

MEGISMERÉS ÉS MODELLEZÉS

SZAVVA PETROV

NÉHÁNY DEFINÍCIÓ

A modellezés módszerének harmadrendűből elsőrendű tudományos módszerre való előlépése egész sor láncreakciót indított meg a tudományban, s ezek végső soron a filozófiát is érintették. Ebben a cikkben kísérletet teszünk arra, hogy a megismerést a külvilág sajátos modellezéseként mutassuk be. Több szerző kétségbe vonja annak lehetőségét vagy célszerűségét, hogy az ismereteket, kivált az elméleteket az ezen elméletek segítségével megismert objektumok modelljeinek tekintsük.¹ Csakhogy az ilyen kétségek alátámasztására felhozott érvek nem eléggé meggyőzők ahhoz, hogy felhagyjunk az ilyen irányú kísérletezésekkel. Sőt, a „modell” fogalma, ahogyan az a nem formális tudományokban használatos, és a „megismerési képmás” fogalma, ahogyan azt a dialektikus materialista ismeretelméletben használjuk, annyira közel áll egymáshoz, hogy ez sok esetben trivialitássá teszi a megismerésnek modellezésként való értelmezését.² Ahhoz, hogy a kutatás ezen aspektusának pozitív eredményeire építhessünk, a „modell” általános fogalmának alkalmazásáról át kell térnünk a modellek és törvényszerűségeik részletesebb osztályozásainak az alkalmazására.

Magától értetődő azonban, hogy az ilyen bonyolult jelenség, mint a megismerés, nem „szűkíthető” le a modellezésre, azaz nem írható le kimerítően és teljes sokoldalúságában a modellek nyelvén. Ez az értelmezés ugyanis a megismerés sok oldalát egyáltalán nem érinti, s az érintett oldalait sem mutatja be teljesen. Emellett a megismerés modellezésként való értelmezésének a megengedhetősége nem jelenti ennek szükségszerűségét. Gyakorlatilag korántsem mindig célszerű a megismerési képmást a modell aspektusából tekinteni.

A nem formális tudományokban a „modell” terminusra van egy egyszerű és effektív funkcionális definíció. Valamely A objektum minden olyan vizsgálata, amelynek célja információ szerzése egy másik, az A objektummal oksági összefüggésben nem álló B objektumról, úgy fogható fel, mint A -nak B modelljeként való felhasználása.³ Vannak ennél tágabb definíciók is, például: ha a kísérleti

¹ V. Glinszkij—B. Grjaznov—B. Dinyin—J. Nyikityin: „Mogyelirovanyije kak metod naucsnovo isszledovanyija”, Moszkva 1965, 28—31; V. Stoff: „Mogyelirovanyije i filozofija”, Moszkva—Leningrád 1966, 10—16.

² N. Amosov: Mislennyije i informacija; „Problemi mislennyija v szovremennoj nauke”, Szerk. P. Kopnyin és M. Vilnyickij, Moszkva 1964, 399; G. Kekszér: Kinyityicseszkiye modeli razvityija. A „Mogyelirovanyije v biologii” c. gyűjteményben, Moszkva 1965, 42—45.

³ L. Apostel: Towards the Study of Models in Non-Formal Sciences. A „The Concept and the Role of Model in Mathematics and Natural and Social Sciences. Proceedings of the Colloquium organized at Utrecht, January 1960” című kötetben, Dordrecht (Hollandia) 1911, 36.

vagy elméleti kutatásban és a gyakorlati alkalmazásban valamely *B* objektumot a struktúra, a tulajdonságok (funkció, viselkedés) vagy akár a szubszt-rátum vonatkozásában egy másik, *A* objektummal helyettesítenek, úgy *A* mint *B* modellje szerepel.

A modellező és a modellezett objektum jellegét semmi sem korlátozza. A modell és a minta lehet egyidejűleg vagy mindegyik külön-külön anyagi vagy eszmei. Magától értetődő feltétel az is, hogy bizonyos hasonlóság legyen a modell és a minta (az eredeti) között, mert különben lehetetlen az eredetit modellel helyettesíteni.

A „megismerési képmás” terminus szokásos definíciója elég tág ahhoz, hogy az érzetektől a tudományos elméletekig mindent átfogjon. Hozzávetőleg így hangzik: a megismerési képmás a tudatnak az anyagi világ által közvetlenül vagy közvetve okságilag feltételezett olyan ténye, amely a hasonlóság viszonyában van a külső tárgyakkal, tulajdonságokkal vagy viszonyokkal.

E tétel alapján, ha következetesen tartjuk magunkat a modell terminus általánosan elfogadott meghatározásához és ugyanakkor a gondolati (eszmei) vagy, általánosabban szólva, az információs modellekre szorítkozunk, kirekesztve az anyagi modelleket, kitűnik, hogy a modell és a képmás közötti különbség fölöttébb viszonylagossá válik. Elemi tények esetében, amilyenek például a közvetett ismeretszerzés, az önismeret, a metatudományos kutatások stb., elvileg minden megismerési képmást bizonyos értelemben olyan modellként alkalmazhatunk, amelyből kivonjuk a benne tükrözött (modellezett) objektumokra vonatkozó információt. És megfordítva, a szó köznapi értelmében vett gondolati modell — ilyen típusú például az atom planetáris modellje — bizonyos vonatkozásban már megismerési képmás, noha az esetek többségében kevésbé tökéletes, mint a megfelelő elmélet. Leszögezhetjük, hogy minden gondolati modell egyszersmind aktuális megismerési képmás, minden megismerési képmás pedig — az érzetektől a tudományos elméletekig és diszciplinákig —, legalábbis potenciálisan, gondolati modell, azaz modellként is használható, anélkül persze, hogy ez minden esetben elengedhetetlen vagy célszerű lenne. Pontosabban szólva, a megismerési képmásoknak a külvilág modelljeiként való felhasználása nem elengedhetetlen. Ha a dolgokat nem annyira formálisan, hanem átfogóbban vizsgáljuk, kitűnik, hogy minden megismerési képmás — ha nem is tudatosulva — a modell szerepét játssza egyszerűen azért, mert minden ismeret nemcsak kész, befejezett ismeret, hanem egyben közvetítő láncszem is további ismeretek szerzéséhez. A megismerési képmások önmagukban, további kutatásuk nélkül is könnyen foghatók fel bizonyos fokig sajátos típusú modellekként. Nevezetesen olyan modellekként, amelyek a modellezett objektumról azonnal nyújtanak információt, mihelyt a szubjektum felismeri őket.

A „gondolati vagy információs modell” fogalmának kellő általánosításához úgy jutunk el, hogy feloldjuk azt a korlátozást, amely kizárja a modell és a modellezett objektum közötti oksági kölcsönhatást; s hogy a modell speciális kutatását az elemi esetben a szubjektum azon egyszerű felismerésére redukáljuk, hogy a modell szerepét betöltő jelenség már önmagában ad valamilyen információt a mintáról (eredetiről).

Az ily módon általánosított modell-fogalom a következő alakot ölti: valamely *A* jelenség akkor modellje *B* jelenségnek, ha *A* valamilyen információt nyújt *B*-ről. Az érzetek, fogalmak és elméletek fő funkciója éppen az, hogy valamilyen tudnivalókat közöljenek az objektív világról vagy a szubjektum

belső világáról, ezért csaknem kivétel nélkül interpretálhatók általános értelemben vett modellekként. Ámde míg valamennyi megismerési képmás általánosított modell, a fordítottja már korántsem mindig felel meg a valóságnak. A megismerési képmásokat mindig pszichikus (eszmei) természetűeknek gondoljuk el, míg a legegyszerűbb élő szervezetek, s ugyanúgy a mesterséges kibernetikai rendszerek is a külvilágot és saját folyamataikat még prepszichikus szinten modellezik. A továbbiakban a „modell” és „modellezés” terminust főleg ebben az általános értelemben használjuk.

A megismerésnek a modellezés fényében való kutatása során figyelembe vesszük majd azt, hogy a modellek az anyagiakra és eszmeikre való, fentebb említett felosztásukon kívül feloszthatók még folytonos (analógiás) és diszkrét (digitális), valamint szubsztratív, strukturális és funkcionális modellekre. Ez a három lehetőség persze nem zárja ki egymást, de általában véve összekapcsolódásuk sem szükségszerű, és bár végletes szétválásuk esetei viszonylag ritkán realizálódnak, elméletileg és gyakorlatilag ezek a legérdekesebbek. Meglehet, hogy a kialakult terminológiát éppen a végletes esetek követelték meg. Egy adott modell lehet funkcionális úgy, hogy egyúttal nem strukturális, s ami még gyakoribb, hogy nem szubsztratív. Egy modell könnyen lehet strukturális úgy, hogy egyúttal nem szubsztratív, de nehezebben képzelhető már el olyan strukturális hasonlóság, amely nem függ össze funkcionális egységgel, és még kevésbé olyan szubsztratív hasonlóság, amely nem függ össze strukturális és funkcionális hasonlósággal. Az átlagos, tipikus esetben tehát a szubsztratív hasonlóság elégséges, de nem nélkülözhetetlen feltétele a strukturális és funkcionális hasonlóságnak, a strukturális hasonlóság pedig elégséges, de nem nélkülözhetetlen feltétele a funkcionális hasonlóságnak. Ezeket a megközelítő összefüggéseket eléggé pontosan kifejezi a gyakorlatban használt terminológia. Azt a modellt, amely egyszerre szubsztratív, strukturális és funkcionális vonatkozásban hasonlít az eredetijéhez, egyszerűen szubsztratív modellnek nevezik. Az eredetijéhez egyszerre strukturálisan és funkcionálisan hasonló modellt strukturálisnak nevezik. A mintához csak funkcionálisan hasonló modellt pedig funkcionálisnak szokás nevezni. A félreértések elkerülése végett jól meg kell jegyeznünk, hogy a funkciók korántsem minden modellezése a szó szűkebb értelmében vett funkcionális modellezés. Egy modell akkor vitathatatlanul funkcionális, amikor benne kifejezetten olyan struktúrákat használnak fel, amelyek nyilvánvalóan nem hasonlók az eredeti struktúráihoz.

A mesterséges modellezés — mesterséges ez az őseredeti természetes modellezéssel, az emberi megismeréssel szembeállítva — fejlődési folyamatában e módszer mind szélesebb körű általánosításának négy, viszonylag jól körvonalazható és kronológiailag egymást követő szakaszát szokás megkülönböztetni: a fizikai modellezést, a matematikai modellezést, amely a természetük szerint különböző jelenségek mennyiségi leírásai közötti közvetlen analógiára épül, a gépi matematikai modellezést, amelynek rendszerint az a jellemzője, hogy a két, egymással sok tekintetben ellentétes — a folytonos (analógiás) és a diszkrét — formájára való felosztást alkalmazza, és végül, az univerzális információs modellezést, mint a diszkrét gépi matematikai modellezés legmagasabbrendű formáját.

A fizikai modellezés esetében a legteljesebb a hasonlóság a modell és az eredeti között: egyidejűleg kiterjed a funkcióra, a struktúrára és a szubsztrátumra, ám e modellezés alkalmazhatósága a legszűkebb körű.

