

V tejto štúdii chceme rozvinúť niektoré myšlienky naznačené v našom článku *Metodológia ako exaktná veda*.¹

1. Veda

Veda je dnes veľmi zložitý organizmus prenikajúci život celej spoločnosti. Veda (s veľkým V) sa ako celok delí na jednotlivé *vedy*, ktoré sa vzťahujú na určitú oblasť alebo aspekt skutočnosti. Tak hovoríme o matematickej, fyzikálnej, ... vede alebo jednoducho o matematike, fyzike, sociológii, filozofii atď. Pretože tieto vedy samy sú dnes už veľmi diferencované, ich jednotlivé časti (ako napr. algebru, topológiu, termodynamiku, dialektický materializmus a pod.) dotýkajúce sa relatívne samostatných podoblastí alebo podaspektu nazývame *vedeckými disciplínami*.

K zložitému útvaru, akým sú vedy, jestvuje mnoho prístupov a možností ich charakterizovania. Z nášho metodologického hľadiska za najprimeranejší považujeme systémový prístup. Vedu potom definujeme ako *systém* poznatkov, ktorými sa pomocou metodologických postupov vyjadruje zákonitosť oblastí skutočnosti. Termín „poznatok“ sa bližšie charakterizuje v gnozeológii a v teórii vedeckého jazyka. Tu sa uspokojíme s konštatovaním, že za poznatok budeme považovať výpoveď (vetu). Väčšiu pozornosť budeme venovať termínu „systém“, ktorý budeme analyzovať natoľko, nakoľko je to potrebné pre pochopenie vedeckého systému.

a) Systém

Osvetlenie termínu „systém“ je dôležité, jednak preto, že veda od svojich počiatkov sa snažila nadobudnúť systémový charakter, jednak preto, že všetky vedecké problémy v dnešnej vede sú vlastne problémami preskúmania systému a zaraďovania javov do systému.

Dnes nevieme, a z povahy nášho poznania vyplýva, že ani nemôžeme podať vyčerpávajúcu, konkrétnovšeobecnú definíciu systému a jeho vlastností.² Preto sa musíme uspokojiť s definíciami, ktoré vznikli zovšeobecnením konkrétnych systémov skúmaných doteraz vedami a ktoré vyjadrujú vlastne len určité typy systémov a sú ohniskom v reľazi neustále všestrannejšieho a hlbšieho poznávania a ovládania skutočnosti. Opačný postup vychádzajúci z predstavy systému ako takého alebo z triedy všetkých mysliteľných systémov je alebo „zaťažený“ našimi doterajšími skúsenosťami a teda relatívny ako prvý postup, alebo môže viesť až k neaplikovateľným a nebezpečným špekuláciám.

¹ Filozofia 1969, č. 4.

² To je dôsledok teórie o absolútnej a relatívnej pravde.

Rozoznávame *prírodné* systémy (vecné systémy) a *myšlienkové* systémy. Medzi prvé patria systémy predmetov, javov, dejov, udalostí, teda systémy jestvujúce v predmetoch a medzi predmetmi, t. j. systémy existujúce v prírode a spoločnosti nezávisle od ich poznania. Myšlienkové systémy sú viac alebo menej presné, viac alebo menej priame odzrkadlenie prírodných systémov po prípade konštrukcie umelých v prírode nejestvujúcich systémov (sem patrí skoro celá oblasť techniky). Jedným z najdôležitejších druhov myšlienkových systémov sú vedy, o ktorých v prvom priblížení môžeme povedať, že zložitým spôsobom odzrkadľujú systémy celých oblastí alebo stránok reality.

Systém ako protiklad chaosu a neporiadku môžeme definovať ako *množinu* prvkov (predmetov, dejov, udalostí, oddelení podniku, výpovedí atď.) ktoré *presne vymedzeným* spôsobom medzi sebou súvisia tak, že množina tvorí akúsi jednotu alebo celok. Systém je teda oblasť prvkov majúcich také vlastnosti, že medzi prvkami sú *určité* vzťahy,³ súvislosti, pôsobenia a pod. Tieto vzťahy nazývame systémovými (R_s). Určenosť vzťahov je daná tým, že držia systém pohromade. Ak systém je jednotu a teda aj určitý druh pospájania *všetkých* prvkov, tak prvkom systému môže byť len taký prvok, ktorý okrem na seba presne *vymedzeným* spôsobom *poukazuje* aspoň na jeden ďalší prvok, t. j. ktorý vymedzeným spôsobom sa vzťahuje aspoň na jeden iný prvok, teda ktorý okrem seba „hovori“ aj o inom prvku alebo prvkoch.⁴

Vymedzené a určené spôsoby môžu mať mnoho foriem a podľa toho rozoznávame aj rôzne systémy. Jednou z dôležitých foriem určenia je *jednoznačnosť* vzťahov, priradení a operácií, ktoré môžu byť jednoznačnými spätosťami, následnosťami a vplyvami. V tomto význame systém S je množina M prvkov $a_1, a_2, \dots, a_n$ majúcich vlastnosti $P_1, P_2, \dots, P_m$ pospájaných jednoznačným vzťahom (funkciou) f_1 alebo jednoznačnými vzťahmi $f_1, f_2, \dots, f_n$ (pričom vlastnosti $P_1, \dots, P_m$ môžu určovať možnosti pospájanosti prvkov alebo pospájateľnosť prvkov môže určovať ich vlastnosti). Teda⁵

$$S = \langle M; a_1, a_2, \dots, a_n; P_1, P_2, \dots, P_m; f_1, f_2, \dots, f_n \rangle \quad (1.1)$$

Nesmieme zabúdať, že $f_1, \dots, f_n$ sú zvláštnym prípadom systémových vzťahov R_s , takže (1.1) je zvláštny prípad všeobecnejšieho určenia systému

$$S = \langle M; a_1, \dots, a_n; P_1, \dots, P_m; R_{s1}, \dots, R_{sn} \rangle \quad (1.2)$$

Z jednoznačnosti vyplýva, že napr. pomocou f_j a a_j dostaneme nový prvok (dostaneme sa k novému prvku) a_k , alebo $a_k = f_j(a_j)$, t. j. že f_j a a_j určujú a_k . Pretože a_k dostaneme ako výsledok operácie f_j na a_j (t. j., keď je dané a_j tak spôsobom priradenia f_j je určené a_k), nemusíme a_k v (1.1) uvádzať. To platí o každom podobnom prvku. Ak v (1.1) máme aj také prvky množiny M , ktoré nie sú určené (nie sú výsledkom operácie), ale ktoré len určujú, tak hovoríme, že

³ S. C. Kleene, *Vvedenije v metamatematiku*, Moskva 1957, 29.

⁴ Ak toto „hovorenie“ je podstatné, teda systémové (vyplýva z povahy systému), tak prvok nie je totožný so sebou. Ak celý prvok je systémový, tak prestáva byť prvkom v atomistickom význame.

⁵ (1.1) hovorí, že systém S je množina M prvkov $a_1, \dots, a_n$ majúcich vlastnosti $P_1, \dots, P_m$, pričom všetky prvky sú pospájané jednoznačnými spätosťami $f_1, \dots, f_n$, teda tak, že tvoria celok.

systém má *základ*. Ním je množina určujúcich prvkov.⁶ (1.1) potom prejde v (1.3)

$$S = \langle M; a_1, \dots, a_k; P_1, \dots, P_m; f_1, \dots, f_n \rangle, \quad (1.3)$$

pričom $k < n$. Hovoríme, že systém je závislý od *základu* a od f_i (kde $i = 1, 2, \dots, n$) alebo aj, že systém je funkciou základu, po prípade funkciou funkcie, ... základu. Množinu prvkov tvoriacich základ označme ako B (báza). Potom aby systém bol systémom a neprešiel v Cantorovskú množinu, musí platiť BCM. Potom (1.3) prejde v 1.3a)

$$S = \langle M; B; P_i; f \rangle, \quad (1.3a)$$

pričom pri $P_i = 1, 2, \dots, m$; pri $f_i = 1, 2, \dots, n$; pričom

$$M = f_1(B), \quad (1.3b)$$

prípadne

$$M = R_{si}(B), \quad (1.3c)$$

alebo

$$M = F_i(B), \quad (1.3d)$$

kde F_i sú priradeniami medzi priradeniami. Systém je tým *silnejší* a má tým väčšiu určujúcu schopnosť, čím je B z hľadiska danej M menšia. Okolnosť určenia jedného druhým alebo druhými je základom možnosti ovplyvňovania, zasahovania do chodu prírody a z toho vyplývajúceho predvídania, vypočítavania, zovšeobecňovania (indukovania) a pod. To zn., že pojem systému je kľúčom k pochopeniu vedy a vedeckej práce.

