

anjeli, úvahám o ktorých venuje Jaslinský celú hrubú knihu. Podrobnejšie sa o týchto jeho názoroch — ako aj o názoroch jeho kolegov — rozpíšeme v monografickej práci o filozofii na trnavskej a košickej univerzite. Tu nám išlo predovšetkým o zachytenie Jaslinského pokrokového filozofického zmysľania. Myslíme, že si ho hodno povšimnúť.

## TRIEDA MOŽNÝCH RIEŠENÍ PROBLÉMU KAUZALITY VO FYZIKE\*

ASARI POLIKAROV

### § 1. POSTAVENIE PROBLÉMU: POSTUP

Fyzika, ako je známe, netvorí jednotný (logický) systém, ale sa skladá zo štyroch teoretických systémov rôzneho druhu, ktoré sa nedajú navzájom na seba zredukovať. To sú mechanika (dynamika), teória poľa (najmä elektrodynamika), molekulárna fyzika (štatistická fyzika; termodynamika) a atómová fyzika (kvantová teória).<sup>1</sup>

Determinizmus sa formoval v klasickej mechanike. Neskoršie sa rozšíril aj na iné oblasti (elektrodynamika a. i.). Takéto rozšírenie však naráža v kvantovej teórii na vážne ťažkosti, čo viedlo k názoru o neplatnosti zákona kauzality v tejto oblasti. To malo spätný účinok na celé postavenie problému. Pritom vysvitlo, že ani v klasickej mechanike nie je situácia dostatočne jasná.<sup>2</sup> Mnohí autori túto okolnosť využívajú, aby pochybovali o platnosti kauzality aj v tejto oblasti, a tak zdôvodnili jej vylúčenie z fyziky.<sup>3</sup> Potom sa niekedy rozlišuje medzi kauzalitou (jej chápaním) a determinizmom<sup>4</sup> (pozri § 2).

Proti tejto tendencii by sme mohli postaviť pokusy podobného (retrospektívneho) spresnenia chápania kauzality, ktoré by sa dotýkalo všetkých oblastí fyziky v jej dnešnom vývinovom stave.

Podľa toho problém kauzality vo fyzike spočíva vo (konkrétnejšom) formulovaní zákona kauzality a v jeho zdôvodnení.<sup>5</sup> Nemá zmyslu indeterministické závery (z kvantovej mechaniky) len odmietat a nevzdať sa aj určitých premís,

\* Príspevok na sympóziu o determinizme a zákonitosti v modernej prírodnej vede. Sympóziu bolo na Filozofickom inštitúte Humboldtovej univerzity v Berlíne 11.—13. októbra 1962.

<sup>1</sup> Porov. W. Heisenberg, *Physik und Philosophie*, Berlín 1959, 77 n.

<sup>2</sup> M. Born, *Ist die klassische Mechanik tatsächlich deterministisch?* (Physik im Wandel meiner Zeit, Braunschweig — Berlín 1957, 160 n.). Pozri aj M. Born, *Vorhersagbarkeit in der klassischen Mechanik*. Z. Phys. 153, 372 (1958).

<sup>3</sup> Niekedy sa stretáme s mienkou o irelevancii determinizmu vo fyzike, ba v celom vedeckom poznaní (pozri H. Reichenbach, *The Direction of Time*, Berkeley — Los Angeles 1956, 95; A. Pap v *Readings in the Philosophy of Science*, N. Y. 1953, 22; pozri aj A. Pap, *Analytische Erkenntnistheorie*, Viedeň 1955, 129).

<sup>4</sup> Pozri M. Born, *Natural Philosophy of Cause and Chance*, Oxford 1949, 8.

<sup>5</sup> Pozri R. B. Lindsay — H. Margenau, *Foundations of Physics*, N. Y. 1957, 515

Pritom sú mysliteľné dva druhy postupov. Pri jednom sa podá predbežná formulácia zákona kauzality (kauzálnej vety), ktorý sa opiera o poznatky v jednej (ohraničenej) oblasti fyziky. Potom sa táto formulácia preskúša v iných oblastiach a na tom základe sa ďalej spresní a skonkretizuje. Obyčajne sa postupuje týmto spôsobom.

Náš strategický plán je práve opačný. Pokúšame sa načrtnúť najvšeobecnejší tvar chápania kauzality tým, že berieme do úvahy celý empirický materiál fyziky, ktorý je syntetizovaný v zákonoch. Potom naša úloha pozostáva z vyjasnenia, ktoré zákony majú všeobecný charakter pre každú zo spomínaných základných oblastí. Zákon kauzality bude patriť do tejto triedy zákonov. Až potom ho začneme z tohto masívu vydeľovať.

