

Kybernetika sa vo veľkej miere sústreďuje na skúmanie javov, spadajúcich *do oblasti kategórie odrazu*. Vytvára vlastnú exaktnú metodiku, ktorá je použiteľná nielen pre javy na úrovni pasívnej interakcie charakteristickej pre neživú hmotu, ale aj pre javy na úrovni aktívneho odrazu, príznačného pre živú hmotu.

Predmetom kybernetického skúmania sú dynamické systémy, ktorých podstatnou črtou je zložitosť. Pri vylúčení hľadiska zložitosti prestávajú byť tieto javy tým, čo malo byť predmetom skúmania.

Zložitosť kybernetického systému nespočíva v tom, že pozostáva z veľkého počtu prvkov, viazaných iba jednoduchými vzťahmi. Pre štúdium takýchto systémov, označovaných ako „zložené“ („komplikované“), vznikli metódy štatistickej fyziky ako osobitný adekvátny nástroj skúmania.

Metódy kybernetiky sa zameriavajú na štúdium „zložitých“ („komplexných“) systémov, ktorých zložitosť má pôvod najmä v bohatosti a rôznorodosti vzájomných vzťahov medzi prvkami systému alebo medzi takými systémami navzájom.

Kybernetika sa tak stáva metódou exaktného skúmania zložitosti ako objektívneho javu.

Väčšina systémov, s ktorými sa stretávame v prírode, sú v podstate zložité (komplexné) systémy. Jednoduché systémy sú spravidla výtvarom abstrakcie, ku ktorej sa uchýľujeme najmä preto, že zatiaľ nemáme dostatočne vyvinuté prostriedky na skúmanie komplexných systémov, alebo preto, že povaha úlohy nevyžaduje, aby sa uvažovalo o systéme pri rešpektovaní celej jeho komplexnosti.

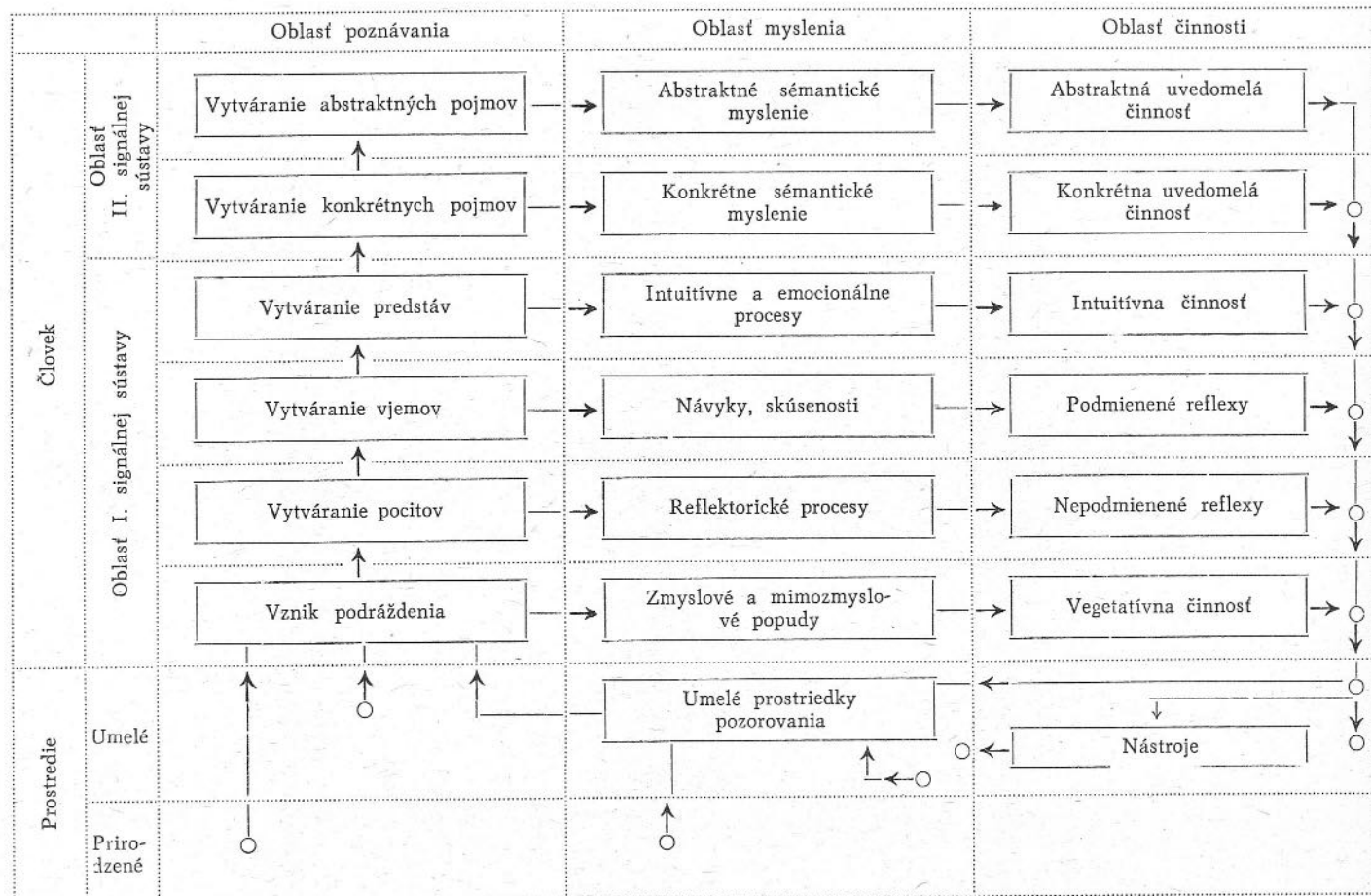
Filozofickou metódou skúmania prírodných javov pri rešpektovaní ich prirodzenej zložitosti je dialektický materializmus.