Najjednoduchšie systémy sú určené jediným systémovým vzťahom (jediným jednoznačným priradením, operáciou). Takým je napr. systém elementárnej aritmetiky určujúci číselný rad $0, 1, 2, \dots$

$$S = \langle M; 0; + \rangle, \quad (1.4)$$

kde M je množina celých kladných čísel, 0 je nula (východisko, základ) a „+“ je vzťah, ktorý má ľubovoľné číslo k číslu, ktoré po ňom bezprostredne nasleduje. Podobne jednoduchým je aj systém, v ktorom prvky sú usporiadané vzťahom $<$ alebo $\leq$. Možno najdôvtivejšou triedou systémov s jedným R_s sú axiomatické systémy, pričom $a_1, \dots, a_k$ sú axiomy (ktoré implicitne definujú aj základné pojmy) a R_s bude semanticky definovaný vzťah deduktívneho logického dôsledku Cn .⁷

$$S = \langle M; a_1, \dots, a_k; P_1; Cn \rangle, \quad (1.5)$$

pričom M je množina výpovedí (v našom prípade teorém — dôsledkov z $a_1, \dots, a_k$) a P_1 je ich pravdivosť. Ak vzťah dôsledku nebudeme chápať semanticky, ale ak ho vyjadríme množinou deduktívnych pravidiel, vyjadrujúcich vzťahy medzi premisami a dôsledkami, dostaneme zozritejší deduktívny systém

⁶ Systémy, v ktorých sú aj niektoré vlastnosti a vzťahy určené inými, sú omnoho zložitejšie a nebudeme ich tu skúmať.

$$S = \langle M; a_1, \dots, a_k; P_1; R_{ded1}, \dots, R_{dedn} \rangle, \quad (1.6)$$

kde R_{ded} je deduktívne pravidlo. Vo všeobecnosti môžeme povedať, že v systémoch skladajúcich sa z viac R_s môžu nastať dva prípady. Buď každé R_s spája (samozrejme rôznym spôsobom) všetky prvky systému S a vtedy hovoríme o rôznych rovinách systému, buď spájajú len niektoré prvky systému S . Tak napr. pomocou niektorých pravidiel dedukcie dostaneme len niektoré teóremy. V tom prípade však R_s nesmú byť celkom nezávislé, ale musia medzi sebou súvisieť, tak, aby podmnožiny $M_1, M_2, \dots, M_k$, ktorých prvky sú pospájané jednotlivými vzťahmi $R_{s1}, \dots, R_{sk}$, boli samy pospájané ďalšími vzťahmi tak, aby bol možný prechod z jednej k druhej, aby sa uchovala jednota systému. Ak napr. štyri podmnožiny $M_1, \dots, M_4$ množiny M majú tvoriť systém, musí platiť

$$\begin{aligned} M_1 &= R_{s1}(a_1, \dots, a_d), & M_2 &= R_{s2}(a_e, \dots, a_j) \\ M_3 &= R_{s3}(a_k, \dots, a_l), & M_4 &= R_{s4}(a_m, \dots, a_r), \\ M &= R_{s5}(M_1, \dots, M_4). \end{aligned}$$

Takže $S = \langle M_1, \dots, M_4; R_{s5} \rangle$.

Keby R_{s5} nejestvoval, spomínané štyri podmnožiny by netvorili systém.

Systém, v ktorom všetky R_s sú jednoznačné, voláme *silným* (často aj deterministickým) systémom. Systémy, v ktorých niektoré alebo aj všetky R_s sú dvoj-, troj-, ..., $n-1$ značné⁸, pričom množina M má aspoň n prvkov, sú *slabé* a sú o to slabšie, o čo je n pri n -značnosti väčšie. Systém, v ktorom by všetky R_s boli n -značné, je *nulový* a nie je v pravom slova zmysle systémom. V takomto význame je každá Cantorovská množina nulovým systémom.

V nasledujúcich úvahách si všimneme ďalšie formy určenosti prvku prvkom alebo prvku prvkami, ktoré nám môžu byť užitočné pri neskoršom charakterizovaní vedeckých systémov.

Určenosti môžu byť *jednosmerné* (a to alebo monojednosmerné alebo *polyjednosmerné*), *dvojsmerné* (spätne väzby) alebo *mnohosmerné* (z ktorých najdôležitejšie sú *cyklické*).

Monojednosmerná určenosť charakterizuje monojednosmerné systémy, ktoré ako základ majú jeden prvok a pri ktorých nasledujúci prvok je jednoznačne určený predchádzajúcim prvkom. Tieto systémy môžeme schematicky vyjadriť radom $a_1 \rightarrow a_2 \rightarrow \dots \rightarrow a_n$ (pričom šípka označuje smer určovania) alebo presnejšie postupnosťou priradení

$$\begin{aligned} a_1 &\text{ základ,} \\ a_2 &= f(a_1), \\ a_3 &= f(a_2), \\ &\vdots \\ a_i &= f(a_{i-1}), & \text{kde } i = 2, 3, \dots, n \\ \text{alebo} \\ S &= \langle M; a_1; f \rangle. \end{aligned} \quad (1.6)$$

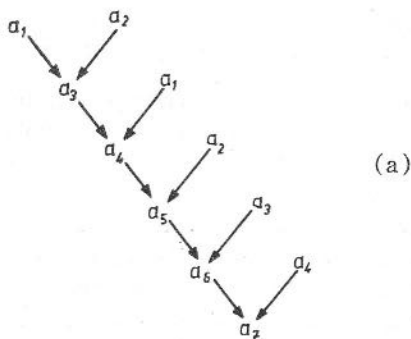
Zložitejšie systémy dostaneme, keď máme viac priradení $f_1, \dots, f_n$ medzi prvka-

⁷ G. A. Asser, *Einführung in die mathematische Logik I*, Leipzig 1959, 162 n.

⁸ T. j. pri ktorých nejakému prvku a sa nepriraduje pomocou R_s len jeden prvok, ale dva, tri, ..., $n-1$ prvkov.

mi množiny M . Potom je systém charakterizovaný následnosťou priradení, teda (nie nutne jednoznačnou priradenosťou F medzi priradenosťami $f_1, \dots, f_n$, $F(f_1, \dots, f_n)$). Medzi najznámejšie systémy s jednoprvkovým základom (s jednou axiómou) a s dvomi priradeniami f_1, f_2 v logike treba spomenúť Nicodov systém, v ktorom f_1 je pravidlo substitúcie a f_2 je Nicodov modus ponens, pričom postupnosť medzi f_1 a f_2 nie je jednoznačná (podľa okolností môžeme použiť krok pomocou f_1 alebo pomocou f_2).⁹

Polyjednosmerná určenosť charakterizuje systémy, ktoré ako základ majú najmenej dva prvky. Ako príklad vezmeme dvoj-jednosmerné systémy, z ktorých najsilnejší bude mať ako základ dva prvky a_1, a_2 .¹⁰ Znázorníme ho grafom (a) a vyjadríme postupnosťou



a_1, a_2 základ

$a_3 = f(a_1, a_2)$

$a_4 = f(a_1, a_3)$

$a_5 = f(a_2, a_4)$

$a_6 = f(a_3, a_5)$

$\vdots$

$a_i = f(a_{i-3}, a_{i-1})$

kde $i = 4, 5, \dots, n$ a a_3 je jasne určený.

Ide tu teda o systém

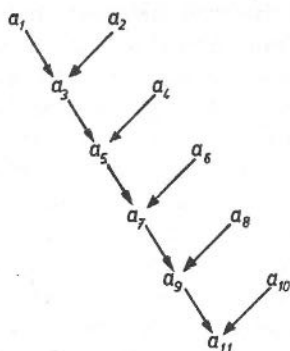
$S = \langle M; a_1, a_2; f \rangle$

(1.7)

Systému (a) je podobný, ale o mnoho slabší systém (b), ktorý bude mať za základ množinu prvkov $B = \{a_1, a_2, a_4, a_6, \dots, a_{2n}\}$, kde $n = 1, 2, \dots$, teda $S = \langle M; B; f \rangle$ pričom $M = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ a $B = \{a_1, a_2, a_4, a_6, a_8, \dots\}$. Rozdiel medzi M a B v (a) je neporovnateľne väčší ako v (b), a preto systém (b) je menej užitočný ako (a), čo sa týka určujúcej schopnosti. Lahko vidíme, že systém je z uvedeného hľadiska tým užitočnejší, čím častejšie prvky základu alebo nimi bezprostredne po prípade sprostredkované určené prvky vstupujú do „hry“. Tento

⁹ Pozri J. Łukasiewicz, *Uwagi o aksjomacie Nicoda i o dedukcji uogólniającej*. (Z Zagadnień Logiki i Filozofii) Warszawa 1961, 165 n.

¹⁰ n -jednosmerné sú tie systémy, ktoré ako základ musia mať najmenej n -prvkov.



(b)

vstup do hry je, podobne ako pri monojednosmerných systémoch charakterizovaný určitým priradením F (pri našich systémoch (a) a (b) sa to ľahko vidí na indexovaní). Medzi najznámejšie jednosmerné systémy s väčším množstvom f , medzi ktorými jestvuje jednoznačná priradenosť, patria Gentzenovské systémy prirodzenej dedukcie.¹¹

Všetky jednosmerné systémy môžu byť konečné alebo nekonečné, bez spodnej hranice. Konečné jednosmerné systémy sa môžu stať podsystémami a spájať sa podľa princípov nenarušujúcich jednosmernosť v zložitejšie systémy. Tak napr. pri trojjednosmerných systémoch stanú sa výsledky určenia v systémoch základom ďalších určení širšieho systému. Tak dochádzame k pyramidálnemu zoskupeniu podsystémov v jeden hierarchický systém s rôznymi poschodiami a či rovinami. Vedy sa čiastočne charakterizujú práve ako hierarchické systémy.¹² Ak máme podsystémy

$S_{11}, S_{12}, S_{13},$

$S_{21}, S_{22}, S_{23},$

$S_{31}, S_{32}, S_{33},$

ktoré tvoria nižšiu rovinu, tak ich ako základ spojíme v podsystémy.

$S_1 = F_1(S_{11}, S_{12}, S_{13}),$

$S_2 = F_2(S_{21}, S_{22}, S_{23}),$

$S_3 = F_3(S_{31}, S_{32}, S_{33}),$

ktoré tvoria vyššiu rovinu. Tieto tri systémy spojíme v systém S , ktorý tvorí najvyššiu rovinu zložitého systému a ktorý sa definuje

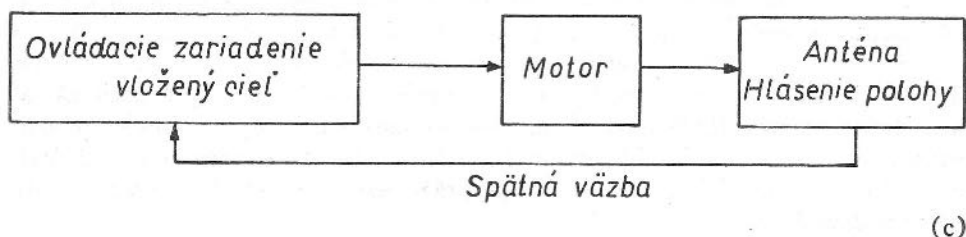
$$S = F(S_1, S_2, S_3). \quad (1.8)$$

Všetky akokoľvek zložité (hierarchické alebo nehierarchické) jednosmerné systémy sa charakterizujú tým, že musia mať základ, ktorým sú priamo alebo prostredne jednosmerne určované. To znamená, že v nich platí, že prvky určené základom sa môžu stať určujúcimi pre ďalšie určené prvky, ale tento sled nemožno obrátiť.

