

KOCSONDI ANDRÁS

A TUDOMÁNYOS MODELLEK HELYE A MEGISMERÉS FOLYAMATÁBAN*

A tudományos megismerés belső lényegét tekintve az objektum és a szubjektum dialektikus egysége, amelynek történelmi folyamatában megvalósul az objektum lényegének többé-kevésbé hű, adekvát visszatükrözése a megismerő szubjektum tudatában. A tudományos megismerés sajátosságai a megismerés mindennapi formáival szemben abban fejeződik ki, hogy az objektum *lényegének* feltárására, az objektív valóság törvényszerűségeinek megragadására irányuló, céltudatos, rendszerezett, kollektív tevékenység, amelyben a szubjektum aktivitása ölt testet. Ebből adódóan *egyfelől* a tudományos megismerés tartalmát és módszereit is az objektív külvilág, ennek lényege, törvényszerűségei, vagyis a megismerés tárgya determinálja. Továbbá, minthogy kollektív társadalmi tevékenység, amely sokoldalúan összefügg a szubjektum valóság-átalakító tevékenységével, kialakulását, fejlődését, fejlettségi szintjét, szociális funkcióit és módszereit végső soron a társadalmi gyakorlat, illetve ennek szükségletei, fejlettsége is meghatározza. Ugyanakkor *másfelől* a tudományos megismerés mint céltudatos tevékenység, a szubjektum aktivitásának kifejeződése e kettős — objektum és praxis általi — determináción belül viszonylagos önállósággal rendelkezik; sajátos, csak e folyamatra jellemző, csak e folyamatban ható törvényszerűségei vannak.

Az objektumra való ráhatás a tudományos megismerés minden szintjén megköveteli bizonyos kutatási eljárások, módszerek és eszközök alkalmazását. A tudományos megismerés fejlődése az objektum egyre mélyebb lényegébe való behatolás viszont egyrészt e módszerek és eszközök állandó tökéletesedését s új módszerek kidolgozását vonta maga után (hiszen a megszerzett ismeretek a megismerés további szakaszain maguk is módszerként funkcionálnak vagy funkcionálhatnak), másrészt megkövetelte a kutatási eljárások állandó fejlesztését. Különösen vonatkozik ez korunk tudományos megismerésére, amelynek egyik jellemző vonása a valóságnak a közvetlen érzéki szemlélet számára nem elérhető szintjeibe (például: kvantummechanikai, molekuláris biológiai szint), illetve igen bonyolult tartományba (például: fiziológiai folyamatok, pszichés jelenségek, gazdasági rendszerek stb.) való egyre intenzívebb behatolás. Minthogy ilyen esetekben gyakran nem lehetséges (vagy nem célszerű) a megismerés objektumának közvetlen tanulmányozása, egyre szélesebb körben alkalmazzák nemcsak a természettudományokban, hanem mind inkább a társadalomtudományokban is az ún. modell-módszert¹.

* A cikk egy nagyobb tanulmány része, s szorosan kapcsolódik a szerző e témakörből megjelent korábbi cikkeihez (lásd: Irodalomjegyzék). Ezért egy sor kérdést e cikk csak érint, s csupán a címben jelezett téma részletesebb elemzésére vállalkozik.

¹ A modell-módszer egyre szélesebb körű elterjedését korunk tudományos megismerésében igen sok tényező motíválja. E tényezők, okok részletes elemzését, valamint általában a modell-gnoszológiai specifikumának közelebbi vizsgálatát lásd: *Kocsondi A.*: A tudományos modellek és a modell-módszer fogalmáról, Magyar Filozófiai Szemle, 1970. 5.

A megismerés bármely objektumának tanulmányozása két úton valósulhat meg. Először is, vagy maga az adott objektum válik a kutatás közvetlen tárgyává, vagy pedig más objektumokra gyakorolt anyagi hatásain keresztül, illetve fordítva, ezen más, a kutatás tárgyával anyagi kölcsönhatásban lévő objektumok hatásainak vizsgálata útján tanulmányozzák. Ezekben az esetekben a megismerés objektumát *közvetlenül* tanulmányozzák, amennyiben vagy magát az objektumot, vagy a vele közvetlenül összefüggő jelenségeket vetik vizsgálat alá. Másodszor, a megismerés objektumát tanulmányozhatják és megismerhetik más, vele materiálisan össze nem függő, de objektív megfelelési, hasonlósági viszonyban lévő objektumok kutatása révén. Ebben az esetben a megismerés objektumának tanulmányozása *közvetett úton* valósul meg, minthogy sem magát az objektumot, sem más objektumokra gyakorolt anyagi hatásait, sem más, vele közvetlenül összefüggő objektumokat nem vetik vizsgálat alá. A vizsgált objektum ilyen közvetett tanulmányozása általában modelljének kutatása révén, vagyis modellezés segítségével realizálódik.

A modell a tudományos megismerés egyik sajátos eszköze, az objektum visszatükrözésének sajátos formája, amely elválaszthatatlan a modellezéstől mint sajátos kutatási eljárástól, mint a tudományos megismerés specifikus módszerétől. Ezért a modell csak a modellezés folyamatában létezik és funkcionál, s lényegi sajátosságai csak úgy tárhatók fel, ha elemezzük a modellezés módszerének sajátosságait, s ezzel együtt a tudományos kutatásban elfoglalt helyét és gnoszeológiai funkcióit.

A témával kapcsolatos irodalomban még nem alakult ki a modell-módszer egységes értelmezése. A modellezés különböző értelmezései közül két szélsőséges megközelítést emeljük ki. Az egyik koncepció képviselői kiszélesítik a megismerés e módszerének fogalmát, minthogy a tudományos megismerést, vagy általában a megismerést modellezésként értelmezik. Ezt az álláspontot képviseli például *N. M. AMOSZOV*, szovjet pszichológus, aki szerint a megismerés — modellezés², és *K. E. MOROZOV*, aki úgy véli, hogy „a megismerő tevékenység valamennyi formája meghatározott értelemben modellek tekinthető”³. A másik koncepció képviselői ezzel ellentétben túl szűken fogják fel a modellezés fogalmát, amennyiben azonosítják egyik vagy másik konkrét formájával. Modellezés fogalmán például igen gyakran csak a matematikai modellek (vagy általában matematikai eszközök) alkalmazását értik.

Véleményünk szerint a modellezés, amint ez már az előzőek alapján is kitűnik, az objektum közvetett kutatásának a módszere, mégpedig univerzális módszere. Ez azt jelenti, hogy olyan kutatási eljárás, amelynek során a kutató nem hat közvetlenül a megismerés objektumára (vagy a vele közvetlen anyagi kölcsönhatásban álló objektumokra), hanem megismerő-kutatási operációi egy másik objektumra irányulnak, amely az előbbi helyettese a kutatás folyamatában. A megismerés folyamatában ugyanis gyakran előfordulnak olyan szituációk, amikor nem lehetséges, vagy csak nagy erőfeszítések árán lehetséges, vagy egyszerűen nem célszerű az objektum közvetlen vizsgálata. Ilyenkor a kutató egy másik, a megismerés tárgyával meghatározott objektív megfelelési viszonyban (analógia, izomorfia, homomorfia) lévő objektum tanulmányozásához folyamodhat, hogy megismerve ez utóbbit (vagy ennek bizonyos oldalait, törvényszerűségeit), új információt nyerjen magáról a megismerés objektumáról. Az objektum ezen helyettesít a kutató kiválaszthatja a megismerés tárgyához, illetve bizonyos tulajdonságaihoz hasonló természeti tárgyak, jelenségek közül. A fiziológiában, orvostudományban például a kísérleti vizsgálatok során az embert igen gyakran különböző élőlényekkel (kísérleti állatokkal) helyet-

