗ склав 1,1 млрд. дол. і виріс у порівнянні з попереднім 2000 роком на 14,3% [9].

На сайті цієї організації (www.esri.com) [10] розташован список різноманітних додатків, розроблених для всієї лінійки існуючих програмних продуктів, що нараховує 2472 найменування (на 10.02.2003 р.).

Додатки фірми ESRI призначені в першу чергу для розширення функцій використовуваних у роботі геоінформаційних систем і для рішення всього спектра задач, що розширюється, обробки просторово-координованих даних у різноманітних предметних областях.

Серед перших обраних для аналізу 400-т додатків з цього великого списку, частота використання МП розподілилася в такий спосіб (табл.1)

Таблиця 1

Вибірка по частоті використання МП у додатках до продуктів ESRI (400 перших з 2472 на 10.02.2003 р.)

Найменування МП	Avenue	Visual Basic	AML[1]	VBScript	AutoLisp	C++/ Borland C++	C	ArcXML[2]	Java Script	Delphi	Cold Fusion
Кількість додатків	250	61	47	14	9	5/1	3	3	3	3	1
Тип мови	МС	МС	МС	МС	МС	–	–	МС	МС	–	МС
Рік створення МП	1994	1991	1998	1997	–	1980	1972	2002	1995	1995	1997
Об'єктна орієнтованість мови	ОО	ОО	–	ОО	–	ОО	–	ОО	ОО	ОО	ОО

[1] AML – Arc Macro Language –унутрішня мова програмування для ГІС ARC/INFO ESRI

[2] ArcXML – Arc Extensible Markup Language, є протоколом для зв'язку з компонентами ESRI ArcIMS Spatial Server.

З таблиці можна побачити, що:

–більш половини додатків розроблено внутрішньою мовою ГІС ArcView Avenue;

у 8-и групах з 11-ти мов програмування використовувалися МП і в такім же співвідношенні (8 до 11-ти) розподілилися об'єктно-орієнтировані засоби розробки;

–більшість використовуваних мов створені в середині 90-х і починають використовуватися більш нові (Cold Fusion –1997, ArcXML –2002).

Цікаво також простежити тенденцію залучення МС у практику ГІС шляхом аналізу самих останніх розробок додатків для продуктів фірми ESRI. У таблиці 2 приведена добірка даних по 36-и останніх програмних розробках, що надійшла за три дні лютого поточного року в бібліотеку програм ESRI.

На сайті фірми ESRI також ведеться статистика найбільш популярних додатків (тобто тих, що найбільш часто скачуються користувачами). За даними на 10.02.2003 р., у першу десятку входять 9 додатків, написаних на МС Avenue (ОО) і один на МС Visual Basic (ОО).

Таблиця 2

Використання МП в останніх 36 додатках бібліотеки кодів ESRI

Найменування МП	Visual Basic	Avenue	AML	VBScript	C++	JScript
Кількість додатків	11	10	6	4	3	2
Тип мови	МС	МС	МС	МС	МПС	МС
Рік створен-ня МП	1991	1994	1998	1997	1980	1995
Об'єктна орієнто-ваність мови	ОО	ОО	ОО	ОО	ОО	ОО

Разом з тим, вже виконані роботи по інтегруванню МС Python пд назвою AVPython у ArcView, що різко підвищує рівень розробки великомасштабних геоінформаційних додатків та інтеграцію їх з іншими компонентами через TCP/IP, XML або COM [11].

6.Програмування в Інтернет ГІС

Найважливішою серед Інтернет і Web архітектур, що розвивається вже довгий час є архітектура клієнт/сервер. На ній побудовані багато інших сучасних архітектур і технологій:

–платформа Java;

–DCOM/COM+, .NET;

–CORBA і деякі інші.

Вищевказані моделі обробки інформації уявляють основу для побудови і реалізації програмних систем і додатків на різних МП [12].

В архітектурі клієнт/сервер МПС і МС розпадаються на дві основні групи: ті, що працюють на боці клієнта і ті, що працюють на боці сервера (табл. 3). Мови клієнтської частини розробляються для включення в HTML- документи. Сценарій є інтегральною частиною такого документа, що доставляється із сервера на комп'ютер-клієнт. Найбільш широко тут використовується мова JavaScript і варіанти мов, похідних від Java.