Tento postup nevedie priamo k jednoznačnému výsledku, lebo v tomto ohľade sa nedá formulovať všeobecne uznané kritérium. Množina možných chápaní môže ležať v rozpätí od jedného zákona (a to rozličného pri rozličných variantoch) až k celej triede všeobecne platných zákonov (s rozličnými meziležiacimi kombináciami).

Ďalšia úloha spočíva v triedení týchto chápaní, t. j. ako na základe konkrétnej analýzy a zdôvodnenia vyčleniť čo možno najmenší počet, prípadne jediné najprimeranejšie chápanie. Toto chápanie musí zodpovedať princípu permanencie, t. j. musí v sebe obsahovať doterajšie chápania (v prekonanej forme), prípadne predstavovať ďalšiu aproximáciu.

V danom prípade vezmeme určité chápanie, ktoré predstavuje osobitnú syntézu niektorých iných názorov. Pritom veríme, že tak dôjdeme k dokonalejšiemu, všestrannejšiemu chápaniu. Takýto postup riešenia problému má, ako sa zdá, nezávisle od prijateľnosti chápania, samostatný význam.

## § 2. K OTÁZKE CHÁPANIA DETERMINIZMU

Pod determinizmom rozumieme celkom všeobecne chápanie o kauzalite, o platnosti princípu kauzality, prípadne kauzálnych zákonov v rozličných okruhoch skutočnosti (prírody, spoločnosti).

A naozaj jestvuje viac pojmov determinizmu,<sup>6</sup> ktoré sa systematicky dajú vyjadriť takto:

I. skupina (široké chápanie determinizmu  $D_1$ ):

$D_{11}$ , podľa ktorého nejestvujú javy, ktoré by neboli obsiahnuté v celku zákonov  $L_n$ ;<sup>7</sup>

$D_{12}$ , ktoré jednoducho tvrdí existenciu zákonov (celku  $L_n$ );<sup>8</sup>

$D_{13}$ , podľa ktorého jestvujú všeobecne platné zákony  $L_m$  (pričom  $m < n$ ).

II. skupina (užšie chápanie  $D_2$ ):

<sup>6</sup> Tu máme na mysli v prvom rade fyziku.

<sup>7</sup> Mnohí autori pripúšťajú možnosť, že jestvujú udalosti, ktoré sa nedajú subsumovať pod žiaden zákon (W. Stegmüller, *Das Problem der Kausalität*. Probleme der Wissenschaftstheorie, Viedeň 1960, 186, 188).

<sup>8</sup> Porovnaj L. Wittgenstein, *Tractatus Logico-Philosophicus*, Londýn 1958, 36; M. Schlick, *Die Kausalität in der gegenwärtigen Physik*. Gesetz, Kausalität und Wahrscheinlichkeit, Viedeň 1948, 5, 23; M. Born, *Physik und Metaphysik*, c. d., 102, 104n.

$D_{21}$ , zákon kauzality sa kryje:

( $\alpha$ ) s jednou časťou všeobecne platných zákonov  $L_k$  ( $k < m$ ), prípadne

( $\beta$ ) s určitým druhom zákonov ( $L_i$ ).

Toto chápanie má rôzne možnosti; napr. celok  $L_k$  sa stotožňuje:

a) s dynamickými zákonmi,

b) s kvantitatívnymi zákonmi,

c) s oboma spomínanými druhmi zákonov.<sup>9</sup>

$D_{22}$ , zákon kauzality sa zredukuje na zákon o celku  $L_k$ . Aj tu existuje viac možností (k čomu prideme neskoršie).

III. skupina  $D_3$  (ako osobitný druh skupiny II):

$D_{31}$ , podľa tohto chápania zákon kauzality nepatrí (priamo) k prírodným zákonom, ale predstavuje len jednu z ich stránok, vlastností alebo zvláštností, napr. má charakter metavedy (metazákona).<sup>10</sup>

IV. skupina ( $D_0$ ):

Podľa tohto chápania:

$D_{01}$ , jestvujú akauzálné (ale nie antikauzálné, nedeterminované) jevy. Také sú určité stacionárne procesy;

$D_{02}$ , tieto procesy sú primárne a kauzálné podmienené javy (zmeny) sa tvoria až na ich pozadí;<sup>11</sup>