² *N. M. Amosov: Modelirovanije mšlenija i pszihiki. Kiev, 1965. 46. l.*

³ *K. E. Morozov: Matemaciceszkoje modelirovanije v naucnom poznanii, Moszkva, 1969. 9. l.*

tesítik, s ezek vizsgálata révén nyert adatok alapján következtetnek az emberben végbemenő fiziológiai, biológiai folyamatokra. Az esetek többségében azonban a kutató nem természeti jelenséget választ ki tanulmányozásra, hanem maga hoz létre az eredeti objektum néhány tulajdonságát reprodukáló, de attól más paramétereiben (például: térbeli méreteiben, időbeli lefolyásában, strukturális sajátosságai-ban stb.) szükségképpen eltérő anyagi rendszert, vagy pedig bizonyos jellemzőit, már ismert törvényszerűségeit leíró eszmei-gondolati rendszert (például: matematikai egyenletek rendszerét), és ezen anyagi vagy eszmei rendszeren végzi el a szükséges vizsgálatokat. A technikai kutató-tervező munka során például sok esetben a tervezett vagy vizsgált objektum egyes jellemzőit, illetve általában a tervezés helyességét méretarányosan kicsinyített (esetleg nagyított) másolatának tanulmányozása útján, az ezzel végzett kísérletek révén állapítják meg, illetve ellenőrzik (hidak, erőművek, duzzasztók, technikai berendezések, gépek, hajók, repülőgépek stb. modelljei). Ily módon a megismerés objektumának helyettese lehet természetes vagy mesterséges, anyagi vagy eszmei rendszer, amennyiben az utóbbi meghatározott tulajdonságai, viszonyai, strukturális vagy funkcionális sajátosságai tekintetében hasonló az eredeti rendszerhez.

A fentiek alapján a modellezés folyamatának lényegét a következőkben foglalhatjuk össze: Legyen M — az anyagi vagy eszmei objektumok adott rendszere, O — pedig az objektumok egy másik, az előzőtől különböző rendszere; legyen továbbá M' — az M rendszerre vonatkozó kijelentések halmaza; O' — pedig az O rendszerre vonatkozó kijelentések halmaza. A modellezés során az O rendszert, amely a kutatás tárgyát képezi, az M rendszerrel helyettesítik, s a szükséges vizsgálatokat az M rendszeren végzik el, majd pedig az M rendszer kutatása során nyert új ismeretet, vagyis az M' -t az O rendszerre viszik át, s így nyernek az O rendszerről bizonyos új ismeretet. Másként fogalmazva, az O' rendszert részben vagy egészben az M rendszer tanulmányozása révén szerzik. A modellezés folyamatában tehát az M rendszert az O rendszer tanulmányozására használják fel, az M rendszer mint az O rendszer kutatásának eszköze lép fel. Hogy az M rendszer valóban az O rendszer helyettese és kutatási eszköze lehessen, szükséges egyfelől, hogy az O és az M rendszer bizonyos elemei és viszonyai között meghatározott objektív viszony álljon fenn, vagyis, hogy a két rendszer megfeleljen bizonyos tulajdonságaik tekintetében egymásnak, másfelől, hogy a kutató ismerje ezt a viszonyt. A modellezés sikeres megvalósulása szempontjából tehát igen lényeges, hogy ilyen vagy olyan, de világosan megfogalmazott objektív megfelelési, hasonlósági viszony álljon fenn. Ez alapján a modellezés fogalmát a következőképpen határozhatjuk meg: *a modellezés a tudományos kutatás olyan módszere, amelynek során a kutatót közvetlenül érdeklő objektum megismerése egy másik (anyagi vagy eszmei, természetes vagy mesterséges), a megismerés tárgyával meghatározott és a kutató által ismert objektív megfelelési viszonyban levő objektum tanulmányozása útján valósul meg.* Ezt a közbenső objektumot, amely a vizsgált objektum helyettese és tanulmányozásának, megismerésének eszköze, s amelyre a kutatás adott szakaszán (a modellezés folyamatában) a kutató megismerési operációi irányulnak, s amelynek vizsgálata révén új információt nyernek magáról a kutatás tárgyáról, modellnek szokás nevezni. A modell, minthogy meghatározott objektív megfelelési viszonyban áll a megismerés eredeti objektumával, bizonyos értelemben reprodukálja, visszatükrözi az utóbbi néhány tulajdonságát, viszonyát, strukturális vagy funkcionális sajátosságát. Ennélfogva, *a modell olyan, a megismerés objektumát reprodukáló vagy visszatükröző, azzal objektív megfelelési viszonyban levő, s azt a kutatás folyamatában helyettesítő anyagi vagy eszmei rendszer, amelynek tanulmányozása új ismeret szerzését teszi lehetővé magáról a megismerés objektumáról.*

Ily módon, ha az M rendszert az O rendszer tanulmányozására használják fel, és az O -t az M rendszer közvetítésével nyerik, akkor az M rendszer az O rendszer modellje, az O rendszer viszont az M rendszer eredetije, vagyis az O rendszer a modellezett objektum. Az O és az M rendszer között mindig megfelelés, hasonlóság található, s ennek következtében az M rendszer nemcsak helyettese és megismerési eszköze az O rendszernek, hanem egyben sajátos képmása⁴ is.

A tudományos modellek és a modell-módszer fogalmának rövid jellemzése lehetővé teszi számunkra, hogy elemezzük a tudományos modellek helyét a megismerés folyamatában, s megvizsgáljuk a modellezésnek a tudományos kutatás más módszereihez és formáihoz való viszonyát.

A modell-módszer szorosan kapcsolódik a tudományos megismerés folyamatához, hiszen modellezésről csak a tudományos megismerés folyamatán belül beszélünk⁵, a modellként szereplő objektum csak a tudományos kutatás menetében rendelkezik a „modellnek lenni” tulajdonsággal. Ugyanakkor fejlődésének mai szintjén a tudományos megismerés sem nélkülözheti a modellek alkalmazását, a modell-módszer egyike korunk leghatékonyabb és a megismerés valamennyi területén alkalmazott tudományos módszereinek. A modellezés elterjedésével párhuzamosan egyre nő jelentősége is a tudományos kutatás folyamatában. Jelentőségének fokozódása — a tudományos megismerés tárgyának megváltozása, kiszélesedése, valamint a tudományos ismeret közvetett és absztrakt jellegének növekedése mellett — mindenekelőtt azzal függ össze, hogy a modellezés a tudományos kutatás univerzális módszere, minthogy a modellek egyaránt alkalmazhatók a megismerés legkülönbözőbb szakaszain és szintjein egymástól lényegesen eltérő feladatok megoldására. E módszer univerzális jellege kifejeződik abban is, hogy a modellek betölthetik a tudományos megismerés valamennyi más módszerének és eszközeinek gnoszeológiai funkcióját.