Таблиця 3

МП, що працюють на клієнтській і серверній частинах Web

Наиме-нование мов клієнтської сторони	Тип мови	Примітки	Наиме-нование мов серверної сторони	Тип мови	Примітки
JavaScript	МС		ASP	МС	Active Server Pages (Microsoft)
JScript	МС	Розробка Microsoft	CGI	–	Common Gateway Interface - стандартне середовище комунікації
ECMAScript	МС	Розробка European Computer Manufacturer's Association	Cold Fusion	ОО МС	МС і середовище розробки
CSS	МС	Cascading Style Sheets	Java	ОО МПС	
VBScript	МС	Microsoft, походить від Visual Basic	Perl	ОО МС	Practical Extraction and Report Language
			PHP	МС	Personal Home Page Tools – МС і середовище розробки
			Python	ОО МС	
			HTML	–	Hipertext Markup Language
			XML	–	eXtensible Markup Language (розширення HTML)
			XSL	–	eXtensible Style Language (розширення XML)
			GML	–	Geographic Markup Language (розширення XML)

Мови серверного боку розробляються для розміщення, інтерпретації і виконання на серверах мережі Інтернет, з яких проглядаються Web-сайти і використовується інформація, у тому числі і географічна. В другій половині таблиці 3 приведений список мов програмування систем і мов сценаріїв, що найбільш широко використовуваних на серверному боці.

7. Метадані і метамови в ГІС

Залучення в геоінформаційні дослідження усе більш різноманітних структур даних з численних предметних областей створило серйозну проблему не тільки в їхній обробці, але й у використанні в геоінформаційних додатках.

За даними OGC [13] існує досить багато геоінформаційних систем, що здійснюють обробку даних у власних форматах, не підтримуваних іншими подібними засобами. На рис. 2 приведені найменування таких неінтероперабельних (Інтероперабельність – здатність взаємодіяти, виконувати програми, обмінюватися даними поміж різними функціональними блоками обробки таким чином, щоб це потрібовувало від користувача мінімальних знань щодо характеристик цих блоків) систем і хрестиками позначена несумісність систем поміж собою. Ця проблема викликала до життя проект, що розроблен і підтримується консорціумом W3C [14] по створенню метамови, що покликана вирішувати широке коло задач:

-забезпечити високорівневу ступінь інтероперабельности обробки метаданих у гетерогенних мережних структурах;

-розширити коло користувачів здатних програмувати в новому просторі Web-даних;
-забезпечити засоби розробки нових мов обробки даних.

Розширювана мова розмітки (eXtensible Markup Language – XML) стала не тільки могутньою мовою доступу практично до будь-яких типів даних, але і технологією, що швидко розвивається, з гнучкими і розвитими додатками для реального світу даних. Тут вона дозволяє організовувати, відображати і керувати структурами і засобами доступу до даних.