Kybernetika aj dialektický materializmus vychádzajú teda z podobnej metodologickej koncepcie skúmania reality. Z toho vyplýva aj úzka súvislosť základných pojmov obidvoch týchto vied. V ďalšom poukážeme na paralelizmus kybernetických a dialekticko-materialistických kategórií na príklade typického vzťahu zložitých dynamických systémov, t. j. prírody a človeka v procese poznávania.

*

Poznávací proces podľa koncepcie marxisticko-leninskej gnozeológie sa dá približne vyjadriť schémou, uvedenou na diagrame 1. Pozostáva z niekoľkých na seba nadväzujúcich stupňov (úrovní poznania). Informácie, ktoré sa spracúvajú na vyššom stupni odrazu, sú výsledkom poznávacieho procesu, prebiehajúceho na nižšom stupni. Každý stupeň poznávania má osobitnú väzbu na príslušnú oblasť riadenia činnosti. Prechod z jednej úrovne poznania na druhú treba chápať ako postupnú, plynulú zmenu kvality poznávacieho procesu. Tak isto hranica medzi nositeľom aktívneho odrazu (človekom) a prírodou ako poznávaným

Diagram I. Schéma procesu aktívneho odrazu



systémom nie je absolútna. Človek ako jednotlivec, aj ako člen ľudského spoločenstva, vytvára *umelé prostredie*, „*umelú prírodu*“.¹

Na druhej strane sám človek je súčasťou prírody ako celku a môže byť aj predmetom poznania.

Poznávací proces sa neobmedzuje iba na podnety, ktoré samovoľne prichádzajú do ľudského organizmu z prostredia. V rámci spoločenskej praxe vytvára človek cieľavedomé umelé prostriedky pre sprostredkovanie takých javov, ktoré by pri prirodzenom poznávaní nemohli byť predmetom poznávacieho procesu. *Poznávanie sa tak stáva aktívnou cieľavedomou činnosťou.*

Proces poznávania vykazuje *zásadu ekonómie*. Procesy na vyššej poznávacej úrovni vyžadujú zvýšené úsilie jednak preto, že predpokladajú sprostredkovanie cez nižšie stupne odrazu, jednak preto, že samy kladú zvýšené nároky na činnosť nervových centier. Procesy sprostredkujúce odraz sa prenášajú pri častejšom opakovaní postupne na nižšie úrovne poznávania a vytvárajú na nich priame väzby na oblasť činnosti.

Na úrovni druhej signálnej sústavy môžeme subjektívne sledovať jednotlivé etapy myšlienkového procesu. Dostávame schému myslenia, ktorá je v hrubých črtách vyznačená na diagrame 2.

Podobná štruktúra procesu odrazu sa pravdepodobne vyskytuje aj na nižších úrovniach odrazu, pravda, s iným pomerom intenzít vzájomných väzieb. Na nižších úrovniach prevažuje intenzita aktivity nad intenzitou korekcie stratégií.

Pred spracovaním na vyššom stupni prechádza informačný materiál, prichádzajúci z nižšieho stupňa, *procesom abstrakcie*, ktorá pozostáva z dvoch úkonov, ktoré sú neoddeliteľné a vzájomne sa podmieňujú:

1. *Zovšeobecňovanie (generalizácia)* výsledkov predchádzajúceho stupňa, ktoré je v podstate syntézou informačnej zásoby nižšieho stupňa odrazu.

