

ОСНОВНИ ПОНЯТИЯ ЗА ПРОСТРАНСТВОТО И ТЯХНОТО ПРЕДСТАВЯНЕ В ГИС

Румяна Вацева¹

Научните концепции за пространството предизвикват много дискусии и имат важно значение за формализацията на знания и разработването на класификационни системи на географските обекти. В статията е направен обзорец преглед и критичен анализ на научната литература във връзка с изясняване съдържанието на фундаменталните понятия за пространството и тяхното представяне в географска информационна система (ГИС) при разработване на геопространствени данни. Въз основа на това са описани ключовите теоретични географски понятия за пространството (местоположение, разстояние, съседство и регион, мрежа, мащаб, пространствена хетерогенност, пространствена зависимост, обекти и повърхнини), възприетите основни значения и употребата им в ГИС.

Ключови думи: пространство, ГИС, геопространствени данни

BASIC SPATIAL CONCEPTS AND THEIR REPRESENTATION IN GIS

Rumiana Vatsева

Abstract: Scientific spatial concepts provoke much discussion and are important for the formalization of knowledge and the development of classification systems of geographical objects. This article reviews and critically analyzes the scientific literature with a view to clarifying the content of fundamental spatial concepts and their representation in a geographic information system (GIS) when developing geospatial data. Thus, based on widely known significant publications (Golledge, 2002; Bader, Glennon, 2009; Janelle, Goodchild, 2011; UCSB, 2018; De Smith et al., 2018), this article describes key theoretical geographical spatial concepts (Location, Distance, Neighborhood and Region, Network, Scale, Spatial Heterogeneity, Spatial Dependence, Objects and Surfaces), as well as their use in GIS.

Keywords: spatial concepts, GIS, geospatial data

¹ Департамент География – НИГТТ – БАН; rvatseva@gmail.com

УВОД

Пространственото мислене в географски контекст означава познаване на пространството и на взаимовръзките в него чрез изучаване на пространствените характеристики и взаимодействия на обектите и явленията. Географското знание за пространството според Golledge (2002) вече не е само декларативно събиране и представяне на факти за природата и обществото, а представлява когнитивен процес на „познаване и изясняване на отношенията между географските примитиви и съвременните понятия, получени от тези примитиви (в т.ч. подреждане, организация, разпределение, структура, форма, йерархия, разстояние, посока, ориентация, регионализация, категоризация, референтна рамка, географска асоциация и т.н.), и същностното им обвързване в теории и обобщения“. Това изисква разработването на нови данни, на нови методи за анализ, интерпретация и представяне, на нови източници и видове информация.

КОНЦЕПЦИЯ ЗА ПРОСТРАНСТВОТО КАТО ГЕОГРАФСКО ПОНЯТИЕ

Понятието „пространство“ е едно от фундаменталните географски понятия, но въпреки това в географията все още няма ясно и точно формулирано и всеобщо прието дефиниране на пространството. Този факт предизвиква много научни дискусии и оказва важно влияние върху съвременната географска научна теория, методология и приложения.

Концепцията за географското пространство се формира под въздействие на концепциите за абсолютното и относителното пространство (Golledge, 2002). *Абсолютното пространство* (Евклидово измерение) се разглежда като празно пространство, то е хомогенно и обектите в него са представени абстрактно. *Относителното пространство* (топологично измерение) по-скоро е диференцирано, отколкото хомогенно, в него съществуват връзки и отношения между обектите, които са подложени на определено въздействие и притежават дадена пространствена структура. Във връзка с това възниква научен проблем за дефиниране на географското пространство, тъй като се смесват *абстрактното пространство*, което не може да бъде възприемано директно, и *реалното пространство*, което може да се разпознава и възприема директно. По този начин се затруднява поделянето и класифицирането на географското пространство във връзка с анализите при различни мащаби.

Важно е да се отбележи, че в географските научни изследвания много добре е изяснена идеята за реалното пространство. То се разглежда като глобална синергична система и точно в този смисъл географското пространство се дефинира като „отворена система на обмяна на потоци от енергия, вещество и информация, която включва следните подсистеми: литосфера, педосфера, хидросфера, биосфера, атмосфера и антропосфера“ (Алексиев, 2011). Във връзка с това географското пространство съдържа обекти с определени характеристики, връзки и отношения, чието изучаване се базира на формулираните научни теоретични постановки в географията за разработването на пространствени анализи, оценки, прогнози и практически приложения.

