

ОНТОЛОГИЯ НА ЗЕМНОТО ПОКРИТИЕ

Румяна Вацева

В статията се разглежда онтологията като едно от най-перспективните съвременни направления в областта на формализацията на знания, което разкрива нови възможности и средства за извличане, представяне, структуриране и използване на знания. Прилагането на онтологии в геоинформационните технологии осигурява възможност за споделяне и многократно използване на пространствените данни на най-абстрактно ниво, в т.ч. на данни за земното покритие. Това подпомага работата с общи съвместими знания и независима информация за дадени структури от данни.

Ключови думи: онтология, земно покритие, земеползване, геоинформационни технологии, концептуален модел

УВОД

В областта на информатиката понятието „онтология“ се използва за първи път от Gruber (1993) за представяне на знания във вид на полуструктурирани концептуални модели. Терминът „онтология“ произлиза от философията и означава „наука за битието“ (от древногръцки: *онтос* – битие, съществуване; *логос* – учение, наука). В съвременната философска литература онтологията представя определена система от категории, които са следствие от определена система от възгледи за света и се използва за специфициране на множество от понятия с цел пълното представяне на дадена предметна област. Основна характеристика на онтологическия анализ е разделянето на реалния свят на части и класове обекти и дефинирането на съвкупността от фундаментални свойства, които определят тяхното развитие и поведение. Така всяка природна наука представлява типичен пример за онтологично изследване.

В компютърните науки и информатиката „онтология“ е технически термин, обозначаващ един продукт, проектиран с цел да се даде възможност за моделиране на знания за даден домейн, който може да бъде реален или виртуален. Терминът се използва от ранните изследователи на изкуствения интелект, които го възприемат от математическата логика (McCarthy, 1980) и доказват, че изследователите на изкуствен интелект могат да създават нови онтологии като изчислителни модели, които позволяват определени видове автоматизи-

рани действия (H a u e s, 1985). През 80-те години на XX век в областта на изкуствения интелект се утвърждава използването на термина „онтология“ както във връзка с теория на моделирането (H a u e s, 1985), така и като компонент на системите знания. Някои изследователи на базата на философската онтология разглеждат изчислителната онтология като вид приложна философия (S o w a, 1984).

В тази статия онтологията се разглежда като едно от съвременните направления в областта на формализацията на знания. Специално внимание се отделя на прилагането на онтологии в геоинформационните технологии, което осигурява възможности за многократно използване на пространствените данни, в т.ч. на данни за земното покритие.

ПРИЛАГАНЕ НА ОНТОЛОГИЯТА В ГЕОИНФОРМАЦИОННИТЕ ТЕХНОЛОГИИ

В информационните технологии прилагането на онтологията е свързано с необходимостта да се създаде точно описание на реалния свят или на негови части с помощта на формални и формализирани структури. G r u b e r (1993) дефинира онтологията като „експлицитна спецификация на концептуализацията“ или „формална експлицитна спецификация на споделена концептуализация“ (G r u b e r, 1995). Тъй като термините „спецификация“ и „концептуализация“ предизвикват много дискусии, най-важните елементи на дефиницията на онтологията са: 1) онтологията определя (посочва) основните понятия, взаимоотношения и други особености, които са подходящи за моделиране на домейн; 2) спецификацията е под формата на дефиниране на представителен речник (класове, отношения и т.н.), който осигурява значенията на понятията (термините) и формалните ограничения за тяхното съгласувано използване. В областта на геоинформационните технологии онтологията има не само семантичен аспект (т.е. „формална“ – изразява точност, определеност и уникалност на термините), но и синтактичен аспект (т.е. „формализирана“ – използва добре дефиниран формат/език), следователно онтологията означава не само точно и ясно определени термини, но също така и възможност за автоматизирана (компютърна) обработка.

В контекста на компютърните и информационните науки G r u b e r (2009) дефинира онтологията като набор от представителни примитиви, с които се моделира домейн на знания. Представителните примитиви обикновено са класове (или групи), атрибути (или свойства) и взаимоотношения (или отношения между членовете на даден клас). Дефинирането на представителните примитиви включва информация за тяхното значение и ограничения на логически последователното им прилагане. В контекста на системите за бази данни онтологията може да се разглежда като ниво на абстракция на данните за моделите, аналогично на йерархични и релационни модели, но предназначени за моделиране на знания за отделни обекти, техните атрибути и техните взаимоотношения с други обекти.