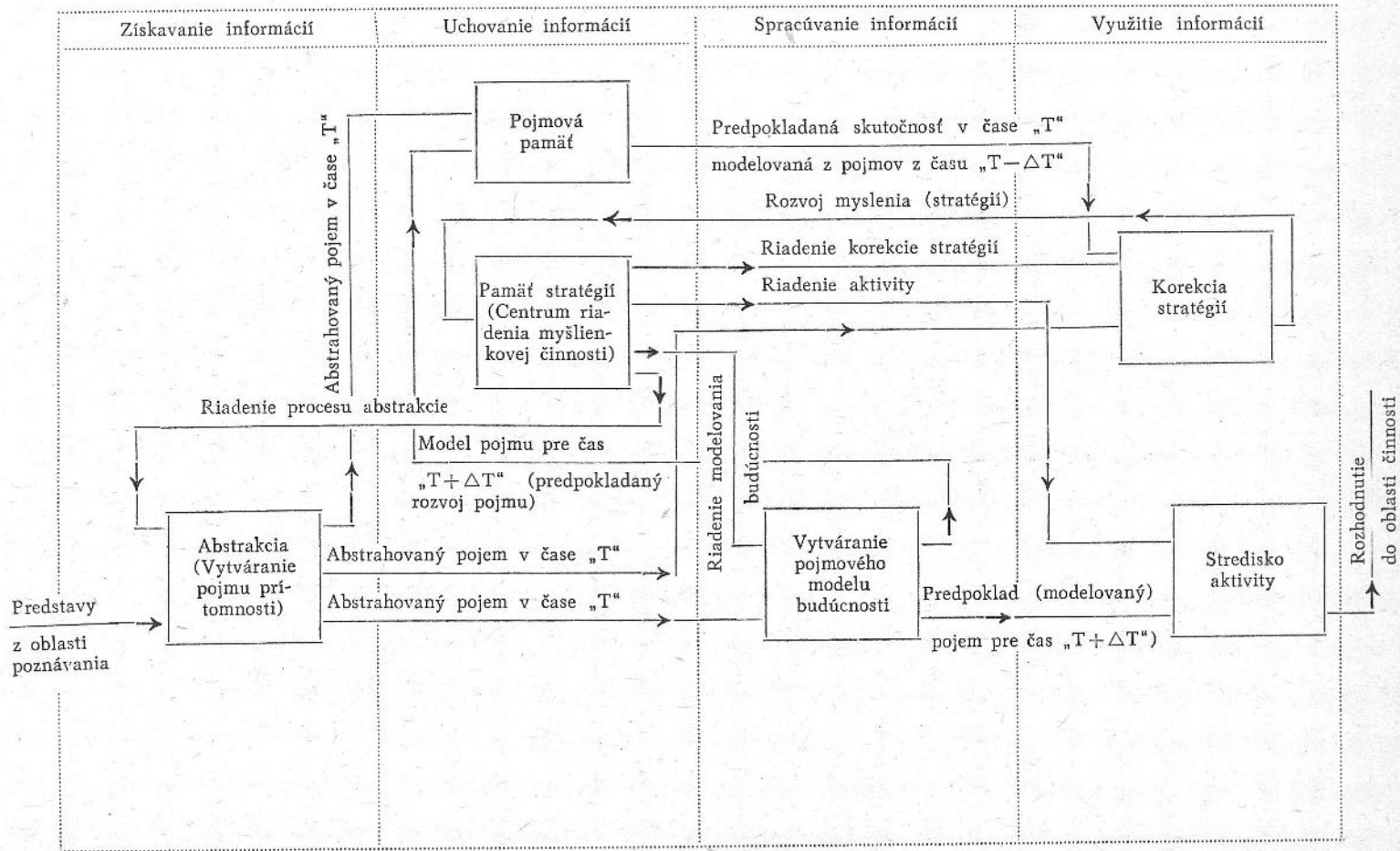
2. *Výber (selekcia, filtrácia)* v rámci výsledkov zovšeobecňovania, ktorý je v podstate analytickým procesom.

Proces myslenia vytvára z abstrahovaného pojmu súčasnosti *predpoklad (model) budúcnosti*. Aktívny odraz obsahuje princíp vývoja, ktorým sa trvale upravuje stratégia, t. j. súhrn pravidiel (algoritmov), podľa ktorých prebieha poznávací proces. Procesom korekcie stratégií sa vo vedomí trvale porovnáva modelovaný pojem budúcnosti, vytvorený v procese myslenia na podklade minulej abstrakcie, s pojmom získaným abstrakciou prítomnosti. Nesúhlas medzi týmito pojmami je zdrojom *korekcie stratégií*, ktorá smeruje k tomu, aby sa v ďalšom priebehu myslenia zblížovali obidva tieto nezávisle vytvorené obrazy skutočnosti.

Táto *konceptia princípu vývoja* predpokladá *dva nezávislé zdroje informácií o skutočnosti*. Jedným je proces poznávania súčasnosti abstrakciou. Druhým zdrojom je proces modelovania budúcnosti na základe predchádzajúceho pojmového materiálu. Proces korekcie stratégií odpovedá približne tomu, čo marxistická filozofia označuje ako kontrolu praxou. Tak dospievame k prirodzenému výkladu princípu vývoja, charakteristického pre živú hmotu, bez predpokladu akéhokoľvek

¹ N. I. Žukov, *Informacija v svete leninskej teorii otryženija*, Voprosy filozofii (1963), 11, 153–161.

Diagram II. Schéma procesu myslenia



princípu, ktorý by sa vymykal svojou podstatou zo zákonitostí materiálneho sveta.

Skreslené chápanie, popretie alebo vedomé vylúčenie princípu vývoja vedie k rozporom neriešiteľným v rámci prirodzených procesov materiálneho sveta.

Vedomé *vylúčenie princípu vývoja* pod zámenkou empirickej vedeckosti (funkcionalizmus, charakteristický pre Ashbyho) alebo *popretie dvojakého zdroja informácií* vo vedomí (Brillouin) vedie na pozície *metafyzického materializmu*. V zmysle metafyzického determinizmu sa menia živé organizmy na stroje, či už determinované alebo s pravdepodobnostnými algoritmami („markovovské“), v ktorých niet miesta pre vývoj živej hmoty.

Popretie závislosti premenlivých stratégií od činnosti pamäťových zložiek vedie na pozície *objektívneho idealizmu*, predpokladajúceho existenciu nemateriálneho princípu v zmysle dualistickej koncepcie.

Uvedená schéma poznávacieho procesu podáva iba jeho veľmi zjednodušený obraz. Nezahŕňa niektoré podstatné faktory, formujúce proces aktívneho odrazu, najmä vplyv spoločnosti na rozvoj procesu myslenia. Napriek tomu ukazuje podstatu zložitosti (komplexnosti) poznávacieho procesu.