A modellezés és a tudományos megismerés közötti szoros kapcsolat abszolutizálása az alapja az előzőekben említett koncepciónak, amely a tudományos megismerést, vagy általában az emberi megismerést a valóság modellezéseként értelmezi. A modellezés és a megismerés azonosítása azonban megfosztja a modell-módszert ismeretelméleti specifikumától, s feleslegessé teszi önálló tanulmányozását. S ez egyben elszegényíti és leegyszerűsíti a megismerési folyamat belső összefüggéseinek és fejlődésének dialektikáját, minthogy a modellezés korántsem meríti ki a megismerési folyamat lényegét, belső összefüggéseinek gazdagságát, számos vonatkozása nem magyarázható meg a megismerést modellezésként értelmező koncepció alapján. Ezt egyébként olyan szerzők is kénytelenek elismerni, akik az említett álláspontot képviselik, akik így vagy úgy azonosítják a megismerést a modellezéssel.⁶

Más vonatkozásban megállapítható az is, hogy a modell-módszernek számos közös tulajdonsága van a tudományos megismerés más módszereivel és formáival. E közös tulajdonságok alapján azonban nem lehet arra következtetni, hogy a „megismerő tevékenység valamennyi formája meghatározott értelemben modellnek tekinthető.” Úgy véljük, a tudományos megismerés különböző módszereit vizsgálva figyelembe kell venni nemcsak közös tulajdonságaikat, hanem eltérő sajátosságaikat, megkülönböztető vonásaikat is. Minden egyes módszer tanulmányozásakor ele-

⁴ A „képmás” terminust nem pszichológiai, hanem gnoszeológiai értelemben használjuk, amely a társadalmi visszatükrözés, megismerés olyan eredményeit jelöli, amelyekben a visszatükrözött tárgy bizonyos (strukturális, funkcionális stb.) sajátosságai reprodukálódnak — általában egyszerűsített formában — a visszatükröző rendszerben.

⁵ Cikkünkben, minthogy a tudományos modellek sajátosságait vizsgáljuk, eltekintünk azoktól a speciális esetektől, amikor a modelleket nem tudományos-kutatási, hanem technikai-termelési vagy oktatási-demonstratív célokra használják fel.

⁶ Lásd például: Szavva Petrov: Megismerés és modellezés. Magyar Filozófiai Szemle, 1970. 3—4.

mezni kell azt is, miként jelentkeznek ezek a közös tulajdonságok a megismerés adott módszerénél vagy formájánál, mennyiben módosulnak e tulajdonságok az adott módszer specifikus vonásainak hatására. Ez természetesen vonatkozik a modellezés vizsgálatára is. „A modellek, valamint a megismerés más formáinak és eszközeinek összehasonlító elemzésekor azonban kitűnik, hogy — bár a modellek gnoszeológiai funkciói jellemzőek a megismerés más formáira is — ezeket sajátos, specifikus módon valósítják meg.”⁷

A modell, amint láttuk, az objektum megismerésének sajátos eszköze, s ebből következően a modellezés célja pedig új ismeret szerzése a megismerés eredeti tárgyról. Ezért e módszer a megismerés folyamatán belül a *tudományos kutatás folyamatával* áll legközvetlenebb, legszorosabb kapcsolatban. A tudományos kutatás ugyanis a megismerési folyamat olyan aktusa vagy formája, amelynek közvetlen célja és közvetlen feladata az objektumra vonatkozó, ennek lényegét visszatükröző *új ismeretek* szerzése, a valóság azon összefüggéseinek, törvényszerűségeinek feltárása, amelyek korábban ismeretlenek voltak a szubjektum számára. „A tudományos kutatás olyan megismerés amely *nemcsak az adott szubjektum, hanem általában a szubjektum számára* új gondolati eredmény elérésére irányul közvetlenül.”⁸ Következésképpen, a *tudományos kutatás a megismerés olyan aktusa* (vagy formája), *amelynek közvetlen célja és feladata új ismeret szerzése a szubjektum számára az objektumról*, s amelyben az objektum lényege (pontosabban bizonyos szintű lényege, illetve lényegének bizonyos vonatkozásai, azaz nem teljes lényege) feltárul a szubjektum előtt. Az objektum lényegének megragadása, új törvényszerűségeinek feltárása azonban nem valósulhat meg a szubjektum aktív részvétele nélkül. A tudományos kutatás ily módon a megismerő szubjektum aktivitásának megnyilvánulása, „az objektum szubjektum általi meghódításának elméleti formája”⁹, az objektum és a szubjektum dialektikus egysége.

A tudományos kutatás bizonyult struktúrájú, többlépcsős folyamat, amely a nem-tudástól halad a tudás felé, a konkrétól az absztrakt felé s innen ismét a konkrét felé. Mint ismeretes, a megismerés kiinduló pontja és végső célja a társadalmi gyakorlat, a tudományos kutatás folyamata ezen belül a tudományos probléma felvetődésével kezdődik, és a tudományos elmélet kiépítésére s valóságra való vonatkoztatására, illetve gyakorlati alkalmazására irányul. A tudományos probléma a szubjektum gyakorlati vagy elméleti tevékenységének folyamatában vetődik fel és a nem-tudással kapcsolatos. Azt fejezi ki, hogy meglevő ismereteink nem elégségesek az objektív valóság adott jelenségeinek értelmezésére vagy az ember adott gyakorlati feladatainak megoldására. A probléma fogalmát azonban nem lehet azonosítani a nem-tudással, minthogy egyfelől nem öleli fel valamennyi ismeretlent, hanem csak az olyan ismeretlent tartalmazza, amely már bekerült a szubjektum gyakorlati vagy elméleti tevékenységének szférájába, s ezért, másfelől, az ismeretlen ismerete (vagyis annak tudása, ismerete, hogy van valami adott jelenség, amit még nem ismerünk). A tudományos probléma felvetődése ily módon nem más, mint az ismeretlen tudatosulása. E. Sz. ZSARIKOV szerint bármely probléma két tartalmi elemegysége: egyrészt tudás a nem-tudásról, másrészt annak feltételezése, hogy lehetséges vagy az ismeretlen jelenség ismeretlen törvényszerűségének, vagy az ismert törvény elvileg új gyakorlati alkalmazási módjának felfedezése.¹⁰ Ily módon, a *tudo-*

⁷ V. A. Stoff: Modelirovanije i filozofija, Moszkva—Leningrád 1966, 151. l.

⁸ P. V. Kopnyin: Zadaci i osnovniju ponatija logiki naucsno go isszedovanija. Vvedenije, in: „Logika naucsno go isszedovanija”. Moszkva, 1965, 9. l.

⁹ Ugyanott.

¹⁰ E. Sz. Zsarikov: Naucsna ja problema, in: „Logika naucsno go isszedovanija”, id. kiad., 23. l.

mányos probléma a nem-tudásra és ennek lehetséges megoldási módjaira vonatkozó ismeret illetve feltételezés, amely az objektum szubjektum általi meghódításának gyakorlati vagy elméleti folyamatában vetődik fel. A tudományos kutatás ebből a szempontból úgy jellemezhető, mint a tudományos probléma megoldási folyamata, mint e lehetséges megoldási módok (vagy ezek egyikének) realizálódása, azaz mint a nem-tudás átmenete a tudásba, mint a tudományos probléma átalakulása tudományos ismeretté, vagy a tudományos elmélet, illetve valamilyen más elméleti rendszer (például hipotézis) részévé.

Milyen kapcsolatban áll a modellezés a tudományos kutatás e folyamatával? A modell fogalmának eddigi jellemzése alapján megállapítható, hogy *a modell-módszer szorosan kapcsolódik a tudományos kutatás folyamatához s ennek más formáihoz és módszereihez. A modellezésnek a tudományos kutatással, valamint ennek más módszereivel és formáival való szerves egysége elsősorban a következőkben fejeződik ki:*

1. A modell-módszer alkalmazásának szükségessége, lehetősége vagy célszerűsége mindig a tudományos kutatás folyamatában, az objektum tanulmányozásának korábbi (azaz a modell alkalmazását megelőző) szakaszain vetődik fel.¹¹ Az objektum vizsgálata ugyanis nem modellezésével, hanem a tudományos megismerés más formáival és más módszereinek az alkalmazásával kezdődik. E folyamatban a kutató már bizonyos ismereteket nyer az objektumról. Azonban az objektum ezen előzetes tanulmányozása során kitűnhet az is, hogy egyfelől a nyert ismeretek nem elégségesek az objektum adott tulajdonságainak, összefüggéseinek stb. értelmezésére, magyarázatára, s másfelől az objektum közvetlen kutatása nehézségekbe ütközik, vagy egyáltalán nem lehetséges. E nehézségek leküzdése érdekében a kutató az objektum modellezéséhez folyamodik, s e módszer alkalmazásával törekszik a szükséges ismeretek megszerzésére. A modellezés, ily módon, szorosan összefügg a kutatás előző szakaszaival, amelyek során a modellezés szükségessége, lehetősége vagy célszerűsége felvetődik; az objektum modellezését mindig megelőzik a tudományos megismerés más formái és eszközei (például: megfigyelés, kísérlet, leírás, magyarázat stb.).

