

K UŽITÍ MODELŮ V GEOGRAFII

R. Brázdil—M. Konečný

Katedra geografie přírodovědecké fakulty University J. E. Purkyně
Brno, Kotlářská 2, ČSSR

Došlo: listopad 1976

Резюме

К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОДЕЛЕЙ В ГЕОГРАФИИ

Выдающимся методом работы в области географических исследований является моделирование, основанное на марксистско-ленинской теории отражения и познания объективной действительности. С таких позиций авторами статьи дискутируются некоторые философские и гносеологические проблемы моделирования, прежде всего отношение объективная действительность—модель и проведение абстракции тождественности, объективной основой которой является единство мира и его закономерностей. Модель характеризует определенный оригинал, образуя его „рабочую гипотезу“, которая после уточнения, углубления и проверки становится изображением оригинала. Она отображает наиболее существенные свойства объекта и важнейшие внутренние и внешние отношения. Таким образом, модель не исчерпывает сущность объекта, не постигает сложность реального мира во всем его объеме. Поэтому замена реального мира его моделью, как считают ученые капиталистического мира, невозможна. Модель служит лишь средством, а не целью исследований.

В дальнейшей части работы приводятся типы моделей и возможности их применения в географии.

Summary

Ussing Models in Geography

A significant working method of geographical research is modelling based on the Marxist-Leninist theory of reflexion and cognition of objective reality. From that point of view the authors of the paper discuss some philosophical and gnozeological problems of modelling, above all the relation objective reality — model, and carrying out the abstraction of identity whose objective foundations is the unity of the world and its regularities. The model characterises a certain original, constituting its „working hypothesis“ which, after specification, deepening, and verification becomes a picture of the original. It reflects the most essential properties of the object and the most important internal and external relations. Thus the model does not exhaust the essence of the object, it does not render the complexity of the real world exactly in the whole of its scope. That is why it is not possible to replace the real world by a model, as many scientists of the capitalist world think. The model is only a means, not the object of the research.

In the further part of the paper types of models are listed as well as their utilisation in geography.

1. ÚVOD

Charakteristickým rysem současné vývojové etapy geografie je široké používání matematických metod. Někteří geografové hovoří v této souvislosti o „matematizaci“ geografie, popř. přímo o nové disciplíně — matematické geografii

(Gurevič, Sauškin 1966). Jednou ze stránek procesu matematizace je i užití matematického modelování, které nahrazuje tradiční geografickou srovnávací metodu — geografické modelování. Geografové již dříve konstruovali a používali modely geografických procesů a jevů s cílem jejich objasnění (Davisova teorie, Thünenův model rozmístění zemědělské produkce aj.), které však měly jen pomocný význam. Mezi nejstarší modely v geografii patří kartografické modely, tj. mapy. V současné etapě geografie se v přístupu k modelování objevuje nová tendence spočívající v účelném rozpracování vědeckých metod založených na teoretických konstrukcích a modelech.

Při geografickém výzkumu mohou vznikat situace, kdy nelze přímo získat údaje o studovaném objektu, ať již pro velkou složitost objektu, jeho pomalé či příliš rychlé vývojové změny, makrorozměry či mikrorozměry objektu, údaje o vývoji objektu v minulosti a budoucnosti atd. V tomto případě je možno nahradit zájmový objekt (originál) druhým (modelem), který dovoluje získávat další potřebné informace pro poznání geografické reality v procesu modelování.

2. FILOSOFICKÉ A GNOSEOLOGICKÉ PROBLÉMY MODELOVÁNÍ

Charakterizovat modelování znamená především objasnit vztah mezi badatelem (subjektem), modelem (prostředkem poznání) a originálem (objektivní realitou). Vztah „originál—model“ není přírodním, ale sociálně podmíněným vztahem, stanoveným badatelem podle některých objektivních vlastností originálu a modelu, které jsou známy před začátkem výzkumu. Funkčnost modelu v procesu poznání je pak určena významem, který mu dává badatel jako náhradě originálu.