За събиране, обработване и представяне на географската информация в ГИС се разработват геопространствени данни, които „представят пространственото положение и непространствените атрибути, измерени в дадено време“ (Goodchild, 1992) и които „може да имат пространствени, времеви и атрибутивни (описателни) компоненти, както и свързаните с тях метаданни“ (DiBiase et al., 2006). Създаването на геопространствените данни се основава на ключовите понятия за пространството, чието изясняване и използване в ГИС е обект на много географски изследвания и научни дискусии. През последното десетилетие най-значими са проучванията на Golledge (2002), Cutter et al. (2002), Golledge et al. (2008), Jo, Bednarz (2009), Bader, Glennon (2009), Unwin (2010), Janelle, Goodchild (2011), De Smith et al. (2018) и др.

Представената от Golledge (2002) теория за пространството се базира на основни понятия за географското пространствено мислене и взаимоотношения. Понятията са структурирани в йерархични категории, включващи базови понятия (примитиви: идентичност, местоположение и т.н.), от които произлизат първи ред (прости понятия: разстояние, посока и т.н.), водещи от своя страна до получаването на втори ред (сложни понятия: разпределение, асоциация и т.н.). За изучаване на геопространствената среда Golledge et al. (2008) изследват йерархията, отношенията и сложността на понятията за пространството и разработват онтология на пет нива на базата на концептуализацията на тези понятия. Jo, Bednarz (2009) разширяват пространствените категории и разработват таксономия на пространственото мислене, която обхваща не само понятията, но също така обработката и представянето на пространствената информация. Много обширен списък на основните понятия на пространственото мислене е представен от Центъра за пространствени изследвания на Университета на Калифорния, Санта Барбара, САЩ, като са разгледани главните концепции, методи и приложения (Bader, Glennon, 2009), а понятията са систематизирани в няколко основни категории (UCSB, 2018): общи понятия, характеристики, измервания, взаимоотношения, взаимодействия, пространствени структури, динамика, трансформации, представяне и пространствени принципи. Схема на понятията за пространството е разработена от Unwin (2010), която е организирана на три нива съобразно следните главни характеристики: взаимоотношения, геометрия и йерархия.

ОСНОВНИ ПОНЯТИЯ ЗА ПРОСТРАНСТВОТО И ПРЕДСТАВЯНЕТО ИМ В ГИС

На базата на направения обзорен преглед в настоящата статия са описани основните понятия за пространството, представени от Janelle, Goodchild (2011) в синтезиран списък, за който авторите отбелязват, че „не е предназначен да бъде пълен и изчерпателен или да представя определен минимум“. Дефинирани са осем основни понятия за пространството (Janelle, Goodchild, 2011; Вацева, 2015; UCSB, 2018), които могат да бъдат използвани на всички нива в пространството и времето (от субатомно до галактическо, от минало към бъдеще и от най-краткия до най-дългия период от време): *местоположение*; *разстояние*;

съседство и регион; мрежа; мащаб; пространствена хетерогенност; пространствена зависимост; обекти и повърхнини.

Местоположението представлява фундаментална характеристика, която дефинира геопространствените данни и ги отличава от другите видове информация. „Местоположението осигурява информация къде в цялата околна среда съществува дадено явление, но тъй като в околната среда промените се разглеждат глобално, регионално, локално и персонално, определянето на местоположението може да се различава по точност и полезност“ (Golledge, 1995). То се представя като абсолютно и относително. „Абсолютното местоположение се отнася до позицията, изразена от гледна точка на координатна система или математическа мрежа. Относителното местоположение се определя по отношение на една или повече известни позиции“ (Gersmehl, 2005).

Геопространствените данни представят основните характеристики на местоположението на обектите (реални или концептуални) по отношение на пространството (реално или концептуално), в което се намират. ГИС притежават интегриран набор от функции и процедури, които позволяват бързо и ефективно съхраняване, достъп и анализ на геопространствени данни. Определянето на местоположението на даден обект се осъществява чрез процедура за геореферирание, при което дефинираните стойности отговарят на следните основни изисквания (Bader, Glennon, 2009):

- 1) да бъдат уникални, така че да описват само едно местоположение;
- 2) да имат общоприето значение, което е разбираемо от повечето потребители;
- 3) да бъдат приложими за продължителен период от време, за да не губят своето значение.