*

Mnohí buržoázni kybernetici vychádzajú z dualistickej koncepcie, tvrdiac, že proces odrazu na niektorých etapách sprevádza pôsobenie princípov, ktoré nie je možné zaradiť do sústavy javov materiálneho sveta. V tom zmysle možno chápať známy *Wienerov aforizmus*, že „informácia je informácia, nie hmota a nie energia“.²

W. R. Ashby vylučuje vedome zo svojich úvah procesy vedomia, nepopierajú ich objektívnu existenciu, pretože ich považuje za nezlučiteľné s metódami čistého funkcionalizmu, ktoré považuje za jediný vedecký prístup pri skúmaní kybernetických javov.³

Tým vylučuje z rámca svojich úvah systémy, v ktorých sa prejavuje princíp vývoja, čo sú v podstate všetky živé organizmy.

Pôvod týchto ťažkostí spočíva v nedocenení rozdielu medzi odrazom v neživej a živej hmote.

Odraz v neživej hmote je pasívny. Prebieha podľa nemenlivých algoritmov, ktorými sú fyzikálne a chemické zákony. Konštantnosť stratégie odrazu v neživej hmote je podstatou vlastností symetričnosti (homogenita času, homogenita priestoru), ktoré sú základnými axiómami vied o neživej prírode, potvrdzovanými skúsenosťou do všetkých dôsledkov.⁴

Odraz v živej hmote je aktívny. Stratégia odrazu sa mení pod vplyvom skúseností. Pritom mechanizmus aktívneho odrazu nevedie k popretiu nemenlivosti stratégie jednotlivých fyzikálnych a chemických javov, ktoré tento aktívny odraz sprostredkujú. Podstatným znakom odrazu v živej hmote je *nehomogenita vzhľadom k času* ako jedna z charakteristických vlastností odrazu, vykazujúceho prin-

² N. Wiener, *Kybernetika*, Praha 1960, 122.

³ W. R. Ashby, *Design for a Brain*, II. vyd., London 1954.

⁴ B. N. Ivanov, *Novaja fizika*, Moskva 1963, 6–7.

cíp vývoja. Odraz v živej hmote sa tak stáva novou, kvalitatívne odlišnou formou odrazu, pretože obsahuje *zákonitosti materiálneho sveta na novej, vyššej úrovni organizovanosti*, ale nie preto, že by zahrnoval prvky vymykajúce sa zo zákonitostí pohybu neživej hmoty.

Premenlivosť stratégie odrazu živej hmoty má za následok *neopakovateľnosť v oblasti odrazu v živej hmote*. Aj pri presnej identičnosti vonkajších podmienok zostáva pri odraze v živej hmote podstatný rozdiel v tom, že v každom nasledujúcom prípade sa zmenila stratégia odrazu živej hmoty v dôsledku nadobudnutej skúsenosti.

Čistý funkcionalizmus nie je teda primeraným nástrojom skúmania javov v živej hmote. Kybernetika vyvíja pre tento cieľ nové metodické postupy, ktoré primeranejšie vystihujú osobitosti aktívneho odrazu (teória informácií, teória hier, teória rozhodovania, teória hromadnej obsluhy a pod.).

*

Zásadná pozorovateľnosť javov vyplýva zo všeobecnej súvislosti prírodných javov. Následkom toho môžu všetky javy materiálneho sveta dospieť k zmyslovým orgánom človeka, hoci sprostredkované, skreslené a s patričným oneskorením. Mnohé z týchto popudov sú nevnímateľné, pokiaľ je človek odkázaný iba na prirodzené prostredie. V takých prípadoch vytvára človek umelé prostriedky pozorovania (perceptory, prenášače, zosilňovače, kódovače, pamäťové prvky atď.). Pozorovateľnosť sa tak stáva nielen vecou prirodzeného vnímania, ale aj zámerného pozorovania, ktoré je podmienené aktívnou činnosťou človeka v rámci ľudskej spoločnosti.

Zásadná možnosť abstrakcie súvisí s problematikou *kybernetického modelovania*. Výsledkom procesu odrazu je kybernetický model odrážanej reality, ktorý nie je identický so zobrazovaným originálom, ale má s ním spoločné iba niektoré znaky. Ktoré znaky sa zachovávajú pri kybernetickom modelovaní, to závisí od stratégie procesu odrazu.

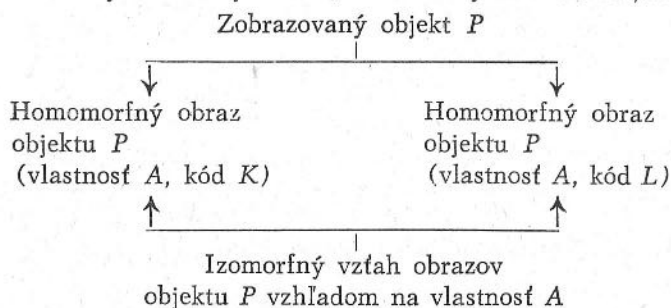
Pri odraze v neživej hmote zostáva táto stratégia stála. Pri odraze v živej hmote sa upravuje stratégia prostredníctvom abstrakcie podľa ciela, pre ktorý má slúžiť kybernetický model, vytváraný poznávacím procesom.

Vzťah medzi odrážanou realitou a jej kybernetickým modelom označuje kybernetika názvom „*homomorfné zobrazenie*“. Pre presné určenie homomorfného zobrazenia je potrebné uviesť všetky rozhodujúce okolnosti, ktoré určujú uvažovaný proces modelovania. Najdôležitejšími takými údajmi sú: 1. zobrazovaný objekt, 2. vlastnosti objektu, ktoré sa majú zachytiť v homomorfnom obraze (hľadisko homomorfného zobrazenia), 3. kód (systém algoritmov), spájajúci homomorfný obraz so zobrazovanými vlastnosťami objektu, 4. druh signálu, používaného pri vytváraní homomorfného obrazu, 5. oddiel pamäti (adresa), kde má byť homomorfný obraz uložený.