Ke vztahu originál—model lze přistupovat ze dvou hledisek. Jednak lze originálem rozumět jen ty vlastnosti, vztahy a závislosti objektu, které bezprostředně zajímají badatele, nikoli celý objekt v jeho kvantitativně — kvalitativní specifičnosti, v celé jeho šíři. Pak modelem rozumíme pouze určitý komplex vlastností, vztahů a souvislostí, které jsou shodné s originálem. Z druhého hlediska chápeme studovaný objekt (originál) v jeho komplexnosti a jednotě. Tomuto pojetí odpovídá model odrážející vlastnosti originálu jako celku.

Na první pohled se rozdíl v obou pojetích zdají být pouze terminologickými v závislosti na tom, co je nazýváno modelem a co originálem. Přitom však terminologické odchylky skrývají značné rozdíly v chápání podstaty modelování.

Model je tedy předmětným nebo ideálním, shodným v určité funkci nebo vztahu se zkoumanou realitou; umožňuje nám obdržet takové informace o originálu, které je nemožné nebo těžké získat při bezprostředním výzkumu. Ke splnění této úlohy musí se model s originálem nejen shodovat, ale i odlišovat, takže vztah originál — model zahrnuje v sobě i protikladnost (rozpor).

Model je prostředkem, pomocí něhož badatel simuluje fungování a vztahy zkoumané reality na dosažené úrovni poznání a představ o ní. Způsobilst modelů vystupovat jako náhrada originálů je dána stupněm rozvoje abstraktního myšlení. Jejich úloha v konkrétních vědních disciplínách vzrůstá podle dosažené úrovně abstrakce poznání, která není privilegiem vědeckého poznání, ale rodí se v procesu praktické činnosti. V procesu modelování je jednou z výchozích a nejzávažnějších abstrakce totožnosti (na určité odpovídající rovině). Poznávání obecných vlast-

ností věcí materiálního světa v procesu práce, které na první pohled nemají obecné rysy, dovolují ztotožňovat různé věci, tj. stanovovat mezi nimi vztah typu totožnosti. Vztahy typu totožnosti vychází z objektivního základu, kterým je jednota světa a jeho zákonitostí.

Na úrovni provedené abstrakce totožnosti závisí heuristická a praktická hodnota metody modelování. V každém konkrétním případě se musí uvažovat horní a spodní hranice abstrakce totožnosti, v nichž je metoda modelování použitelná. Mimo tyto hranice se rozdíl stávají buď nevýznamnými nebo naopak tak podstatnými, že studium jednoho nedává nic pro poznání druhého objektu.

Abstrakce totožnosti sama o sobě ještě neustavuje modely, ale je nezbytná při procesu modelování, poněvadž bez ní není možný ani výběr modelu, ani přenos poznatků na originál. Při modelování mohou být užity různé formy abstrakce totožnosti. Jednou z nejjednodušších, postavených na kvalitativním základě, je vztah analogie. Analogie v modelování se využívá již v prvních etapách procesu zkoumání před heuristickými prostředky a vlastním procesem poznání zákonitostí. Tak např., Galileo Galilei, když v roce 1610 objevil čtyři Jupiterovy měsíce, mohl na základě analogie obhajovat heliocentrický systém. Jupiter se svými měsíci v tomto případě vystupuje jako model sluneční soustavy. Tento model však neposkytuje ani kvantitativní ukazatele o originálu a ani nedokazuje pravdivost heliocentrické hypotézy. Analogie může nanejvýš umožnit sestavení modelu v odpovídající úrovni daného jevu, což nepostačuje pro rozvoj vlastního vědeckého poznání.

Nejsilnější formou vztahu typu totožnosti, užívanou při modelování, je izomorfismus. Je chápán stejně jako v matematice. Dvě množiny jsou izomorfní tehdy, jestliže prvky jedné množiny jednoznačně odpovídají prvkům druhé množiny (a naopak) a jestliže transformace prvků jedné množiny odpovídají prvkům množiny druhé. Izomorfismus zabezpečuje sestavení modelu na různé úrovni poznávacího procesu a jeho hlavní předností je možnost provedení kvantifikace výzkumu. Spolu s izomorfismem se v modelování využívá i slabší forma totožnosti — homomorfismus. Homomorfním obrazem skutečnosti je např. mapa.