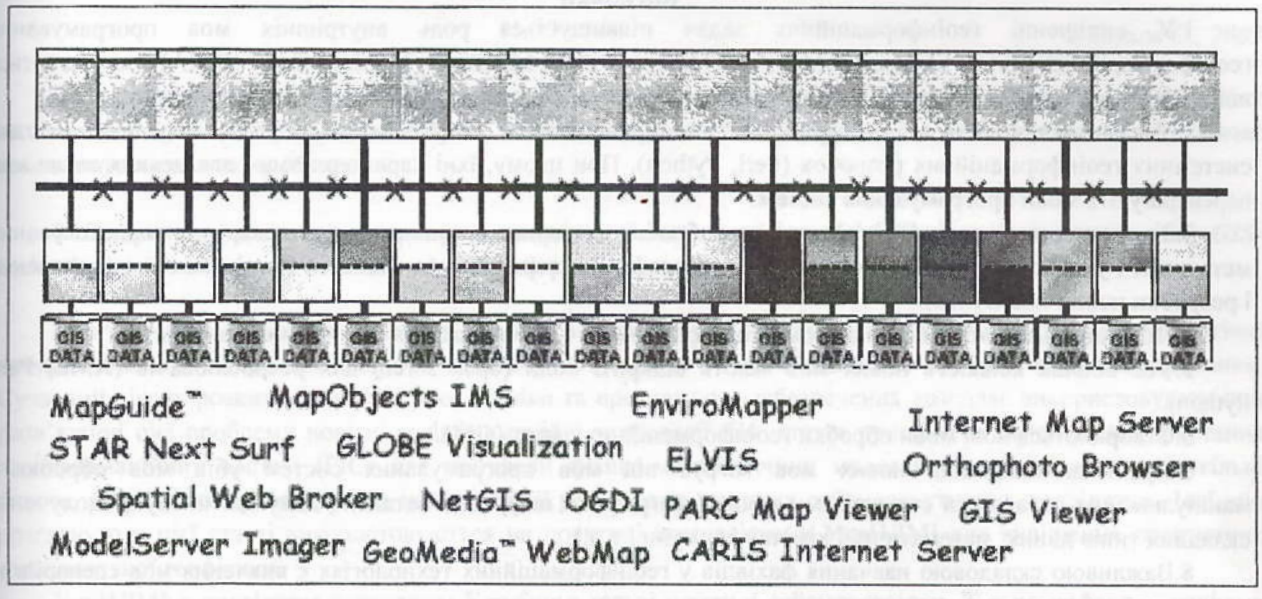

Рис.2. Деякі системи відображення геоданих в Web, що є неінтероперабельними поміж собою.

До головних позитивних якостей нової мови варто віднести наступні:
–XML є метамовою;
–XML має текстове уявлення, що досить легко може читатися користувачами;
–XML ідеально підходить для структурування документів;
–XML підтримує багатомовну розробку ПЗ;
–XML інтероперабелен;
–XML відкритий для розширення і використання;
–XML дозволяє розробляти нові метамови (рис. 3).

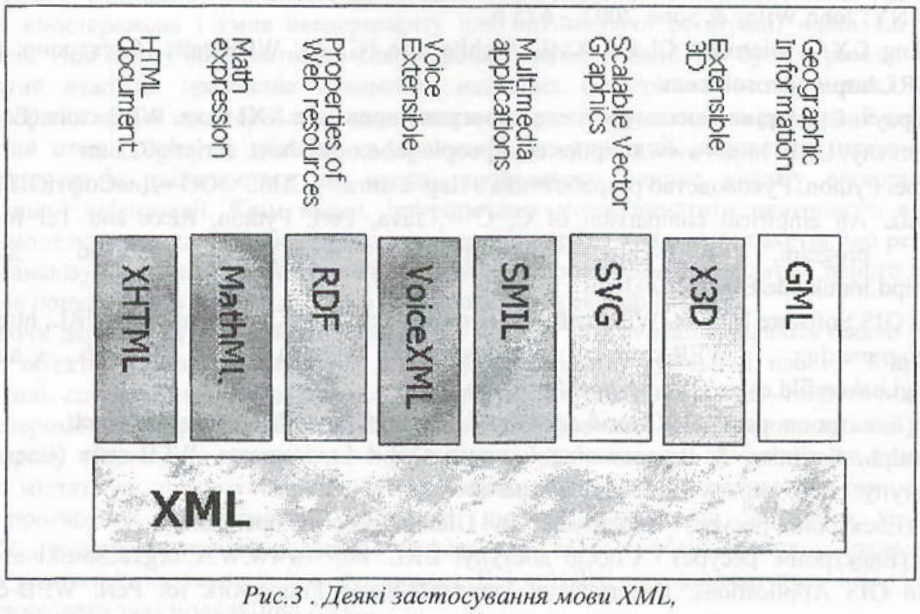

Рис.3 . Деякі застосування мови XML, що пов'язані зі створенням нових мовообробки даних.

Особливо слід зазначити розроблену на базі XML нову мову обробки географічної інформації – GML [14]. Метою створення останньої є відділення уявлення цифрових географічних даних від їхнього опису. Крім того, набирає силу процес залучення МС у процес створення додатків і засобів обробки даних на базі могутніх і розширюваних, з відкритими кодами, МС типу Perl і Python [15].

Висновки

1.У вирішенні геоінформаційних задач підвищується роль внутрішніх мов програмування геоінформаційних систем (Avunue, AML, ArcXML (усі ESRI), MapBasic, MapInfo Corp. (США)), та додаються нові (Python). Усі вони істотно об'єктно-орієнтовані і є мовами сценаріїв.