2. A modellezés folyamatában, s főként a modell-alkotás során, mindig támaszkodnak az objektumról nyert korábbi ismeretekre, minthogy a modellezés általában s a modell-alkotás különösen nem lehetséges meghatározott elméleti alapok nélkül. A modell kiválasztása vagy létrehozása ugyanis nem a megismerő szubjektum önkényétől függ, hanem a modellezett objektum és a leendő modell objektíve adott tulajdonságainak egymáshoz való viszonyától. Mint már említettük, a modellezés objektív alapja a modell és az objektum közötti megfelelés. Ezért szükséges, hogy a modell bizonyos tulajdonságai megfeleljenek az objektum tulajdonságainak. A modellezés során ugyanis éppen e közös tulajdonságok alapján következtetnek arra, hogy a modellezett objektum is rendelkezik a modell újjól megismert (azaz a modellezés folyamatában feltárt) tulajdonságaival. Ugyanakkor a modell lényegénél fogva különbözik is a modellezett objektumtól, hiszen csak akkor helyettesítheti az objektumot a kutatás folyamatában, ha nem rendelkezik azokkal a tulajdonságokkal, amelyek megnehezítették vagy lehetetlenné tették az objektum közvetlen tanulmányozását.

¹¹ A szerző véleménye szerint a modellezés folyamatában a következő szakaszok különböztethetők meg: 1. a modellezés szükségességének felvetődése; 2. a modellezés elméleti előkészítése; 3. modell-alkotás (kiválasztás); 4. modell-kutatás; 5. ismeret-átvitel; 6. az új ismeret igazolása és ellenőrzése; 7. az új ismeret beépítése a tudományos elmélet rendszerébe. E szakaszok részletes jellemzését lásd: *Kocsondi A.: Sztruktúra naucsnovo modelirovanija, Acta Philosophica XIII., Szeged 1972.*

M. B. HESSE az objektumhoz való viszony tekintetében a modell tulajdonságait három csoportba sorolja: 1. az első csoportot a modell azon tulajdonságai alkotják, amelyek a modellezett objektum tulajdonságaihoz hasonlóak, vagy azokkal azonosak (ezt nevezi „pozitív analógiának”); 2. a második csoportba azok a tulajdonságai tartoznak, amelyekkel a modellezett objektum nem rendelkezik („negatív analógia”); 3. a modell tulajdonságainak harmadik csoportjához azokat a tulajdonságokat sorolja, amelyekről még nem tudni, hogy jellemzőek-e a modellezett objektumra vagy sem („neutrális analógia”).¹² Figyelembe véve M. B. HESSE ezen véleményét, a modell fogalmáról fentebb kifejtetteket a következőképpen tehetjük pontosabbá: Legyen $\mathfrak{O} \{P_1, \dots, P_n\}$ az O objektum tulajdonságainak¹³ halmaza, $\mathfrak{M} \{P'_1, \dots, P'_m\}$ pedig az M objektum tulajdonságainak halmaza. Legyen továbbá \mathfrak{A} az \mathfrak{O} halmaz olyan rész-halmaza, amelynek elemei az \mathfrak{O} halmaz már *ismert* P_1, \dots, P_k tulajdonságai; hasonlóképpen \mathfrak{B} az \mathfrak{M} olyan rész-halmaza, amelynek elemei az \mathfrak{M} halmaz már *ismert* P'_1, \dots, P'_l tulajdonságai. Álljon mind az \mathfrak{A} , mind a \mathfrak{B} két-két valódi rész-halmazból úgy, hogy

$$\mathfrak{A}_1 = \mathfrak{A} \cap \mathfrak{B} \neq \emptyset$$

$$\mathfrak{A}_2 = \mathfrak{A} \setminus \mathfrak{B} = \mathfrak{A} \cap \bar{\mathfrak{B}} \neq \emptyset$$

$$\mathfrak{B}_1 = \mathfrak{B} \cap \mathfrak{A} \neq \emptyset$$

$$\mathfrak{B}_2 = \mathfrak{B} \setminus \mathfrak{A} = \mathfrak{B} \cap \bar{\mathfrak{A}} \neq \emptyset,$$

ahol $\bar{\mathfrak{B}}$ a \mathfrak{B} komplementere, $\bar{\mathfrak{A}}$ pedig \mathfrak{A} komplementere.

Ha ezek a feltételek teljesülnek, akkor — lévén $\mathfrak{A}_1 = \mathfrak{B}_1$ — az \mathfrak{O} és az \mathfrak{M} halmaz bizonyos tulajdonságai között izomorf megfelelés áll fenn, s ezért az \mathfrak{M} halmaz az \mathfrak{O} halmaz modellje lehet. Ez azonban megköveteli, hogy a modell kiválasztásakor, illetve szerkesztésekor figyelembe vegyék az objektumról, vagyis az \mathfrak{O} halmazról (s a leendő modellről, azaz az \mathfrak{M} -ről) nyert korábbi ismereteket (az \mathfrak{A} , illetve \mathfrak{B} rész-halmazokat), s tanulmányozzák kettőjük viszonyát, feltárják közös és eltérő tulajdonságaikat, tehát pontosan meghatározzák az \mathfrak{A}_1 , illetve \mathfrak{B}_1 , továbbá az \mathfrak{A}_2 és \mathfrak{B}_2 rész-halmazokat. A modell kiválasztása ugyanis mindig az \mathfrak{A} és \mathfrak{B} rész-halmazok összehasonlítása alapján, a közös (analóg) és eltérő tulajdonságok feltárása, számbavétele és értékelése, azaz az $\mathfrak{A}_1 = \mathfrak{B}_1$, valamint a \mathfrak{A}_2 és \mathfrak{B}_2 rész-halmazok többé-kevésbé egzakt körülhatárolása útján valósul meg. A modell szerkesztésekor viszont az \mathfrak{A} rész-halmaz alapján eleve úgy építik meg a modellt, hogy bizonyos lényegi tulajdonságai hasonlóak vagy azonosak legyenek a modellezett objektum meghatározott tulajdonságaival (azaz előre megadják az $\mathfrak{A}_1 = \mathfrak{B}_1$ rész-halmazt), s egyidejűleg elvonatkoztatnak az O objektumnak a kutatás szempontjából lényegtelen, mellékes, vagy azt akadályozó, a lényegi tulajdonságok feltárását zavaró tulajdonságaitól (azaz előre meghatározzák azokat a tulajdonságokat, az \mathfrak{A}_2 rész-halmazt, amelyek tekintetében a modellnek különböznie kell az objektumtól).

Ily módon a modellezés általában, s különösen a modell-szerkesztés (kiválasztás) szükségképpen feltételezi a modellezett objektum, valamint a (leendő) modell és az objektum közötti viszony előzetes tanulmányozását, ami természetesen a megismerés valamilyen más módszerével, illetve más módszereivel valósul meg.

¹² M. B. Hesse: *Models and analogies in science*, London—New York, 1963, p. 9f.