В специализираната литература в областта на информационните технологии (P o l i, 2002; D o u e t a l., 2004; O n t o l i n g u a, 2005; A g a r v a l, 2005;

Н а у, 2006; L e m m e n s, 2008; G r u b e r, 2009; Т у ж а р о в, 2008) онтологията се дефинира като цялостна структурна спецификация и всеобхватно детайлно формализиране на дадена предметна област на знанието с помощта на концептуален модел. Концептуализацията предполага описание на множество от обекти и понятия, знания за тях и връзки между тях. Концептуалният модел се прилага като форма за представяне на знания за реалния свят или за части от него. Обикновено е изграден от йерархични структури от данни, които съдържат обекти, връзките между тях и правилата, приети в предметната област.

Представена формализирано, онтологията се състои от речник на термините, организирани в таксономия, техните определения и атрибути, а също и логически изрази, описващи тяхното взаимодействие. На тази основа D o u e t al. (2004) смятат, че онтологията играе ключова роля при описване на „семантиката“ на данните. През последните години се приема, че онтологиите са бази от знания от специален тип, които могат да се разбират, да се отделят от специалистите и да се споделят между потребителите. В контекста на споделянето на знания *онтологиите са „споразумения относно споделените концептуализации“* (G r u b e r, 2009) или *„формална спецификация на обща терминология, чрез която могат да бъдат представени споделените знания“* (D e f o u r n u, B o n t e m p s, 2012). Така онтологиите ограничават проблемите, свързани с неопределеността на системата.

Съвременните онтологии се състоят от едни и същи елементи, независимо от използваните разнообразни езици за описание. Разработваните онтологични модели се изграждат стандартно и съдържат определени концепти (понятия, обекти, класове), свойства на концептите (атрибути), отношения между концептите (зависимости, функции) и допълнителни ограничения, дефинирани с аксиоми (Т у ж а р о в, 2008).

Прилагането на онтологии в геоинформационните технологии осигурява възможност за споделяне и многократно използване на пространствените данни на най-абстрактно ниво, като така подпомага работата с общи знания и независима информация за определени структури от данни. Ключовата роля на онтологиите по отношение на системите за бази данни е да се определи как да бъдат представени данните за моделите на ниво на абстракция над специфично проектираните бази данни (логически или физически), така че данните да могат да бъдат експортирани, предавани, извлечени, обединявани и т.н. в самостоятелно разработени системи и услуги. Успешните приложения понастоящем включват бази данни с оперативна съвместимост, възможности за кръстосано търсене и интегриране на уеб услуги.

ЗЕМНО ПОКРИТИЕ И ЗЕМЕПОЛЗВАНЕ

Онтологията на географското пространство включва основните концептуални понятия *пространство, време, събитие и обект*. В йерархията на обектите един от базовите концепти е земното покритие. Познанията за земното покритие в пространството и времето се организират и структурират чрез концептуално групиране в категории (класове). Формирането на категориите се основава на възприемането на съществуващите пространствено-времеви сходства

и различия в земното покритие, наблюдавани в околната среда. Това осигурява възможност за изграждането на знания за структурата и промените на земното покритие.

Важна част от знанията за земното покритие е неговото дефиниране и разграничаване от земеползването. *Земното покритие* се отнася до установените абиотични (физически) и биотични обекти на земната повърхност (M e u e r, T u n e r, 1992) и се дефинира като „наблюдаваните (био)физически характеристики на земната повърхност, които се разглеждат като ясно определени географски обекти и може да се използват от другите дисциплини за географски референтни данни“ (D i G r e g o r i o, O ’ B r i e n, 2012). Изследванията на земното покритие са сравнително нова област, разработвана през последните 40 години в тясна връзка с използването след 1972 г. на сателитни изображения за наблюдение на Земята. Извличането и обработката на биофизическите променливи от сателитни изображения в различни времеви серии (периоди) предоставя количествени описания на земната повърхност в точно определени измерения на пространството и времето.

Информацията за земеползването се събира през относително по-дълъг исторически период, но тя не може да бъде получена директно от сателитните изображения и е необходимо да бъде извлечена (екстрахирана) чрез „комбиниране на наблюдения с дистанционни изследвания, знания на регионално и локално ниво (включително теренни изследвания) и друга допълнителна информация, която свързва дадено земно покритие в региона с определено земеползване“ (S o h l, S l e e t e r, 2012). *Земеползването* се дефинира като „начин или форма на използване или владение на земята от хората“ (G i r i, 2012), т. е. отнася се до функциите или социално-икономическите цели на използване на земята от хората за извличане на ползи, продукти и услуги.