Poněkud zvláštní místo v modelování zaujímá také teorie podobnosti, která je prostředkem stanovení totožnosti mezi objekty při využití fyzikálních modelů. Jednou z často diskutovaných otázek v pracích týkajících se modelování v geografii je problém vztahu mezi teorií a modelem (Harvey 1969; Chorley, Hagget 1971; Akčurin, Vedenov, Sačkov 1966; Rakytov 1967; Armand 1975). Přestože je úloha všeobecné teorie při modelování konkrétně praktické úrovně velmi významná, nelze ignorovat okolnost, že abstraktní pravdy teorie, jak poznamenává V. I. Lenin, hrají úlohu jen řídicích zásad, nástroje analýzy konkrétních faktů (Stefanov a kol. 1972, 100). Není úlohou modelování pouze ilustrovat některé všeobecně teoretické principy, ale zaznamenávat konkrétní stav zkoumaného objektu jako dialektické jednoty společného, zvláštního a jedinečného.

3. MODEL Y

Často diskutovanou otázkou je terminologický význam slova model. V poslední době dochází k přechodu od polysémantického k monosémantickému chápání termínu model, dosud však není dosaženo jednoty. Nejčastěji se termínu model používá pro:

1. označení určitého typu konstrukcí
2. nějaký „ideální“ vzor, který je kopií druhého objektu téhož typu
3. materiální napodobeninu objektu, nezávisle na tom, za jakým účelem se vytváří.

Rada vědců kapitalistického světa chápe pod pojmem model takový obraz skutečnosti, který dělá lidský rozum všestrannějším a bohatším než samotnou realitou. S tímto pojetím nelze v žádném případě souhlasit, protože model nemůže být nikdy plnější a bohatší než reálná skutečnost. Pak by totiž model byl cílem vědeckého výzkumu, nikoli prostředkem k poznání reality. Reálný svět nelze zaměnit modelem jak se domnívají Hagget a Chorley (1971, 345).

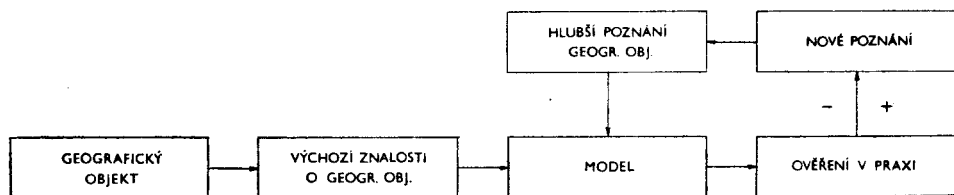
Model je nutné chápat jako zprostředkovatele, mezičlánek mezi subjektem a objektem, jako pomocný prostředek k poznání objektu, jako dílčí etapu sestavení obrazu, teorie objektu (Sborník referátů 1969, 208). V tomto smyslu definuje model řada sovětských badatelů. Např. V. A. Štoff (Rakytov 1967, 154) rozumí modelem takový myšlenkově představovaný nebo materiálně realizovaný systém, který odrážející a reprodukuje objekt je ho schopen nahrazovat tak, že jeho studium nám dává novou informaci o objektu.

J. Demek (1975, 28) rozumí modelem fyzikální nebo abstraktní znázornění struktury a funkce skutečného geosystému, které nám umožňuje pochopit, reprodukovat a řídit komplikované pochody probíhající ve studovaném geosystému.