A matematikai modellezés a fizikai modellezés jelentős általánosítása, és sok előnye van. Mindamellet a különböző fizikai jelenségek mennyiségi leírásai közötti közvetlen analógiák keresése afféle kézműves stádium a matematikai modellezés alkalmazásában. Minden matematikai modell, amely két, szubsztrátumát tekintve különböző fizikai jelenség közvetlen analógiáján alapul, máris egy csírája a számítógépnek, de itt még korántsem racionális a feladatok megoldásának munkája. Gyökeresen megváltozik a helyzet, ha néhány, különösen könnyen megszerkeszthető mechanikai vagy elektromos modellt összeépítünk egy olyan valódi géppé, amely a legkülönbélebb objektumoknál felmerülő meghatározott típusú egyenletek és feladatok megoldására szolgál. Ilyenek az analógiás vagy más néven folytonos működésű gépek, a modern számítógépek két alaptípusának egyike. Az analógiás modellezés egy kis fűfángra épül. Amikor bizonyos természeti folyamatok leírása során túlságosan bonyolult egyenletekbe ütközünk, azok megoldását rábizzuk magára a természetre. Kiválasztunk bizonyos fizikai mennyiségeket és közöttük meglevő meghatározott korrelatív viszonyokat, amelyek ugyanolyan módon változnak, mint a megfelelő matematikai mennyiségek az adott típusú egyenletben; az ily módon kiválasztott és egy speciális analógiás gépben megszerkesztett modellező mennyiségek közötti korrelációk segítségével kifejezzük a vizsgált feladat feltételeit, majd hagyjuk, hogy a természetes mechanikai, hidraulikus, elektromos vagy másfolyamat a maga természetes fizikai törvényei szerint végbemenjen, és egy meghatározott pillanatban ismét megmérjük a modellező mennyiségek közötti korrelációkat. Az így kapott adatok az egyenletek értékes megoldásait, köztük a konkrét feladat megoldását nyújtják. Nyilvánvaló, hogy az analógiás számítógépek már működésük lényegénél fogva mindig csak korlátozott típusú feladatokra alkalmazhatók, megoldásuk pedig nem nagy pontosságú. De ez a korlátozottságuk nem a modellezés módszerének korlátozottsága. A matematikai modellezésre, amikor az megszűnik csak matematikai lenni és univerzális információs modellezésbe csap át, az elektronikus digitális gépek, a diszkrét működésű számítógépek teszik fel a koronát.

Meghatározott szemszögből nézve már az analógiás modellezés is sajátos módon átkódol bizonyos mennyiségeket a maguk összefüggéseivel más mennyiségekké azok saját összefüggéseivel. A továbbiak során bizonyos műveleteket végzünk a bekódolt mennyiségekkel és visszaalakítjuk őket, azaz a kapott eredményeket visszakódoljuk az eredeti mennyiségek nyelvére. Adott esetben azonban a kódolás és dekódolás alapja természetes, elsődleges analógia (hasonlóság, egyezés) különböző szubsztrátumú fizikai jelenségek formai-strukturális és formai-funkcionális jellemzői és törvényszerűségei között. A modellezési módszer további általánosítása és alkalmazásának kibővítése a különböző természetű fizikai jelenségek törvényeinek matematikai formája között elsődlegesen adott analógiákkal való kapcsolat mellőzése útján történik. A modellezés semmiképpen sem nélkülözheti a modell és a modellezendő objektum közötti analógiát, pontosabban szólva bizonyos vonatkozású izomorfia. Kizárólag arról van itt szó, hogy mentesüljünk az egyes objektumok között maga a természet által adott elsődleges analógiák megkeresése alól. Az ideális az volna, ha olyan objektumot találnánk, amely mesterségesen hasonlítható lenne bármely máshoz, anélkül hogy elsődleges hasonlóság állna fenn köztük. Elvontan tekintve az ilyen eszményi eset elérhetőségét bizonyítja az a tény, hogy létezik az emberi agy, amely éppen ilyen eszköze bármely objektum és

tulajdonság univerzális információs modellezésének, anélkül, hogy egyszerűen messzemenő elsődleges hasonlóságot mutatna velük.

Hogyan érhető el az a fantasztikus cél, hogy egyetlen objektum önmagában létrehozza az összes többinek a modelljét? Fizikai vagy közönséges matematikai modell alakjában ilyen egyetemes hasonlóság nem létezik a természetben és mesterséges úton sem hozható létre. Minden egyes objektum szubsztrátuma, struktúrája és tulajdonságai specifikusak és viszonylag stabilak. Egyikük sem lehet önmagában sem struktúráját, sem tulajdonságait (funkcióit, viselkedését), sem szubsztrátumát tekintve szakasztott mása más objektumoknak.

Az univerzális modellezés egyetlen útja a *kódolás*. Elvileg alighanem minden átkódolható bármi mássá. Mihelyt van egy ábécé, amely legalább két valamiképpen megkülönböztethető elemből (jelből) áll, és egy elemi grammatika, amely e jelek kombinálásának néhány szabályát tartalmazza, ezen a nyelven máris kifejezhető bármilyen jellegű és összetettségű információ. Általánosságban szólva, a kódolás, csakúgy, mint a dekódolás, nem más, mint egy jel, egy információhordozó jellegének bármiféle átalakítása. Semmi akadálya sincs annak, hogy egy adott objektumra vonatkozó információ hordozójának, vagyis jelnek magát ezt az objektumot tekintjük; lényegében a jel csak ebben az esetben tartalmazza az összes lehetséges információkat az objektumról. Ez a legősebbetibb információ az objektum természeti minőségeinek és tulajdonságainak sokfélesége nyelvén van leírva. Fizikai és közönséges matematikai modellezés esetében a jel, az adott objektumra vonatkozó információ hordozója formájának vagy magának az objektumnak az átalakítása fölöttébb felszínes, érintetlenül meghagy igen sok, a kódolás adekvátsága szempontjából bizonyos értelemben fölösleges jellemzőket. Például a matematikai modellezésnél változatlanul megmarad a meghatározott mennyiségek közötti összefüggés struktúrája, a fizikainál pedig ugyanaz a szubsztrátum is. Márpedig az adekvát visszakódolást is biztosító kódolás realizálásának elengedhetetlen és elégséges feltétele általánosságban véve a kölcsönösen egyértelmű megfelelés létrehozása a modellezett mennyiségek elemei és összefüggései és a modellező mennyiségek elemei és összefüggései között. Minden egyéb jellemző gyökeresen megváltoztatható és ez semmiképpen sem hat ki a modellezés adekvát voltára. Ahhoz, hogy realizálható legyen az ilyen kölcsönösen egyértelmű megfelelés akármelyik modellezendő objektummal, elégséges egy véges számú jelből (legalább kettőből) álló ábécével rendelkező nyelv és az információátalakítás elemi szabályainak bizonyos rendszere.

Két olyan körülmény, mint az, hogy bármely információ bináris kóddal leírható, és hogy minden információátalakítás felbontható a legelemibb, mechanikusan maradéktalanul elvégezhető műveletekre, lehetővé teszi, hogy az elektronikus gépek elvileg univerzális eszközei legyenek az információs modellezésnek.⁴ Egyébként a nagyközönségben élő tévhitell ellentétben e gépek sikere csak technikai, nem pedig elvi vonatkozásban tudható be elektronikus szerkezetüknek. Az elektronikus elemeknek technikai előnyei vannak: nagy működési sebesség, kis méret stb., de elvileg ugyanezekkel a lehetőségekkel rendelkezhetne egy olyan diszkrét működésű programozott gép is, amelyet mechanikai, pneumatikai vagy bármilyen más elemekből konstruáltak. A fontos az, hogy a gép diszkrét működésű legyen, egy meghatározott ábécé

⁴ V. Gluskov: Gnoszeologicseszkaja priroda informacionnovo mogjelirovanyija; „Voproszsi filozsófii”, 1963/10, 10—14.

szerint működjön, amellyel átkódolható műveleti programja a legkülönbélebb feladatok megoldásánál, és elég gazdag memóriája legyen a szükséges információ rögzítésére.

A számítógépeknek analógiás és diszkrét típusokra való felosztása inkább empirikus, semmint elméleti kritériumon alapszik. Mielőtt ezt az osztályozást átvinnénk az emberi megismerésre, hasznosnak látszik tisztázni, hogy a modellezésre szolgáló gépeknek analógiás és diszkrét típusúakra való felosztása mennyire általánosítható.

A felosztásnak az a szokásos kritériuma, amelynél abból a körülményből indulunk ki, hogy az egyik típusú modellezés esetében folytonos modellező mennyiségeket alkalmazunk, a másikon pedig megszakított (diszkrét — számjegyes vagy betűs) modellező mennyiségeket, empirikusan általában helyes és a gyakorlatban jól alkalmazható, de elméletileg ez az ismerv inkább véletlennek látszik, mintsem szükségszerűnek. A gyakorlat szempontjából egyszerűen kényelmesebb, ha az univerzális modellező berendezés ábécéje diszkrét számjegyekből áll, nem pedig folytonos mennyiségekből, de elméletileg a folytonos mennyiségek is éppúgy megfelelhetnek erre a célra. És megfordítva, egy specializált analógiás modellező berendezés megalkotható diszkrét modellező mennyiségek segítségével is. Az a kritérium, amelynél abból a körülményből indulunk ki, hogy az egyik típusú modellezés esetében a modellező és a modellezett mennyiségek közötti analógiákat (hasonlóságokat) használjuk fel, a másik típus esetében pedig a jel és a jelölendő közötti egyezményes viszonyokat, már közelebb visz a dolog lényegéhez, de pontosabb megfogalmazásra szorul. Máskülönben azt lehetne gondolni, hogy a modellezés másik típusa egyáltalán nem támaszkodik analógiára, ami nem igaz.

Analógiás modelleknek az olyan modelleket fogjuk nevezni, amelyek esetében a modellező mennyiségek voltaképpeni strukturális vagy funkcionális jellemzői és törvényszerűségei alapvetően elsődlegesen adott vagy oksági kölcsönhatás által feltételezett és csak részben mesterségesen létrehozott hasonlóságot mutatnak a modellezett mennyiségek megfelelő jellemzőivel és törvényszerűségeivel, és főként e hasonlóság révén realizálódik a modell; diszkrétnek pedig az olyan modelleket, amelyek esetében a modellező mennyiségek tulajdonképpeni strukturális vagy funkcionális jellemzői és törvényszerűségei nem mutatnak fel elsődlegesen adott vagy speciálisan létesített hasonlóságot a modellezett mennyiségekkel, vagy pedig, ha ilyen hasonlóság fennáll is, a modellezés folyamatában felhasználatlan marad. Ebben az esetben a modell és az eredeti között egyezményes jelölés révén létesíthető egyértelmű megfelelés.

Az analógiás és a diszkrét modellezés így megfogalmazott definíciói szemlátomást nem tartalmaznak semmilyen összeegyeztethetetlen jellemzőket és szabadon kombinálhatók különböző korrelációkban. S valóban, az információ átalakítására használnak kombinált analógiás—digitális mesterséges berendezéseket, és voltaképpen az ember mint a megismerés alanya maga is ilyen természetesen kombinált berendezés.

Az analógiás és a diszkrét modellek nemcsak hogy nem összeegyeztethetetlenek, hanem ellentétességük is meglehetősen viszonylagos. A modellezés mindkét esetben bizonyos korrelációk, megfelelően modellezett és a modellező mennyiségek invarianciája alapján realizálódik. Csakhogy az analógiás modelleknél ez az invariancia jelentős mértékben maguk a természeti törvényszerűségek által adott, a diszkrét modellek esetében pedig mesterségesen konstruál-

juk egyezményes jelölés útján olyan természeti anyagok és jelek segítségével, amelyek maguk nem rendelkeznek a keresett analóg jelleggel. A modellezés mindkét esetben az információ átkódolása a jelek egyik modalitásából egy másikba, amely előnyösebb meghatározott műveletek elvégzése szempontjából. Az analógiás modellek esetében azonban igen sok viszony, sőt az elemek is, amelyek között e viszonyok fennállnak, gyakorlatilag érintetlenül maradnak az átkódolás során és a modellben hozzávetőleg ugyanabban az alakban reprodukálódnak, mint az eredetiben voltak, ezzel szemben a diszkrét modellek esetében a kódolást következetesen végigvisszük valamennyi lehetséges viszonyban, a végső határig. A modellezett objektumra vonatkozó információ eredeti alakjának nyoma sem marad, csupán azok a tisztán formai, kölcsönösen egyértelmű megfelelések maradnak meg, amelyek szükségesek és elégségesek az adekvát dekódoláshoz. Végső soron viszonylagosnak bizonyul az egyezményesen bevezetett kölcsönösen egyértelmű formai megfelelések és a természetes analógiák ellentétessége. Először, a reális programozott berendezésben egyszer már rögzített formai megfelelések ettől fogva a konkrét anyagi objektum tulajdon jellemzőivé és törvényeivé válnak, és rejtett analóg voltukat a szubjektum felhasználhatja más objektumra alkalmazva, pontosan úgy, ahogy az analógiás modellezés esetében felhasználja a két természeti objektum jellemzői közötti korrelációk analóg voltát. Másodszor, maga a szubjektum csupán valamivel különösebb természeti objektum — a szó tág értelmében véve —, és részvétele — bármely esetben, bármilyen formában — sohasem lép túl az anyagi elemek, tulajdonságok és törvények mindent átfogó szféráján.