Земното покритие и земеползването са тясно свързани помежду си и взаимно си влияят, като промените в земното покритие могат да доведат до промени в земеползването и обратно. Според L o v e l a n d, D e F r i e s (2004) много често тези връзки са комплексни, тъй като дадено земеползване може да бъде свързано с няколко различни типа земно покритие, а определено земно покритие може да има няколко различни вида земеползване. Изясняването на различията между земното покритие и земеползването протича в две противоположни посоки, като едни автори се насочват към търсене на връзките между тях (A n d e r s o n et al., 1976; C E C, 1995), а други смятат, че е необходимо по-ясното им разграничаване (J a n s e n, D i G r e g o r i o, 2002; C o m b e r et al., 2004 и 2005; C o m b e r, 2008). За много от разработваните приложения са необходими данни както за земното покритие, така и за земеползването. Ето защо повечето от съществуващите класификационни системи съдържат дефиниции на класовете, които в известна степен смесват земното покритие и земеползването. За мониторинга на земната повърхност обаче е важно да бъде възможно тези данни да се получават поотделно и да могат да се комбинират по различен начин. Но на този етап използването на дистанционни изследвания е по-подходящо за наблюдение на земното покритие, а мултиспектралните измервания могат да предоставят само в известна степен контекста и характеристиките, които да подпомогнат разкриването и на земеползването.

КОНЦЕПТУАЛИЗАЦИЯ НА ЗЕМНОТО ПОКРИТИЕ

Интерпретацията на данни от дистанционни изследвания обхваща редица процеси, като абстракция, класификация и генерализация, въз основа на които се извличат данни за земното покритие на базата на класификационни системи за представяне на комплексния характер на реалния свят. Географските данни по своята същност са абстрактно представяне на реалността, в конкретния случай на възприемането на реалността от космоса. Както изтъкват *Comber et al. (2005)*, процесът на абстракция има дълбоко установен социален и политически контекст, от което произтичат относителни измервания на реалността. Ето защо създаването и използването на данни за земното покритие е тясно обвързано със социалния опит (интерес, ограничения, контекст и т.н.). Това заключение ясно се илюстрира от факта, че са разработени различни класификационни системи на земното покритие, които представят различни гледни точки за реалния свят. Във връзка с това в научните среди се провежда дискусия за отношението „реализъм – релативизъм“, като част от авторите (*Jones, 2002; Comber et al., 2005; Defourny, Bontemps, 2012*) приемат епистемологическия релативизъм (допускането, че никога не може да се познава точно съществуващата реалност) и отхвърлят онтологическия релативизъм (схващането, че описанието на реалността не е ограничено по принцип). *Jones (2002)* предлага междинна позиция между „чист“ реализъм и „чист“ релативизъм, като допуска възможността разнообразните тълкувания на реалността да се приемат като „значения“, а не като „истини“ и смята, че „реалният свят в толкова повисока степен е социално филтриран (пречистен), колкото повече значения са конструирани“. На тази основа може да се обобщи, че понастоящем разработените класификационни системи на земното покритие са социално изградени с конкретен културен и технически контекст. Но както изтъква *Ahlqvist (2008)* класификацията е необходимост да се структурира домейн на специфични знания, за да се създаде съвместимост и стабилност в комуникацията между отделните субекти.

Онтологията на земното покритие се изгражда на базата на избрания концептуален модел. Разработени са два основни концептуални модела за изобразяване на пространствените измервания на земната повърхност: *растерен*, изграден от пиксели, и *векторен*, съдържащ обекти. Земната повърхност е дискретизирана в пиксели на сателитните изображения. Когато размерът на пиксела е по-голям или близък до този на отделните единици (класове) земно покритие, данните обикновено се представят като растерен модел от пиксели. Когато размерът на пиксела е значително по-малък от класовете земно покритие, например в изображения с много висока пространствена резолюция, по-подходящ е векторният модел, който представя очертанията на обектите (класовете).