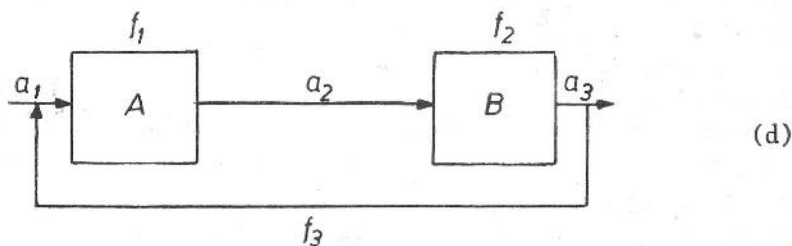
¹¹ Pozri H. A. Schmidt, *Mathematische Gesetze der Logik I*, Berlin 1960, 217 n.

¹² Takými sú systémy vedy napr. v dedukcionizme a v indukcionizme.

Medzi najdôležitejšie dvojsmerné určenosti patria *spätné väzby*, ktoré sú aj princípom regulácie systému. Spätnou väzbou sa s výsledkom priradenia alebo správania sa systému oboznamuje sám systém, čo ovplyvňuje ďalšie jeho správanie. Preto je zrejmé, že systémy so spätnou väzbou môžu byť len dynamické, a ak ide o vecné systémy, hrá v nich čas dôležitú úlohu.¹³ Najjednoduchšie spätné väzby sú v systémoch s *fixným* (jedným) cieľom, t. j. systémy určené pre jeden spôsob činnosti a spätná väzba je tu vlastne spôsob kontroly tejto činnosti, ktorou (kontrolou) sa zisťuje a odstraňuje odchýlka momentálnej činnosti systému od vymedzeného cieľa. Takou spätnou väzbou je riadená napr. radarová anténa, ktorá, hoci podlieha vplyvom vetra, je určená na sledovanie presnej polohy vzdialeného telesa alebo Wattov regulátor určený na udržanie konštantnej rýchlosti parného stroja pri jeho rôznom zaťažení. Systém so spätnou väzbou sa skladá z ovládacieho zariadenia, do ktorého je vložený cieľ a v ktorom je aj detektor chýb (teda prístroj na sledovanie odchýlok skutočnej polohy od plánovanej polohy), z motora, ktorý otáča anténu, z antény a z monitora, ktorý ovládaciemu zariadeniu oznamuje skutočnú polohu antény. Ak sa skutočná poloha antény líši od žiadúcej polohy, dá ovládacie zariadenie príkaz motoru odstrániť odchýlku.



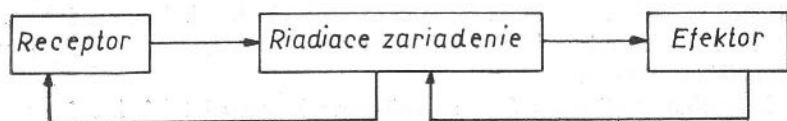
V systémoch so spätnou väzbou je základ systému zachovaný, ale vo veľkej miere relativizovaný. Schému (c) môžeme zjednodušiť a dostaneme



kde A je časť riadiaca, B časť riadená, pričom a_1 je vložený cieľ, a_3 je činnosť antény B , ktorá svoj stav oznamuje do a_1 , a_2 je činnosť motora. Podobný vzťah je aj medzi plánovacím oddelením A a výrobným oddelením B , pričom a_1 je fixný

¹³ Ak ide o vedecké systémy, tak čas v nich tvorí metavedecký alebo metodologický parameter.

plán, a_2 je vplyv A na B a a_3 je činnosť výrobného oddelenia. V hrubých črtách taký je aj vzťah medzi receptormi a efektormi v organizme.



Efektor dáva správu o svojej činnosti a riadiace zariadenie kontroluje, či je táto činnosť primeraná, a podľa toho usmerňuje receptory. Vo vede sa so spätnou väzbou tiež neustále stretávame. Tak napr. hypotéza určuje smer výskumu javov a javy determinujú hypotézu. Podobne je to aj medzi indukciou a dedukciou vo vede a medzi inými zložkami vedeckého systému, ako to ešte uvidíme.

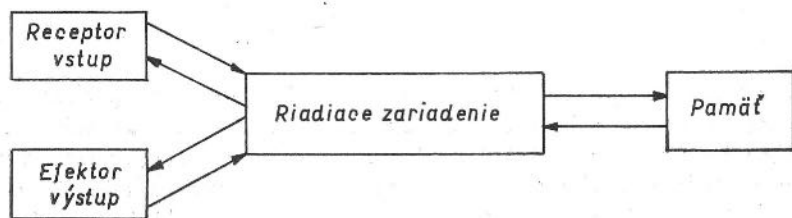
Schému (d) môžeme, odhladnuc od časovej následnosti (a teda nepresne), charakterizovať nasledovne:

$$\begin{aligned}
 a_1 & \text{ „základ“ — cieľ,} \\
 a_2 & = f_1(a_1), \\
 a_3 & = f_2(a_2), \\
 a_2 & = f_3(a_3).
 \end{aligned}$$

(1.9)

$a_2 = f_3(a_3)$ hovorí, že korekčná činnosť motora závisí od skutočnej polohy antény a od spätoväzbovej funkcie f_3 . Ak (1.9) aplikujeme na hierarchické systémy, tak potom hovoríme, že nižšia rovina ovplyvňuje vyššiu a naopak,¹⁴ ako to vidíme napr. pri induktívno-deduktívnych systémoch vedy.

Zložitejšie sú systémy, ktoré sú zamerané na viac spôsobov činnosti podľa meniacich sa vonkajších podmienok, t. j. systémy s väčším množstvom možných cieľov.¹⁵ Také systémy môžu so spätnou väzbou len tak pracovať, keď majú vlastnú pamäť, v ktorej sa uchovávali doterajšie vplyvy na receptor a reakcie efektora. V pamäti musia byť uložené možné stavy (zmeny) vonkajších podmienok a spôsoby (pravidlá) primeraného konania pri každom stave. Dostaneme schému (e)



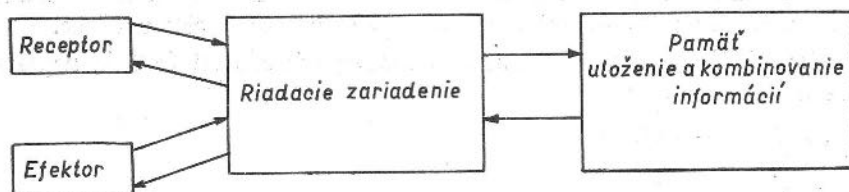
(e)

¹⁴ Pozri Metodológia ako exaktná veda, 360.

¹⁵ C. W. Churchman — R. L. Ackoff — E. L. Arnoff, Úvod do operačného výskumu, Bratislava 1968, 81 n.

To znamená, že štruktúra takéhoto systému sa časom, prispôbovaním, sama mení. Prikladom takéhoto systému je vedecký systém s väčším množstvom východiskových hypotéz vzniknutých na základe skúseností (receptor) a uložených do pamäti ako možné vysvetlenia spomínaných skúseností. Z týchto hypotéz sa postupnými verifikáciami a falzifikáciami (teda riadiacim zariadením) vyberie najprimeranejšia hypotéza.

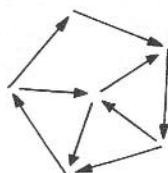
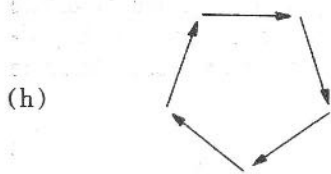
Ešte komplikovanejšie systémy so spätnou väzbou sú také, ktoré samy zbiehajú (do pamäti vkladajú) skúsenosti (informácie) preto, aby sa získali nové spôsoby konania, prípadne ktoré v pamäti rôzne informácie znovu kombinujú tak, aby sa vyprojektovali nové spôsoby konania. Tým môže systém určovať svoj vlastný osud.



Kým schémy (d) a (e) reprezentovali systémy, ktorým je cieľ (ciele) daný (z vonku), systém (g) si tvorí cieľ vo svojom vnútri.

Veda je učiaci sa systém s pamäťou. Pamäť vedy tvoria jej dejiny, ktoré sú jej imanentné. Učia nás, čo sa už urobilo, čo sa nedalo urobiť alebo sa nedá urobiť. Z tejto vlastnosti vedy okrem iného vyplýva aj to, že informačný systém (sieť informácií) je organickou súčasťou každej vedy.

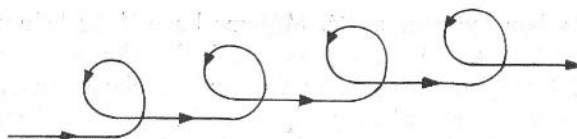
Medzi najdôležitejšie *mnohosmerné* určenosti patria cyklické, a to buď *monocyklické*, vytvárajúce systémy majúce schému (h),



buď *polycyckické*,
(j)

ktoré vyjadrujú pospájanie všetkých (alebo veľkého množstva prvkov systému) so všetkými (alebo s veľkým množstvom prvkov). V cyklických systémoch nemôžeme vôbec hovoriť o ich základe, lebo u nich (obrazne povediac) všetko je všetkému základom; prvky takých systémov sa vzájomne udržiavajú a prísne berúc, strácajú charakter prvku Cantorovských množín.¹⁶ Aj izolované cyklické systémy, ak sa nevzťahujú na totalitu, sú určitou abstrakciou. V skutočnosti sa spájajú s necyklickými systémami, čím vznikajú rady

¹⁶ Dialekticky chápaná veda je polycyckickým systémom.



ktorých prvky sú schémy (j).¹⁷ Každému z uvedených druhov systémov odpovedajú rôzne pohľady na vedu a jej metódu.

b) Vedecký systém

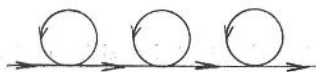
Budeme pokračovať v skúmaní vlastností systémov z hľadiska ich bezprostrednej aplikácie na vedecké systémy.