¹³ A «tulajdonság» terminust itt és a továbbiakban igen széles értelemben használjuk, amely az objektum tulajdonképpeni tulajdonságain kívül jelöli összefüggéseit, viszonyait, elemeit, funkcióit stb. is.

3. Amint már említettük, a modell az objektum megismerésének eszköze, a modell-szerkesztés és a modell-kutatás célja pedig ismeretszerzés a kutatás eredeti tárgyáról, a modellezett O objektumról, annak még ismeretlen tulajdonságairól, vagyis a P_{k+1}, \dots, P_n részalmazról. A modellezés folyamatában ugyanis tanulmányozzák az \mathfrak{M} halmaz még ismeretlen tulajdonságait, azaz a $\mathfrak{B}\{P'_{1+1}, \dots, P'_m\}$ részalmazt, s ennek során újabb tulajdonságait, például a P'_{1+j} tulajdonságát ismerik meg. Ezáltal az M objektumra vonatkozó ismereteink bővülnek, minthogy a \mathfrak{B} részalmaz újabb elemmel gazdagodik ($P'_{1+j} \in \mathfrak{B}$). Az így nyert új ismeret birtokában megfelelő következtetések vonhatók le a modellezett objektumról. Például feltételezhető, hogy az O objektum a P'_{1+j} tulajdonsággal analóg P_{k+i} tulajdonsággal rendelkezik. A $\mathfrak{B}\{P'_{1+1}, \dots, P'_m\}$ részalmaz tanulmányozása, a P'_{1+j} tulajdonság megismerése, valamint az \mathfrak{D} és \mathfrak{M} halmaz ismert viszonya ($\mathfrak{A}_1 = \mathfrak{B}_1$) alapján tehát feltételezik a ($P_{k+i} \in \mathfrak{D}$), illetve ($P_{k+i} \in \mathfrak{A}$) fennállását. Ebből látható, hogy a modell mindig az objektum megismerését, az objektumra vonatkozó információk szerzését szolgálja, s ezért a modellezés a kutatási folyamat része vagy egy szakasza.

Másként megfogalmazva ez azt jelenti, hogy a modellt nem önmagáért hozzák létre és tanulmányozzák, a modellezés nem öncélú folyamat, hanem a modell az objektum helyetteseként és megismerésének eszközeként beépül a kutatás egész menetébe, a kutatás közvetlen tárgyává válik. Ezért a kutatás adott szakaszán a kutató minden megismerő tevékenysége a modellre összpontosul, a modellt figyeli meg, ezen végez kísérletet, méréseket, számításokat, s elméleti-logikai operációit is a modellen (vagy a modellre vonatkozó kijelentéseken, jeleken) hajtja végre. A modellt azonban csak azért és csak annyiban tanulmányozza, amennyiben tanulmányozása révén új ismereteket nyerhet a modellezett objektumról. Ily módon a modellezés mindig része a tudományos kutatás egész folyamatának.

4. A fentiekből következik, hogy a tulajdonképpeni modellezéssel, vagyis a modell-szerkesztéssel és a modell-kutatással nem zárul le az objektum megismerésének folyamata, hanem a modell tanulmányozása útján nyert új ismeretet mindenképp át kell vinni — megfelelő elméleti és logikai eljárások segítségével — a modelltől a modellezett objektumra, s ellenőrizni kell, hogy az így kapott ismeret valóban visszatükrözi-e az objektum sajátosságait, milyen mértékben tükrözi vissza, mennyire vonatkoztatható az objektumra, azaz mennyire megbízható az objektumról nyert új ismeret. A \mathfrak{B} részalmaz tanulmányozása eredményeként megismert P'_{1+j} tulajdonság alapján ugyanis még nem dönthető el, hogy az O objektum rendelkezik-e ezzel (vagy ehhez hasonló) tulajdonsággal. Sőt a modellezés e szakaszán még az sem ismeretes, hogy az \mathfrak{D} és az \mathfrak{M} halmazoknak az \mathfrak{A}_1 (illetve \mathfrak{B}_1) részalmaz mellett van-e további közös tulajdonsága, vagyis hogy a

$$(\mathfrak{D} \cap \mathfrak{M}) \setminus (\mathfrak{A} \cap \mathfrak{B})$$

üres vagy valódi részalmaz-e. Ezért a P'_{1+j} tulajdonság megismerésével nem záródik le a modellezés folyamata, hanem különböző elméleti és logikai módszerek segítségével elemzik a P'_1, \dots, P'_1 tulajdonságokhoz való viszonyát (s esetleg a feltételezett P_{k+i} tulajdonságnak a P_1, \dots, P_k tulajdonságokhoz való viszonyát), hogy eldöntsék az adott tulajdonság (P'_{1+j}) a \mathfrak{B}_1 , vagy pedig a \mathfrak{B}_2 részalmazhoz tartozik-e. Amennyiben e vizsgálat eredményeként az adódik, hogy

$$P'_{1+j} \in \mathfrak{B}_2,$$

úgy az eredeti objektumra vonatkozólag pozitív ismeret nem nyerünk. Ha viszont sikerül igazolni, hogy

$$P'_{1+j} \in \mathfrak{B}_1,$$

úgy a modell tanulmányozása során nyert új ismeret átvihető a modellezett O objektumra. Ez esetben tehát a modellezés eredményeként megállapítható, hogy az O objektumnak a P'_{i+j} tulajdonsággal azonos vagy analóg P_{k+i} tulajdonsága van, vagyis

$$(P'_{i+j} \in \mathfrak{B}_1) \rightarrow (P_{k+i} \in \mathfrak{U}_1) \rightarrow (P_{k+i} \in \mathfrak{D}).$$

Az így nyert új ismeret lehetővé teszi, hogy a kutató visszatérjen az objektum közvetlen tanulmányozásához, vagy legalábbis, hogy tökéletesítse a modellt, s az objektum sajátosságait pontosabban visszatükröző modell segítségével törekedjen újabb ismeretek szerzésére. Mindez ismét igazolja, hogy a modellezés a tudományos kutatás folyamatának része vagy szakasza, minthogy a tulajdonképpeni modellezéssel az objektum tanulmányozásának csak egy periódusa zárul le. A nyert új ismeret birtokában azonban más kutatási eljárások és módszerek (például: reális és gondolati kísérlet, leírás, magyarázat, hipotézis s í. t.) segítségével vizsgálhatják az objektumot.

5. Magában a modellezés folyamatában az objektum tanulmányozására nem csupán a modellt használják fel eszközként, hanem a tudományos megismerés más módszereit és eljárásait is (például: megfigyelést, mérést, kísérletet, absztrahálást, idealizációt, logikai következtetéseket stb.). Korábban már láttuk, hogy a modellalkotás feltételezi az objektum, illetve a modell és az objektum viszonyának előzetes tanulmányozását. De maga a modell-szerkesztés is meghatározott gyakorlati vagy elméleti procedúra, amely a modell természetétől függően különböző gyakorlati, elméleti és logikai eljárások alkalmazását kívánja meg. A modellezés egyik leglényegesebb szakaszában, a modell-kutatás során viszont a modellt — a kutatás közvetlen tárgyaként — szükségképpen megfelelő kutatási-megismerési eljárásoknak, műveleteknek vetik alá. A modellezés e szakaszában a tudományos megismerés bármely más módszerét alkalmazni lehet, azaz a modellen végre lehet hajtani minden kutatási műveletet, amellyel a megismerés adott szintjén rendelkeznek, amellyel az objektum közvetlen tanulmányozása is megvalósul.