Концептуализацията на земното покритие поставя важни специфични проблеми, които се отнасят до съдържанието и границите на отделните обекти, размера на изследваната пространствена единица и влиянието на използваните мащаби върху методите на изследване и получените резултати. Според *Duhamel, Vidal (1998)* съдържанието на обектите е комплексен проблем, тъй като описанието на част от земната повърхност предполага, че тя е ясно

дефинирана в пространството. Някои обекти могат лесно да се идентифицират и имат ясно изявиени физически граници (застроени площи, парцели обработваема земя и др.). Но обикновено в естествена или полуестествена природна среда границите са размити (нелинейни) и очертанията на отделните обекти са неясни с постепенен преход между тях, което затруднява разграничаването им. Това налага разработването и прилагането на различни подходи и алгоритми за описание (класификация) на обектите.

ОПЕРАТИВНА СЪВМЕСТИМОСТ НА КЛАСИФИКАЦИИТЕ НА ЗЕМНОТО ПОКРИТИЕ

Класификацията е подход за представяне на огромното разнообразие и комплексност на реалния свят в ограничен брой избрани класове (категории). Поради това всяка класификационна система може да бъде обект на научни полемики и дискусии. **De f o u r n y, B o n t e m p s (2012)** смятат, че класификационните системи са толкова по-оспорвани, колкото по-тясно са фиксирани и определени, затова е необходимо да се постигне по-широка приспособимост. Максималната гъвкавост на класификационната система може да бъде запазена чрез дефинирането на минимален набор от дескриптивни примитиви. На тази основа класификацията на обектите земно покритие от реалния свят започва с групирането на базови елементи (дескриптивни примитиви) и комбинирането им по различни начини, така че да се опише една по-сложна семантика при всяко самостоятелно създаване на онтология.

По отношение на пространствената информация **S o k a l (1974)** дефинира класификацията като „последователно подреждане на обектите в групи на базата на техните взаимоотношения“, **B o w k e r, S t a r (1999)** я определят като „пространствена, темпорална или пространствено-темпорална сегментация на реалния свят“, а **D i G r e g o r i o, O' B r i e n (2012)** приемат, че „*класификацията е абстрактно представяне на обектите от реалния свят, като се използват класове или термини, установени чрез ментален процес*“. Класификационните системи на земното покритие описват систематичната рамка за структуриране на информацията в тази област с наименования на класовете, критерии за тяхното разграничаване и определяне на взаимоотношенията помежду им. По такъв начин класификацията изисква да се дефинират границите на класовете, които трябва да бъдат ясни, точни, по възможност количествени и основани на обективни критерии. Според **D i G r e g o r i o, O' B r i e n (2012)** в идеалния случай класификационната система е необходимо да притежава следните характеристики:

- съвместимост, уникалност и систематичност, прилагани като класификационни принципи;
- приложимост за пълното описание на всички видове обекти;
- пълнота и съдържателно описание на целия териториален обхват на района;
- уникалност, взаимно изключване и недвусмисленост на класовете.

Базите данни за земното покритие и за всички приложения, които предста-

вят двуизмерно дадена част от земната повърхност, се основават на класификации и създадените модели на данни са известни като легенди или номенклатури. Ето защо Di Gregorio, O'Brien (2012) приемат, че *легендата* може да се дефинира като приложение на определени класификационни критерии (класификационни правила или класове) в характерен географски район при определен картографски мащаб и специфика на данните. Въз основа на това авторите правят заключението, че легендата може да съдържа само пропорционална част или извадка от всички възможни класове на референтната класификационна система.

Главният дискуссионен и все още неразрешен въпрос във връзка с научните изследвания и приложенията на земното покритие е свързан с *хармонизацията и интегрирането на съществуващите класификационни системи*. Засега няма една универсална, утвърдена и всеобщо приета класификация на земното покритие, която да бъде в достатъчно висока степен ефективна, коректна, отворена и с възможности за разширение. От 70-те години на XX в. досега са разработени голям брой различни (международни и национални) класификационни системи на земното покритие, които осигуряват трудно съпоставима информация. Първата класификация на земното покритие и земеползването на базата на данни от сателитни изображения и аерофотоснимки е създадена в първоначалната си версия през 1972 г. от Anderson et al. (1972), като в допълнен и завършен вид е публикувана няколко години по-късно (Anderson et al., 1976). През 80-те и 90-те години на XX в. се наблюдава значително развитие на програмите и инициативите за картографиране на земното покритие в глобален мащаб, което от своя страна е тясно свързано и се базира на развитието на геоинформационните технологии и подобряване качеството на сателитните данни. На тази основа се разработват редица стандартизирани класификации на земното покритие, по-известни от които са:

- CORINE (Coordination of Information on the Environment) Land Cover (CEC, 1995; Perdigaio, Annoni, 1997; Bossard et al., 2000; EEA, 2002, 2007) (табл. 1)
- AFRICOVER /FAO/ (Kalenisky, 1998)
- Land Cover Classification System (LCCS) /FAO/ (Di Gregorio, Jansen, 2000)
- International Geosphere-Biosphere Program (IGBP) MODLand (Friedl et al., 2002; Hansen et al., 2002)
- Global Land Cover 2000 (GLC2000) /ESA/ (Bartholome, Belward, 2005)
- GlobCover 2006 /ESA/ (Arino et al., 2007)

Разработени са и много класификации на национално и регионално ниво на базата на сателитни изображения с различна резолюция, например: US National Land Cover Database (NLCD), Pan-European Land Cover Monitoring (PELCOM), the 4th level CORINE Land Cover nomenclature for the PHARE countries (Feranec, Otahel, 2004), UK Land Cover Map 2007, Land Cover classification of the Atlas of Canada, Africa seasonal land cover regions legend, Minnesota Land Cover Classification System, LANDEO Portugal, Land Cover and Land Use Information System of Spain (SIOSE) и т.н. Това показва хетерогенността на класификацион-

Т а б л и ц а 1

Номенклатура „КОРИНЕ Земно покритие“ (CORINE Land Cover Nomenclature)

Ниво 1	Ниво 2	Ниво 3
1. Антропогенни обекти	1.1. Населени места	1.1.1. Населени места с много висока плътност на застрояване
		1.1.2. Населени места с висока, средна и ниска плътност на застрояване
	1.2. Индустриални, търговски и транспортни обекти	1.2.1. Индустриални или търговски обекти
		1.2.2. Пътна и жп мрежи, и прилежащата им земя
	1.2.3. Пристанища	
	1.2.4. Летища	
1.3. Мини, сметища и строителни обекти	1.3.1. Места за добив на полезни изкопаеми	1.3.1. Места за добив на полезни изкопаеми
		1.3.2. Сметища
		1.3.3. Строителни обекти
1.4. Антропогенни неземеделски площи с растителност	1.4.1. Зелени площи в населени места	1.4.1. Зелени площи в населени места
		1.4.2. Места за спорт и отдих
2. Земеделски земи	2.1. Обработваема земя	2.1.1. Ненапоивана обработваема земя
		2.1.2. Постоянно напоивана обработваема земя
		2.1.3. Оризища
	2.2. Трайни насаждения	2.2.1. Лозя
2.2.2. Овощни и ягодови насаждения		
	2.2.3. Маслинови градини	
2.3. Пасища	2.3.1. Пасища	
2.4. Разнородни земеделски земи	2.4.1. Едногодишни култури заедно с трайни насаждения	2.4.1. Едногодишни култури заедно с трайни насаждения
		2.4.2. Комплекси от раздробени земеделски земи
		2.4.3. Земеделски земи със значителни участъци естествена растителност
		2.4.4. Агро-лесовъдски площи
3.2. Храстови и/или тревни растителни съобщества	3.2.1. Естествени тревни площи	3.2.1. Естествени тревни площи
		3.2.2. Растителни съобщества на храсти и треви
		3.2.3. Склерофилна растителност
		3.2.4. Преходна дървесно-храстова растителност

	3.3. Открити пространства с малко или без растителност	3.3.1. Плажни ивици, дюни, пясъци 3.3.2. Голи скали 3.3.3. Площи с рядка растителност 3.3.4. Опожарени площи 3.3.5. Ледници и постоянно заснежени области
3. Гори и полустествени площи	3.1. Гори	3.1.1. Широколистни гори 3.1.2. Иглолистни гори 3.1.3. Смесени гори
4. Влажни зони	4.1. Вътрешни влажни зони	4.1.1. Вътрешни блата 4.1.2. Торфени блата
	4.2. Крайбрежни влажни зони	4.2.1. Солени блата 4.2.2. Солници 4.2.3. Приливно-отливни области
5. Водни обекти	5.1. Вътрешни води	5.1.1. Водни течения 5.1.2. Водни площи
	5.2. Морски води	5.2.1. Крайбрежни лагуни 5.2.2. Естуари 5.2.3. Морета и океани