Každý systém, ak nie je určitou totalitou, má okolie, v ktorom existuje, rozvíja sa alebo zaniká. *Okolie* je to, čo ovplyvňuje systém alebo čo je ním ovplyvňované. Okrem týchto jednosmerných okolí jestvujú aj dvojsmerné (ovplyvňujúce a ovplyvňované) okolia. Miesto (miesta) systému, v ktorom okolie vplýva na systém, nazýva sa *uchodom* systému a miesto, ktorým systém vplýva na okolie (odpovedá, reaguje na vplyv okolia), nazýva sa *východom* systému. Samo okolie môže byť systémové alebo nesystémové. Prvé je samo systémom alebo súborom systémov, a preto pri ňom delenie na systém a okolie je relatívne. Nesystémové okolie je možné len pri myšlienkových systémoch. Tu sa okolie stotožňuje so skutočnosťou, ktorá nám nie je daná ako systém, ale ktorú chceme myšlienkovými systémami odzrkadliť a tak odкрыť systémový charakter samej skutočnosti; do okolia vedy patria aj okolnosti, za ktorých veda môže existovať a rozvíjať sa. Veda je systém s *trvalým* okolím, ktoré chce ona do seba pojmovým spôsobom absorbovať. To zn., že veda je vzhľadom na svoje okolie *otvoreným* systémom!

Otvorený systém musí byť dynamický, lebo okolie naň vplýva a on musí na okolie reagovať. V opačnom prípade by alebo okolie jestvovalo vedľa systému ako niečo samostatné a nebolo by okolím, alebo otvorený systém by sa stal okolím. Preto veda je stále sa rozvíjajúcim dynamickým systémom, lebo je otvorená voči *realite*, voči novým poznaným situáciám, udalostiam a pod., vyjadrovaným pomocou *nových* poznatkov, ktoré do vedy neustále prúdia a ktoré musí veda primerane svojmu systémovému charakteru metodologickými postupmi transformovať. Pod vplyvom týchto nových poznatkov sa veda sama musí z času na čas rekonštruovať a mnohé transformované poznatky (zovšeobecnenia, hypotézy, teórie) po čase ako nedokonalé zo svojho lona vyvrhovať.

Veda nie je otvorená len voči realite, ale aj voči sebe samej, voči *ostatným* vedám. To zn., že vedy nejestvujú jednoducho vedľa seba, ale tvoria jednotu

¹⁷ Rady systému



by boli neefektívne.

a dnes sú medzi sebou bytostne späté. Môžeme hovoriť, že jednotlivé vedy tvoria systém vied a že sú oddelené len z praktických dôvodov delby práce; v základe sú však len časti jednej vedy.¹⁸ Systém vied má mnoho stránok. Vedy môžu na seba nadväzovať a v tom stupni sa predpokladať svojou *obsahovou* stránkou tak, že obsah jednej vedy (alebo jeho časť) tvorí časť obsahu druhej vedy. Fyzika tvorí časť obsahu chémie, chémia časť obsahu biológie atď. Stupeň vyvinutosti danej vedy spočíva v miere obsahovej infiltrácie do iných vied a v stupni infiltrácie iných vied do danej vedy.¹⁹ Vedy na seba nadväzujú aj svojou *nástrojovou* a formulačnou stránkou. Touto stránkou súvisí matematika ako všeobecná veda o poriadku a miere²⁰ s ostatnými vedami. Matematika je formulačným a dokazovacím aparátom pre ostatné vedy a miera jej použitia sa pre mnohé vedy stáva mierou ich exaktnosti a vyspelosti. Vedy súvisia často svojou *metodologickou stránkou*. Tento súvis je všeobecnejší ako predchádzajúce a zahŕňa ich. Tak hovoríme o experimentálnych vedách, kde nové techniky experimentovania (napr. metóda faktorových experimentov) sa z jednej vedy prenášajú na druhé. No a konečne vedy si môžu byť navzájom zdrojom inšpirácie, nových problémov, tém, smerov výskumu a pod. Čím viacerými stránkami vedy medzi sebou súvisia, t. j. čím je miera ich viazanosti väčšia, tým menej sú autonómne.²¹

Z uvedeného vidieť, že vzťahy medzi vedami sú veľmi rôznorodé a závisia od stupňa rozvoja vied, teda od histórie vied. Preto nemá význam hovoriť abstraktne o riešení problému jednoty vied. V štúdiu si všimneme len niekoľko riešení tohto problému, ktoré sa nám zdajú dôležité z nášho systémového hľadiska.

Medzi najstaršie pokusy o postihnutie jednoty vied patria *redukcionistické* chápania jednoty. Podstata redukcionizmu spočíva v tom, že všetky vedy sa budujú podľa jednej „vzorovej“ vedy. Ak sa za vedu — vzor považovala matematika, tak vzniká vedecký (pan-) matematizmus. Matematizmus od jeho najstaršej pytagorejskej formy cez descartovskú *mathesis universalis* hral v dejinách vedy veľmi dôležitú a v celku pozitívnu úlohu. Matematika bola dlho vzorom exaktnej vedy a ideál budovania vied *more mathematico* prekonal teoreticky (ale nie prakticky) až Leibniz, ktorý objavil princíp exaktnosti aj samej matematiky. Našiel ho vo formálnom systéme alebo v kalkule (po prípade v logike) imanentnom v matematike. Keď sa geometria a matematika udomácnila vo fyzike, t. j. keď sa fyzika a najmä mechanika stala exaktnou vedou, tak sa viac storočí ona považovala za vzorovú vedu. Jej obrovské úspechy spôsobili, že aj svojou metodologickou stránkou prenikala do ostatných prírodných, ale aj spoločenských vied a umožnila tak vznik a rozvoj fyzikalizmu (mechanicizmu). V redukcio-

¹⁸ „Všetky vedy nie sú nič iné ako ľudská múdrosť, ktorá vždy ostáva jedna; ... sú navzájom tak spojené, že je oveľa ľahšie naučiť sa všetky zároveň než jednu od ostatných oddeliť.“ R. Descartes, *Pravidlá na vedenie rozumu*, Bratislava 1954, (Pravidlo I).

¹⁹ To znamená, a potvrdzujú to dejiny vied, že vedy na primitívnom stupni rozvoja sú od seba izolované.

²⁰ Descartes, c. d. (Pravidlo IV).

²¹ Systém je autonómny vtedy, ak obsahuje podsystémy, ktoré sú len slabo medzi sebou poviazané, t. j. ktoré sa ovplyvňujú, ale zmena jedného podsystému nenavádza zmenu vnútra iného podsystému.

nizme hocijakého druhu ide o *abstraktnú* jednotu vied, ktorou sa môže vystihnúť len to, čo všetky vedy majú so vzorovou vedou spoločné, t. j. to, čím je oblasť vzorovej vedy s ostatnými oblasťami izomorfná. Preto v redukcionistickej jednote vied je obsahová a nástrojová autonómnosť jednotlivých vied (systémov) minimálna až nulová. Veda — vzor vedie vždy k metodologickému izomorfizmu. No extrémny prípad redukcionizmu spočíva v tom, že všetky oblasti skutočnosti skúmané vedami sa redukujú na oblasť skúmanú vzorovou vedou, t. j. vedie k ontologickému izomorfizmu. Tento redukcionizmus prekračuje rámec a potreby vied a má čisto metafyzický charakter.

Neredukcionistická jednotka spočíva v tom, že vedy si pomáhajú, vzájomne sa potrebujú, ale si zachovávajú určitý stupeň autonómnosti. Z tohto hľadiska rozoznávame hlavné a pomocné vedy (disciplíny). Hlavná je každá tá veda, ktorá je priamym predmetom nášho záujmu. Pomocné (vedľajšie) sú tie, ktoré sú nutné na vybudovanie hlavnej vedy, a to buď ako nástroje ich budovania (napr. ako modelovacia aparátúra), buď ako predpoklad ich budovania (ako ich základ, časť obsahu a pod.). Pojmy „hlavná“ a „pomocná“ veda sú relatívne; určitá veda môže byť z hľadiska jednej vedy hlavná a z hľadiska inej vedy vedľajšia, pričom vzťahy medzi nimi môžu byť jednosmerné (lineárne) alebo cyklické. Pri jednosmernom vzťahu sa (za podpory vedľajších vied) vybuduje hlavná veda, tá sa stane vedľajšou pre iné hlavné vedy atď., pričom sa tento postup nemôže obrátiť.²²

V prípade monojednosmernosti dostaneme veľmi jednoduchý comteovský systém vied: [matematika] → fyzika → chémia → fyziológia → sociálna fyzika. Pritom sa predpokladá, že systém je utvorený vzťahom „obsahovo jednoduchší ako“, t. j. že predmet predchádzajúcej vedy je „jednoduchší“ ako predmet nasledujúcej vedy a že nasledujúca veda sa dá exaktne len vtedy budovať, keď je už celkovo exaktne vybudovaná predchádzajúca veda. Preto si u Comta táto klasifikácia nárokuje byť aj racionálnym vyjadrením dejín vied.²³ Monojednosmerný systém môžeme zovšeobecniť a budovať ho podľa vzťahu „jednoduchší ako“. V tom prípade, ak sú vedy axiomatizované, ich jednotu môžeme vytvoriť tak, že k axiómam prechádzajúcej vedy pridávame nové (pre ďalšiu vedu špecifické) axiomy. Tým nevznikne (nutne) redukcionistická, ale aditívna (mechanická) jednotka vied.²⁴

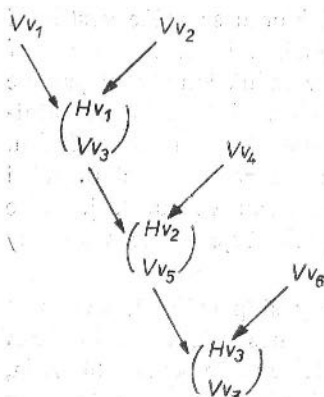
Monojednosmernému systému vied neprotirečí, keď medzi „základné“ vedy vsunieme takzvané hraničné disciplíny, ako napr. matematická fyzika, fyzikálna chémia, biochémia, sociálna psychológia a pod.