Adekvátnosť odrazu objektívnej reality sa dá vyjadriť v kybernetickej terminológii tak, že „*odraz* (pojem, predstava a pod.) je *homomorfným obrazom poznávaného predmetu*“. Je zrejmé, že môže existovať mnoho adekvátnych odrazov

reality, ktoré sa odlišujú najmä hľadiskom homomorfného zobrazenia a kódom, používaným pri vytváraní homomorfného obrazu.

Pri homomorfnom zobrazení toho istého objektu z toho istého hľadiska, ale pri použití rôznych signálov a rôznych kódov, dostávame dva homomorfné obrazy objektu, medzi ktorými existuje vzťah, označovaný ako *izomorfizmus*.



Homomorfný obraz predmetu alebo javu, vytvorený v oblasti abstraktného myslenia, sa nazýva *logický model* predmetu alebo javu. Ak je tento logický model zakódovaný prostriedkami matematickej sémantiky, označujeme ho ako *matematický model* javu.

Gnozeologická axióma o zásadnej možnosti abstrakcie sa dá formulovať v kybernetickej terminológii asi takto:

Pre každú dostatočne širokú množinu predmetov alebo javov materiálneho sveta sa môže vytvoriť vo vedomí na úrovni pojmov jej logický model, ak sa použije ako hľadisko homomorfného zobrazenia akýkoľvek princíp, zlučiteľný s povahou poznávaného objektu (predmetu alebo javu).

Časový vzťah medzi reálnym javom a jeho logickým modelom je dôležitým hľadiskom, ktoré ovplyvňuje metodický postup vytvárania logického modelu. Pritom môžu nastať rôzne prípady: 1. myšlienkový proces prebieha v reálnom čase, t. j. súbežne so zobrazovanými javmi; 2. ak reálny dej prebieha *pomalšie než myšlienkový proces*, je potrebné zachytiť vhodnou formou (sémantickým zápisom, zapamätaním, vytvorením materiálnych modelov a pod.) etapy myšlienkového procesu pre dodatočnú konfrontáciu s homomorfným obrazom reality; 3. logický model sa vytvára dodatočne až vtedy, keď sa reálny jav ukončil. Pri takom *historickom prístupe* sa porovnáva logický model, vytváraný myšlienkovým procesom na jednotlivých etapách svojho vývoja, s dokumentáciou z jednotlivých etáp reálneho procesu; 4. použitím vhodných pamäťových prvkov sa zachycujú jednotlivé etapy reálneho procesu, ktorý prebieha *rýchlejšie než myšlienkový proces*; logický model sa potom vytvára historickou metódou a konfrontuje sa na jednotlivých etapách s dokumentáciou, zachycujúcou priebeh reálneho procesu; myšlienkový proces podáva v tomto prípade výsledky oneskorene a nemôže ovplyvňovať priebeh reálneho procesu účelnou aktivitou; napriek tomu sa taká metodika často používa najmä pri vedeckom skúmaní takých javov, ktoré sa opakujú v podobných podmienkach; aktivita vedomia a korekcia stratégie sa uplatní pri nasledujúcom výskyte vo forme využívania poznatkov predchádzajúcej skúsenosti.

Možnosť vytvorenia umelých *adaptačných systémov* s premenlivou stratégiou vyvoláva úvahy o vzájomných vzťahoch takých systémov a človeka. Dá sa očakávať, že budú vytvorené ešte dokonalejšie zariadenia, vykazujúce čoraz viac vlastností, ktoré sa pokladali za charakteristické pre živé organizmy.

Existencia adaptačných systémov, zostavených z prvkov neživej prírody, ale vykazujúcich niektoré znaky aktívneho odrazu, je sama ďalším článkom v rade *dôkazov materiálnosti procesov, ktoré sprevádzajú aktívny odraz*, a podmienenosti aktívneho odrazu *dostatočným súprňom organizovanosti materiálneho systému*. Z dialektickomaterialistického hľadiska nie je vylúčená možnosť zostrojenia z prvkov neživej prírody systémov, ktoré budú schopné vykazovať schopnosť vykonávať akýkoľvek úkon, sprevádzajúci aktívny odraz, t. j. zastávať ktorýkoľvek úsek procesu myslenia.

Na druhej strane by bolo nesprávne stavať adaptačné systémy na rovnakú úroveň so živými organizmami. *Nie každý systém vykazujúci niektoré znaky aktívneho odrazu môžeme označiť za živý organizmus*. Medzi živými organizmami a adaptačnými systémami je i naďalej kvalitatívny rozdiel, ale *hranicu medzi obidvoma kvalitami už nevytvára kritérium prostej existencie prvkov aktívneho odrazu* (premenlivosti stratégie). S rozvojom adaptačných systémov sa bude táto hranica nesporne ďalej posúvať a za súčasného stavu je nemožné odhadnúť konečné kritériá, ktoré oddeľujú adaptačné systémy od živých organizmov.