ните системи на земното покритие. Разработването на общи стандарти може да осигури хомогенна и съпоставима информация на различни нива – глобално, национално и регионално.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Онтологията е едно от най-перспективните направления в областта на формализацията на знания, което разкрива нови възможности и средства за извличане, представяне, структуриране и използване на знания. Прилагането на онтологии в геоинформационните технологии предоставя възможност за споделяне и многократно използване на пространствените данни на абстрактно ниво, като така подпомага работата с общи знания и независима информация за определени структури от данни. Ключовата роля на онтологията по отношение на системите за бази данни е свързана с осигуряването на оперативна съвместимост, възможности за кръстосано търсене и интегриране на уеб услуги.

На базата на онтологията се разработват семантични системи за описание на различните таксономии (класификационни системи) на домейна земно покритие. Създаването на онтологии на земното покритие определят понятията и техните взаимоотношения в пространството и времето, като същевременно осигуряват възможност за споделяне на семантичната информация за класовете и многократно използване на генерираните пространствени геобазни данни.

ЛИТЕРАТУРА

- Тужаров, Х. (2008) Анализ и проектиране на информационни системи. Книгоиздателство „Асеневици“ <http://www.tuj.asenevtsi.com/APIS/index.htm> (Посетен 10.11.2012)
- Agarwal, P. (2005) Ontological considerations in GIScience. – *International Journal of Geographical Information Science*, 19 (5), 501-536.
- Ahlqvist, O. (2008) In search for classification that support the dynamics of science – The FAO Land Cover Classification System and proposed modifications. – *Environment and Planning B*. 35(1): 169-186
- Anderson, J.R., E. E. Hardy, J. T. Roach (1972) A land-use classification system for use with remote-sensor data. Reston VA, U.S. – Geological Survey Circular 671, 16 p.
- Anderson, J.R., E. E. Hardy, J. T. Roach, R. E. Witmer (1976) A land use and land cover classification system for use with remote sensor data. Reston VA, U.S. – Geological Survey Professional Paper 964, 28 p.
- Arino, O., D. Gross, F. Ranera, L. Bourg, M. Leroy, P. Bicheron, J. Latham, A. Di Gregorio, C. Brockmann, R. Witt, P. Defourny, C. Vancutsem, M. Herold, J. Sambale, F. Achard, L. Durieux, S. Plummer, J.L. Weber. (2007) GlobCover: ESA service for Global Land Cover from MERIS. – In: *Proceedings IEEE Geoscience and Remote Sensing Symposium*, 2412-2415.
- Bartholome, E., A. S. Belward (2005) GLC2000: A new approach to global land cover mapping from Earth observation data. – *International Journal of Remote Sensing*, 26(9), 1959-1977.
- Bossard M., J. Feranec, J. Otahel (2000) CORINE Land Cover Technical Guide–Addendum 2000. – In: *Technical Report 40*, Copenhagen, European Environment Agency, 105 p. Available at: <http://www.eea.europa.eu/publications/tech40add> (Посетен 19.01.2013)
- Bowker, G. C., S. L. Star (1999) *Sorting Things Out: Classification and its Consequences*. Cambridge, MA: MIT Press, 377 pp.
- Comber, A. J. (2008) Land use or land cover? – *Journal of Land Use Science*, 3(4), 199-201.
- Comber, A. J., P. Fisher, R. Wadsworth (2004) Integrating land cover data with different ontologies: identifying change from inconsistency. – *International Journal of Geographical Information Science*, 18 (7), 691-708.
- Comber, A. J., P. Fisher, R. Wadsworth (2005) You know what land cover is but does anyone else?...an investigation into semantic and ontological confusion. – *International Journal of Remote Sensing*, 26 (1), 223-228.
- Defourny, P., S. Bontemps (2012) Revisiting Land-Cover Mapping Concepts. – In: Giri, Ch. P. (Ed.) *Remote Sensing of Land Use and Land Cover: Principals and Applications*. Remote Sensing Applications Series edited by Q. Weng, CRC Press Taylor & Francis, pp. 49-63.
- Di Gregorio, A., D. O'Brien (2012) Overview of Land-Cover Classifications and Their Interoperability. – In: Giri, Ch. P. (Ed.) *Remote Sensing of Land Use and Land Cover: Principals and Applications*. Remote Sensing Applications Series edited by Q. Weng, CRC Press Taylor & Francis, pp. 37-47.
- Di Gregorio, A., L. J. M. Jansen (2000) *Land cover classification system: Classification Concepts and User Manual*. Rome, Italy: UN FAO, 179 p.
- Dou, D., D. McDermott, P. Qi (2004) Ontology Translation on the Semantic Web. – In: S. Spaccapietra et al. (Eds.): *Journal on Data Semantics II*, LNCS 3360, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2004. p. 35-57.