За точното дефиниране на тези стойности е необходимо да се вземат предвид определени фактори, като форма на Земята, картографска проекция, координатна система и точност на позициониране. Представянето на местоположението играе важна роля при използването на геопространствените данни. Във връзка с това Janelle, Goodchild (2011) отбелязват, че местоположението може да се представи абстрактно в референтни системи като точки (напр. координати), линии (напр. полилинии) и ареали (напр. полигони, растер, грид), на които се приписват атрибути.

Разстоянието описва пространствените взаимоотношения между обектите, определени от тяхната близост (например, относително местоположение, евклидово и неевклидово разстояние, разстояние в растери, буфери, многоизмерно мащабиране и т.н.) (De Smith et al., 2018). Измерването на разстояния предоставя механизъм за описване на пространствения обхват и на местоположението, а също така служи като основа на много количествени и качествени пространствени изследвания. Всички реални точки могат да бъдат начертани по отношение на други, ако са измерени разстоянието и/или времето (Kimerling et al., 2009).

В ГИС измерването на разстояния най-често се използва за пространствени анализи и моделиране, определяне на буфери, описание и оптимизация на маршрут, качествена оценка на местоположение и т.н.

Мрежата е физическа или концептуална система от връзки между обектите. Bader, Glennon (2009) подчертават, че мрежите предлагат инфраструктура за

представяне на анизотропни взаимовръзки на различните съставни елементи и атрибути. Обикновено мрежовата връзка обозначава повишена достъпност или свързаност.

В ГИС най-често мрежите се представят със следните елементи: връзки, възли и пресичане. Свързването на тези елементи допринася за разбиране важността на връзките и потоците и улеснява анализите (например за оптимизация на пътя с оглед на най-ниски разходи), измерванията за разграничаване и подобие, възникващите пространствени структури и т.н. В допълнение на това атрибутите могат да бъдат приписвани на различни елементи на мрежата.

По-известни приложения на мрежи са, например, управление на трафика, системи за доставка, социални структури, хидрология, комуникационни системи и др.

Съседството и регионът дефинират площите, които са обграждащи и които съдържат геопространствените данни. Те могат да бъдат ясно определени (например държавни граници) или да имат неясен характер (например центъра на града), а регионите може да се определят по отношение на дадена функция (Bader, Glennon, 2009).

Във връзка с използването на данни, агрегирани по съседство и регион, Montello et al. (2003) дефинират два основни проблема, които възникват при изменение на изследваната единица площ (modifiable area unit problem – MAUP). Първият проблем е свързан с мащаба и сравнимостта между данните в различни мащаби, като се подчертава, че резултатите от анализа в даден мащаб не са сравними с резултатите, получени при по-високи или по-ниски нива на агрегация. Вторият проблем се отнася до агрегацията, като се установява, че смяната на границите на региона може да има значително отражение върху статистиките за съседство.

Мащабът описва пространствената зависимост между реалността и нейното представяне. Поради големите вариации на пространството като цяло, мащабът се използва, за да се проектира реалността в подходящи размери (Bader, Glennon, 2009). Нивото на детайлност на географските данни е една от най-важните им характеристики.

Дефинирането на мащаба включва пространствен обхват и ниво на резолюция. Геопространствените данни могат да се използват в мащаба, в който са събрани първоначалните данни. Промяната на мащаба може да означава промяна на значението на данните. Това създава известни ограничения в работата с геопространствени данни, които е необходимо да бъдат отчитани както от създателите, така и от потребителите на данни (Janelle, Goodchild, 2011).

Пространствената хетерогенност се отнася до степента на изменение на дадени характеристики на отделните райони. Географският свят е хетерогенен по своята същност (Janelle, Goodchild, 2011; De Smith et al., 2018), което определя и хетерогенността на геопространствените данни. Bader, Glennon (2009) отбелязват две характерни особености на геопространствените данни, които оказват пряко влияние върху резултатите от изследванията.