Aminthogy viszonylagos a diszkrét és az analógiás modellezés különbsége, magától értetődően viszonylagos lesz a megismerés azon jelenségeinek ellentétessége is, amelyek diszkrét és analógiás modellezésként értelmezhetők.

Hangsúlyoznunk kell, hogy amikor a megismerést itt modellezésként értelmezzük, mindig pszichikus folyamat minőségében vesszük a megismerést; fiziológiai mechanizmusainak szintjéig nem ereszkedünk le. A neuronok és a neurofiziológia szintjén a modellezéssel való analógia másféle következtetésekhez vezethetne. Például az érzéki megismerést a pszichikus folyamatok szintjén általában minden nehézség nélkül tekinthetjük az analógiás modellezés különös esetének, a neurofiziológia szintjén azonban megváltozik a kép. Ha igaz az a hipotézis, hogy az agy valamennyi — vagyis mind érzéki, mind teoretikus — pszichikus tevékenységének alapeleme az önálló neuron, az ingerület szummátora minőségében, a tengelyfonalaknak a „minden vagy semmi” törvény alapján bekövetkező reakcióival együtt, és néhány más diszkrét művelet, akkor kitűnhet, hogy az agy ebben a vonatkozásban legtöbbször „digitális” gép módjára működik.

AZ ÉRZÉKI MEGISMERÉS MINT ANALÓGIÁS MODELLEZÉS

Rendkívül érdekes már maga az a tény is, hogy az érzéki megismerés analógiás modellezésként interpretálható, de még inkább érdekes az, hogy a megismerés eme fajtájának néhány jól ismert sajátossága, például lényeges korlátozottsága és specializáltsága, egyenesen következik analógiás jellegéből.

Az érzéki megismerési képmások modelleként való értelmezésének objektív lehetősége többek között azt jelenti, hogy az ember, jóval mielőtt még megtanulta volna tudatosan alkalmazni a modellezés módszerét, gyakorlatilag történelmi

és egyéni kialakulásának legkezdetétől fogva akaratlanul is mindig használt modelleket. Az, amit manapság általában „modellnek” és „a modellezés módszerének” neveznek, szélesebb körű vizsgálat alapján, mondhatnánk, másodlagos modellezésnek bizonyul. Ugyanakkor messzemenő hasonlóság van azon okok között, amelyeknél fogva az emberek kénytelenek tudatosan alkalmazni a modellezés módszerét, és azon okok között, amelyek folytán a természet ugyanezzel a módszerrel dolgozik. Ugyanez a hasonlóság figyelhető meg a természetes és a tudatos modellezés fejlődési szakaszai között.

Ismeretes, hogy a modellezés módszerét tudatosan akkor alkalmazzuk, amikor a kutatás tárgya valamely vonatkozásban általában hozzáférhetetlen. Kezdetben azonban bizonyos értelemben az egész külvilág hozzáférhetetlen volt a megismerés számára. És az állatoknál tapasztalható „megismerés”, valamint az emberi megismerés kialakulásának kezdeti szakaszain a természetnek nem volt más módja a megismerés megvalósítására, mint a külvilág nem-szubsztratív információs modellezése a szubjektum belső, kezdetben csak fiziológiai, majd később pszichikus állapotaiba is.

A modellezésnek a természet által spontán kifejlesztett főbb útjai és formái is megismétlődnek azokban, amelyeket később az ember tudatosan alkalmaz. Az érzéki megismerés az egyszerű és sok tekintetben korlátozott érzéki analógiás modellezéssel kezdődik, amely megfelel az analógiás gépekkel való — történelmileg ugyancsak kezdeti és ugyancsak specializált és korlátozott — mesterséges modellezésnek; az elméleti (fogalmi, logikai) megismeréssel átmenet történik a jóval gazdagabb és lehetőségeit tekintve, úgy látszik, valóban korlátlan diszkrét modellezésre, amely megfelel a történelmileg ugyancsak később megjelenő és ugyancsak univerzális digitális gépi modellezésnek.

Az analógiás modellezésre jellemző, hogy a modellt néhány olyan folytonos modellező mennyiség változásai közötti korrelációk segítségével építjük fel, amelyek a megfelelő eredeti objektum valamely más, a közvetlen kutatás számára nem hozzáférhető modellezett mennyiségeinek statikus és dinamikus struktúráját helyettesítik és képviselik. Az érzéki megismerésnél ugyanez a helyzet áll elő. A modellező mennyiségek ebben az esetben olyan észleleteknek az alapmodalitásai (minőségei), amelyek a maguk struktúrájával, intenzitásával és kölcsönös viszonyaival összehasonlítják anyagi objektumok némely elsődleges és külső tulajdonságait. Például a látási észleletek esetében a belső pszichikus modell alapszöveve különböző szubjektív színérzékekből áll össze. A szín struktúrája és árnyalatai segítségével modellezzük alkalmas homomorf megfelelések alakjában a környező makroobjektumok külsőleges különbségeinek és struktúráinak egy jelentős részét.

A mesterséges analógiás modellezésnél a modellezett és a modellező mennyiségek közti megfelelést különböző természetű fizikai jelenségek mennyiségi és egyéb formai-strukturális törvényszerűségeiben mutatkozó, holmi előzetesen, szinte afféle „eleve elrendelt harmónia” alapján adott és csak nagyritkán mérnökök által befejezendő hasonlóság biztosítja. Az érzéki megismerésnél szemlátomást nincs ilyen elsődlegesen adott, a környező világgal való bármilyen kölcsönhatástól független analógia a pszichikus jelenségek struktúrája és mennyiségi törvényszerűségei és az anyagi világ között. A szükséges analóg jelleg mindamellet automatikusan létrejön az észleletek kialakulásának folyamatában. Az észleleteknek a külső objektumoktól való elemek szerinti oksági függése, amelyet a majdnem mindig a külvilág lehető legadekvátabb elképzelése irányában működő belső mechanizmusok megfelelő öröklött vagy

individuálisan szerzett lerakódása szabályoz, biztosítja az eléggé gazdag és kellően pontos homomorf megfelelést az észleletek struktúrái mint tudati tények és a receptorokra ható anyagi objektumok struktúrái között.

A mesterséges analógiás modellezésnél a modellen kapott eredményeket megfelelő korrekciók után teljesen tudatosan és az ugyanazon eredeti objektumra vonatkozó egyéb ismeretek birtokában visszük át az eredetire. Jellemző, hogy időben és térben megosztottan jelentkezik két különböző folyamat: a modellen meghatározott program szerint végzett vizsgálat és e vizsgálat eredményeinek ezt követő átvitele az eredeti objektumra. Az érzéki megismerésnél mint analógiás modellezésnél a modell-képmásokat egészen más-képpen és fölöttébb radikális módon használjuk fel. Amíg észleletekkel és nem képzetekkel van dolgunk, és amíg az érzéki megismerés szintjén maradunk — olyan mértékben, amilyenben az embernél ez egyáltalán elválasztható az elméleti megismeréstől —, szinte egyáltalán nem találkozunk a modellnek a modellezett objektumtól elszakított tudatos vizsgálatával és a belső modell vizsgálati eredményeinek a külső objektumra való tudatos átvitelével. Az érzéki pszichikus modell a szubjektum számára közvetlenül — feltehetőleg már a gyermekkor kezdeti szakaszán kialakított reflexek révén — a külső modellezett tárgygal megkülönböztethetetlenül összerosódva jelenik meg. A belső információs modellek vagy, másszóval, érzéki megismerési képmások fiktív vagy pontosabban, pszichikus kivetítése (projekciója) a modellezett eredeti objektumokra vagy, másszóval, a megismerendő külső objektumokra akaratlanul történik, és a környező világ helyes észlelésének normális feltételei között a szubjektum egyáltalában nem tudatosítja magában a belső képmás-modellek részvételét a megismerési aktus realizálásában és naiv módon azt hiszi, hogy abszolúte közvetlenül észleli a külvilágot. Lényegében a legközvetlenebb érzéki észlelés is csak viszonylagosan közvetlen, lehetetlen kiiktatni a belső szubjektív modellek részvételének szükségességét.

Amint azt már az ókori filozófusok is megsejtették, az érzéki megismerésnek eléggé korlátozottak a lehetőségei arra, hogy a külső világ objektumait olyanoknak mutassa, amilyenek valójában, és más objektumokkal való kölcsönhatásaikban. Az érzékszervek a környező makroobjektumok elsődleges objektív tulajdonságainak igen széles köréről adnak nekünk megfelelő ismeretet: méreteikről, a formáról, a távolságokról és egyebekről, de tehetetlenek a másodlagos tulajdonságok — szín- és hangárnyalatok, ízérzetek és egyebek — objektív okainak megismerésében.⁵ Mi több, az érzéki megismerés szintjén fel sem merül az, hogy a másodlagos tulajdonságok valamiféle olyan objektív okai után kutassunk, amelyek lényegesen különböznek látható megjelenéseiktől. Az érzeteknek az érzékelt tárgyakra való kivetítése folytán a másodlagos tulajdonságokat, amelyek valójában kizárólag mint pszichikus tények léteznek, a szubjektum a külső objektumok tulajdonságaiként éli át, ezek bizvást ugyanolyan objektíveknek tűnnek számára, mint a valóban objektív elsődleges tulajdonságaik. Ez a körülmény roppant kényelmetlen a filozófusoknak. Ha a természet valamilyen más, kevésbé fantasztikus módot talált volna az érzéki megismerés közvetlenségének realizálására, a filozófia története bizonynyal rövidebb lenne néhány tízezer oldallal. De a természetnek nyilván nem volt más választása a megismerés első fokát illetően. Az érzéki megismerés klasszikus korlátozottságát nemcsak az objektum és szubjektum közötti köl-

⁵ Lásd Sz. Petrov: O vtoricsnih szvojsztvah; „Filozofszkije nauki”, 1969/2.

csönhatások sajátosságai határozzák meg, hanem az analógiás modellezés általánosabb törvényszerűségei is. Akár egyenesen azt is mondhatjuk, hogy az érzéki megismerés korlátozottsága az analógiás modellezés korlátozottságának részesete.

A strukturális analógiás modellezés esetében, mint amilyen az érzéki megismerés, a modell realizálása szempontjából közvetlen jelentősége van a modellező mennyiség struktúrájának, míg természetének (modalitásának, minőségének) semmi köze sincs a modellezett mennyiség természetéhez. De a modellező mennyiség természetét alkotó minőségek szükségképpen beletartoznak a struktúrájával együtt egységes jelenséggént vett modell tartalmába. Mesterséges analógiás modellezésnél ennek a körülménynek nincsenek különösebb következményei, mivel a szubjektum igen sok egyéb — más úton szerzett — ismerettel rendelkezik az összevethető modellezett és modellező mennyiségek természetében fennálló különbségekről. Ám amikor az érzéki megismerésnél valamely elsődleges tulajdonságot, például azt, hogy az adott tárgy szelektálva főleg a korlátozott frekvenciájú elektromágneses hullámokat veri vissza, az érzéki képmás-modellekben rendszeresen valamilyen másodlagos, szubjektív tulajdonság (modellező mennyiség), például a kék szín érzete helyettesíti (s ezt a másodlagos tulajdonságot a szubjektum mint láthatót, a külső tárgyra objektív jellemzőt éli át), a valódi objektív tulajdonság, amely meghatározza a láthatót, viszonylag megismeretlen marad a megismerés eme módja esetében. S mivel az érzéki megismerés szintjén a külvilágról való információszerzésnek nincs más módja, mint az észleletek alapmodalitásai révén történő analógiás modellezés, a modellezés analógiás jellege — kivált akkor, amikor ez együtt jár azzal, hogy a szubjektum a belső modelleket öntudatlanul kivetíti a külső modellezett objektumokra — leküzdhetetlen akadályt állít az érzékszervek elé a külvilágba való behatolás lehetőségeit illetően. Például a látási megismerés gyakorlatilag kellően adekvát lehet a külső objektumoknak a színstruktúrában kifejeződő valamennyi tulajdonsága tekintetében. De a modellezett mennyiségek természetének azon objektív tulajdonságairól, amelyeket a belső modell-képmásokban egyes színek helyettesítenek, azaz a modellező mennyiségek objektív okairól semmit sem tud mondani.