Vycházejí z marxisticko-leninské teorie modelování model charakterizuje určitý originál, tvoříce jeho „pracovní hypotézu“, která po upřesnění, prohloubení a ověření se stává obrazem originálu. Model odráží nejhlavnější a nejpodstatnější vlastnosti objektu a nejdůležitější vnitřní a vnější vztahy. Abstrahuje specifické rysy objektu, vydělující základní, v čemž je jeho hlavní přínos. Přitom je však třeba mít na zřeteli, že odtržení konkrétního od všeobecného je gnoseologickým pramenem revizionismu, ale na druhé straně absolutizace všeobecného vede k dogmatismu, zjednodušení a schematismu. Model tedy nevyčerpává podstatu objektu a nepostihuje složitost reálného světa v celé jeho šíři.

Dialektický proces modelování spočívá v přechodu od složité a mnohostranné skutečnosti k jejímu schématu — modelu, v němž je sice vyjádření reality neúplné, ale jsou zdůrazněny základní vztahy, hlavní procesy a objasňuje se „mechanismus“ vývoje. Obohacení o nové znalosti se od modelu vracíme opět ke skutečnosti, jejíž podstatu můžeme hlouběji poznat. Získané poznatky o realitě dovolují pak sestavení nového, dokonalejšího modelu jako prostředku dalšího poznání skutečnosti. V tomto smyslu je tedy modelování cyklickým (opakujícím se) dějem,

němž každý dosažený stupeň poznání objektu je úplnější než předchozí. Schemata tento proces vyjadřuje obr. 1.



Obr. 1. Schéma procesu modelování
 Рис. 1. Схема процесса моделирования
 Fig. 1. Schema of Modelling Processes

Současná věda a praxe si vynucují použití tzv. matematických modelů, které ve značné míře eliminují nedostatky jiných forem modelování. Matematický model je vlastně popisem struktury a chování objektu matematickými prostředky (matematickou symbolikou). Již K. Marx uváděl, že vědecké poznání bude dokonalejší, bude-li moci využívat matematických poznatků. Používá-li se matematika v oblastech, které jsou dostatečně určeny a zpracovány, stává se silným a nenahraditelným prostředkem na překonávání subjektivismu a voluntarismu jak v teorii, tak v praxi.

Všechny objekty však dosud nelze matematicky modelovat. Týká se to i geografických objektů, které lze modelovat na různé úrovni. Zvláště obtížné je modelování velmi složitých systémů jako je např. životní prostředí. Systém životního prostředí v sobě zahrnuje řadu dílčích komponent (podsystemů) ať již přírodního nebo socioekonomického charakteru, které již samy o sobě jsou těžko modelovatelné.

4. TYPY MODELŮ

V současné vědecké literatuře jsou vydělovány dva základní typy modelů — materiální a ideální. Charakteristickou zvláštností materiálních modelů je, že fungují podle zákonů svého bytí, zatímco ideální modely fungují podle zákonů logiky a mohou působit pouze v procesu myšlenkové činnosti. Jedním z druhů ideálních modelů jsou např. znakové modely (ekonomické modely s využitím teorie grafů aj.).

V geografické literatuře existuje řada různých klasifikací modelů (Harvey 1969; Chorley, Hagget 1971; Simonov 1976; aj.). Sovětský geograf A. D. Armand (1975, 16) uvádí klasifikaci typů modelů přírodních komplexů, které lze užívat ve fyzické geografii (viz obr. 2). Podle určení rozlišuje:

a) teoretické modely, které slouží pro studium zákonitostí společných široké třídě systémů (např. periodický zákon geografické zonality);

b) výzkumné modely, které jsou sestaveny na základě hypotézy, prověřované modelováním;

c) popisné (portrétní) modely, sestavované pro studium objektu, dříve nedostatečně zkoumaného, jejichž hlavní vlastností musí být napodobení (reprodukce) originálu — patří k nim větší část geografických modelů.

Podle logických operací sestavení uvádí:

a) induktivní modely, u nichž přecházíme od tvrzení o části prvků dané třídy ke tvrzení o celé třídě, tj. k obecnému závěru znaje podstatné souvislosti u zkoumaných prvků třídy (např. modely pro dlouhodobou předpověď počasí, sestavené na principu výběru analogického roku);

b) deduktivní modely, v nichž směřujeme od obecného ke zvláštnímu (např. model systému typu dravec — oběť).