Първата особеност е, че в повечето случаи геопространствените данни имат неконстантна средна стойност и варират в рамките на изследвания район. Поради това локалните статистически параметри се променят според местоположението и по този начин са неравномерно разпределени. Тази характеристика

на геопространствените данни, наречена нестационарност, има важно значение при определянето на представителна извадка за района.

Втората особеност е общото правило, че геопространствените данни имат по-голяма хетерогенност, когато се отнасят за по-голям район. Това означава, че различията, наблюдавани в един малък район, са по-малки от тези в един голям район. Поради това средните отклонения в малкия район са по-ниски и следователно не са приложими впоследствие за по-големи райони. Такива неконтролирани разлики в геопространствените данни имат значение за проучвания, които обхващат големи площи и дълъг период от време, като например глобалните климатични промени.

Пространствената зависимост се отнася до свързаността на данните на базата на разстоянието, т.е. атрибутите на обекти, които са пространствено близо един до друг, могат да имат по-близки стойности от атрибутите на обекти, които са пространствено далече един от друг. Това е проява на „Първия закон на географията“, формулиран от Tobler (1970): „Всичко е свързано с всичко останало, но близките неща са повече свързани от далечните неща“. Тази зависимост се дефинира като пространствена автокорелация и се определя количествено с различни индекси (Cliff, Ord, 1973, 1981; Goodchild, 1986; Griffith, 1987; Oliveau, Guilmo, 2005), с използване на геостатистически методи (Isaaks, Srivastava, 1989; Ord, Getis, 1995; Mitchell, 2005), с моделиране (Gersmehl, 2005), с техники като кригинг (измерване промените на атрибутите в зависимост от разстоянието), вариограми (прогнозиране на стойностите на атрибутите в райони, за които няма налични данни) и други ГИС инструменти.

Обектите и повърхнините са фундаментални дихотомни концептуализации на пространството, на базата на които в ГИС се разработват модели на процесите и явленията. По своята същност обектите са дискретни и са съставени от геометрични примитиви, като точки, линии, ареали или обеми. В ГИС точките, линиите и ареалите най-често се представят в следните стандартни форми (De Smith et al., 2018):

1) точките са двойки координати в дадена стандартна система, например географска ширина/дължина;

2) линиите са последователна поредица от точки, свързани с прави линии;

3) ареалите са последователна затворена поредица от точки, които са свързани с прави линии и формират полигони.

Характеризирането на пространството чрез дискретни обекти е традиционен начин и затова съществува като вградена опция в ГИС и средствата за картографиране. Повърхнините са континуални по своята същност и представят вариациите на дадени свойства на земната повърхност. Те могат да бъдат двумерни (по оси X, Y), триизмерни (като се добави височина Z) или четириизмерни (като се добави време). Обикновено като повърхнини в ГИС се представят пространствени явления, които нямат граници – характеристики на въздуха, водата и релефа, температура, морски течения, височина и т.н.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Описаните понятия за пространството служат като основа за разработването на геопространствени данни и за прилагането на методи за пространствен анализ, моделиране и визуализация в ГИС среда. За създаването на геопространствени данни за даден географски обект на всички етапи на съвременното географско научно изследване се използват геоинформационни технологии, в т.ч. за събиране на данни (например, сателитни и ортофото изображения, тематични данни, наземни измервания), съхранение и управление на данните (ГИС, обработка на изображения, управление на геобазите данни), анализ на данни (геопространствен анализ) и представяне на резултатите (цифрови карти, модели, диаграми, графики, таблици и т.н.). В този смисъл представените понятия за пространството са в основата на географските изследвания на пространствено-времевите аспекти и получаването на нова информация за обектите и явленията на земната повърхност.