Ez a korlátozottság egyben elkerülhetetlen és sajátos jellemzője a megismerés ama fokának, amely csak az analógiás modellezés lehetőségeit használja fel. Az elméleti megismerés könnyen leküzdí ezt az akadályt. És nem nehéz előre megmondani, hogy a megismerésnek, ha a külső struktúrák feltárásától át akar térni a rejtett belső struktúrákra és az alkotó elemek tulajdonképpeni minőségeire, el kell hagynia az analógiás modellezést, amelynél a modellező mennyiségek természete bekerül a modell-képmás tartalmába és át kell térnie a modellezésnek egy másik módjára, amelynél a modellező mennyiségek természete nem játszik ilyen pótolhatatlan szerepet. És éppen ez történik az elméleti megismerés esetében.

A mesterséges analógiás modellezés nem univerzális, hanem specializált, mégpedig azért, hogy bizonyos, a különböző fizikai folyamatok mennyiségi és egyéb formai-strukturális törvényszerűségeiben elsődlegesen adott analógiákhoz kötődik. Az érzéki megismerés által képviselt természetes analógiás modellezés szintén nem univerzális, hanem specializált, mivel olyan, típusukat és mennyiségi mutatóikat tekintve korlátozott objektív ingerekhez van kötve, amelyek képesek hatást kifejteni a szubjektum receptoraira és önmagukkal strukturális vonatkozásban analóg pszichikus jelenségeket előidézni.)

A digitális elektronikus gépek és általában a diszkrét (számjegyes vagy betűs) modellezés univerzális jellege abból a körülményből adódik, hogy nincs kötve semmilyen szigorúan megszabott analógiához a modellező és a modellezett mennyiségek között. Nincs szüksége sem elsődlegesen adott analógiára, amint ez a mesterséges analógiás modellezés esetében fennáll, sem oksági összefüggés folytán nyert analógiára, mint a természetes érzéki modellezés esetében. A diszkrét modellezés bármilyen mennyiségeknek valamilyen véges jelrendszer segítségével történő univerzális kódolásán alapul. Az elektronikus gépeknél két ilyen jel van, mivel technikai szempontból ez a legelőnyösebb; az embernél mint természetes modellező rendszernél elsősorban a történelmileg kialakult beszélt nyelvek különféle ábécéi és a speciális tudományos nyelvek ábécéi töltik be a jelek szerepét. Pontosabban, a modellezés szempontjából a nyelvek alapvető, ábécés elemei nem az egyes „ábécék” betűi a szó szoros értelmében, hanem az egyes szavak, vagy még pontosabban, az egyes fonémák, vagyis a legkisebb jelentéshordozó részek.

Az érzéki képmás az anyagi objektumok vonatkozásában homomorf struktúrákat képvisel; ezek olyan szubjektív pszichikus tulajdonságokból tevődnek össze, amelyek önmagukban nem rendelkeznek ugyan képmás-jelleggel, ennek ellenére közvetlenül belekerülnek a megismerési képmás-modellek tartalmába, mivel az analógiás modell csakis úgy realizálódhat, hogy a modellező mennyiségek modalitásaiból szövődik össze; ezzel szemben a szavak (fonémák) mint a fogalmi megismerési képmások felépítésének „technikai eszközei” egyértelműen jel-természetűek és gyakorlatilag nem kerülnek be a képmás tartalmába. A szavaknak néhány legáltalánosabb és a nyelvek többségében egyforma mondatbeli viszonya nyilván homomorf tükröződése a valóság legáltalánosabb viszonyainak, például a tárgy és a tulajdonság közti viszonyoknak. De a magának a nyelvnek a struktúrájában meglevő megismerési képmás-elemek, bármennyire nélkülözhetetlenek és fontosak is, mégis háttérbe szorulnak az elméleti megismerés általános mérlegében. A fogalmi képmások fő tartalmát nem a nyelv struktúrája, hanem a szavak és mondatok értelme, vagyis a fogalmak és ítéletek alkotják. Csak a tudományos elméletek teljesen formalizált axiomatikus konstrukciói és a gépi gondolkodás esetében fordul elő az, hogy az elméleti megismerési képmások tartalmát teljes egészében olyan jelekből álló szintaktikai struktúrákkal fejezzük ki, amelyek egyszerűen csak külső jegyeikben különböző alakzatok, melyekhez önmagukban véve nem fűződik semmilyen értelem. Ám a formalizált elmélet természetszerűleg csak akkor lehet tudományos elmélet, nem pedig véletlenszerű játék, ha végső soron mégiscsak összefügg valamilyen interpretációval.

Bármely információ bináris kóddal vagy bármilyen más, legalább két szimbólumból álló standard ábécé segítségével való leírásának a lehetősége az egyik legfőbb olyan előfeltétel, amelyből elvileg következik a digitális programozott automatákkal való modellezés univerzális jellege. A bináris kód univerzális jellege valóban lehetővé teszi, hogy a természetben létező analógiák megkeresése és alkalmazása helyett tetszés szerint alkossunk információs modelleket, amelyek rejtett kódolt formájukban analógok a modellezett mennyiségek ilyen vagy olyan struktúráival és funkcióival. Ez az univerzális jelleg azonban vajmi keveset segíthetne, ha a különböző modellezendő objektumokra jellemző bonyolult információátalakulásokat nem lehetne elemi, digitális gépekkel el-

végezhető műveletekre tagolni. Támaszkodni kell még arra a napjainkban Church-tézis néven ismert hipotézisre, hogy minden effektíve kiszámítható függvény és megfelelőképpen minden effektíve megoldható predikátum formálisan algoritmikusan kifejezhető. Ez azt jelenti, hogy ha valamilyen függvény kiszámításának, valamilyen tulajdonság meghatározásának, vagy általában szólva, valamilyen információátalakításnak egyáltalában létezik valamilyen — bármilyen bonyolult — módja, akkor ez a bármilyen bonyolult átalakítás is mindig felbontható az információátalakítás elemi szabályaira. Minthogy ebben a tételben olyan meghatározatlan fogalmak szerepelnek, mint az „effektíve kiszámítható függvény”, vagy az „effektíve megoldható predikátum”, ezért erre a tételre nincs egzakt bizonyíték és aligha sikerül valaha is ilyet találni. Bizonyítatlansága ellenére a Church-tézisnek ugyanannyi esélye van arra, hogy igaz legyen, mint bármely tapasztalatilag jól megalapozott törvénynek. E hipotézis empirikus megalapozottsága igen meggyőző tényekben fejeződik ki. Például meddőnek bizonyult minden olyan kísérlet, hogy találjanak egy olyan kiszámítható függvényt, amely formálisan algoritmikusan nem fejezhető ki. Másrészt, az algoritmus fogalmának valamennyi ez ideig megfogalmazott maximálisan általános és egyidejűleg egzakt formális definíciói — nevezetesen, az általános rekurzivitás révén, a Turing-féle gépeken való kifejezhetőség révén, a formális rendszerekben való kifejezhetőség révén, a Markov normálg algoritmusai révén megfogalmazott definíciói és egyéb definíciói — végső soron ekvivalenseknek bizonyultak. Ez az egyenértékűség eléggé megbízható tanúsága annak, hogy egy komoly természeti törvényre bukkanunk.⁶

Az emberi agynak mint az információs modellezés eszközének az univerzális jellege minden bizonnyal ugyanezekre az előfeltételekre épül: a kívülágra vonatkozó bármely információ univerzális kódolása valamilyen diszkrét véges ábécé segítségével és bármely bonyolult információátalakítás felbonthatósága elemi algoritmikus műveletek valamilyen egyszerű rendszerére. Feltételezhető, hogy az emberi agy valamilyen valószínűségi algoritmusok szerint működik, mivel olyan több jelentésű nyelveket képes felhasználni, amilyenek a beszélt nyelvek. Agyunknak valamilyen módon bizvást van valamilyen „saját fogalma” az effektív megoldhatóságról, és ha az objektív világ elvben teljesen megismerhető, akkor igaznak kell lennie valamilyen, a Church-tézissel analóg hipotézisnek. Ennek hozzávetőleg a következőt kell kifejeznie: az összes lehetséges külső objektumoknak a maguk tulajdonságaival, struktúráival és szubsztrátumával együtt kimerítően kifejezhetőeknek kell lenniük információs értelemben olyan valamiképpen rögzített (akár ez ideig ismeretlen) szabályrendszer (algoritmus) segítségével, amely szerint az emberi agy a fiziológia vagy pszichikus szint nyelvének ábécéjében működik. Ha azok között az információátalakítási szabályrendszerek között, amelyek szerint az agy működik, egyetlenegy sem volna algoritmikusan teljes, akkor ez azt jelentené, hogy esetleg léteznek olyan objektumok, amelyekkel a szubjektum fizikai kontaktusban van ugyan, de amelyeknek tartalma, ennek ellenére, elvileg kifejezhetetlen marad.

Az érzéki analógiás modellezésre kihat a képmás rögzítésének eszközüül szolgáló pszichikus modalitás és az objektív ingerek megfelelő típusa közötti

⁶S. C. Kleene: „Introduction to Metamathematics”. (Lásd orosz kiadását Moszkva 1957, 283—288.)

elengedhetetlen természetes oksági összefüggés. Ezeket a láncokat az elméleti megismerés diszkrét jeles modellezése veti le. A szó és a fogalom közti kapcsolat — bármennyire elengedhetetlen is társadalmi-történeti, asszociatív-pszichológiai és más hasonló kritériumok szempontjából — mentes a logikai és ismeretelméleti aspektusoktól. A szavaknak, vagy pontosabban, a szavak szemiológiai oldalának, amely grafikai vagy vokális materiális szimbólum alakját, vagy a szubjektum belső beszédében e szimbólum érzéki képmásának alakját ölti, nincs semmilyen saját, természetes, eredeti kötelező értelme. Elméletileg ezek bármilyen értelemmel felruházzhatók, ahogy ezt a konkrét megismerési célok éppen megkövetelik, de természetesen a fogalommeghatározás általános érvényű szabályainak betartásával. Ez az első pillantásra jelentéktelennek látszó tény nehezen túlbecsülhető konzekvenciákkal jár. Az a szerénynek tűnő vívmány, hogy egy-egy tetszőlegesen kiválasztott megismerési tartalom külön jellel (szóval, matematikai, kémiai vagy más szimbólummal) jelölhető, nemcsak azt teszi lehetővé, hogy fogalmi modellen, a tárgyak érintése nélkül vizsgáljunk bármilyen tulajdonságokat, hanem azt is, hogy külön megjelöljük azokat a jegyeket, amelyek specifikusan jellemzik az objektív tárgyaknak az érzékszervek számára hozzáférhetetlen belső minőségeit.