$D_{03}$ , jestvujú procesy, ktoré sú determinované (len) štatisticky;<sup>12</sup>

$D_{04}$ , taký charakter majú všetky zákony alebo ich prevažná väčšina (kontingencializmus, probabilizmus), t. j. (podľa tohto chápania) všetky alebo väčšina zákonov ( $L_n$ ) sú štatistické.<sup>13</sup>

Chápanie, ktoré je priamo namierené proti determinizmu je indeterminizmus. Tento popiera platnosť zákona kauzality a tvrdí úplnú ľubovoľnosť javov. V skutočnosti sa tento indeterminizmus zamieňa s mnohými chápaniami IV. skupiny, ktoré by sme mohli nazvať a determinizmom, teda niečím, čo sa od určitých foriem determinizmu síce líši, ale sa s indeterminizmom, ktorý v jeho radikálnej forme dnes už sotva niekto zastáva, nestotožňuje.<sup>14</sup>

Najrozšírenejšie je chápanie  $D_{21}$ , a to vo verzii ako princíp stacionárneho účinku,<sup>15</sup> prípadne vo variante  $D_{31}$  ako Cauchyho matematický problém.<sup>16</sup>

Prednedávnom vyšla v ruskom preklade Bungeho monografia.<sup>17</sup> V nej sa rozlišujú aj rôzne pojmy determinizmu. Pritom príčinnosť je len jeden druh

<sup>9</sup> Porov. W. Stegmüller, c. d., 183 n.

<sup>10</sup> L. Wittgenstein, c. d., 6, 32.

<sup>11</sup> Porov. A. Polikarov, *Zur philosophischen Fragestellung des kosmologischen Problems*, Wiss. Z. Karl-Marx-Univ. Lipsko, Ges. u. Sprachw. R. 7, 13 (1957/58).

<sup>12</sup> Pre mnohých autorov je štatistika tohto druhu totožná s indeterminizmom (pozri napr. D. Bohm, *Causality and Chance in Modern Physics*, Londýn 1957. Kap. IV, § 2).

<sup>13</sup> Pozri F. Exner, *Vorlesungen über die physikalischen Grundlagen der Naturwissenschaften*, Lipsko—Viedeň 1922, kap. IV.

<sup>14</sup> Porov. B. Russell, *Das naturwissenschaftliche Zeitalter*, Stuttgart-Viedeň 1953, 94.

<sup>15</sup> L. S. Polak, *Variácne princípy mechaniky*, Moskva 1959, 858 n.

<sup>16</sup> Pozri napr. P. Jordan, *Kausalität und Statistik in der modernen Physik*, Die Naturwissenschaften 15, 106 (1927).

<sup>17</sup> M. Bunge, *Príčinnosť, mesto principa príčinnosti v súčasnej vede*, Moskva 1962

determinácie. Odpovedajúce chápania sa delia do troch tried: kauzalizmus, polokauzalizmus a akauzalizmus. Podľa prvého chápania každá determinácia je kauzálna, prípadne všetky zákony sú kauzálnymi zákonmi.<sup>18</sup> Akauzalizmus popiera tak alebo onak kauzalitu, redukujúc ju na funkcionálne alebo štatistické zákony. Stredné postavenie zaujíma polokauzalizmus, považujúc i kauzálne zákony za osobitný prípad zákonitostí (čo zodpovedá našej  $D_2$  skupine). Bunge sám zastáva jeden druh tohto chápania, ktoré menuje neodeterminizmus. Osvetľuje aj vzťah kauzality k iným kategóriám determinácie.

### § 3. VŠEOBECNE PLATNĚ FYZIKÁLNE ZÁKONY

Bez toho, žeby sme komplikovali problém jednotlivosťami, ktoré nie sú v tomto prípade nutné, uvedieme tieto všeobecne platné fyzikálne vety (zákony):

Ako základná veta mechaniky platí Hamiltonov princíp

$$\int S = 0 \quad (1)$$

(kde  $S = \int L(q_i, \dot{q}_j, t) dt$  — účinková funkcia,  $L$  — Lagrangeova funkcia,  $q$  — súradnice,  $t$  — čas).

Treba upozorniť, že táto veta je len jednou z celej triedy variačných princípov v mechanike, ku ktorým patrí aj princíp najmenšieho účinku

$$\int W = 0 \quad (2)$$

(tu  $W = \int \Sigma p_i \dot{q}_i dt$  — charakteristická Hamiltonova funkcia a  $p$  — impulz). Lahko zbadáme, že princíp (2) je od Hamiltonovho princípu (1) rozdielny.