Súčasne sa vynára otázka, či adaptačné systémy vytvárajú skutočný aktívny odraz samy o sebe, alebo iba vtedy, keď sú zapojené do ľudského poznávacieho procesu. Situácia je tu do istej miery obdobná ako v prípade výrobných strojov, ktorých funkciu môžeme označiť ako „prácu“, t. j. súčasť cieľavedomej činnosti človeka pri uspokojovaní jeho potrieb, iba vtedy, keď sú zapojené do výrobného procesu. Pokiaľ pôsobia samy o sebe, môžeme ich posudzovať iba ako pohybové systémy z oblasti neživej prírody.

*

Informácia je homomorfný obraz predmetu alebo javu, vytvorený na niektorom stupni procesu odrazu. Celý proces odrazu pozostáva z vytvárania radu na seba nadväzujúcich informácií.

Súčasnú snahu o kvalitatívne vyjadrenie informačných procesov nadväzujú na koncepciu, ktorú formuloval roku 1928 Hartley.⁵

Hartleyho miera množstva informácie vyjadruje výdatnosť zdroja informácie, t. j. hornú medzu schopnosti vytvárať rozlíšiteľné stavy. Množstvo informácie v zmysle Hartleyho koncepcie je vhodnou mierou pre *schopnosť predmetov neživej prírody uchovávať informácie*.

Na Hartleyho koncepciu nadviazali Shannon a Weaver.⁶ Hľadali možnosť kvantitatívneho vyjadrenia informačného obsahu nie pre daný konkrétny počet

⁵ R. V. Hartley, *Transmission of Information*, Bell Syst. Techn. Journal 1928, 3, 535—563.

⁶ C. E. Shannon, W. Weaver, *A mathematical theory of communication*, Bell Syst. Techn. Journal 1948, 3, 379—423 a 4, 623—656.

po sebe nasledujúcich krokov, ale pre takú postupnosť stavov, ktorá vykazuje určité *štatistické vlastnosti pravdepodobnostnej povahy*, konkrétne pre postupnosť, ktorá vytvára tzv. Markovov reťazec. Pre taký zdroj informácií štatistickej povahy je podľa Shannona účelnou mierou informačnej výdatnosti tzv. *informačná entropia*.

Shannon odvodil základnú poučku teórie informácie, podľa ktorej je možné rekonštruovať pôvodnú informáciu s ľubovoľnou presnosťou z neúplnej informácie s informačným obsahom, rovným informačnej entropii, ak poznáme štatistickú štruktúru pôvodnej informácie. Prebytok informácie nad túto bezpodmienečne nevyhnutnú mieru sa nazýva *nadbytočnosť (redundancia)* informácie.

Shannonova teória sa ukázala mimoriadne účinným prostriedkom pre štúdium javov, ktoré v sebe zahŕňajú prvky aktívneho odrazu. Príčina tejto úspešnosti spočíva v tom, že *sám pojmový materiál*, s ktorým narába, *súvisí s procesom aktívneho odrazu*. Sama definícia informačnej entropie vychádza z pojmu početnosti, t. j. zo štatistickej štruktúry informačného signálu. Zistenie štatistických charakteristík predpokladá nie pasívne uchovávanie prijímaných signálov, ale ich *klasifikáciu v priebehu zhromažďovania informácií*. To je proces blízky abstrakcii, ktorá sprevádza poznávací proces.

Pri vnímaní alebo zámerom pozorovaní prichádza do organizmu veľké množstvo zmyslových i mimozmyslových podráždení. Časť týchto súbežne prichádzajúcich popudov sa pretvára v procese poznávania na signály, ktoré vytvárajú na príslušnej úrovni procesu poznávania surový informačný materiál poznávacieho procesu (generalizácia). Výberom (filtráciou), ktorý sprevádza poznávací proces, sa zámerne obmedzuje množstvo rozlišovaných stavov. V procese abstrakcie sa zužuje počet rozlišovaných znakov, ochudobňuje sa, čo sa týka počtu, t. j. z prichádzajúceho informačného materiálu sa vypúšťajú nepodstatné znaky. Tak sa *zvyšuje redundancia*, pravda, nie rozširovaním prijímaného informačného obsahu (obohacovaním informačnej základne o ďalšie rozlišované stavy), ale naopak *obmedzovaním počtu rozlišovaných stavov* (ochudobňovaním rozsahu abstrahovanej informácie).

Hartleyho miera informácie predstavuje *informačný obsah javu v neživej prírode* pri danej stratégii homomorfného zobrazenia. *Shannonova miera* to je *množstvo informácie*, ktoré potrebuje prijať živý organizmus vo forme abstrahovaného informačného materiálu, aby bol schopný vytvoriť v pamäti logický model, odpovedajúci rozsahu informácie podľa Hartleyho koncepcie. Rozdiel určuje *informačnú hodnotu tej zložky poznania, ktorá, má svoj pôvod v procese myslenia*, t. j. ktorá je výsledkom predchádzajúcej skúsenosti a myšlienkovkej činnosti.

Pri rovnakej pravdepodobnosti všetkých stavov sa *stotožňuje Hartleyho a Shannonova miera informácie*. To odpovedá takému stavu, v ktorom predchádzajúca skúsenosť nedáva nijaké podklady pre hodnotenie abstrahovanej informačnej zásoby, t. j. prípad „celkom nového javu“. V tomto prípade je organizmus odkázaný iba na prichádzajúci informačný materiál a odraz sa blíži pasívnemu odrazu.

Pri ostro vyjadrenej štatistickej štruktúre informačnej základne, t. j. pri bo-

hatej predchádzajúcej skúsenosti, podrobne klasifikovanej, čo sa týka zákonitosti výskytu jednotlivých znakov, sa privádza menej informácie z prostredia a viac sa dopĺňa v procese myslenia. Odraz sa stáva čoraz viac aktívnym procesom poznávania skutočnosti.