Az új ismeret átvitele az objektumra viszont elsősorban bizonyos elméleti-logikai eszközök alkalmazását tételezi fel (például: logikai következtetések, ezen belül analógiás következtetések felhasználását). Végül, a modellezés során szükségessé válhat bizonyos logikai bizonyítások alkalmazása, vagy az új ismeret kísérleti ellenőrzése is. Mindez mutatja, hogy a modellezés során minden esetben felhasználnak más kutatási eljárásokat is, illetve a tudományos kutatás folyamatában a modell szükségképpen összefonódik más módszerekkel és eszközökkel.

6. A vizsgált kapcsolat kifejeződik abban is, hogy a megismerés folyamatában a modell magára vállalhatja a tudományos kutatás más eszközeinek és formáinak (például: tudományos elmélet és hipotézis, interpretáció, magyarázat, előrelátás, bizonyítás s í. t.) meghatározott funkcióit. A tudományok történetéből számtalan példára lehet hivatkozni, amikor a modellt egy, még nem kidolgozott tudományos elmélet funkcióinak ellátására használták fel. A múlt század végén például a fizika egyes fejlettebb ágait (mechanikát, dinamikát, hidrodinamikát stb.) még nem kellően kidolgozott területeihez tartozó jelenségek (elektromosság, mágnesség, fény, hő stb.) értelmezésére, magyarázatára, továbbá e jelenségeket adekvát módon leíró tudományos elmélet (elektromosságtan, fényelmélet, hőtan stb.) kidolgozására alkalmazták. Közismertek *J. C. MAXWELL* és *LORD KELVIN (THOMSON)* mechanikai modelljei, amelyek segítségével az elektromágneses jelenségeket, fényt, étert stb. akarták leírni, illetve megmagyarázni.

7. Végül, a modellezés és a tudományos kutatás kapcsolatára jellemző az is, hogy a modell bekapcsolódhat a tudományos megismerés más formáiba (például: a gondolat kísérletbe, a hipotézisbe, a tudományos elmélet létrehozásába s í. t.), vagy azok sajátos formáját képezheti (például: modell-kísérlet, modell-interpretáció, modell-magyarázat s í. t.). Tulajdonképpen arról van szó, hogy a tudományos kutatás bármely formája megvalósulhat modell segítségével is.

A fentiek egyértelműen mutatják, hogy a modell-módszer valóban igen szoros kapcsolatban van a tudományos kutatás folyamatával és a modellezés sokoldalúan összefonódik a tudományos megismerés más formáival és módszereivel.

Ezideig a tudományos kutatást mint egységes folyamatot vizsgáltuk. A tudományos problémának tudományos elméletbe való átalakulása azonban igen bonyolult és összetett folyamat, amely egy sor viszonylag önálló és egymástól elkülönült szintre tagolódik, amelyek mindegyike sajátos tulajdonságokkal, vonásokkal, struktúrával rendelkezik. Mint ismeretes, a tudományos megismerésnek legáltalánosabb megközelítésben mindenekelőtt két szintje, az *empirikus* és a *teoretikus szint* különíthető el, amelyek közül mindegyik maga is egy sor kutatási módszerből és formából áll, és a megismerés adott szintjén felvetődő feladatok megoldásának megvannak a maguk sajátos eszközei és eljárásai. Természetesen a megismerés e formáinak (vagy al-szintjeinek) is megvannak a sajátos feladatai s ezek megoldásának sajátos eszközei; s valamennyi sajátos szerepet játszik a tudományos kutatás folyamatában.

A megismerés empirikus szintjére a kísérleti adatok, az empirikus tények gyűjtése s ezek feldolgozása, vagyis a felhalmozott tényanyag rendszerezése, értékelése, leírása, munkahipotézisek kidolgozása a jellemző. A megismerés e szintje olyan eljárásokkal és módszerekkel kapcsolatos, mint a megfigyelés, mérés, kísérlet és a leírás. E módszerek a tények céltudatos, rendszeres gyűjtését, az empirikus adatok felhalmozását, tudományos nyelvre való lefordítását, s általában az elméleti tevékenység számára történő előkészítést szolgálják. Az empirikus szint leglényegesebb és a teoretikus szinttől megkülönböztető sajátossága azonban az, hogy e szinten magával a megismerés tárgyával, tehát a külvilág, az objektív valóság jelenségeivel és folyamatával operálnak, s így a nyert empirikus ismeret általában az objektummal való közvetlen *gyakorlati* tevékenység eredménye.

A megismerés elméleti szintjére az empirikus anyag gondolati feldolgozása, a tények magyarázata, az empirikus adatok közötti törvényszerű összefüggések feltárása, a kísérleti eredményeknek általános elméleti tételek alá rendelése, új empirikus tények előrelátása a jellemző. Az elméleti tevékenység során elvonatkoztatnak a jelenségek lényegtelen, mellékes oldalaitól, tulajdonságaitól és kiemelik lényegüket. A megismerés e szintje a kutatás olyan formáival és módszereivel kapcsolatos, mint a gondolat kísérlet, interpretáció, magyarázat, előrelátás, hipotézis, idealizáció stb. E módszerek segítségével azonban nem magukkal a dolgokkal és jelenségekkel végeznek műveleteket, hanem az ezekre vonatkozó kijelentésekkel, jelekkel, a dolgok és jelenségek lényegi összefüggéseit visszatükröző absztrakciókkal, idealizált objektumokkal, eszméi modellekkel. Az elméleti szinten folyó kutatás célja az objektum törvényszerűségeinek feltárása és a tudományos elmélet kidolgozása, továbbá a tudományos elméletnek a valóságra való vonatkoztatása és gyakorlati alkalmazását lehetővé tevő feltételek elméleti kidolgozása.¹⁴

¹⁴ Nem elemezzük részletesen az empirikus és a teoretikus szint viszonyát és különbségét, minthogy e problémát illetően több olyan kérdés vetődik fel, amelyek megoldása túlnő a tanulmány keretein. A probléma marxista megközelítését lásd például: *V. A. Lektorszkij*: Eginsztvo empiriceszkogo i teoreticeszkogo v naucnom poznanijii, in: „Dialektika — teorija poznanija. Problemü naucnogo metoda”, Moszkva, 1964.

Ha a modell-módszernek a tudományos megismerés empirikus és teoretikus szintjéhez való viszonyát vizsgáljuk, azt lehet mondani, hogy e módszer alkalmazható a tudományos kutatás mindkét szintjén, minthogy a modellezés szükségessége, lehetősége vagy célszerűsége egyaránt felvetődhet mind az empirikus, mind a teoretikus szinten. Másrészt maga a modellezés mint a tudományos kutatás univerzális módszere is alkalmas arra, hogy a megismerés mindkét szintjén felhasználják meghatározott feladatokra. Ez többek közt azzal is összefügg, hogy a modellek természetüket tekintve lehetnek anyagiak is és eszmeiek is, s ennél fogva a tudományos megismerés empirikus szakaszán, ahol elsősorban a valóság tárgyaival, jelenségeivel és folyamataival operálnak, e tárgyakat, jelenségeket és folyamatokat helyettesítő anyagi modelleket alkalmaznak; ezzel szemben a megismerés teoretikus szintjén, ahol a valóság tárgyaira, jelenségeire és folyamataira vonatkozó elemi képmásokkal, jelekkel stb. végeznek különböző elméleti és logikai műveleteket, az e képmásokból, jelekből stb. felépülő eszmei modelleket alkalmaznak.

a) A modell-módszert, ily módon alkalmazhatják a tudományos kutatás *empirikus szakaszán*, s e szinten főként anyagi modellek játszanak szerepet. Így például a modell-kísérlet során csak anyagi-tárgyi objektumok szerepelhetnek modellként. Hasonló a helyzet a modell segítségével megvalósuló mérés esetében is. Ezzel ellentétben a modell-leírás¹⁵ folyamatában gondolati modellek vesznek részt.