ЛИТЕРАТУРА

- Алексиев, Г.** (2011) Терминологичен речник по геоморфология. Унив. изд. „Св. Св. Кирил и Методий“, В. Търново, 160 с.
- Вацева, Р.** (2015) Динамика на урбанизираните територии на Черноморската крайбрежна зона в България за периода 1977-2011 г. по данни от дистанционни изследвания. С., БАН-НИГГТ, 336 с. ISBN 978-954-9649-10-9.
- Bader, J., A. Glennon** (2009) Spatial Concepts. Available at: <http://www.spatial.ucsb.edu/learning-resources/> (Посетен 25.02.2018)
- Cliff, A. D., J. K. Ord** (1973) Spatial autocorrelation. London: Pion.
- Cliff, A. D., J. K. Ord** (1981) Spatial Processes: Models & Applications. London: Pion.
- Cutter, S.L., R.G. Gollledge, W.L. Graf** (2002) The big questions in geography. The Professional Geographer, 54(3): 305–17.
- De Smith, M., M. Goodchild, P.A. Longley** (2018) Geospatial Analysis: A Comprehensive Guide to Principles, Techniques and Software Tools. 6th ed., Web version, <http://www.spatialanalysisonline.com>
- DiBiase, D., M. DeMers, A. Johnson, K. Kemp, A. T. Luck, B. Plewe, E. Wentz** (Eds.) (2006) Geographic Information Science and Technology Body of Knowledge. 1st ed., Washington, DC, Association of American Geographers, 162 p.
- Gersmehl, P.J.** (2005) Teaching geography. New York, Guilford Press.
- Gollledge, R. G.** (1995) Primitives of spatial knowledge. In: T. L. Nyerges, D. M. Mark, R. Laurini, and M. J. Egenhofer (Eds.) Cognitive aspects of human-computer interaction for Geographic Information Systems, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, pp. 29–44.
- Gollledge, R. G.** (2002) The nature of geographic knowledge. – Annals of the Association of American Geographers, 92 (1), pp. 1-14.
- Gollledge, R.G., M. March, S. Battersby** (2008) Matching geospatial concepts with geographic educational needs. – Geographical Research, 46, 85-98.
- Goodchild, M. F.** (1986) Spatial Autocorrelation. Catmog 47, Geo Books, Norwich, 57p.
- Goodchild, M. F.** (1992) Geographical Information Science. – International Journal of Geographic Information Systems, 6(1), 31-45.
- Griffith, D.A.** (1987) Spatial Autocorrelation: A Primer. Resource Publications in Geography, Association of American Geographers, Washington, DC.

- Isaaks, E. H., R. M. Srivastava** (1989) *Applied Geostatistics*. New York: Oxford University Press.
- Janelle, D. G., M. F. Goodchild** (2011) Concepts, principles, tools, and challenges in spatially integrated social science. In T. L. Nyerges, H. Couclelis, R. McMaster (eds.) *The SAGE Handbook of GIS and Society Research*. Thousand Oaks, CA, SAGE, pp. 27-45.
- Jo, I., S.W. Bednarz** (2009) Valuating geography textbook questions from a spatial perspective: Using concepts of space, tools of representation, and cognitive processes to evaluate spatiality. *Journal of Geography*, 108, pp. 4-13.
- Kimerling, A. J., A. R. Buckley, Ph .C. Muehrcke, J. O. Muehrcke** (2009) *Map Use: Reading and Analysis*, 6th ed., ESRI, USA, 493 p.
- Mitchell, A.** (2005) *The ESRI Guide to GIS Analysis, Volume 2*. ESRI Press.
- Montello, D. R., M. F. Goodchild, J. Gottsegen, P. Fohl** (2003) Where's downtown? Behavioral methods for determining referents of vague spatial queries. *Spatial Cognition and Computation*, 3 (2,3), pp. 185-204.
- Oliveau, S., C. Z. Guilamoto** (2005) Spatial correlation and demography. Exploring India's demographic patterns. Paris (FRA); Marseille: CICRED; IRD, 2005, 21 p. *Congrès International de la Population*, 25, Tours (FRA), 2005/07/18-23.
- Ord, J. K., A. Getis** (1995) Local Spatial Autocorrelation Statistics: Distributional Issues and an Application. – *Geographical Analysis*, Vol. 27 (4), pp. 286-306.
- Tobler, W.** (1970) A computer movie simulating urban growth in the Detroit regions. – *Economic Geography*, 46(2), pp. 234-240.
- Unwin, D. J.** (2010) *Numbers aren't nasty: a workbook of spatial concepts*. SPLINT Spatial Literacy in Teaching Initiative, UK, 186 p.
- *** UCSB (2018) *TeachSpatial: resources for spatial teaching and learning*. Center for Spatial Studies, University of California, Santa Barbara, Available at: <http://www.teachspatial.org> (Посетен 25.02.2018)