Podle stupně odrazu dynamiky procesů rozeznává:

a) statické modely, které fixují okamžité stavy systémů (např. tabulka, fotografie, mapa, ale i model struktury přírodního komplexu);

b) kinematické modely, které odrážejí řadu stavů objektu (např. série paleogeografických map, opakované letecké snímkování);

c) dynamické modely, které předpokládají reprodukci zákonitého přechodu z jednoho stavu systému do druhého, což umožňuje např. provádět interpolaci

a extrapolaci (např. křivka změn klimatu ve čtvrtohorách sestavená M. Milanovičem).

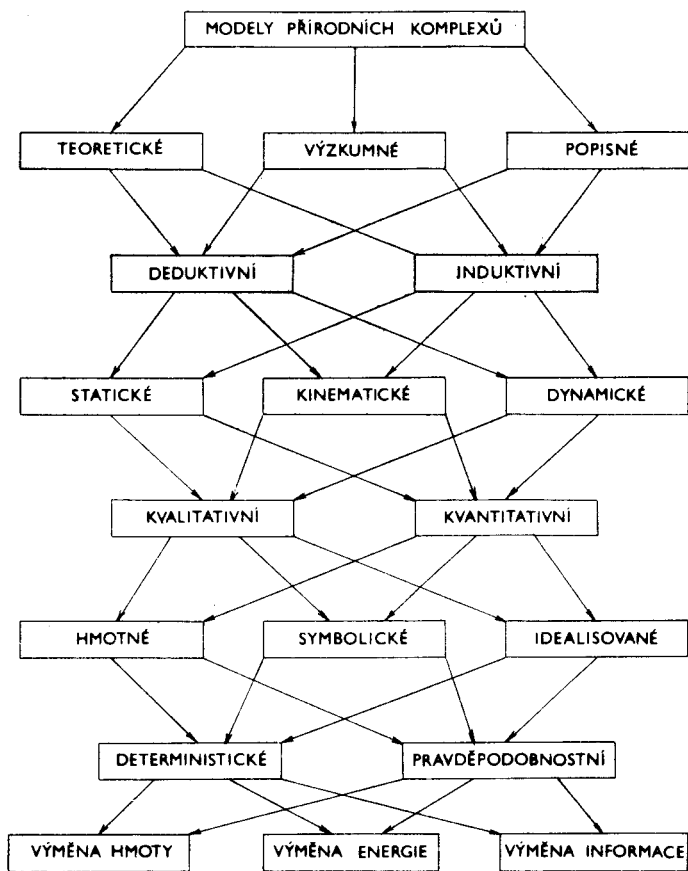
Podle použití číselného materiálu člení modely na:

- a) kvantitativní;
- b) kvalitativní.

Mezi oběma typy nemusí být ostrá hranice. Základním problémem je zde otázka kvantifikovatelnosti geografických jevů. Takto např. za kvalitativní model lze považovat cykly W. M. Davise, Bjerknesův model cyklony aj., za kvantitativní např. rovnici radiační bilance atd.

Podle způsobu realizace vyděluje:

a) hmotné (fyzické) modely, které simulují skutečnost pomocí prostředků, z nichž je složen přírodní objekt modelování (např. zařízení pro „laboratorní“ hydrologické, meteorologické, geomorfologické a pedologické výzkumy);



Obr. 2. Klasifikace modelů přírodních komplexů podle A. D. Armanda (1975)

Рис. 2. Классификация моделей природных комплексов по А. Д. Арманду (1975)

Fig. 2. Classification of models of a natural complex according to A. D. Armand (1975)

b) symbolické modely, které jsou sestaveny ze slovních a číselných symbolů a znamének, jimiž jsou označeny prvky přírodních systémů a vztahy mezi nimi (např. model vývoje svahu);

c) idealisované modely, které jsou dány představami a myšlenkami tvořícími se jako výsledek spojení neuronů mozku nervovými cestami.