Zložitejší bude dvojjednosmerný systém vied, v ktorom každá hlavná veda (Hv) má dve vedľajšie vedy (Vv); tak dostaneme rad (k), ktorý je veľmi podobný schéme (b).

²² Je jasné, že prvá veda sa musí vybudovať bez pomoci iných vied.

²³ A. Comte, *Cours de Philosophie positive I*, Paris 1864, 77; U Comta matematická nástrojovo súvisí s ostatnými vedami (c. d., 86), a preto sme ju dali do hranatej zátvorky.

²⁴ Tak Hilbert buduje svoj axiomatický systém geometrie vyjadrujúc tým aj jej vnútornú rôznorodosť.



$\begin{pmatrix} Hv_1 \\ Vv_3 \end{pmatrix}$ označuje, že hlavná veda

Hv_1 sa stane vedľajšou vedou Vv_3 pre ďalšiu hlavnú vedu.

(k)

Pritom nesmieme hlavnú vedu chápať ako produkt alebo funkciu vedľajších vied, lebo by to viedlo k redukcionizmu typu: sociológia by bola funkciou psychológie, tá funkciou biológie, ona funkciou chémie, chémia funkciou fyziky a fyzika funkciou matematiky (matematika prípadne funkciou logiky).

Zo schémy (k) nasleduje, že musíme rozoznávať prvoradé a druhoradé (prípadne n-radé) pomocné vedy. Pre hlavnú vedu Hv_3 (Vv_7) sú prvoradé Vv_5 a Vv_6 , druhoradé Vv_3 a Vv_4 atď. Vedy, ktoré sú od danej vedy vzdialené, nemôžu byť prvoradými a hlavnými pomocnými vedami. Tak pre psychológiu nemôže byť podľa tohto chápania jednoty vied hlavnou pomocnou vedou matematika, ale biológia a fyziológia. V tom je jeden z nedostatkov faktorovej analýzy (v psychológii), ktorá postupuje predovšetkým matematickými metódami. Tie sú aj v psychológii potrebné a dôležité, ale nie prvoradé.

Jednosmerný rad vied okrem iného implikuje, že zmena štruktúry Vv_i v schéme (k) nutne navodzuje zmenu štruktúry v Vv_{i-k} (kde $k = 1, 2, \dots$), ale nie naopak. Tak napr. zrútenie dnešnej matematiky a jej nahradenie inou (dnešnej matematike neizomorfnou) by priniesol hlboký prevrat vo fyzike, chémii atď., ale podobnou mierou to neplatí naopak, lebo spätné ovplyvňovanie nie je všade také silné ako jednosmerné.

Jednosmerný rad vied nevystihuje skutočné spätosti medzi vedami.

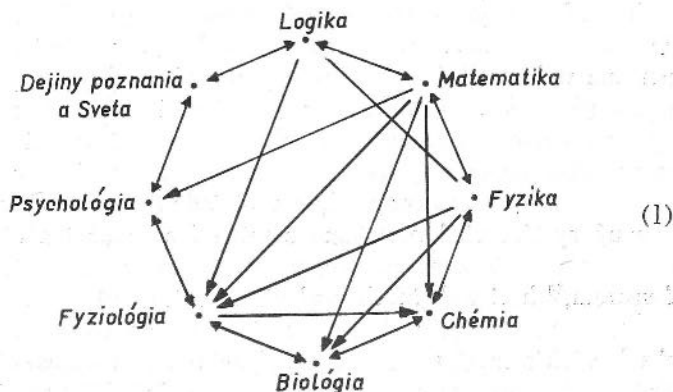
Rad $\begin{pmatrix} Hv \\ Vv \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} Hv \\ Vv \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} Hv \\ Vv \end{pmatrix} \dots$ má v sebe mnohé spätné väzby a často sa do seba cyklicky uzatvára. Spätné väzby vzájomného ovplyvňovania, čo sa týka inšpiračných vplyvov, smerov výskumu, metodologického vzoru alebo prístrojovej pomoci, sú napr. medzi matematikou a fyzikou, fyzikou a chémiou, chémiou a biológiou, psychológiou a sociológiou atď. Veľké objavy v jednej vede majú silný vplyv na život iných vied. Pritom nie všade je spätné ovplyvňovanie rovnako silné; spätosti sú aj historicky podmienené. Tak napr. vplyv fyziky na biológiu je väčší než naopak, no teória otvorených systémov, ktorá vznikla v biológii, môže mať veľký vplyv napr. na rozvoj termodynamiky.²⁵ Vplyv chémie na atómovú fyziku bol zo začiatku (vďaka Mende-

²⁵ J. Prigogine, *Introduction to Thermodynamics of Irreversible Processes*, New York 1961.

dejevovmu systému prvkov) väčší ako dnes. No ani spätná väzba medzi vedami nevystihuje úplne skutočnú jednotu vied, a dôsledne aplikovaná na vedu ako celok by viedla ku (komplikovanej) linearite vzoru

$V_1 \rightleftharpoons V_2 \rightleftharpoons V_3 \rightleftharpoons V_4 \dots$ (pričom V_i sú vedy).

Vedy sú medzi sebou pospájané rôznymi *cyklickými* vzťahmi, takže dostávame nasledovný obraz jednoty vied,²⁶ pričom vznikajú aj ďalšie vzťahy, ako napr. Logika $\rightleftharpoons$ (ostatná) Veda (ako celok).²⁷



V schéme (1) matematika preniká do všetkých vied a ich ovplyvňuje ako ich formačný a dokazovací nástroj.²⁸ Fyzika preniká do biológie ako časť biofyziky. Fyzika s matematikou a elektrotechnikou konštruujú rôzne matematické stroje, homeostaty, adaptívne automaty, ktoré môžu slúžiť ako modely mozgu, a tak ovplyvňovať neurológiu, ale ktorými sa môžu riešiť aj logické a matematické problémy a tak slúžiť za model jednej časti metodológie atď. Tak vzniká konkrétna jednotu vied a konkrétna všeobecnosť poznania, ktorá odzrkadľuje aj viazanosť aj autonómnosť vied.²⁹ Autonómnosť vied je vo všeobecnosti určená tým, že sa rešpektuje špecifický charakter jednotlivých oblastí a aspektov reality skúmaných vedami. Autonómnosť je umožnená transcendovaním matematizmu teóriou systémov. Pre každú oblasť sa vytvára špecifický systém, ktorý množstvom premenných (parametrov)³⁰ a hlavných vzťahov medzi nimi má odzrkadľovať zložitnosť odpovedajúcich oblastí reality, pričom sa do úvahy zoberú aj spätnoväzbové a cyklické parametre, teda parametre, ktorými systém „vstupuje“ do spätnoväz-

²⁶ Tento obraz je skôr príkladom ako vyčerpávajúcim zobrazením skutočnej situácie.

²⁷ Vedy sú závislé od logiky a logika je produktom vied. Z cyklickej jednoty vied vyplýva okrem iného, že delenie vied na formálne (logika a matematika) a obsahové (empirické) o aké sa usilovali novopozitivisty, je nesprávne a protiví sa princípu cyklickosti. Justifikovať totiž treba aj dedukciu a celú logiku.

²⁸ Matematika nielen preniká do vied, ale sa ich potrebám aj prispôbuje. To platí aj o ostatných vedách. Preto hovoríme, že systém vied je *adaptívny*.

²⁹ Netreba vari pripomínať, že každému druhu systému vied odpovedá aj primeraná predstava o realite a naopak, určitá predstava o (celej) realite implikuje jej primeraný systém vied. Neskoršie ukážeme, že spätnoväzbový a cyklický nie je len systém vied, ale aj jednotlivé vedy.

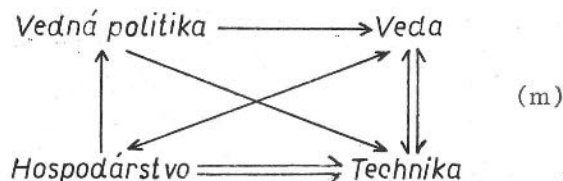
³⁰ a určením oblastí premenných.

bových a cyklických vzťahov s inými systémami. Pri takomto systémovom postupe sa exaktnosť nestotožňuje s matematizovateľnosťou, ale s jasnou, jednoznačnou formou ovateľnosťou tak parametrov, ako aj systémových vzťahov a ich systémovým rozvíjaním³¹, ako aj určiteľnosťou miery podobnosti takto vzniknutého myšlienkového systému s empiricky poznateľným reálnym systémom.

Autonómnosť systému vied nie je stála, ale sa mení, presúva sa z jednej časti na druhú; vedy, ktoré boli pevnejšie zviazané, sa uvoľňujú a naopak.

Systém vied, o ktorom hovoríme, nie je homogénny ani čo sa týka dôležitosti jednotlivých vied, ale je *centralizovaný* okolo jednej alebo viac vied,³² ktoré, pokiaľ ide o rozpracovanosť, význam a možnosť ovplyvňovania, predstihnú iné,³³ pričom centrum vedy sa v dejinách môže presúvať z jednej vedy na druhú, napr. z matematiky na fyziku. Ak v určitom období celá veda má len jedno centrum, tak ono určuje celkový habitus vied charakterizujúci určitú vedeckú epochu. Štruktúru vedeckej epochy opíšeme neskoršie. Tu len chceme poznamenať, že *centralizovaný* je nielen systém vied, ale aj jednotlivé vedy vo svojom vnútri. *Centralizovaný* systém vied nesmieme zamieňať s redukcionistickým systémom. V prvom je hlavný dôraz na vplyve, v druhom na vzore, pričom centrum *ne musí byť vzorom*,³⁴ hoci v dejinách vied nie sú zriedkavé prípady, že prvý prejde v druhý, a to najmä vtedy, keď je centralizovanie zo všetkých hľadísk (nástrojových, obsahových a iných) veľmi silné. Z dejín vied rovnako vieme, že niekedy je čiastočný redukcionizmus na určité obdobie plodný. Všetko závisí od historickej situácie, do ktorej sa dostávajú vedy a od miery redukovateľnosti.