A megismerés empirikus szintjén a modell-módszert elsősorban a tudományos kísérlettel kapcsolatban alkalmazzák. A tudományos kísérlet során ugyanis igen gyakran adódik olyan situáció, amikor nem lehetséges a megismerés tárgyával való közvetlen kísérleti operálás, mivel az adott tárgy természete ezt nem teszi lehetővé vagy a kísérleti beavatkozás nagy mértékben megzavarná a folyamatot, s így a nyert információ megbízhatósága bizonytalanná válna. Ilyen esetekben a kutatót közvetlenül érdeklő objektumot egy másik, természetes vagy mesterséges objektummal helyettesítik, s ennek segítségével tanulmányozzák a megismerés objektumát. A kísérlet egy sajátos formájáról van itt szó, amit *modell-kísérletnek* szokás nevezni. A modell-kísérletben a modellezés a kísérlet egy szakaszaként, a modell pedig sajátos kutatási eszközeként lép fel; sajátos kutatási eszköz, amennyiben a modell egyben a kísérlet tárgyának helyettesítője is. Ezért a modell a modell-kísérleten belül kettős funkciót teljesít: egyrészt a kísérletezés *eszköze*, másrészt a kutatás közvetlen *tárgya* is. A modell a kísérlet folyamatában azonban nemcsak a megismerés tárgyát helyettesítheti, hanem az objektum vagy a kutatás feltételeit is, sőt bizonyos esetekben magát a megismerő szubjektumot is.

A tudományos kísérlet és a modellezés kapcsolatának elemzésekor figyelembe kell venni azt is, hogy a kísérletezés és a modellezés, pontosabban az anyagi modellek építése és kutatása egy sor közös tulajdonsággal rendelkezik. E közös tulajdonságok mindenekelőtt abból fakadnak, hogy mind a kísérletezés, mind az anyagi modellek alkalmazása anyagi tárgyakkal végzett *gyakorlati* tevékenység, amelynek során a szubjektum anyagi-tárgyi hatást gyakorol a megismerés adott tárgyára, átalakítja, megváltoztatja azt. Az objektum megismerése tehát mindkét esetben gyakorlati tevékenység eredményeként valósul meg. E közös tulajdonságok alapján azonban nem lehet a modellezést általában a tudományos kísérlet sajátos formájának tekinteni,¹⁶ vagy ellenkezőleg, a kísérletezést sajátos modellezésként, a kísérlet tárgyát

¹⁵ A «modell-kísérlet» terminushoz hasonlóan a modell közvetítésével megvalósuló leírást, mérést, tudományos magyarázatot, előrelátást, interpretációt stb. rendre a «modell-leírás», «modell-mérés», «modell-magyarázat», «modell-előrelátás», «modell-interpretáció» stb. terminusokkal jelöljük.

¹⁶ Lásd például P. V. Kopnyin: Logicszeszkije osznovü nauki. Kiev, 1968. 246. l.

pedig sajátos modellként értelmezni¹⁷ A modellezés és a kísérlet az említett közös tulajdonságok mellett egy sor eltérő sajátossággal is rendelkezik.¹⁸

b) A modellezést gyakran alkalmazzák a valóság megismerésének *elméleti szintjén* is. Az objektív valóság elméleti visszatükrözésének folyamatában (például: gondolatkísérletben, tudományos elmélet alkotásában, hipotézisek felállításában és igazolásában stb.) elsősorban eszmei modellek, különösen jelmodellek vesznek részt. Azonban bizonyos esetekben (például formalizált jelrendszerek modell segítségével történő interpretációja során) felhasználhatnak modellként anyagi jelenségeket, valamint ezek rendszereit is.

A tudományos megismerés teoretikus szintjén a modelleket leggyakrabban a tudományos elmélettel kapcsolatban alkalmazzák. A modell összekötő kapocs lehet például két tudományos elmélet között, s lehetővé teheti egyik elméletnek a másikba történő „lefordítását”, s ezzel az előbbi elmélet területén elért eredményeknek az utóbbiba való átvitelét. Más esetben egy adott elmélet logikai struktúrája szerepelhet modellként egy másik, esetleg még nem teljesen kidolgozott vagy nem kellően igazolt elmélet számára. Például F. KLEIN megépítve a nem-euklideszi geometria modelljét az euklideszi geometriában, kimutatta, hogy amennyiben ellentmondások lennének a nem-euklideszi geometriában, úgy ezek az ellentmondások az euklideszi geometriában is fennállnak, azaz visszavezette az előbbi ellentmondásmentességét az utóbbi ellentmondásmentességére.

c) A modellezés emellett összekötő kapocsként szerepelhet az empirikus és a teoretikus megismerés között, éspedig a modell lehet először *az empirikus ismeretektől a tudományos elmülethez való átmenet* eszköze. Ebben az esetben a dolog természeténél fogva eszmei modelleket alkalmaznak. Ilyenkor a modellt az empirikus tényanyag rendszerezésére, hipotézisek felállítására, s főként a valóság adott területét leíró-visszatükröző tudományos elmélet létrehozására használják fel. Ilyen szerepet töltenek be, például, a modern fizikában a különböző atom- és magmodellek. E modelleket egyfelől a kísérleti és megfigyelési adatok értelmezésére, magyarázatára, a közöttük levő lényegi összefüggések feltárására, új empirikus tények előrelátására, másfelől az empirikus úton feltárt lényegi összefüggések, törvényszerűségek szintetizálására, egységes elméleti rendszerben való összefoglalására, vagyis hipotézisek és tudományos elméletek kidolgozására használják fel.

d) Másodszor a modell mint az empirikus és teoretikus megismerés közötti összekötő kapocs, eszközként szerepelhet *a tudományos elmületnek az empirikus adatokra és a valóságra való vonatkoztatásában*. Ebben az esetben felhasználhatnak mind anyagi, mind pedig eszmei modelleket. Ilyen feladatok ellátására főként absztrakt elméletekkel, formalizált deduktív rendszerekkel kapcsolatban alkalmaznak modelleket. E rendszerek közvetlen valóságra vonatkoztatása ugyanis, minthogy többszörös elvonatkoztatás eredményei, absztrakciók absztrakciói, általában nem lehetséges. Hogy kijelölhessék a valóság azon tartományát vagy tartományait, amelyre az adott formalizált rendszer vonatkoztatható, e rendszert interpretálni kell. S ez az interpretáció általában a rendszernél konkrétabb elméleti vagy anyagi rendszer segítségével valósul meg. Ily módon ez esetben a modell mint a formalizált deduktív rendszer interpretációja szerepel.

¹⁷ Lásd például P. E. Szivokony: Metodologicseskizje problémü jesztesztvennonaucsnogo experimenta. Moszkva, 1968. 269. 1.

¹⁸ A modellezés és a tudományos kísérlet viszonyának részletesebb elemzését lásd: Kocsondi A.: Vzaimootnosenije experimenta i modelirovanija v naucsnom poznanii, Acta Philosophica X., Szeged, 1969.

e) Végül a modell szolgálhatja a tudományos elméletnek gyakorlati feladatok megoldására történő alkalmazását is. Az elmélet és a gyakorlat közötti „hídként” leginkább az elméletnél konkrétabb eszmei modelleket használnak, de bizonyos esetekben a tudományos elmélet gyakorlati alkalmazása megvalósulhat anyagi modellek közvetítésével is. Így például a matematika valamely ágának meghatározott gazdasági feladatok megoldására történő felhasználása — mondjuk a népgazdasági tervek előkészítésének folyamatában — realizálódhat elektronikus számológépek segítségével, amelyek ez esetben gazdasági faktorok bizonyos rendszerének modelljeként lépnek fel. A tudományos elmélet gyakorlati alkalmazása megvalósulhat úgy is, hogy e folyamatban egyidejűleg felhasználják eszmei modelleket is és anyagi modelleket is. Így az előző példában először megépítik a gazdasági rendszer eszmei modelljét, majd ezután ez realizálódik a számológépek programjában és e program szerinti működésében.