Az elméleti (fogalmi) modellek kiindulópontjukban a szubjektumot vitathatatlanul eltávolítják az objektumtól. Valamely ítéletrendszerben vagy egyenletrendszerben kifejezett elméleti modellt vizsgálhatunk a benne modellezett objektummal való közvetlen kapcsolata nélkül is, sőt olykor anélkül, hogy tudnánk, létezik-e ilyen objektum. A közvetlenség, amellyel az érzéki megismerés annyira kérkedik, itt megintcsak kizárólag az ő közreműködésével lehetséges. Annak pedig végképp befellegett, hogy a belső pszichikus modellek autonóm módon vegyenek részt a külvilággal való érintkezésben. A fogalom és a fogalomrendszerek — ez az absztrakt tudományos gondolkodás közvetlen tartalma, és a szubjektumnak most már feltétlenül számolnia kell azzal, hogy sok közvetítő láncszemmel találkozunk, míg kontaktusba kerül az eredeti objektumokkal. És a különféle közvetítő láncszemek, amelyek között másod- és még magasabbrendű modellek is szerepelnek, csak formálisan távolítják el a szubjektumot az objektumtól, lényegében azonban közelebb viszik olyan objektív tulajdonságokhoz, amelyek az érzékszervek számára hozzáférhetetlenek. A jel-modell az anyagi objektumok végtelen bonyolultságától elválaszt egy önálló karakterisztikát vagy egy rögzített egész aspektust, s a különválasztott jellemzőket maximálisan tiszta formában idealizálja, úgyhogy nem marad helye nagyobb illúzióknak azokat a korlátozott feltételeket illetően, amelyek között az idealizált modellek elméleti vizsgálatának eredményei átvihetők az eredeti objektumra. Ez az átvitel minden esetben tudatos, ellentétben az észleleteknek az érzéki megismerés esetében történő öntudatlan kivetítésével.

Az emberi megismerés mind az analógiás érzéki modellezés szintjén, mind a diszkrét fogalmi modellezés szintjén mindenekelett és főként *strukturális valóság-modell*. Ez vitathatatlan tény mindazoknak a filozófusoknak és gyakorlati kutatóknak a szemében, akik valamennyire is realisztikusan tekintik a dolgokat. A megismerési képmások és a megismerendő objektumok közötti strukturális hasonlóság konstatálása és megindoklása a fő kutatási tárgya minden olyan ismeretelméletnek, amely a tükrözésmélet valamilyen változatára épül, mindenekelett a dialektikus materialista ismeretelméletnek. A materialista ismeretelmélet főbb megoldatlan problémái azonban túlvezetnek bennünket a strukturális hasonlóság lehetőségeinek határain, vagy legalábbis

a strukturális hasonlóság szokásos fogalmainak határain. Ezek a problémák két cél körül csoportosíthatók:

a) a dolgok természete megismerhetőségének rejtélyei. Nehezen fogható fel, miként érhető el a belső minőségek és szubsztrátumok megismerése, ha két, szubsztrátumát tekintve különböző objektum között, a megismerési képmás és a megismerendő tárgy között a hasonlóság a legjobb esetben is csak az izomorfiaig juthat el, gyakorlatilag pedig a strukturális hasonlóság még kevésbé tökéletes homomorf formáiban reked meg;

b) a tudományos elméletekben nélkülözhetetlen elméleti fogalmak lényegének és szerepének magyarázata, tekintettel arra, hogy a valóságban nem találhatók meg e fogalmaknak semmilyen objektív analógonjai.

A materialista ismeretelméletben jobbra felvetett, de még megoldatlan problémáknak ez a típusa a megismerésnek modellezésként való értelmezésénél a kvázi-szubsztratív és funkcionális modellezés problémáinak alakjában vetődik fel.

A MEGISMERÉS MINT FUNKCIONÁLIS MODELLEZÉS

A funkcionális modellezésre az eredmények rendszereként tekintett eredeti objektum funkcióinak (tulajdonságainak, viselkedésének) olyan reprodukálása a jellemző, amikor a modell nem épül sem a szubsztrátum hasonlóságára, sem a struktúra hasonlóságára.

Természetes, hogy az analógiás modellezésnél, csakúgy, mint az érzéki megismerés esetében, funkcionális modellek viszonylag kis mértékben szerepelnek. Az érzéki képmás és az észlelt objektum közti elemek szerinti oksági összefüggés csaknem mindig strukturális hasonlóságot eredményez, amely határozottan dominál a funkcionális hasonlóság elemei felett, legalábbis a pszichikum szintjén. A különféle fizikai jelenségek közötti természetadta funkcionális hasonlóságnak igen gyakran szintén valamilyen strukturális hasonlóság az alapja. Például szubsztrátumukat tekintve teljesen különböző jelenségek viselkedésének közös mennyiségi leírása gyakran azért lehetséges, mert mint a különböző rezgéstípusok valamennyien strukturális hasonlóságot mutatnak. Az elméleti megismerésre jellemző diszkrét modellezés esetében az elméleti képmás és a megismerendő objektum közötti aktuális oksági összefüggés már nem elengedhetetlen, s ha létezik, akkor sem okvetlenül elemek szerinti összefüggés. Ily módon a megismerési modellek funkcionális hasonlósága nem függ össze szükségképpen strukturális hasonlóságukkal. Ám ettől függetlenül a funkcionális és strukturális hasonlóság párhuzamossága a megismerési képmásokban az elméleti megismerésnél is olyan eszmény, amelyre a szubjektum — akár tudatosan, akár nem tudatosan — óhatatlanul törekszik. A megismerés mint biológiai, szociális és pszichikus jelenség avégett létezik, hogy adekvát képet adjon a külvilágról. Ebből az alapvető elvből, amely szerint a megismerés mint természeti fenomén létezik, az következik, hogy ebben minden olyan elem és mozzanat, amelyeknek nincsenek objektív előképei, általában kezdetben nem kívánatosak. Ez többek között azt jelenti, hogy, általánosságban, a funkcionális modellezés nem kívánatos, mivel ez abból áll, hogy a hasonló tulajdonságokat az objektum számára idegen struktúrák alapján következtetnek ki. Az élet azonban bonyolult dolog. Fölöttébb nem kívánatos dolgok „más vonalon” mindennapi szükségszerűségnek bizonyul-

nak: az eszmények kompromisszumokat és áldozatokat követelnek. A funkcionális modellezés a megismerés ilyen nem kívánatos, de elengedhetetlen ténye.

Régóta közismert, hogy a tudományos elméletekben szerepelnek olyan fogalmak, amelyeknek nincs semmilyen objektív eredetjük (referensük, előképük), ennek ellenére szükségesek a megfelelő elmélet felépítéséhez. Az elméleti fizika fő részében nem más, mint a matematikai analízis alkalmazása, ez utóbbi pedig elképzelhetetlen az abszolút matematikai folytonosság nélkül, amelyet a racionális számok halmazának irracionális számokkal való kiegészítése révén kapunk. A matematikai folytonosságnak azonban nincs semmiféle tulajdonképpeni fizikai értelme. Gyakorlatilag, de a szokásos definíciónak megfelelően is, azokat a fogalmakat, amelyek ténylegesen és elvileg meg nem figyelhető objektumokra vonatkoznak, „elméleti fogalmaknak”, „konstrukcióknak”, „logikai konstrukcióknak” vagy valamilyen más hasonló kombinációnak nevezik.⁷ Az elméleti fogalmakat kezdetben kizárólag elméleti megfontolások alapján vezetik be, legjobb esetben valamilyen tapasztalati adatok kapcsán, de közvetlenül nem vonatkoznak semmiféle megfigyelhető objektumra. Az elméleti fogalmak mindazonáltal vonatkozhatnak objektíve létező objektumokra — mint ahogy az esetek túlnyomó többségében valóban ezekre vonatkoznak —, igaz, csak közvetve konstataható és közvetlenül meg nem figyelhető objektumokra, illetve tulajdonságokra. Például a „spin” fogalma adekvátan tükrözi az elemi részecskéknek egy teljesen meghatározott objektíve létező tulajdonságát, de aligha láthatjuk meg valaha is „mikroszkóp alatt” azt, amit „spinnek” nevezünk. Az elméleti konstrukcióknak csupán egy része tartozik (legalábbis korunkban) az olyan elvileg megfigyelhetetlen objektumok közé, amelyek azért megfigyelhetetlenek, mert egyáltalában nem léteznek. Például a kvantumkémiában a „rezonancia-állapot” fogalma nyilván esélyes arra, hogy tisztán olyan elméleti konstrukció maradjon, amelynek objektuma egyszerűen azért nem figyelhető meg, mert objektíven nem létezik.

Az elméleti fogalmak e két típusa között túlságosan nagy a különbség, sem hogy azt ne kellene terminológiaiilag rögzíteni. Lényegében még az empirikus és elméleti fogalmak közti különbség sem olyan mélyreható ismeretelméleti szempontból, mint az a különbség, amely az objektíven létező, de az érzéki megismerési kölcsönhatásban meg nem mutakozó objektumokra vonatkozó elméleti fogalmakat elválasztja az olyan elméleti fogalmaktól, amelyek egyáltalában nem vonatkoznak bármilyen objektíve létezőre, noha olyan elméletben funkcionálnak, amely egészében az objektív világra vonatkozik. Hogy mely objektumok és tulajdonságok megfigyelhetők és melyek megfigyelhetetlenek, az ismeretelméleti szempontból már nem is olyan lényeges. A miénktől eltérő berendezésű receptorokkal és aggyal operáló megismerő szubjektumok számára az empirikus és az elméleti, a megfigyelhető és a megfigyelhetetlen kö-

⁷ E. Lednyikov: Ponjatyije „konsztrukt” v logike nauki. A „Logika i metodologija nauki. IV. Vseszojuznij szimpozium” c. gyűjteményben, Moszkva 1967.

R. Carnap: „The Methodological Charakter of Theoretical concepts”, Minnesota Studies in the philosophy of science, 1956, I.

G. Maxwell: „The Ontological Status of Theoretical Entities”, Minnesota Studies in the philosophy of science, III; L. Beck: „Constructions and Inferred Entities”, Readings in the philosophy of science, New York 1953; P. Achinstein: The problem of theoretical terms; „Amer. Philosophical Quarterly”, 1965 július; P. Achinstein: Theoretical Terms and Partial Interpretation: „The British Journal for the Philosophy of Science”, 1963, 89—105.

zötti demarkációs vonal bizonyára nem ott húzódna, ahol a mi esetünkben húzódik. Ugyanakkor az objektíve létező, de közvetlenül nem megfigyelhető objektumokra vonatkozó elméleti fogalmak, a másik típusba tartozó — egyáltalán nem létező és ezért nem megfigyelhető objektumokra vonatkozó — elméleti fogalmak közötti határ nem változna. Akárhogy nézzük is a dolgot, a fogalmaknak empirikusakra és elméletiekre való felosztása a mi céljaink szempontjából nem kielégítő. Akár valamilyen kiegészítő predikátummal is, például a „tiszta elméleti fogalmak”, „tiszta konstrukciók” megjelölés révén külön kell választanunk azokat a fogalmakat, amelyeknek nincsenek objektív referenseik.

Néhány szerző szigorúan elítéli a valóság funkcionális modelljeit képviselő olyan fogalmakat, mint a „fiktív fogalmak” vagy a „kvázi-fogalmak”. Ez a terminológia adekvátan kifejezi a tudományfilozófia fikcionalista elméleteinek fő tézisé, de hamis képet fest a dolgok valóságos állapotáról. A tiszta konstrukciók gyakorlatilag teljes értékű tudományos fogalmak egy hatékonyan működő elmélet részeként, még ha ennek a teljes értékűségnek a magyarázata ez ideig leküzdhetetlen nehézségekbe ütközik is. Az eliminatív fikcionalizmus hipotézise így hangzik: minden „fiktív fogalom” elvben eliminálható, vagyis minden olyan elméletnek, amelyben „fiktív fogalmak” szerepelnek, megfelel egy olyan ekvivalens elmélet, amelyben nincsenek meg ezek a nyugtalanító elemek, hanem minden empirikus fogalmakkal kifejezhető. Nincs kizárva, hogy ez a hipotézis igaz. Sőt, valószerűvé válik, ha „kissé” enyhítjük azzal a kiegészítéssel, hogy kifejezhető „empirikus és olyan elméleti fogalmak segítségével, amelyek objektíve reális, bár nem megfigyelhető referensekkel rendelkeznek”. Ám ha ez a hipotézis igaz is, a tiszta konstrukciók változatlanul teljes értékű tudományos fogalmak maradnak, ugyanúgy, ahogyan — egy távoli analógiával élve — a repülőgép teljes értékű repülőszerkezet annak ellenére, hogy nem lengeti madárként a szárnyait, bár elvileg olyan apparátus is építhető, amely nemcsak funkciójában, hanem struktúráját tekintve is imitálja a természetet.