- Duhamel, C., C. Vidal (1998) Objectives, tools and nomenclatures. – In: Eurostat (1998): Land cover and Land Use Information System for European Union Policy Needs. Proceedings of the Seminar. Luxembourg, January 21-23, 1998.
- Feranec, J., J. Otahel (2004) The 4th level CORINE Land Cover nomenclature for PHARE Countries. – In: Groom G. (ed.): Developments in strategic landscape monitoring for Nordic countries. Nordic Council of Ministers, Copenhagen, p. 54-63.
- Friedl, M. A., D. K. McIver, J. C. F. Hodges, X. Y. Zhang, D. Muchoney, A. H. Strahler, C. E. Woodcock, S. Gopal, A. Schneider, A. Cooper, A. Baccini, F. Gao, C. Schaaf, (2002) Global land cover mapping from MODIS: algorithms and early results. – *Remote Sensing of Environment*, 83, 287-302.
- Giri, Ch. P. (2012) Brief Overview of Remote Sensing of Land Cover. – In: Giri, Ch. P. (Ed.) *Remote Sensing of Land Use and Land Cover: Principals and Applications*. Remote Sensing Applications Series edited by Q. Weng, CRC Press Taylor & Francis, pp. 3-12.
- Gruber, T. R. (1993) A translation approach to portable ontology specifications. *Knowledge Acquisition*, 5(2):199-220.
- Gruber, T. R. (1995) Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing. *International Journal of Human-Computer Studies*, Vol. 43, Issues 5-6, pp. 907-928.
- Gruber, T. R. (2009) Ontology. – In: *Encyclopedia of Database Systems*, Ling Liu and M. Tamer Özsu (Eds.), Springer-Verlag.
- Hansen, M. C., R. S. DeFries, J. R. G. Townshend, R. A. Sohlberg, C. Dimiceli, M. Carroll (2002) Towards an operational MODIS continuous field of percent tree cover algorithm: Examples using AVHRR and MODIS data. – *Remote Sensing of Environment*, 83, 303–319. – In: *The Data Administration Newsletter – TDAN.com*, 2006, <http://www.tdan.com/view-articles/5025/> (Почерен 06.01.2013)
- Hayes, P. J. (1985) The Second Naive Physics Manifesto. – In: Hobbs and Moore (eds.), *Formal Theories of the Common-Sense World*, Norwood: Ablex.
- Jansen, L. J. M., A. D. Di Gregorio (2002) Parametric land cover and land-use classifications as tools for environmental change detection. – *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 91(1), 89-100
- Jones, S. (2002) Social constructionism and the environment: Through the quagmire. – *Global Environmental Change*, 12, 247-251.
- Kalensky, Z. D. (1998) AFRICOVER: Land cover database and map of Africa. – *Canadian Journal of Remote Sensing*, 24(3), 292-297.
- Lemmens, R. (2008) Using Formal Semantics for Services within the Spatial Information Infrastructure. – In: P. van Oosterom & S. Zlatanova, *Creating Spatial Information Infrastructures. Towards the Spatial Semantic Web*. CRC Press, Taylor & Francis Group, London. p. 105. ISBN 978-1-4200-7068-2.
- Loveland, T. R., R. DeFries (2004) Observing and Monitoring Land Use and Land Cover Change. – In: DeFries, R., Asner, G., and Houghton, R., (Eds.) *Ecosystems and Land Use Change*, Geophysical Monograph Series, Volume 153, American Geophysical Union, Washington, DC, pp. 231-246.
- McCCarthy, J. (1980) Circumscription – A Form of Non-Monotonic Reasoning. – *Artificial Intelligence*, 5(13): 27-39.
- Meyer, W. B., B. L. Turner (1992) Human Population Growth and Global Land-Use/Cover Change. – *Annual Review of Ecology and Systematics*, Vol. 23, pp. 39-61.
- Perdiga o, V., A. Annoni (1997) Technical and Methodological Guide for Updating CORINE Land Cover Data Base. ECSC-EC-EAEC, Brussels Luxembourg, European Environment Agency, 132 p. Available at: <http://image2000.jrc.ec.europa.eu/reports/corine-updating.PDF> (Почерен 19.01.2013)