A fentiek alapján megállapítható, hogy a modellek a tudományos megismerés folyamatában igen sokféle funkciót tölthetnek be. A kutatás empirikus szintjén a modell teljesíthet leíró és mérési funkciót, kapcsolódhat az empirikus adatok rendszerezéséhez, a megfigyeléshez és a tudományos kísérlethez. Az elméleti megismerés területén alkalmazhatják magyarázó, előrelátó (prognosztikus), interpretációs funkciók ellátására, kapcsolódhat a gondolkísérlethez, a hipotézishez és a tudományos elmélethez. A kutatás valamennyi szakaszán betölt tükröző és heurisztikus funkciót. A modell-módszer fontos szerepet játszik a konkrétól az absztrakthoz és az absztrakttól a konkrétéhoz való átmenet folyamatában.¹⁹ Végül a modell a tudományos megismerés mindkét szakaszán betölthet kritériális funkciót.

Mindez kifejezi egyrészt e módszer univerzális jellegét és funkcióinak sokféleségét, másrészt a modellezésnek a tudományos megismerés egész folyamatához, valamint egyes módszereihez és formáihoz való sokoldalú kapcsolatát, összefüggéseik gazdagságát. A fenti elemzés alapján azonban az is megállapítható, hogy a modellezés mint az objektum tanulmányozásának közvetett módja végbemehet mind az empirikus, mind a teoretikus szinten, s maga is különböző alszintekre vagy formákra tagolódik (modell-kísérlet, modell-mérés, modell-leírás, modell-magyarázat stb.). Másként megfogalmazva, a tudományos kutatás valamennyi módszere, formája és funkciója megvalósulhat modell segítségével is. Ezért a modellezés nem csupán a tudományos megismerés egy módszere, hanem egyben a tudományos kutatás sajátos útja, az objektum megismerésének sajátos formája is.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] M. B. Hesse: *Models and analogies in science*. London—New York, 1963.
- [2] Kocsondi A.: *A tudományos modellek és a modell-módszer fogalmáról*. Magyar Filozófiai Szemle, 1970. 5.
- [3] Kocsondi A.: *A kibernetikai modellek néhány gnoszteológiai sajátossága*. Acta Philosophica XI., Szeged, 1970.
- [4] Sz. Petrov: *Megismerés és modellezés*. Magyar Filozófiai Szemle, 1970. 3—4.
- [5] H. A. Амосов: *Моделирование мышления и психики*. Киев, 1965.
- [6] E. С. Жариков: *Научная проблема*, Сб. Логика научного исследования, Москва, 1965.
- [7] П. В. Копнин: *Задачи и основные понятия логики научного исследования*. Введение, Сб. «Логика научного исследования». Москва, 1965.
- [8] П. В. Копнин: *Логические основы науки*, Киев, 1968.
- [9] А. Кочовди: *Взаимоотношение эксперимента и моделирования в научном познании*, Acta Philosophica X., Szeged, 1969.
- [10] А. Кочонди: *Структура научного моделирования*. Acta Philosophica XIII., Szeged, 1972.

¹⁹ Lásd: V. A. Stoff: id. m. 5. fej.

- {11} В. А. Лекторский: *Единство эмпирического и теоретического в научном познании*. Сб. «Диалектика — теория познания. Проблемы научного метода». Москва, 1964.
- [12] К. Е. Морозов: *Математическое моделирование в научном познании*. Москва, 1969.
- [13] П. Е. Сивконов: *Методологические проблемы естественнонаучного эксперимента*. Москва, 1968.
- [14] В. А. Штофф: *Моделирование и философия*, Москва—Ленинград, 1966.

А. Кочонди

МЕСТО НАУЧНЫХ МОДЕЛЕЙ В ПРОЦЕССЕ ПОЗНАНИЯ

Автор в своей статье изучает отношение моделей к научному исследованию и к его уровням и различным методам. Рассматривая моделирование в процессе научного познания, он утверждает, что некоторая материальная или идеальная система только в данном процессе обладает свойством „быть моделью”.

Наиболее существенные аспекты отношения моделирования и научного познания следующие:

1. Необходимость, возможность или целесообразность применения метода моделирования всегда возникает в процессе научного исследования, и поэтому моделированию объекта предшествует его изучение с помощью других методов.

2. В процессе моделирования всегда опираются на знания, полученные ранее об объекте.

3. Модель представляет собой средство познания моделируемого объекта, а целью моделирования является получение новой информации о нем (об оригинальном предмете исследования).

4. Моделирование есть часть или стадия процесса исследования. Поэтому моделированием не завершается процесс познания объекта, а имея новую информацию, полученную в ходе изучения модели, объект изучается посредством других приемов и методов.

5. Само моделирование необходимо предполагает применение других средств и методов научного исследования.

6. Модель в процессе моделирования может выполнять определенные функции других научных методов (например, функцию научной теории, гипотезы, интерпретации, объяснения, предвидения и т. д.).

7. Модель может включиться в другие формы научного познания (например, в мысленный эксперимент, гипотезу) или может выступить в качестве их особой формы (например, модельный эксперимент, модельная интерпретация, модельное объяснение и т. п.).

Модель — универсальное средство косвенного изучения объекта. Ее универсальность и многофункциональность выражается — между прочим — в том, что она может быть использована (а) и на эмпирическом, (б) и на теоретическом уровнях познания действительности. Она может выступить промежуточным звеном между эмпирическим и теоретическим познанием, а именно модель может быть средством (в) перехода от эмпирических знаний к научной теории, (г) отнесения научной теории к эмпирическим данным и к действительности, и (д) ее применения для решения практических задач.

András Kocsondi

THE PLACE OF SCIENTIFIC MODELS IN THE PROCEDURE OF COGNITION

In the article the author analyses the relation of models to the scientific research and to its levels and to its different methods. He examines the modelling in the procedure of scientific cognition, all material and ideal systems have the characteristic „to be model” only in this procedure.

The most important motifs of the relationship between the modelling and the scientific cognition are the following:

1. The necessity, the possibility or the expediency of model method's application are raised in the procedure of scientific research, and that's why the modelling of the object is preceded by the study of other methods.

2. In the procedure of modelling one relies on the earlier knowledge about the object.

3. The model is the mean for the cognition of the object, the aim of modelling is to acquire new information about the original object of the research.

4. The modelling is a phase of scientific research. That's why the procedure of the cognition of the object is not finished by the modelling but in the possession of the new knowledge one can examine the object with the help of other procedures and methods.

5. In the procedure of modelling for the study of the object one employs necessarily other means and methods of scientific research.

6. In the procedure of cognition the model may take upon itself the definite functions of other scientific methods (e. g. scientific theory, hypothesis, interpretation, explanation, foresight).

7. The model may interfere in other forms of scientific cognition (thought-experiment, hypothesis) or it may constitute their particular forms (model experiment, model interpretation, model explanation, and so on).

The model is the universal mean for the indirect studying of the object. Its universal character and the variety of its functions are expressed among others in the fact that it can be employed both in empirical (a) and theoretical (b) period of the scientific cognition. It may act as a connecting link between the empirical and theoretical cognition, namely the model can be a transition (c) from empirical knowledge to scientific theory, (d) it can be the mean of the reference of scientific theory on empirical data and on reality, and (e) the model can be employed for the solution of practical tasks.