Azt követelni a tudósoktól, hogy kizárólag olyan elméleteket és fogalmakat alkossanak és alkalmazzanak, amelyek a külvilág strukturális modelljei, és arra kényszeríteni őket, hogy kiiktassanak mindennemű funkcionális fogalmat és elméletet, ugyanolyan kegyetlen és otromba dolog lenne, mint azt követelni a tervezőmérnököktől, hogy kizárólag lengő szárnyú repülőgépet alkossanak.

Valamely meghatározott cél realizálásához az optimális variáns megkeresése elsőrendű fontosságú tényező mind a technikában, mind a megismerésben. Amennyire hasznos azonban az analógia a megismerésbeli funkcionális modellek és a technikában alkalmazott funkcionális modellek között, legalább annyira kockázatos is. Ez az analógia kétes értékű következtetésekre vezethet, mivel egy lényeges ponton sántít. A technikai funkcionális modellek pontosan ugyanolyan objektíve reális tárgyak, mint a természeti objektumok, ezekre is, azokra is általános természeti törvények érvényesek, és végső soron ugyanazon elemekből épülnek fel. Éppen ezért itt nemcsak az igaz, hogy mindaz, amit a természet „technikai vonatkozásban” elért, az emberek által is elérhető a természet segítségével, hanem a fordítottja is. A technika összes vívmányai — még akkor is, amikor olyasmit alkotnak, ami több természeti objektumok funkcionális modelljénél, vagyis amikor nemcsak struktúrájukban, hanem funkcióikat tekintve is megismételhetetlenek — elvileg természeti úton is realizálhatók, mivel ez nyilvánvalóan nem mond ellent semmilyen

természeti törvénynek. Gyakorlatilag ez a teorema csak azért nem realizálódik sem egyenes, sem fordított variánsában, mivel az embereknek nem kell okvetlenül mindig és minden vonatkozásban utánozniuk a természetet, s a természet sem kényszerül arra, hogy mindazt realizálja, ami objektíve és fizikailag lehetséges, beleértve azt, amit az emberek realizáltak. Az analóg fordított teorema azonban nincs helye a megismerési funkcionális modellezésnél, még az elvi lehetőségek szintjén sem. Az igaz, hogy a szubsztrátumok, struktúrák, tulajdonságok — minden objektíve létező — elvileg reprodukálhatók információ vonatkozásban a megismerésben, de a fordítottja már nem igaz. Nem mindaz, ami a pszichikumban megvalósítható szubjektíve reális, a természetben vagy a technikában is objektíve reális és lehetséges.

Ennek a fordított teorema a tagadása megszűnik triviális megállapítás lenni, mihelyt kiterjesztjük olyan tudományos elméletekben lehetséges és megvalósítható műveletekre is, amelyek a maguk egészében véve, teljes mértékben megengedik a fizikai interpretációkat. Olyan példák sokasága alapján, amikor elméletek és fogalmak, még ha a priori alkalmazzák is őket, nemcsak funkcionális, hanem meglehetősen egzakt strukturális modelljei is a valóságnak, több tudós és filozófus naivan, tudatosan vagy intuitíve hisz ebben a fordított teoremaiban. Tévedés lenne azonban ezt a nem teljes indukcióra alapozott intuitív hitet a dialektikus materializmusból következő általános elvvé emelni. Klasszikus esete volt az ilyen tévedésnek a rezonancia-elmélet filozófiai kritikája az ötvenes években. A rezonancia-elmélet filozófáló kritikusai, a valódi interpretáció nyelvén szólva, abból a premisszából indultak ki, hogy minden tudományos elméletnek feltétlenül a valóság strukturális modelljének kell lennie, a funkcionális modellek bármilyenű alkalmazása vagy alkalmazásuk elfogadása pedig nem más, mint a nyílt idealizmus. Egy elmélet mint funkcionális modell, például rezonancia-modell lehet igaz vagy nem-igaz, amennyiben itt is bizonyos általánosabb értelemben igazról és nem-igazról kell beszélnünk, de ez a metodológiai szabály gyanánt kifejtett filozófiai premissza korántsem mindig alkalmazható.

Azokat a fogalmakat és fogalomrendszereket, amelyek a valóság lényegileg funkcionális modelljei, terminológiailag mint „nem képletes fogalmakat” vagy „funkcionális fogalmakat” különböztethetnénk meg. Ám az ilyen fogalmak létezésének elismerésében nincs semmiféle idealizmus. Valóságos veszélyt csak az jelentene, ha a „nem képletes” predikátumot a „nem szemléletessel” asszociálnánk. Ez a nem kívánatos társítás elkerülhető azzal a megszorítással, hogy általánosított ismeretelméleti értelemben vett „képmásról” van szó, nem pedig szemléletes képről. Ez az asszociáció természetesen nem azért kellemetlen, mert a funkcionális fogalmak talán szemléletesek (rendszerint nem szemléletesek), hanem azért, mert a szemléletesség e fogalmaknak teljesen esetleges és nem specifikus ismérve.

Magától értetődik, hogy a megismerésnek a külvilágra való eredeti irányultsága és a gyakorlati cselekvések szabályozásának hatékonysága folytán a tudományos elméletek funkcionális, nem képletes mozzanatai, csakúgy mint az érzéki megismerés analóg mozzanatai, általában nem sértik a tudományos elméleteknek és az egyéb gnoszeológiai képződmények egészének képletességét. Sőt ellenkezőleg, éppenhogy ezeknek az elemeknek a révén jönnek létre a legkedvezőbb feltételek a maximálisan adekvát gnoszeológiai képmások megalkotásához. Csak durván antidialektikusan és mechanisztikusan gondolkodó filozófusok képtelenek megérteni, hogyan lehetséges, hogy nem képletes ele-

mek optimális feltételeket teremtenek az adekvát képletességhez. Ezek számára a „csak előre” az előrehaladás egyetlen megengedhető módja, a jobb nekilendülés érdekében való visszalépés ismeretlen előttük, és állandóan tulajdon egyenesvonalúságukat próbálják ráerőszakolni a természetre. Ha egyszer a megismerés a valóság képmásszerű ábrázolása, akkor nem lehet benne semmilyen nem képmásszerű mozzanat és elem. Csakhogy a tények a megismerés mélyreható és kiküszöbölhetetlen ellentmondásosságáról tanúskodnak. A tükrözésemélet olyan elemi lenne, mint a kétszer kettő négy, ha minden gnoszéológiai képződményt egészében és valamennyi részletében úgy tekinthetnénk, mint a külvilág strukturális modelljét. A XIX. században még lehetett azt hinni, hogy ha valamely elmélet egészében igaz, akkor valamennyi eleme okvetlenül önálló objektív értelemmel bír.⁸ A modern tudományban ez a hagyományos hit súlyos tehertétellé vált, de annak teljes tagadása, hogy a tudományban helyet kapnak a külvilág strukturális modelljei, amint ezt például a konvencionizmus teszi, az ellenkező véglet, amely ugyancsak nem felel meg a valóságnak, a tudományos gyakorlatnak. A XX. századra e két szélsőség közötti ingadozás a jellemző, amely a legkülönbébb formákban jelentkezik. A tudományban és a tudományfilozófiában még nem alakult ki a valódi egyensúly, az „arany metszés” a strukturális és a funkcionális modellezés között.

Érdekes megvizsgálni, ha csak előzetes és megközelítőleg formában is, miből ered a funkcionális modellek alkalmazásának szükségessége a megismerésben. Minden bizonnyal itt az okok sokasága szövődik össze, de ezek között mindenképpen szerepelnek a következők:

— A megismerés bizonyos céljaira egyszerűen elegendő a vizsgált objektum valamely fenomenológiai aspektusának leírása, és a funkcionális modellekkel való operálás lehetősége semmilyen követelményt nem hagy kielégítetlenül.

— Az objektum tulajdonságai (funkciói, viselkedése) rendszerint a belső struktúráktól függenek, nem pedig a külső elérhető formától, amely a funkciókkal egyidejűleg válik ismertté. Ezért a szubjektum nem engedheti meg magának, hogy kivárja azt a hosszadalmas és gyötrelmes folyamatot, amely lehetővé teszi a funkcióknak a belső struktúrákkal való megmagyarázását, és nem láthat hozzá azonnal az objektumok strukturális modelljeinek megalkotásához. A funkcionális modellek rendszerint a fogalom fejlődésének törvényszerű kezdeti szakaszai.

— A funkcionális modellek a vizsgált objektum tulajdonképpeni belső struktúráinak — amelyektől tulajdonságai (funkciói és viselkedése) függenek — identifikálása után sem mindig vesztik el jelentőségüket, már csak azért sem, mert ökonomikusabbak, illetve, mert a megfelelő objektív struktúra rendkívüli bonyolultsága miatt általában lehetetlen hatékonyan működő teljes strukturális megismerési modell realizálása.

— A makrovilágot a szubjektum pszichikumának és megismerő tevékenységének legalapvetőbb vonásaiban — kezdve az örökletesektől — modelleztük már. Ezért a makrovilágba, illetve a szupermakrovilágba való belépés, amelyeknek specifikuma túllép ezeknek az alapvető vonásoknak a keretein és ennek megfelelően közvetlenül nem fejezhető ki, kerülőutak megkeresését követeli meg. A funkcionális modellezés éppen megfelel erre a célra: a kerülőút az eleme.

— A megismerés tartalma bizonyos önállósággal rendelkezik, amely láthatólag arányosan nő terjedelmével. A megismerésnek modellezésként való értel-

⁸ M. V. Popovics: „O filozofszkom analize jazika nauki”, Kijev 1966, 11—12.

mezésekor mindaz, amiben ez a viszonylagos önállóság realizálódik, mindaz, ami a megismerésre nézve specifikus, funkcionális modellként jut kifejezésre.

— A tudományos elméletek egyszerűségét és hatékonyságát fölöttébb zavarja a kivételek, a különleges esetek, és az adott elmélet maximálisan széles körű, „kivételek nélküli” alkalmazásának a törekvése úgynevezett — Hilbert meghatározása szerint⁹ — „ideális elemek” bevezetését eredményezi, amelyek nem mások, mint funkcionális modellek.

A felsorolt okok jellege, valamint a megismerés korunkbeli fejlődésének tényei azt sugallják, hogy a funkcionális modellek alkalmazásának intenzívebbé válásával kell számolnunk. Bizonyos jelek arra utalnak, hogy a jelenkori tudományos megismerés már nem annyira a szükségletből, mint inkább a fejlődését lassító tehetetlenségből halad a strukturális modellek felkutatása útján olyan esetekben is, amikor az ilyen kutatás hosszú ideig nem hoz eredményt. Nem eléggé bátran élnek a különféle szabad fogalmi konstrukciók alkotásának elvi lehetőségeivel, csak hogy végső soron az objektív valóságot adekvátan tükröző eredményeket produkáljanak.