Vedy nie sú otvorené len voči sebe samým, ale Veda je otvorená aj voči *prostrediu* v ktorom žije, ktoré ovplyvňuje a ktorým je ovplyvňovaná. Prostredie má svoju spoločenskú, technickú a ekonomickú stránku. Každá z nich špecifickým spôsobom ovplyvňuje vedu a spoluurčuje jej tvárnosť. Každý štát primerane svojim cieľom a možnostiam tvorí vlastnú *vednú politiku*; ona určuje, ktoré vedy alebo disciplíny sa majú prednostne rozvíjať, určuje smery výskumu v nadväznosti na požiadavky techniky, surovinovú základňu, tradície, medzinárodnú kooperáciu a pod. Situáciu môžeme zobraziť schémou (m)



³¹ Matematika postupuje takým istým spôsobom. Matematické dokazovanie je len zvláštnym prípadom rozvíjania systémových vzťahov.

³² Podľa toho rozoznávame monocentralizované a polycentralizované systémy.

³³ Centralizovaný je taký systém, v ktorom jeden prvok alebo podsystém hrá väčšiu úlohu ako ostatné; tým vzniká centrálna časť, okolo ktorej sa ostatné sústreďujú. Podobne sa definuje aj polycentralizovaný systém.

³⁴ Pri vzore ide o izomorfizmus, pri centre ide formálne o menej, ale významovo a obsahovo o viac (o obsahovú rôznorodosť).

Veda, technika a hospodárstvo súvisia aj po *obsahovej* stránke.³⁵ Vedná politika je pre vedu direktívny faktor, hospodárstvo je pre vedu umožňujúci alebo limitujúci faktor jej rozvoja. Veda svojimi výsledkami navodzuje nové smery technického rozvoja a technické možnosti (predstavované aj prístrojovým potenciálom³⁶) tvoria doslova existujúcu stránku vedy. Nič tak nepomôže vede, ako keď sa ukáže možnosť jej aplikácie v technickej praxi. Dynamika atómového výskumu sa priamo fantasticky zrýchlila, keď sa prišlo na možnosti praktického využitia atómovej energie.

Povedali sme, že veda je systémom s trvalým okolím, a preto aj prúdenie poznatkov do nej bude trvalé. No rast vedy nie je lineárny a súvislý. Veda je *pulzujúci* dynamický systém, je tok, v ktorom sa z času na čas urobia akési priehradky; v nich sa na čas prúd zastaví, život sa ustáli, „zreorganizuje“ a potom pod vplyvom stále nových prítokov sa ešte silnejším prúdom pohne ďalej! To znamená, že pulzujúci systém sa skladá z dvoch častí; zo zatvárajúceho sa systému (teda zo stabilizujúceho alebo stabilizovaného systému — priehradky) a z otvárajúceho sa systému.

Zatvárajúce sa systémy sú vlastne klasické (relatívne) *uzavreté* systémy S_u , ktoré, ak sú myšlienkové, nemusia sa stotožniť s axiomatizovateľnými systémami.

Uzavretý systém S_u je množina M prvkov, ktorá je uzavretá vzhľadom na určitý vzťah R . Množina M je uzavretá vzhľadom na R vtedy a len vtedy, keď o nej platí, že ak nejaký prvok a patrí do M ($a \in M$) a ak je vo vzťahu R ku nejakému prvku b [$a R b$, alebo $b = R(a)$], tak aj $b \in M$. Teda³⁷

$$(Aa) (Eb) [a \in M \wedge b = R(a) \rightarrow ((b \in M) \rightarrow (M \in S_u))] \quad (1.10)$$

Vzťah R , ktorý spĺňa vetu (1.10), nazývame aj systémovým vzťahom R_s .

O systémovom vzťahu R_s platí

$$(Aa) (Eb) [a \in M \wedge b = R_s(a) \rightarrow b \in M] \quad (1.11)$$

Vetu (1.10) môžeme zovšeobecniť na n -členné jednoznačné vzťahy. Ak R_s je trojčlenný vzťah, tak dostaneme

$$(Aa) (Ab) (Ec) [a \in M \wedge c = R_s(a, b) \rightarrow ((c \in M) \rightarrow (M \in S_u))]. \quad (1.12)$$

Ak R_s je n -členný vzťah, dostaneme

$$(Aa_1) (Aa_2) \dots (Aa_{n-1}) (Ea_n) [a_1, a_2, \dots, a_{n-1} \in M \wedge a_n = R_s(a_1, \dots, a_{n-1}) \rightarrow ((a_n \in M) \rightarrow (M \in S_u))] \quad (1.13)$$

Z pojmu uzavretého systému nasleduje veta

$$(Aa) (Eb) [a \in M \wedge b \in M \wedge M \in S_u \rightarrow b = R_s(a)] \quad (1.14)$$

a z toho bezprostredne vyplýva

$$(Aa) (Eb) a \in M \wedge b \in M \wedge M \in S_u \rightarrow ((b = R_{s1}(a)) \rightarrow (ER_{s2}) b = R_{s2}(a)) \quad (1.15)$$

³⁵ Toto znázorňujeme dvojitou šípkou.

³⁶ Dnešné výskumy sú z technického hľadiska veľmi náročné a tomu primerane aj drahé.

³⁷ (1.10) čítame: pre každé a (označujeme to (Aa) jestvuje nejaké b (Eb) tak, že ak $a \in M$ a $b = R(a)$, potom ak aj $b \in M$, tak M je uzavretý systém, t. j. patrí do triedy systémov S_u .

To znamená, že ak a a b sú prvky systému a nie je medzi nimi vzťah $b = R_1(a)$, tak musí jestvovať nejaký iný vzťah R_2 (označujeme to (ER_2)), taký, že $b = R_2(a)$. V tomto štádiu veda je množina výpovedí uzavretá vzhľadom na metodologické operácie.³⁸

Z pojmu uzavretého systému vyplýva aj jeho relatívnosť. To znamená, že M môže byť systémom z hľadiska R_1 , ale nemusí byť systémom z hľadiska R_2 alebo naopak.³⁹ Z povahy pulzujúceho systému vyplýva platnosť vety

$$(AS_u) (AM) M \varepsilon S_u \rightarrow (Eb) b \varepsilon M, \quad (1.16)$$

podľa ktorej pre každý uzavretý systém platí, že jestvuje aspoň jeden prvok b , ktorý nie je prvkom systému S_u . Tieto prvky otvárajú systém a privádzajú ho do nového pulzu, ktorý sa končí vytvorením nového uzavretého systému atď., takže pulzujúci systém je charakterizovaný radom

$$(AM_i) M_i \varepsilon S_u \wedge b \varepsilon M_i \rightarrow (EM_k) M_k \varepsilon S_u \wedge b \varepsilon M_k, \quad (1.17)$$

kde $i = 1, 2, \dots, m; k = m + 1, \dots, m + n$.

Mechanizmus pulzácie (otvárania a zatvárania) budeme analyzovať neskoršie. Tu len pripomínáme, že každé otváranie je spojené s napätím, s nedôslednosťami, ba až s protirečeniami.

2. Predmet vedy

Povedali sme, že myšlienkové systémy viac alebo menej adekvátne odzrkadľujú vecné systémy. To znamená, že charakter vedy je určený aj jej predmetom, a preto úvahy o predmete vedy sú neoddeliteľnou súčasťou úvah o vede.

a) Predmet a metóda

V prvom rade si musíme všimnúť rozdiel medzi objektívnou realitou/jestvujúcou v svojej totalite a predmetom. *Predmetom* nazývame tú časť objektívnej reality, ktorá má k nám nejaký priamy alebo nepriamy⁴⁰ vzťah *ovplyvňujúci* naše poznanie a konanie. Predmet tým, že špecifickým spôsobom existuje a špecificky vplýva na iné predmety (a teda umožňuje, aby aj iné predmety naň špecificky vplývali), určuje spôsob prístupu k svojej povahe, a preto je aj pre nás svojej povahe primeraným spôsobom prístupný a poznateľný. To znamená, že metóda ako spôsob zmocňovania sa predmetu musí mu byť primeraná/ a v tej miere ho musí nástrojovým spôsobom odzrkadľovať a tak tvoriť časť pojmu o ňom. O predmete nemôžeme mať vedecký pojem, dokiaľ nevieme, ako sme ho preskúmali,

³⁸ Rôzne koncepcie vedy určujú, o ktoré operácie ide. Či napr. len o dedukciu alebo aj o indukciu, analýzu a pod.

³⁹ Ak napr. M je množina celých kladných čísiel, tak je uzavretá vzhľadom na sčítanie a násobenie, ale nie vzhľadom na odčítanie a delenie.

⁴⁰ A to alebo prostredníctvom iných predmetov alebo prostredníctvom vedeckých prístrojov.

alebo ako ho môžeme preskúmať; v tom prípade metóda vstupuje do definície predmetu a robí z neho predmet *vedy*. To znamená, že predmet sa stáva predmetom vedy, ak implikuje, navodzuje alebo nanucuje aj spôsob jeho skúmania. V opačnom prípade jestvuje jednoducho len ako predmet mimo nás.