*

Kategória *dynamický systém* zahŕňa súhrn systémov, medzi ktorými dochádza k procesu odrazu, t. j. medzi ktorými môže existovať vzťah homomorfizmu. Dynamický systém nemusí byť materiálnej povahy. Môžu ho vytvárať aj iné filozofické kategórie (vzťahy, vlastnosti v súbore materiálnych predmetov atď.).

Venujme pozornosť vzťahu dynamických systémov v procese poznávania. Tu sa stýka na jednej strane celá príroda s nevyčerpatelným bohatstvom vzťahov a na druhej strane obmedzená schopnosť aktívneho odrazu v ľudskom vedomí. Tento protiklad sa rieši tak, že poznávajúci jednotliviec vyčleňuje z prírody čiastkové systémy a pre každý z nich používa primeraný osobitný algoritmus ako základ homomorfného zobrazenia.

Otázka, či také *čiastkové systémy existujú v prírode ako objektívna realita*, alebo či sú iba výtvorom ľudského vedomia, vedie v podstate k *Leninovej kritike Helmholtzovej teórie symbolov*. Obsah vedomia je odrazom objektívne existujúcich vzťahov reality, a nie púhym symbolom, ktorý si vytvára jednotliviec do istej miery ľubovoľne, nezávisle od objektívnej reality. Dôkazom objektívnej existencie čiastkových systémov je už sama existencia poznávajúceho jednotlivca, ktorý je sám jedným z objektívne existujúcich čiastkových systémov v prírode ako celku, a pritom je súčasne súčasťou prírody. Z tohto príkladu je tiež zrejmé, že *podstatou existencie čiastkových systémov nie je materiálna oddelenosť, ale existencia takých vzájomných vzťahov, ktoré pripúšťajú homomorfné zobrazenie*.

Povaha čiastkových dynamických systémov, vyčleňovaných z celku prírody v procese poznávania, môže byť rozmanitá, odrážajúc rôzne aspekty reality a prispôsobujúc metodiku poznávania povahy poznávaných systémov. Tak dospievame k *trom typom dynamických systémov*:⁷ 1. *jednoduché systémy*, 2. *zložené (komplikované) systémy*, 3. *zložené (komplexné) systémy*.

Jednoduché systémy pozostávajú z malého počtu jednotlivostí, medzi ktorými existujú jednoduché vzťahy, schopné opisu pomocou jednoznačných (deterministických) zákonitostí. Umožňujú ďalekosiahle a presné predvídanie (modelovanie budúcnosti). Pre túto možnosť predvídania a pre „názornosť“, t. j. schopnosť myslenia vytvárať adekvátne logické modely jednoduchých systémov, ich intuitívne považujeme za najexaktnejšie modely reality, hoci predpokladajú najvyšší stupeň filtrácie v procese abstrakcie a teda vystihujú skutočnosť s najnižším stupňom homomorfizmu.

Zložené (komplikované) systémy pozostávajú z veľkého počtu prvkov, medzi ktorými existujú jednoduché vzťahy, pripúšťajúce opis pomocou deterministických

⁷ G. K l a u s, *Kybernetika z filozofického hľadiska*, Bratislava 1963.

zákonov. Platí v nich homogenita času, t. j. nezahrňujú princíp vývoja. Neumožňujú deterministické predikcie pre jednotlivé prvky, z ktorých pozostávajú. Namiesto toho nastupujú *štatistické zákonitosti*, ktoré charakterizujú správanie súboru ako celku. Zo štatistickej povahy javov v týchto systémoch vyplýva výskyt fyzikálnej entropie. Štatistický jav je dejom vyššej kategórie než pohybový stav jednotlivých prvkov systému. Je elementárnymi javmi medzi prvkami podmienený, ale nie vyčerpaný. Zahŕňa niektoré ďalšie znaky, spoločné pre celý súbor ako celok, ktoré nie je možné redukovať iba na elementárne javy deterministickej povahy, existujúce medzi jednotlivými prvkami systému. Zložené systémy umožňujú abstrahovaný pojem „izolovaného zloženého systému“.

Zložené (komplexné) systémy sú podmienené predovšetkým zložitou vzťahov medzi prvkami systému navzájom a medzi systémom a okolitým prostredím. Pri jeho opise nemôžeme vyčerpať ani všetky podstatné vzťahy medzi prvkami systému. *Nie je prípustné hovoriť o izolovanom zložitom systéme.* Pri prerušení vzťahov medzi systémom a okolím prestáva byť zložitý systém tým, čím bol predtým, aj keď nedochádza k znateľnej zmene povahy jednotlivých prvkov systému. Prerušenie vzťahov v živom organizme a medzi živým organizmom a okolím znamená zásadnú zmenu stavu, zánik systému, t. j. smrť organizmu.

Nedostatočné rozlišovanie zloženého a zložitého systému je častou príčinou nedorozumení a koncepčných ťažkostí. To je aj prameňom Wienerovho pesimizmu, ktorý vidí v živých organizmoch a v ich spoločenstve iba dočasné ostrovy zápornej entropie, neodvratne smerujúce k zániku v mori šedej homogenity.