- P o l i, R. (2002) Ontological methodology. – International Journal Human-Computer Studies, 56, Elsevier Science Ltd, 2002. p. 639-664.
- S o h l, T., B. S l e e t e r (2012) Role of Remote Sensing for Land Use and Land Cover Change Modeling. – In: Giri, Ch. P. (Ed.) Remote Sensing of Land Use and Land Cover: Principals and Applications. Remote Sensing Applications Series edited by Q. Weng, CRC Press Taylor & Francis, pp. 225-239.
- S o k a l, R. (1974) Classification: Purposes, principles, progress, prospects. Science, 185(4157), 111-123.
- S o w a, J. F. (1984) Conceptual Structures. – In: Information Processing in Mind and Machine. Reading, MA: Addison Wesley.
- x x x CEC (1995) CORINE Land Cover. Luxembourg: Commission of the European Communities. Available at: <http://www.eea.europa.eu/publications/COR0-landcover> (Посетен 19.01.2013)
- x x x EEA (2002) Corine land cover update 2000: Technical guidelines. EEA Technical Report 89, Copenhagen, European Environment Agency, 56 p. Available at: http://www.eea.europa.eu/publications/technical_report_2002_89 (Посетен 19.01.2013)
- x x x EEA (2007) CLC2006 technical guidelines. EEA Technical Report 17, Copenhagen, European Environment Agency, 70 p. Available at: http://www.eea.europa.eu/publications/technical_report_2007_17 (Посетен 19.01.2013)
- x x x Ontolingua (2005) Software developed by the Stanford University <http://www.ksl.stanford.edu/software/ontolingua/>(Посетен 06.01.2013)

Департамент География при НИИГГ – БАН
rvatseva@gmail.com

LAND COVER ONTOLOGY

R. Vatseva

(S u m m a r y)

The term “ontology“ comes from the field of philosophy that deals with the study of being. Application of ontology in information technology is associated with the need to create an exact description of the real world or its parts using formal and formalized structures. Gruber (1993) defines ontology as „an explicit specification of conceptualization“ or „formal explicit specification of a shared conceptualization“ (Gruber, 1995). In the context of computer and information sciences the ontology is defined by Gruber (2009) as a set of representational primitives with which to model a domain of knowledge. The representational primitives are typically classes (or sets), attributes (or properties), and relationships (or relations between members of a class). In the context of database systems, ontology can be adopted as a level of abstraction of datasets, similarly to hierarchical and relational models, but intended for modeling knowledge about individual objects, their attributes, and their relationships with other objects. In the context of knowledge sharing, the term ontology means “a specification of a conceptualization“ (Gruber, 2009), or ontology is a description of the concepts and relationships that can exist for an agent or a community of agents.

Application of ontology in geoinformation technology enables the sharing and reuse of spatial data, including land cover data, on the most abstract level.

Knowledge for land cover in space and time is organized and structured by conceptual grouping in categories (classes). Land cover refers to the observed biotic and abiotic objects of the earth's surface (Meyer, Turner, 1992). Land cover is defined by Di Gregorio and O'Brien (2012) as the observed (bio)-physical cover of the earth's surface. It can be considered a geographically explicit feature that other disciplines can use as a geographical reference. Giri (2012) defines land use as the way or manner in which the land is used or occupied by humans. Conceptualization of land cover raises important specific issues that are related to the content and boundaries of individual objects, the size of the studied spatial unit and influence of the scale on the research methods and results.

Remote sensing data interpretation covers a range of processes such as abstraction, classification and generalization by which land cover data are extracted based on classification systems. Di Gregorio and O'Brien (2012) argue that for land cover mapping and all other disciplines producing two-dimensional representations of the earth surface, the classification scheme appears in a specific database in the form of a legend. A legend can, therefore, be defined as the application of certain classification criteria (classification rules or classes) in a specific geographical area, using a defined mapping scale and a specific dataset.

The main discussion and question that is still opened in connection with land cover research and application is related to the harmonization and integration of the existing classification systems. Currently there is no internationally accepted reference land cover classification. In this connection, ontology based semantic systems are developed for describing the various taxonomies (classification systems) in land cover domain.