Podle charakteru náhodných odchylek uvádí modely:

a) deterministické;

b) pravděpodobnostní.

Chování geosystémů prakticky vždy v různém stupni odráží vliv mnoha faktorů a proto tyto jsou ve své podstatě stochastickými. Je-li povaha reálných souvislostí přísně jednoznačné povahy, dospíváme k modelu deterministickému, je-li pravděpodobnostní povahy, k modelu pravděpodobnostnímu.

Podle fyzikální podstaty modelovaného procesu rozlišuje Armand modely:

a) výměny hmoty;

b) výměny energie;

c) výměny informací.

Příklady modelů prvních dvou typů jsou modely vláhové bilance, bilance chemických prvků, biomasy, tepla, zářivé energie aj., které jsou sestaveny pro různé přírodní systémy.

5. TYPY GEOGRAFICKÝCH ÚLOH ŘEŠITELNÉ MODELOVÁNÍM

Ve fyzické geografii se podle A. D. Armanda (1975) modelování nejčastěji využívá při řešení následujících typů úloh (tab. 1).

Nechť je dán systém A složený z prvků a_1, a_2, \dots, a_n . Systém může nabývat stavy A_1, A_2, \dots, A_m . Strukturu vztahů systému znázorníme řetězcem prvků $a_1 - a_2 - \dots - a_n$. Chování systému může být popsáno jako přechod stavů $A_1 \rightarrow A_2 \rightarrow \dots \rightarrow A_m$. Mohou nastat tyto případy:

1. Jsou známy stavy A_1 a A_m . Hledáme stav A_k , kde $1 < k < m$. Případem této úlohy je interpolace, v geografii nejčastěji prostorová (konstrukce izolinií).

Tab. 1. Typy úloh řešitelné pomocí modelování (Armand 1975)

Таб. 1. Типы задач, решаемых с помощью моделирования (Арманд 1975)

Table 1. Types of tasks solved by means of modelling (Armand 1975)

Č.	Dáno	Hledáme	Typ úlohy
1	A_1, A_m	$A_k (1 < k < m)$	Interpolace
2	A_1, A_2, \dots, A_{m-1}	A_m	Extrapolace
3	A_2, A_3, \dots, A_m	A_1	Retrospekce
4	A_1, A_2, \dots, A_m $A_1 \rightarrow A_2 \rightarrow \dots \rightarrow A_m$	a_1, a_2, \dots, a_n $a_1 - a_2 - \dots - a_n$	„Diagnóza“
5	a_1, a_2, \dots, a_n $A_1 \rightarrow A_2 \rightarrow \dots \rightarrow A_m$	$a_1 - a_2 - \dots - a_n$	Konstrukce systémů
6	$A_1 \rightarrow A_2 \rightarrow \dots \rightarrow A_m$	$A_1 \rightarrow A_2 \rightarrow \dots \rightarrow A_m$	Vzdělávání

2. Jsou známy stavy A_1, A_2, \dots, A_{m-1} a hledáme následný stav A_m . Jde o extrapolaci, ve fyzické geografii nejčastěji užívané k prognóze fyzicko-geografických komplexů (meteorologie — předpověď počasí).

3. Jsou známy stavy A_2, A_3, \dots, A_m , někdy jen A_m . Hledáme stav A_1 , někdy též stavy A_2, A_3, \dots, A_{m-1} . Tato úloha, která je příkladem retrospekce, nám pomáhá odvodit historii vývoje objektu ze současného stavu. V geografii jde o vyjasnění geneze komponent krajiny a jejich komplexů. Studium řetězců stavů geografického prostředí od minulosti do současnosti se zabývá např. paleogeografie.

4. Jsou známy stavy A_1, A_2, \dots, A_m a někdy též následnost jejich změn, podle nichž hledáme výběr prvků a_1, a_2, \dots, a_n a strukturu systému tvořenou těmito prvky. Cílem je objasnění, diagnóza chování systému (např. vyjasnění příčin ústupu ledovců, snižování hladiny Kaspického moře).