Feltételezhető, hogy a megismerésnek az anyag mélységeibe való behatolásával a funkcionális modellezés egyre nagyobb mértékben szükségessé válik, éppen a megismerés maximális adekvátságának biztosításához, többek között — bármennyire paradoxonnak hangzik is — az objektumok struktúrája vonatkozásában is. Egyazon objektum több különböző funkcionális modellje együttesen teljes mértékben reprodukálhatja ennek az objektumnak a tulajdonképpeni struktúráját, ha az egységes strukturális modell megalkotását zavarja is e modell rendkívüli bonyolultsága vagy a megismerés valamilyen kiküszöbölhetetlen specifikuma. Teljesen valószínű, hogy a mikrovilágról alkotott hullám- és korpuszkula-kép is két ilyen kiegészítő funkcionális modell, amelyek együttesen egyfajta — igaz, egyelőre korántsem teljes — elképzelést nyújtanak a dolgok objektív állapotáról. A kísérleti adatok makroszkopikus jellege és a megismerésnek a klasszikus fizikával összefüggő egyéb kiküszöbölhetetlen sajátosságai akadályozzák az egységes strukturális modell megalkotását.

E feltételezésnek megfelelően nagyon időszerű a megismerésnek azokon a pontokon való vizsgálata, ahol tipikus funkcionális modellezésként jelentkezik.

A MEGISMERÉS MINT KVÁZI-SZUBSZTRATÍV MODELLEZÉS

Általában szólva, s szubsztratív hasonlóságot magában foglaló modellek a legalacsonyabbrendű és a legkorlátozottabb fizikai modellezésre jellemzők. A modellezés fejlődésének dialektikája azonban olyan, hogy végül is a legmagasabbrendű és univerzális információs modellezésnél újra a szubsztratív hasonlóságra emlékeztető valamihez jutunk el, és ezért teljesen helyénvaló, ha nem is szubsztratív, de kvázi-szubsztratív modellezésről beszélünk. A fizikai szubsztratív modellezés esetében közvetlen azonosság áll fenn a modell és az eredeti természete vonatkozásában, ezzel szemben a kvázi-szubsztratív modellezésnél, amely az elméleti megismerés során realizálódik — bár a modell

⁹ D. Hilbert: „Grundlagen der Geometrie”. (Lásd orosz kiadását Moszkva 1948, 344—345.)

és az eredeti természete merőben ellentétes —, az eredeti objektum szubsztrátuma információs értelemben ugyanolyan teljesen bemutatható, mint struktúrája és funkciója. Az ilyen kvázi-szubsztratív modellezés nyilván csak a funkcionális modellezés különös esete lehet. A szokásos funkcionális modellezésre a hasonló funkcióknak a nem hasonló struktúrák alapján való reprodukálása a jellemző. A kvázi-szubsztratív modellezésnél a szubsztrátumokat a megismerési képmások és a megismerendő tárgyak közti fundamentális szubsztratív nem-hasonlóság alapján reprodukáljuk információs síkon.

Hogyan realizálható elvileg a megismerésben a kvázi-szubsztratív modellezés? Vagy hagyományosan szólva, hogyan lehet megismerni a dolgok természetét, saját belső minőségeiket?

Ez a fundamentális probléma, amelynek lehetséges megoldásait illetően egyelőre csak feltételezésekre szorítkozhatunk. Reméljük, hogy a filozófusok többsége tudatára ébred ennek a problémának most, amikor már széles körben elismerésre talált az, hogy a megismerési hasonlóság a képmás és az objektum között a homomorf megfelelés bizonyos formája. A homomorf megfelelés, legalábbis amikor nem esik nagyon távol az izomorf megfeleléstől, éppen a valóság strukturális modelljét adja. Egyszeriben kitűnik, hogy a megismerésnek kizárólag strukturális modellként való értelmezése nem elégséges. A megismerés szempontjából a funkcionális modellekhez hasonló specifikus elemeknek az értelmezése számottevően kibővíti a modelles interpretációk lehetőségeit, de ezek még így is lényegileg nem teljesek maradnak. A kvázi-szubsztratív modellezés fogalmának bevezetése elengedhetetlenül szükséges ahhoz, hogy megragadjuk a megismerés legfőbb tényeit és fő vonalaiban az egész folyamatát, s azt legalább egy aspektusában mint modellezést értelmezzük.

Ahhoz, hogy a kvázi-szubsztratív modellezés létezésének magát a lehetőségét megindokoljuk, kiutat kell találnunk az olyan látszólagos ellentmondások bűvköréből, mint amilyen az, hogy a megismerési képmások és a megismerendő objektumok szubsztrátumuk tekintetében ellentétesek, mindamellett meg kell ismernünk a funkcionális és relációs tulajdonságok és struktúrák külső kölcsönhatásaiban feltárandó specifikus anyagi hordozókat. Úgy tűnhetnék, hogy ha egyszer mindennemű megismerés megismerési képmások révén realizálódik, s az objektív tárgyakkal való hasonlóságuk homomorf vagy maximum izomorf megfelelés, akkor a dolgok természetének megismerése szükségképp lehetetlen. Másfelől, rendelkezünk valamilyen — igaz, csekély — ismeretekkel a dolgok természetéről is, ez pedig szükségképpen azt jelenti, hogy a képmás-modell és az eredeti objektum közötti hasonlóság mégiscsak több, mint izomorfizmus, azaz a szubsztratív hasonlósághoz közelít. Ám a pszichikus és anyagi jelenségek közti szubsztratív hasonlóság a legvégső, amire még gondolhatnánk, de erre is mint abszurd megoldásra.

Ennek a látszólag alternatív ellentétnek két egyaránt nem kívánatos megoldása kínálkozik:

a) vagy egyetértünk a pozitivistákkal — Schlickkel, Rougier-val, Russell-lal, Ogden-nal és Richardsszal,¹⁰ valamint számos szaktudóssal — Poincaré-

¹⁰ M. Schlick: „Gesammelte Aufsätze”, Bécs 1938, 3—8, 159, 161—170, 209; L. Rougier: „Traité de la connaissance”, Párizs 1955, 188, 244; B. Russell: „The Problems of Philosophy”, New York 1912, 49—50; C. Ogden—I. Richards: „The Meaning of Meaning”, London 1956, 82.

val, Weyllel, Eddingtonnal, Whittakerrel, Synge-zsel¹¹ — abban, hogy a tudomány a dolgoknak csak a struktúráját és formai tulajdonságait, csak a tiszta viszonyokat, formákat és mennyiségeket ismeri és elvben csak ezeket ismerheti meg, nem pedig holmi objektív minőségeket, tartalmakat, lényegeket;

b) vagy le kell mondanunk arról, hogy a megismerési képmás és a megismerendő objektum közötti hasonlóságot a strukturális modellezés, mindenekelőtt a homomorf viszonyok segítségével pontosabban meghatározzuk, és vissza kell térnünk a régi meghatározatlan, de semmi vesződséggel nem járó formulához: „valami közösnek és valami különbözőnek a megléte”.

Vannak már kísérletek, amelyek az első lehetőséget választották,¹² és olyanok is, amelyek a másodikat.¹³ Ám ezek a megoldások nemcsak kívánatosak, hanem teljesen kilátástalanok is. Már maguk a pozitivisták is kezdték elvetni azt a tézist, hogy a tudományos megismerés a világnak csak a struktúráját tárhatja fel (Kraft, Ayer).¹⁴ Ahhoz a régi tételhez pedig, amely tartózkodik attól, hogy bármilyen tekintetben pontosabb magyarázatát adja a képmás és a tárgy közötti hasonlóságnak, lehetetlen a visszatérés. A matematikai ábrázolások egzakt nyelve tagadhatatlanul jelentős előnyöket jelent a gnoszeológusoknak, és ma már senki sem kényszerítheti rá őket arra, hogy ezekről lemondjanak.

Olyan megoldást kell találni, amely megszüntetné azt a látszólagos alternatívát, hogy egyfelől lehetetlen, hogy két, szubsztrátumát tekintve különböző objektum hasonlósága az izomorfianál tovább terjedjen, másfelől pedig a dolgok természetének a kvázi-szubsztratív modellezés révén realizált megismerése szükségyszerű tény.

Azok között a tények között, amelyek meghatározzák a kvázi-szubsztratív modellezés lehetőségét az elméleti megismerésben, nem utolsó helyet kapnak a következő körülmények.

— Az anyagi tárgyak belső természetének megismerését bizonyos mértékig maga a minőség és a struktúra közötti különbség, valamint a belső minőség, vagy másszóval szubsztratív (szubsztanciális, attributív) tulajdonság és a külső, funkcionális és relációs tulajdonságok közötti különbség viszonylagossága teszi lehetővé. Ebben az esetben az olyan terminusok, mint a „minőség”, „valamely dolog természete”, a „modalitás”, olykor meg a „lényeg” is, lokális szinonimákként használhatók. Általában valamely dolog természete egy bizonyos anyagfajta leglényegesebb jellemzőinek összessége és teljessége. Valamely tulajdonság vagy folyamat természete egy bizonyos anyagi mozgásfajta leglényegesebb jellemzőinek összessége és teljessége. De valamennyi nem-elemi anyagfajta nézve és valamennyi nem-elemi mozgásfajta nézve érvényes az a törvényszerűség, hogy az anyag hierarchiájának alacsonyabb szintjét képviselő elemek meghatározott invariáns állománya, valamint bizonyos, az adott szintre már specifikus invariáns struktúra közvetlenül hozzá tartozik a szóban forgó anyagfajta jellemzőihez. A dolog minőségeit nemcsak és nem any-

¹¹ H. Poincaré: „La valeur de la science”, Párizs 1908, 266—267; H. Weyl: „Philosophie der Mathematik”, München 1928, 21—24; A. Eddington: „The Philosophy of Physical Science”, Ann Arbor 1958, 150—151.

¹² F. Georgijev—V. Dubovszkoj—A. Korsunov—I. Mihajlova: „Csuvstvennoje poznanijje”, Moszkva 1965, 81.

¹³ V. Orlov: O poznovatyelnoj roli oszuscsenijj; „Filozofszkije nauki”, 1963/3.

¹⁴ V. Kraft: „Der Wiener Kreis”, Bécs 1950, 38—43; A. Ayer: „The Problem of Knowledge”, London 1956, 19, 141.

nyira alkotóelemeinek természete határozza meg, mint „*inkább kapcsolódásuk módja, teljességet alkotó, viszonylag stabil rendszerré való szerveződésük és a rendszer szempontjából lényeges külső kapcsolatok*”.¹⁵ Ezért a tárgy struktúrájának megállapítása egymagában szükségszerű része a tárgy természete megállapításának. Másrészt a tulajdonságoknak a struktúráktól és a szubsztrátumoktól való függése a funkcionális és relációs tulajdonságok megismerését ugyancsak a tárgy szubsztrátumának és struktúrájának közvetett megismerésévé teszi. Nem létezik semmilyen közvetlen út a szubsztrátumokhoz és a belső struktúrákhoz, csak az, amely a tulajdonságok (funkciók, viselkedés) vizsgálatán visz át.