2.З'являються нові мови сценаріїв, активно приваблювані не тільки для обробки геоданих, а і для системних геоінформаційних розробок (Perl, Python). При цьому, їхні характеристики для деяких задач вже перевершують мови програмування систем.

3.Зі зростанням ролі Web-сервисів в обробці геоданих, розширенням спектру використовуваних метаданих і удосконалюванням можливостей географічних сервісів розвиваються метамови опису метаданих і розробки нових мов (XML).

4.Підвищується потужність нових мов програмування і розширюється їхня функціональність.

5.Усе більша кількість нових мов мають відкриті коди (open sorce) для розроблювачів (XML, Perl, Python).

6.Створюються нові мови обробки геоінформаційних даних (GML).

7.Практика створення нових мов мігрує від мов програмування систем убік мов обробки і маніпулювання складними структурами даних (географічні цифрові і метадані, документи, звук, сполучення складних типів даних, математичні і хімічні формули і т.д.).

8.Важливою складовою навчання фахівців у геоінформаційних технологіях є вивчення мов сценаріїв та метамов обробки геоданих.

Література

1. Бусыгин Б.С., Коротенко Г.М. Стандартизация и ГИС. Состояние и пути развития // В кн.: Сб. научн. трудов Национальной горной академии Украины, № 12,т.1, 2001. с.5-17.
2. Бусыгин Б.С., Коротенко Г.М. Особенности передачи геоинформационных знаний при е-Образовании // В кн.: Другий міжнародний конгрес "Розвиток інформаційного суспільства в Україні". Материали конгресу. –Київ, НТТУ "КПІ", 2002. –С.222-230. (-370с.)
3. Olaf Østensen. The Expanding Agenda of Geographic Information Standards. July 2001. A report by, Chairman ISO/TC 211. WEB-сайт (Електронн. ресурс) / Спосіб доступу: URL http://www.iso9.com/information/update_updates.html
4. Zhong-Reng Peng, Ming-Hsiang Tsou. Internet GIS: Distributed Information Services For Internet and Wireless Networks. –NY: John Wiley & Sons, 2003. - 675 p.
5. Understanding GXA. Microsoft Global XML Architecture (GXA). WEB-сайт (Електронн. ресурс) / Спосіб доступу: URL:http:/microsoft.com/
6. Джон Остераут. Сценарии: высокоуровневое программирование XXI века. WEB-сайт (Електронн. ресурс) / Спосіб доступу: URL: http://www.scriptics.com/people/john.ousterhoet/ scriptlg02.htm
7. Лесса Андре. Python. Руководство разработчика: Пер. с англ. – СПб.: ООО «ДиаСофтЮП», 2001. – 688 с.
8. Prechelt Lutz. An empirical comparison of C, C++, Java, Perl, Python, Rexx and Tcl for a search/string-processing program. WEB-сайт (Електронн. ресурс) / Спосіб доступу: URL: http://www.ipd.ira.uka.de/EIR/tr2000.html
9. ESRI Leads GIS Software Market. WEB-сайт (Електронн. ресурс) / Спосіб доступу:URL: http://www.esri.com
10. GIS programming. WEB-сайт (Електронн. ресурс) / Спосіб доступу: URL: http://www.ci.bakersfild.ca.us/gis/notes/tech/gisp.htm
11. WEB-сайт (Електронн. ресурс) / Спосіб доступу: URL: http://avpython.sourceforge.net/
12. Randy D.Ralph. Scripting & Programming Languages and Enviroments. WEB-сайт (Електронн. ресурс) / Спосіб доступу: URL: http://www.netstrider.com/tutorials/TML/scripts/
13. WEB-сайт (Електронн. ресурс) / Спосіб доступу: URL: http://www.opengis.org
14. WEB-сайт (Електронн. ресурс) / Спосіб доступу: URL: http://www.W3C.org15.Sorokine A., Ackerman K. Scripting In GIS Applications: Experimental Standards-based Framework for Perl. WEB-сайт (Електронн. ресурс) / Спосіб доступу: URL: http://www.vtt.co.jp/