5. Jsou dány prvky a_1, a_2, \dots, a_n . Chceme z nich konstruovat systém, jehož chování odpovídá některým, předem daným, podmínkám, např. přechodům stavů $A_1 \rightarrow A_2 \rightarrow \dots \rightarrow A_m$. Ve fyzické geografii jsou úkoly tohoto typu řešeny v souvislosti s plánovitou přeměnou krajiny.

6. Poslední typ úlohy — vzdělávání — není spjat se získáním nové informace o systému. Model se sestavuje za účelem shrnutí dosavadních znalostí, jejich předávání dalším osobám atd.

V úlohách 1 až 5 jde tedy o vyhledávání neznámých charakteristik systému (prvků, struktury, stavů, chování) prostřednictvím známých charakteristik.

6. ZÁVĚR

Má-li se současná geografie úspěšně vyrovnat s náročnými problémy, které před ní stojí, a má-li novými vědeckými poznatky přispívat k vytvoření širokého základu vědeckých poznatků potřebných pro další rozvoj naší socialistické společnosti, musí nutně směřovat k novým racionálnějších metodám vědeckého bádání, pomocí nichž dokáže danou realitu nejen popisovat, ale na základě hlubšího poznání stanovovat perspektivy dalšího vývoje. Geografie si musí vzít za své úkoly stanovené XV. sjezdem KSČ pro vědu a výzkum, kde se mimo jiné klade důraz na „zdokonalení ochrany a tvorby životního prostředí“, kde možnosti geografie nejsou dosud plně využity. A právě řešení těchto úkolů může geografům usnadnit další rozpracování a aplikaci modelování, vycházející ze zásad marxisticko-leninské teorie a praxe.

LITERATURA

- Akčurin I. A., Vedenov M. F., Sačkov J. V. (1966): Metodologičeskije problemy matematičeskovo modelirovanija v jestěstvovznaniji. Voprosy filosofiji 4: 63—75.
- Armand A. D. (1975): Informacijonnyje modeli prirodnych kompleksov. Nauka, 126 s., Moskva.
- Demek J. (1974): Teoretická geografie: principy a problémy. Studia Geographica 46, 78 s., Brno.
- Demek J. (1975): Geografie v epoše vědecko-technické revoluce. Studia Geographica 52, s. 25—33, Brno.
- Harvey D. (1969): Naučnoje objasněnije v geografiji. Progres, 502 s., Moskva 1974. Ruský překlad z anglického originálu Explanation in Geography.
- Gurevič B. L., Sauškin J. G. (1966): Matematičeskij metod v geografiji. Věstnik Moskovskovo universitěta 1: 3—28.

- Grjaznov B. S., Dynin B. S., Nikitin E. P. (1967): Gnoseologičeskije problemy modelirovanija. Voprosy filosofiji 2: 66—77.
- Chorley J. R., Hagget P. (1971): Modeli v geografiji. Progres, 384 s., Moskva. Ruský překlad z anglického originálu Models in Geography.
- Rakytov A. I. (1967): Modelirovanije kak predmet filosofskovo issledovanija. Voprosy filosofiji 11: 153—156.
- Simonov J. G. (1976): Modeli geografičeskovo vzajimnodějstvija dlja prognozirovanija evoluciji okružajuščej sredy. Věstnik Moskovskovo universitěta 4: 3—9.
- Stefanov N., Jachiel N., Kačauinov S. (1972): Riadenie, modelovanie, prognózovanie. Pravda, 252 s., Bratislava. Slovenský překlad z bulharštiny Upravlenie, modelirane, prognózovanie.
- Filosofický slovník. Svoboda, 556 s., Praha 1976. Český překlad z ruského originálu Filosofskij slovar, Moskva 1972.
- Sborník referátů Leninskaja teorija otaženija i sovremennost'. Moskva—Sofija, 1969.