Predmet však nie je poznaniu v celej jeho zložitosti daný a prístupný. Niektoré jeho vlastnosti a vzťahy k iným predmetom poznávame priamo zmyslami, iné len nepriamo pomocou vedeckých prístrojov. To znamená, že aj úroveň vedeckých prístrojov, myšlienkových (napr. logických, matematických) postupov a im odpovedajúci spôsob pozorovania, analyzovania, experimentovania, zovšeobecňovania a vyvodzovania, slovom skúmania určuje, čo na predmete môžeme poznať. A tak medzi predmetom a metódou jeho skúmania sú vzájomné dialektické súvislosti. Preto určitou metódou môžeme preskúmať len určité druhy alebo stránky predmetov a zasa ak vieme alebo hypoteticky predpokladáme, že predmet má takú alebo takú povahu, musíme podľa toho voliť aj metódu jeho výskumu. Spätnoväzbová dialektika prebieha v hrubých črtách nasledovne. Keď prideme s predmetom do styku, urobíme si o ňom „obraz“. Tento obraz je potom ako hypotéza vodidlom ďalšieho výskumu. Ak výskum v súlade s obrazom je úspešný, tak obraz ako pravdivý ponecháme, ak výskum je neúspešný, tak obraz a s ním súvisiaci spôsob ďalšieho výskumu meníme, prispôsobujeme novovzniknutým okolnostiam a v tomto cik-cak postupe neustále pokračujeme. Z toho vidno, že metóda je imanentná výskumu a predmetu, že nie je vopred daná vo forme princípov, dekrétov a pod., a že spomínané dialektické súvislosti nie sú rovnovážne. Prioritu má vždy predmetová stránka, pretože úlohou vedy je poznať realitu a metóda je vždy len nástrojom alebo určitá stránka predmetu, ak nie je určitou metódou primerane postihnuteľná, sa vždy tou alebo inou formou (napr. negatívnym testom, alebo neočakávaným tlakom na nás) hlási a vynucuje si zmenu alebo spresnenie, prípadne zjemnenie metódy.⁴¹ Môžeme teda povedať, že objektívna realita *len* jestvuje, kým vedecká metóda sa jej musí neustále *prispôsobovať* a že predmet sa stáva predmetom *vedy* vždy len z hľadiska určitej metódy⁴² jeho skúmania.

Svet vo všeobecnosti sa nemení tak rýchlo, ako sa mení a vyvíja veda. S vývinom vedy sa mení aj predmet vedy, takže môžeme hovoriť o dejinách predmetu vedy ako takého.

b) Vývin predmetu vedy

Podrobným štúdiom dejín vedy⁴³ dochádzame k názoru, že veda sa spočiatku zaoberala skúmaním individuálnych vecí, t. j. že predmetom vedy boli individuálne *veci*. Poznaniu bol prístupný povrch reality a ten sa prejavoval individualitou tvarov. Veda, sledujúc túto stránku reality, veci od seba oddeľovala

⁴¹ Preto v pozadí metódy je aj teória predmetu.

⁴² Metóda je imanentný princíp predmetu. V. I. Lenin, *Filosofické sešity*, Praha 1953, 185.

⁴³ Štúdium dejín vedy je pre metodológiu podstatné, lebo bez poznania dejín a jej tvorby sa metodológia nutne musí stať špekuláciou a apriórnu schémou.

a každú zvlášť preskúmala.⁴⁴ Takýto postup je v každom počiatočnom štádiu vedy nutný a prirodzený⁴⁵, lebo až po ňom môže prísť na rad skúmanie súvislostí medzi vecami a skúmanie zmien vo veciach.⁴⁶ Treba však pripomenúť, že veda hneď zo začiatku postihla charakteristické črty reality. Okrem spomínanej vonkajšej individuality vecí⁴⁷ ide o opakovanie a podobnosť vecí. To, čím sú veci podobné, je ich spoločná *vlastnosť*, na základe ktorej sa veci grupujú v širšie celky — *triedy*, ktoré sú si však navzájom cudzie. Pomocou takéhoto postupu vyberania podobností a vylučovania nepodobností sa došlo k predstave sveta ako k ríši navzájom nepospájaných ostrovov. Predmetom vedy sa stali tieto ostrovy — triedy. Aristoteles takto vzniknutú situáciu charakterizoval svojou definíciou vedy ako sústavy výpovedí vzťahujúcich sa na jeden a ten istý rod (genos) vecí,⁴⁸ z čoho mu potom vyplynulo, že dokazovanie nemôžeme prenášať z jednej vedy do druhej.⁴⁹ Najdôležitejším cieľom takej vedy je dokonalý *opis* jednotlivých predmetov a tried a metodologickú direktívu spomínanej vedy môžeme vyjadriť diferenciáciou, t. j. *rozkazom* hľadať stále nové triedy (okruhy), nové ich vlastnosti a stránky.

Postupným skúmaním izolovaných vecí a tried sa došlo k objaveniu súvislostí medzi nimi, pričom tieto súvislosti ležali hlbšie pod rôznym vonkajškom vecí, a tak k rušeniu ich izolácií a k ich jednoteniu. Tak sa napr. došlo k jednotnému zákonu a k jednotnej konštrukcii kružnice, elipsy, paraboly. No došlo sa aj k objaveniu rôznych súvislostí a závislostí vo vnútri samých vecí. Súvislosťami a pviazanosťami *medzi* vecami a *vo* veciach sa, ako vieme, definuje systém. Preto sa predmetom vedy stávajú *systémy*⁵⁰, ktoré v prvom prípade zjednocujú široké oblasti a v druhom prípade vyjadrujú vnútro vecí.⁵¹ V galileovskom a newtonovskom období sa skúmali len systémy určitého druhu, ktoré umožnili, že vedecké skúmanie sa nezastavilo pri jednotlivých systémoch vyjadrujúcich vonkajškovo veľmi rozdielne oblasti, podobne ako sa nezastavilo predtým pri skúmaní jednotlivých vecí. Aj rôzne systémy sa porovnávali a hľadali sa podobnosti medzi nimi, čím sa obnažilo ich spoločné vnútro. Podobné systémy, teda systémy, medzi ktorými je jednoznačné priradenie, nazývajú sa *izomorfné* a to, čo

⁴⁴ Tento spôsob poznania, vyžadujúci si napr. samostatný postup pri riešení individuálnych ale podobných rovníc alebo pri opisovaní geometrických útvarov (kružnice, paraboly, elipsy) ako samostatných vecí, preniká celou metódou a štruktúrou ranej gréckej matematiky a s jej doprevádzajúcim statizmom a kvalitatizmom aj celú grécku a ranostredovekú vedu. Pozri V. Filkorn, *Pre-Dialectical Logic*, Bratislava 1963, 57 n.

⁴⁵ No ak sa absolutizuje, vedie to až k absurdnostiam, lebo aj čisto vzťahové predmety, ako napr. miesto, považovali sa za veci. Z toho napr. Zenon Eleatský usudzoval, že miesto nejestvuje.

⁴⁶ F. Engels, *L. Feuerbach* (Vybrané spisy Marx—Engels II), Praha 1950, 405.

⁴⁷ Zistenie rôznosti vecí napr. rôznosti faktorov spôsobujúcich určité deje, hrá vo vede stále dôležitú úlohu.

⁴⁸ *Druhé Analytiky* I, 28, 87a.

⁴⁹ A že teda geometrické pravdy nemôžeme dokázať aritmetikou (*Druhé Analytiky* I, 7, 75a). To preto, lebo to, čo rody majú spoločné, je im náhodné. (*Druhé Analytiky* I, 9, 76a).

⁵⁰ Vo vede sa toto hľadisko začalo uplatňovať v období Galileiho.

⁵¹ Bližšie pozri V. Filkorn, c. d., 185 n.

majú izomorfné systémy spoločné, nazýva sa ich *štruktúra*.⁵² Systémové štruktúry alebo abstraktné systémy sa tak stávajú predmetom vedy. Systémy, ktoré majú spoločný abstraktný systém, nazývajú sa aj jeho *modelami*. Zistilo sa, že aritmetika má určitú hlbokú podobnosť s geometriou, ktorú vyjadríme algebrou. Algebra sa tak stáva štruktúrou geometrie, aritmetiky a iných disciplín, pričom sa v nej už nemôže káť dôraz na individuálnu povahu individuálnych prvkov, ale na široké súvislosti, ktorými jedinými sa štruktúrnym (abstraktným) spôsobom určujú. Rovnako sa zisťili podobnosti medzi hydrodynamikou, termodynamikou a elektrodynamikou, medzi elektrodynamikou a optikou atď. Abstraktným systémom sa teda usporiada celá trieda oblastí (systémov) a tento systém je tým užitočnejší, čím väčšie a rôznorodejšie je množstvo jeho modelov, t. j. čím je všeobecnejší. Centrálnou metodologickou direktívou v období vynorenia sa systémového pohľadu na realitu je v akejkoľvek oblasti hľadať súvislosti, skĺbenia a poriadok, t. j. neuspokojovať sa izoláciou; a v období objavenia sa abstraktných systémov povinnosťou vedcov je rozširovať izomorfiiu na čo najviac oblastí, t. j. vyjadriť čím viac systémov jedinou spoločnou štruktúrou, ktorá je aj ich zákonom. Galileovské systémy (a platí to aj o ostatných newtonovských a leibnizovských systémoch) sú necyklické, poly-jednosmerné so širokým základom. Základ tvoria reálne alebo myšlienkové⁵³ „atómy“ (nedeliteľné prvky), pričom počet ich druhov je ohraničený. Z atómov vznikajú zložitejšie veci (alebo myšlienkové útvary), pričom tie nemôžu spätne pôsobiť na atómy a ich meniť. Metodologickou direktívou z hľadiska galileovských systémov je analýzou dôjsť až k atómom a spätne ich kombináciou budovať celé systémy.⁵⁴

Každá systémová štruktúra je abstraktná vzhľadom na jej modely, no keď sa stane predmetom výskumu, musíme ju považovať za konkrétny predmet. A pretože jestvuje viac systémových štruktúr, môžeme skúmať to, čo majú spoločné, a tak sa dostaneme k ďalšiemu predmetu vedy k *štruktúre* systémových štruktúr.