Vyšetrovanie zložitých systémov je vlastnou úlohou kybernetiky. Základným problémom je tu vypracovanie primeranej metodiky, ktorá by rešpektovala ich osobitosť, t. j. výskyt princípu vývoja a z toho vyplývajúcej časovej nehomogenity. Štatistický prístup tu nie je primeraný, pretože zložitý systém necharakterizuje výskyt stálych štatistických zákonitostí, ale premenlivosť štatistických ukazovateľov. Primerané metódy musia rešpektovať práve tento charakteristický princíp rozvoja stratégií.

Povaha dynamického systému určuje *metodiku jeho štúdia*. Väčšina technických zariadení, používaných na súčasnom stupni vývoja v *technickej praxi*, má povahu jednoduchých systémov. Stredobodom *technickej kybernetiky* sa stali *problémy optimalizácie*, ktoré sú zlučiteľné s povahou týchto systémov a ich zapojením do výrobného procesu. Väčšina technických kybernetikov považuje preto optimalizáciu za ústrednú otázku kybernetiky.⁸

Zložené systémy vykazujú deterministickú zákonitosť štatistických vlastností. Preto je optimalizácia v mnohých prípadoch adekvátnou formuláciou aj pre úlohy z oblasti zložených systémov.

V súvislosti so zložitými systémami spravidla stráca formulácia úloh v zmysle optimalizácie svoj zmysel a namiesto toho nastupuje nová formulácia — hľadanie *stability systému*. Pritom pod pojmom stability tu treba rozumieť schopnosť systému prispôbovať svoje stratégie meniacim sa podmienkam prostredia tak, aby systém bol schopný udržať svoje podstatné znaky, t. j. povahu zložitého

⁸ A. I. Berg, *O nekotorych problemach kibernetiki*, Voprosy filozofii (1960), 5, 51—62.

systemu. Pre túto vlastnosť zavádza Ashby výstižný termín „*ultrastabilita*“. V zmysle dialektickomaterialistickom možno formulovať požiadavku stability ako zabezpečenie správania sa systému tak, aby *uchovával svoju mieru*.

*

Kybernetika prináša nový pohľad na niektoré hľadiská, ktoré už skôr skúmala v rovnakom zmysle filozofickou metódou marxisticko-leninská filozofia. Problematikou kybernetiky sú vzťahy medzi zložitými dynamickými systémami, medzi ktoré patrí napr. vzťah jednotlivca a prírody, jednotlivca a spoločnosti, spoločnosti a prírodného prostredia. Tak sa otvárajú nové cesty pre exaktné skúmanie vzťahov zásadného významu a bezprostredného praktického dosahu.

КИБЕРНЕТИКА И ТЕОРИЯ ПОЗНАНИЯ

Йиндржих С п а л

Стержнем исследования явлений с точки зрения кибернетики является изучение сложных (комплексных) динамических систем с точки зрения категории отражения.

Из сходства методологической концепции кибернетики и диалектического материализма вытекает тесная связь между основными понятиями и категориями обеих наук. Познавательный процесс, как активное отражение действительности в сознании отличается принципом развития, основанном на двух не зависящих друг от друга источниках информации о действительности: познание современности и моделирование будущего на основании существующего до сих пор понятийного материала. Несовпадение этих двух картин действительности является источником внесения коррективов в стратегии познания.

Адекватность отражения действительности в сознании связана с кибернетическими понятиями изоморфизма и кибернетического моделирования. Процесс отражения состоит в создании последовательности информации. Для количественного выражения содержания информации существуют две мерки. Мерка Гартли (Hartley) характеризует способность пассивно отражать изображаемую действительность. Кибернетическая мерка в смысле концепции Шенона (Shannon) выражает количественную сторону активного отражения. Сообразность стратегии отражения зависит от характера исследуемой динамической системы. Простые динамические системы можно описать в форме детерминистических закономерностей. Для выражения закономерностей сложных систем больше подходят статистические методы. Сложные системы требуют применения методов, учитывающих принцип развития. Характер динамической системы влияет также на формулировку проблем. Для сложных динамических систем целесообразно пользоваться формулировками об определении прочности системы в смысле концепции Ашбы (Ashby) (сверхпрочность), что связано с философской категорией меры.

Jindřich Spal

The main point in the cybernetical research of phenomena lies in the study of the compound (complex) dynamic systems from the viewpoint of the category of reflection. From the similarity of the methodological concept of cybernetics and dialectic materialism flows the close relationship of the basic concepts and categories of both these sciences. The process of cognition as an active reflection of reality in consciousness becomes manifest by the principle of development the basis of which are two independent sources of information about reality: the cognition of the present on the one hand, and the modelling of the future based on preliminary concept material on the other. The discord between these two images of reality constitutes the source for the correction of the strategy of cognition. The adequateness of the reflection of reality in consciousness is related to the cybernetical concepts of isomorphism and cybernetic modelling. The process of reflection consists in the creation of the gradualness (progressivity) of information. For the quantitative expression of the informative contents there are two yardsticks. Hartley's standard characterizes the ability of passive reflection for the description of reality. The cybernetic standard according to Shannon's conception expresses the quantitative aspect of active reflection. The adequacy of the strategy of reflection depends on the nature of the dynamic system actually subjected to examination. Simple dynamic systems allow description on the form of deterministic laws. For the laws of compound (complex) systems there are suitable statistical methods. The compound (complex) systems require methods which take into account the principle of development. The nature of the dynamic system bears influence also on the formulation of problems. Suitable for compound dynamic systems are formulations concerning the determination of the stability of the system according to Ashby's conception (ultra-stability) which is in rapport with the philosophical category of the standard.