Néhány szerző túlságosan messzire megy, amikor azt állítja, hogy a fenti körülmény nemcsak szükséges, de elégséges feltétel is annak megmagyarázásához, hogy miért fejezhető ki a megismerésben izomorf viszonyok segítségével a dolgok tartalma.¹⁶ Igazuk van, amikor megállapítják, hogy „a fizikában és a kémiában a strukturális matematikai (funkcionális) és logikai viszonyok nyelvén bármilyen objektumok minősége és lényege leírható”.¹⁷ Csakhogy ez maga az empirikus tény, amely magyarázatra szorul még. A belső minőségeknek ez a struktúrák izomorfizmusában való kifejezése egyáltalán nem magától értetődő. Emellett a viszonyok struktúrájának megismerése pontosan az izomorfizmus szintjéig tárja fel a külvilágot, ami maradéktalanul kielégíti a matematikusokat, de nem a fizikusokat. Ha egyetértünk azzal, hogy a világ megismerésének pontosan az izomorfizmusig kell terjednie ahhoz, hogy kimerítő legyen, akkor ez egyenértékű volna annak a nagyon valószínűtlen ontológiai tézissnek az elfogadásával, hogy bármely tárgy maradék nélkül felosztható tiszta viszonyokból álló struktúrák halmazára. Az „anyag deszubsztancializálására” irányuló tendenciák nagyon erősek a mai tudományban, de filozófusokhoz méltatlan nem észrevenni az e tendenciákat létrehozó tendenciák történelmileg mulékony jellegét.¹⁸

— A külvilág struktúrája feltárásának keretei között mozgó megismerés korlátozottsága valóban leküzdhetetlen fogyatékoság lenne, ha a megismerési hasonlóság mindig elemi homomorfizmusokból állna. Az „elemi homomorfizmus” kifejezésen olyan homomorf megfelelést kell érteni, amelynek elemei nem maguk is más objektumok és viszonyok homomorf visszatükrözései. Azokat a homomorfizmusokat pedig, amelyeknek elemei maguk is homomorf tükröződések vagy ilyen tükröződések rendszerei, hierarchikus (összetett, több szintű) homomorfizmusoknak minősítjük. Csak az érzéki megismerés alapul elsősorban elemi homomorfizmusokon és összetett észleleteknél is maximum három-négy szintű homomorfizmusokig jut el. Az elméleti megismerés hierarchikus homomorf tükröződésekkel kezdődik, mivel kezdeti fogalmi elemei már képmás-modellek, a továbbiakban pedig áttekinthetetlenül összetett és megszámlálhatatlanul sok szintű homomorfizmusokkal operál. Ha a megismerés a maga egészében kizárólag elemi homomorfizmusokból állna, a szubjektum megkülönböztethetné a külső objektumokat kölcsönhatásuk formai-strukturális tulaj-

¹⁵ V. Tyuhtyin: *Zakon perehoda kolicesesztva v kaesesztvo v szvetye dannih szovremennoj nauki. A „Problémái naucsnovo metoda” című gyűjteményben, Moszkva 1964, 311.*

¹⁶ V. Tyuhtyin: „Kletocska” otrazsenijja i otrazsenijje kak szvojsztvo vszej matyerii; „Voproszi filozofii”, 1964/2.

¹⁷ Uo. 29.

¹⁸ Lásd Sz. Petrov: *Szubsztrát, sztruktúra, szvojsztvo; „Voproszi filozofii”, 1968/10.*

donságai alapján, anélkül azonban, hogy megtudhatná, milyen a természetük, milyenek tulajdonképpen belső minőségeik. Ezen a szinten van minden valószínűség szerint az állatok megismerő tevékenysége, amelyeknek analízátorai az általánosítás elemi képessége nélkül adnak különálló érzeteket. Az elméleti megismerésre jellemző összetett homomorfizmusok kialakulása az objektív tárgyak szubsztrátuma és struktúrája közti különbségek viszonylagosságával együtt adja az egyik lehetőséget a dolgok belső, érzékileg megismerhetetlen minőségei megismerésének.

— A dolgok természetének megismerhetetlensége úgy tekinthető, mint annak általánosítása, hogy a legelemibb érzetek, például színárnyalatbeli különbségek tartalmát a szubjektum nem közölheti másokkal. Lényegében csak a különböző emberek közös felépítése és az analízátoraik közös mechanizmusa garantálja, hogy azt, amit például „zöldnek” nevezünk, minden normális szubjektum ugyanabban a formában észleli. Ha valaha egy Földön kívüli civilizáció magasabbrendű lényével találkozoznánk, akik ugyanúgy meg tudnák különböztetni színük alapján a dolgokat, mint mi, akkor sem tudnánk megállapítani, legalábbis a tudomány mai szintjén, hogy a különböző színekről alkotott szubjektív érzeteiknek a tartalma is egybeesik-e a mieinkével. És hasonlóképpen feltételezzük, hogy ha a megismerés legmagasabbrendű szubjektumai nem tudják egymásnak megmagyarázni, pontosan milyen tartalmúak is elemi érzeteik, hanem csak ezek struktúráit tudják objektív módszerekkel közölni, akkor a holt, lélektelen dolgok még kevésbé tudhatják „közölni” velünk belső minőségeik tartalmát. A dolgok belső minőségeinek az érzetek tulajdon minőségeivel szemben azonban megvan az az előnyük, hogy anyagiak, és ez elvileg védtelenné teszi őket a tudomány objektív módszereivel szemben.

— A tudományos megismerés két fő úton halad.

a) Egyazon objektum olyan különböző objektív kölcsönhatásokban való vizsgálata, amelyek lehetővé teszik invariáns (bizonyos viszonylagos értelemben az objektumra önmagában jellemző) tartalmának, tulajdonságainak különválasztását attól a tartalomtól, amely speciálisan ilyen vagy olyan kölcsönhatásokban, kivált a megismerésre nézve specifikus kölcsönhatásokban keletkezik.

Abban az esetben, ha a vizsgált tulajdonság az érzékszervek számára hozzáférhető, mindeneke előtt ellenőrizni kell, megillet-e a szóban forgó tulajdonság bizonyos tisztán materiális kölcsönhatásokat is olyan tárgyak között, amelyek nem a megismerés szubjektumai. Ha a vizsgált tulajdonság nemcsak a szubjektum receptoraival való kölcsönhatásokban mutatkozik meg, hanem valamilyen anyagi kölcsönhatásban is, akkor ez azt mutatja, hogy objektív jelenséggel van dolgunk, nem pedig az érzéki képmásnak egy tartalmában szubjektív elemével, amely csak a szubjektum analízátorai számára tűnik a külső tárgyak saját tulajdonságának. És megfordítva, ha a tapasztalatok azt mutatják, hogy a vizsgált tulajdonság kizárólag a külső objektumnak a szubjektum analízátorai-val való kölcsönhatásában keletkezik és egyedül pszichikumának tényeként létezik, akkor ez azt jelenti, hogy szubjektív jelenséggel van dolgunk, másodlagos tulajdonsággal, amely csak az észlelés mechanizmusainak tökéletlensége folytán jelenik meg az érzéki megismerés szintjén a külső tárgyak objektív tulajdonságaként. Például a látóanalízátor számára a Nap vagy a Hold kétszer akkorának látszik, amikor lenyugszik, mint amikor a delelőponton áll. De bármely kísérleti berendezés, mondjuk egy fényképezőgép számára a Nap-

nak és a Holdnak ez a méreteiben látható különbsége nem létezik, következésképpen szubjektív, másodlagos tulajdonságról van itt szó.

Továbbá, már az objektív tulajdonságok között is lényeges (mélység szerinti) fokozatok állapíthatók meg. Az adott objektum belső minőségei vagy szubsztanciális (szubsztratív, attributív) tulajdonságai invariánsak minden olyan külső kölcsönhatásnál, amely nem érinti az objektum létezésének alapvető feltételeit. Ezzel szemben a funkcionális és relációs tulajdonságok éppen a külső kölcsönhatások valamely típusában keletkeznek és nem léteznek az önmagában vagy más környezetben vett tárgyban. Azok a tulajdonságok, amelyekkel a gyakorlatban rendszeren találkozunk, szubsztanciális, funkcionális és relációs tulajdonságok „keverékét” képezik. Egyazon tulajdonságnak különféle kölcsönhatásokban való tartósabb vizsgálata lehetővé teszi annak megállapítását, hogy tartalmának mely része invariáns belső minőség és mely része keletkezik ilyen vagy olyan külső kölcsönhatásokban. A tulajdonságok tartalmának invariáns és relatív része természetesen egyaránt külsőleg objektív. Például a speciális relativitáselmélet szerint az időbeli és a térbeli intervallumok külön-külön véve viszonylagosak és az objektumnak az adott vonatkoztatási rendszerhez viszonyított sebességétől függenek, és csak a tér—időbeli intervallumok invariánsak. Minden tárgy egyidejűleg végtelenül sok vonatkoztatási rendszerhez viszonyítva létezik és ezért, bármennyire paradoxnak tűnik is ez, egyidejűleg életének végtelenül sok különböző hosszával és idejével rendelkezik. És életének mindezek a hosszai és idői egyformán objektívek mind egymáshoz, mind pedig az objektum belső minőségeihez viszonyítva.

b) A vizsgált objektumok lehetséges valódi és tulajdon természetére vonatkozó olyan munkahipotézis kidolgozása, amelyek feltételezik ezek valamennyi kísérletileg megállapítható tulajdonságát.

A fizikában ez a megközelítés a matematikai hipotézis módszere néven ismeretes. A Maxwell-egyenleteket, a Schrödinger-egyenleteket és más fizikai törvények egész sorát eredetileg olyan matematikai hipotézisként fogalmazták meg, amelyek csak részben alapultak már ismert tényeken, részben induktíve valószerű fizikai hipotéziseket fejeznek ki, harmadik lényeges részükben pedig—mint Einstein mondta — a matematikai képletek „belső tökélyeinek” keresése során támadt sejtések eredményei. Szemben azzal az elterjedt véleménnyel, hogy a tudományos elméletek a tények általánosításaként keletkeznek, valójában inkább kivételszámba megy az, ha a meglevő tények egyértelműen meghatározhatják egy bizonyos elmélet megalkotását. Tipikus esetben nagy „adag képzelőerőre” van szükség egy új ismeretre való áttéréshez.

— Az információs modellek alkotására szolgáló technikai eszközök jellemivolta az elméleti megismerés szintjén, ahol a szubjektum tudatosan és önkényesen határozhatja meg a jelek értelmét, lehetőséget nyújt a dolgok belső természetére vonatkozó speciális fogalmak megalkotására. Az információs elméleti modell természetesen önmagában véve sohasem rendelkezhet ugyanazzal a szubsztrátummal, mint a modellezett külső objektum, ellenben magában foglalhatja azt a jelet, amelynek értelme egyesíti ezeket és csakis ezeket a jellemzőket, amelyekkel a külső objektum szubsztrátumának feltétlenül rendelkeznie kell ahhoz, hogy kísérletileg megállapított tulajdonságai megmagyarázhatók legyenek. És éppen ez jellemzi a kvázi-szubsztratív modellezésként tekintett megismerést.

— A megismerés nemcsak az elemi és összetett homomorfizmusok révén

realizált ábrázolásokról áll, hanem az ábrázolás megértéséből és értékeléséből is (ami világosan megállapítható olyan patológus eseteknél, amelyeknél két egymással nem szükségképpen összetartozó típus figyelhető meg: vagy az ábrázolás megbomlott a megértés aktusának fennmaradása mellett, vagy megfordítva, a külvilág pszichikus képmásokban való ábrázolása normális, de a szubjektum nem érti meg, illetve nem helyesen érti ezek jelentését). A belső modell-képmások megértésének mechanizmusa még nagyon is tisztázatlan. Ez a mechanizmus nyilván magában foglalja a régebbi és újabb modellek valamilyen egybevetését, az ilyen egybevetés pedig már járulékos mozzanat a strukturális, funkcionális vagy kvázi-szubsztratív belső modell létezésének pusztá tényéhez képest. Ebből következik azoknak a lehetőségeknek a feltárása, amelyek nem láthatók a modellekben, ha önmagukban tekintjük őket.

Lehetséges, hogy a fentebb említett körülmények szerepet is kapnak majd a kvázi-szubsztratív modellezés magyarázatában, ez ideig azonban nem képezik ezt a magyarázatot.¹⁹

Az elméleti megismerésben alkalmazott kvázi-szubsztratív modellezés magyarázatának nehézségei láthatólag a tudományos megismerés mai fejlődésének néhány általános sajátosságával is összefüggnek. Jelenleg a strukturális és funkcionális módszerek és megközelítések virágzásának lehetünk tanúi: a szubsztratív megközelítés egyelőre háttérben maradt. A jelenkori tudományos gondolkodás általános stílusa és korlátozottságai kisebb-nagyobb mértékben a filozófiai gondolkodásra is kihatnak. Várható, hogy — feltételesen szólva — az „anyag deszubsztancializálását”, amely korunkat jellemzi, a jövőben fordulat követi majd a XVIII. századra annyira jellemző szubsztratív megközelítések valamelyes rehabilitációja felé.

(Fordította Tomori Lajos)

¹⁹ Lásd még Sz. Petrov: „Ponyatija za obektivno i szubektivno”, Szofia 1965, 134–149.