Hľadanie a skúmanie systémových (ale aj iných) štruktúr a ich modelov má obrovský metodologický význam, lebo umožňuje prenášať výsledky z jedného modelu na iný model tej istej štruktúry. Preto snaha absolutizovať tieto metodologické postupy, t. j. vyhlásiť štruktúry štruktúr (prípadne štruktúry štruktúr... štruktúr) za jedinú formu jednoty a všeobecnosti sa mnohým vidí celkom prirodzenou. No takáto snaha v tej alebo onej forme preniesť izomorfiiu na celú realitu vedie k nesprávnym a metodologicky nepriaznivo obmedzujúcim dôsledkom, podľa ktorých by vo svete jestvovala alebo bola poznateľná len uniformita, a teda i keď veľmi bohatá predsa len gigantická jednotvárnosť a podľa ktorých

⁵² Termín „štruktúra“ má rôzne významy. Spomenieme len jeden. Štruktúra sa nazýva to, čo majú izomorfné vzťahy spoločné. Potom štruktúra *vztahu* bude trieda vzťahov, ktoré sú s daným vzťahom izomorfné. Štruktúra chápaná ako abstraktný systém bude vlastne štruktúra *systému*. Systém je zložitejší útvar ako vzťah. Systém je určitý komplikovaný vzťah medzi vzťahmi. Výskum rôznych druhov štruktúr a ich vlastností je dnes hlavnou úlohou matematiky.

⁵³ Pozri V. Fikorn, c. d., 218, 262. Podľa Leibniza omnes humanas cogitationes in paucis admodum resolvi tanquam primitivas. Die philosophischen Schriften von G. W. Leibniz, (ed. Gerhardt, Berlin 1875–1932) VII, 205. Pozri aj Descartes, c. d. (Pravidlo VI, str. 88).

⁵⁴ Preto potom aj náuka o objavovaní (heuristika) bude len aplikáciou kombinatoriky.

by sa najhlbšia podstata sveta dala vyjadriť postupnosťou izomorfii, teda postupnosťou stále širších abstraktných systémov, ktoré by spájala najširšia a celkom všeobecná systémová štruktúra podobná najvyššej triede pri klasifikácii. Väčšina teórií indukcie explicitne alebo implicitne sa opiera o rôzne druhy uniformných obrazov sveta, z čoho im potom vyplýva aj určitá koncepcia vedy ako uzavretého systému alebo uzavretého napredovania.

Platnosť tejto koncepcie sa prekonáva koncepciou, ktorú nazývame *dialektickou*. Z dialektického hľadiska predmetom vedy sú izomorfii nepodliehajúce systémy alebo väzby, prípadne prechody⁵⁵ medzi rôznymi neizomorfnými konkrétnymi alebo abstraktnými systémami. Nazvime také systémy dialektickými. Nimi sa vyjadrí to, že viac rôznych oblastí (systémov) majúcich rôznu štruktúru vnútorne medzi sebou súvisí nie svojou podobnosťou alebo nejakou širokou izomorfnou stránkou (vzťahujúcou sa napr. na systémy systémov), ale svojou rôznosťou, že rôzne neizomorfné okruhy sa podmieňujú, prípadne sa menia jeden v druhý.⁵⁶ Takouto dialektickou formou jednoty sa zjednotila oblasť geometrie a oblasť zotrvačných hmôt v relativistickej teórii gravitácie, podobne sa zákonom premeny energie zjednocujú všetky oblasti kvalitatívne rôznych druhov energií. Tu by sme mohli hovoriť aj o zjednotení oblastí polí a elementárnych častíc, realizujúcim sa v ich prechode.

Dialektické systémy sú vo všeobecnosti cyklické a transcendujú jednosmerný galileovský obraz sveta. Dôkazy v tomto smere poskytujú všetky teórie elementárnych častíc.

Predchádzajúce preddialektické chápania predmetu vedy mali aj iné vážne nedostatky. Vo väčšej alebo menšej miere chceli realizovať ideál gréckej vedy. Podľa neho úlohou vedy je vytyčovať pevné orientačné body, pevné východiská a hľadať nemenné kamene stavby prírody, prípadne pevné ostrovy alebo až vymedzené prúdy na pohybujúcom sa mori. Lebo aj keď Galilei a Newton si za predmet vedy stavajú pohyby a zmeny telies, skúmajú len relatívnu časť pohybu chápanú z hľadiska pevného priestorového leženia a nezávislého časového plynutia. To znamená, že skúmajú *dynamické* štruktúry, v ktorých sa jeden stav mení v druhý, ale samy štruktúry sa nemenia. Preto otázka, čo je čas, pohyb, zmena sama v sebe, t. j. čo je pohyb v jeho pohybovej „čistote“ sa vo vede vynorila dosť neskoro pod vplyvom novoobjavených faktov, ktoré boli predchádzajúcej vede neznáme a ktoré preto predchádzajúce koncepcie nemohli ani vysvetliť, ba ani primerane vyjadriť. Úlohou vedy z hľadiska dialektickej koncepcie je v lone starej štruktúry postihnúť a predpovedať kontúry novej a rodiacej sa (ale ešte nejestvujúcej) štruktúry alebo obrazne hovoriac úlohou vedy je vedieť sa orientovať na bezbrehom, neustále sa pohybujúcom oceáne, kde sa ustavične objavujú určité singularities (bóje), ale tie nie sú kotvami upevnené na dno. Takáto orien-

⁵⁵ Ak by sme výskum štruktúr, tak ako sme ich definovali, absolutizovali, mohli by sme povedať, že „je absurdné predstierať možnosť prechodu ako takého“ [Pařížské rozhovory o strukturalismu, Praha 1969 (rozhovor s P. Daixom), 15]. Aby sme mohli stanoviť prechod jednej štruktúry v druhú, musíme ich obidve už poznať (str. 15).

⁵⁶ V. I. Lenin ako jeden znak dialektiky uvádza „prechody každého určenia, kvality, črty, stránky, vlastnosti v každú druhú“ (c. d., 187).

tácia je nutná preto, lebo *predmetom* vedy sa stali vzájomné pôsobenia spôsobujúce všeobecné súvislosti a neustály pohyb sveta.⁵⁷

НАУКА И ЕЕ ПРЕДМЕТ

Войтех Филкорн

В данной работе более подробно рассматриваются некоторые идеи, приведенные в статье „Методология как точная наука“ („Философия“ 1969, № 4), в частности, системный характер (модель) науки и ее предмета.

В первой части статьи дается определение системы: система есть множество элементов, которые точно определенным образом взаимосвязаны. В зависимости от вида связей различаются разные виды систем. Если в S все отношения однозначны (функции), то мы получаем (1.1), где P_i суть свойства элементов. Элементы, которые лишь определяют, но сами не определены, составляют основу системы (множество B). Определенность элемента другим элементом (элементами) может быть моноодносторонней (1.6), двусторонней (схемы (a) и (b)), в общем же многосторонней. Более сложными являются двусторонние системы (с обратной связью), а именно либо с одной целью (схемы (c), (d), (1.9) или же с многими целями с памятью (схемы (e) и (g)). Наука с этой точки зрения — это обучающаяся система с памятью, причем память науки — это ее история и сеть информации. Однако науку нельзя адекватно характеризовать как двустороннюю, но как многостороннюю (циклическую) систему (схема (h) и (i)). А жизнь науки можно характеризовать как ряд следующих за собой циклических систем. Изолированные циклические системы лишены основы.

Наука характеризуется в статье как открытая динамическая система. При этом она открыта не только по отношению к реальности, которую она хочет отражать методологическими приемами, но и по отношению к себе. Дело в том, что отдельные науки не являются изолированными, но образуют единство, так что не существуют науки, но лишь системы наук. В статье рассматриваются различные виды систем наук, в частности, моноодносторонняя система Конта, многосторонняя система, система обратной связи и циклическая система (схема (l)). Также и в циклической системе на данном этапе не все науки имеют равное значение и влияние, но они сосредоточены вокруг нескольких или вокруг одной науки. Наконец, наука открыта по отношению к общественной среде (это значит, что она зависит от политики науки, техники и экономики (схема (m))). Наука характеризуется также как пульсирующая система (постоянно открывающаяся и закрывающаяся).

Во второй части в сокращенном виде рассматриваются главные этапы истории предмета науки. В частности, период, когда предметом науки были классы (аристотелевская концепция предмета науки), системы и изоморфизмы между ними, т. е. абстрактные системы (галилеевско-лейбницовская концепция предмета науки) и, наконец, системы и переходы между неизоморфными динамическими системами (диалектическая концепция предмета науки).

⁵⁷ F. Engels, *Dialektika přírody*, Praha 1950, 197.

The paper elaborates some thoughts introduced in the study „Metodológia ako exaktná veda“ (Filozofia 1969, n. 4), namely the systemic character (model) of science and of its object.

In the first part the system S is defined as a set of elements that are interconnected in a precisely limited way. According to the sorts of forms of connections we discern various sorts of systems. If there are in S all relations unambiguous (functions) we obtain (1.1), where P_i are the properties of elements. The elements that only determine but are not determined form the basis of the system (set B). The designation of an element by an element (elements) can be mono-one-way (1.6), double-one-way (schemes (a) and (b)) and poly-one-way in general. The double-way systems are more complicated (with feed-back) i. e. either with one aim (schemes (c), (d), (1.9)) or with more aims and memory (schemes (e) and (g)). From the mentioned point of view science is a learning system with memory, while the memory of science is its history and net of information. Science cannot be adequately characterized as a double-way system, but only as a poly-way (cyclic) system (scheme (h) and ()) and the life of science as a series of cyclic systems following one another. Isolated cyclic systems have no basis.

Science is characterized in the study as an open dynamic system, while it is open not only towards reality that it wants to reflect by methodological proceedings, but towards itself. Separate sciences are not isolated, but they form a unity, so that there are not sciences, but only a system of sciences. In the paper various kinds of systems of sciences are investigated, namely Comte's mono-one-way system, poly-one-way, feed-back and cyclic system (scheme (1)). At the present stage not even in the cyclic system are all sciences of equal importance and influence, but they are centralized around several or around one science. Science is finally open towards the social milieu in which it lives (that is to say it depends on the scientific policy, technology and economy (scheme (m))). Science is finally characterized as a pulsating system opening and closing all the time.

In the second part the chief stages of the history of the object of science are briefly investigated. Namely the period when the classes were the object of science (the Aristotelian conception of the object of science), the systems and isomorphisms among them, i. e. abstract systems (the Galilean-Leibnitzian conception of the object of science) and, at last, the systems and transitions among the non-isomorphic dynamic systems (the dialectical conception of the object of science).