Každý variačný princíp je ekvivalentný s určitým systémom diferenciálnych rovníc a naopak, systém diferenciálnych rovníc sa dá vyjadriť variačným princípom. V tomto zmysle (1) je definíciou dynamických zákonitostí.<sup>19</sup>

Princíp (1) sa okrem mechaniky kontinua dá s úspechom použiť aj v relativistickej mechanike, v teórii poľa, v kvantovej mechanike, ako aj v štatistickej mechanike.<sup>20</sup> To mu dáva význam všeobecne platnej fyzikálnej vety. Považuje sa za najvšeobecnejší princíp všetkých reverzibilných dejov (M. Planck).

Tým sa rozličné fyzikálne oblasti nezredukovujú na mechaniku. V nových oblastiach mení princíp svoj obsah. Zodpovedajúce funkcie (ako napr.  $L$ ) dostávajú tu rozličné vyjadrenie a podriaďujú sa rozličným podmienkam invariantnosti. Tomu zodpovedajúc sa zavedú nové pojmy (napr. pravdepodobnosť v termodynamike).<sup>21</sup>

Fyzikálny zmysel vety (1) sa objasní Noetherovou teorémou, podľa ktorej každej súvislej transformácii súradníc, ktorou sa variácia účinku bude rovnáť

<sup>18</sup> Taktó radikálne nechápali kauzalitu ani mechanisti (Holbach a i.).

<sup>19</sup> L. S. Polak, c. d., 873.

<sup>20</sup> Pozri napr. J. W. Leech, *Classical Mechanics*, Londýn-New York 1958.

<sup>21</sup> Polak, c. d., 864.

nule, a pri ktorej je daný aj transformačný zákon pólových funkcií, zodpovedá určitý invariant.<sup>22</sup>

Z princípu (1) plynie zákon zotrvačnosti a impulzova veta v klasickej Newtonovej mechanike.

Do triedy všeobecne platných zákonov patrí aj princíp ekvivalencie zotrvačnosti a gravitácie, prípadne zákon gravitácie (Einstein):

$$R_{ij} - \frac{1}{2} G_{ij} R = \frac{8\pi k}{c^2} T_{ij}, \quad (3)$$

kde  $R_{ij}$  — redukovaný tenzor priestorového zakrivenia,  $g_{ij}$  — metrický tenzor,  $k$  Newtonova gravitačná konštanta,  $c$  rýchlosť svetla vo vákuu,  $T_{ij}$  tenzor energie a impulzu. (3) môžeme dostať z (1) za určitých dodatočných podmienok.<sup>23</sup>

Z (1) vyplývajú aj zákony zachovania (vo všeobecnej podobe), a to

$$\sum_i \frac{d T_{ij}}{dx^i} = 0, \quad (4)$$

ktoré svedčia o homogenite (izotropii) priestoru a času.<sup>24</sup>

Môžeme uviesť ešte prvú hlavnú vetu termodynamiky

$$\Delta E = Q + A, \quad (5)$$

z ktorej, ako osobitný prípad (pre uzavreté systémy), vyplýva zákon o zachovaní energie

$$\Sigma E_i = \text{Const}, \quad (5a)$$

kde  $E$  — energia,  $Q$  — teplo,  $A$  — práca.

Môžeme uviesť ešte princíp, podľa ktorého každý systém smeruje k stavu minimálnej potenciálnej energie. Tento princíp má úzky vzťah k druhej hlavnej termodynamickej vete (Boltzmann)

$$\Delta S \geq 0, \quad (6)$$

pričom  $S = k \ln P$  — entropia,  $k$  — Boltzmannova konštata a  $P$  — pravdepodobnosť.

Všeobecne platný charakter má aj princíp relativity a zákon konštantnej rýchlosti svetla vo vákuu, prípadne veta o ekvivalencii hmoty a energie

$$E = m c^2. \quad (7)$$

K všeobecne platným vetám patrí aj princíp vlnovo-korpuskulárnej syntézy (mikroskopických) hmotných formácií (Einstein, De Broglie), prípadne vzťah neurčitosti

<sup>22</sup> E. Noether, *Invariante Variationsprobleme*. Nachrichten von der königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, Math.-phys. Klasse, Berlin 1918, 235.

<sup>23</sup> A. Einstein, *Hamiltonsches Prinzip und allgemeine Relativitätstheorie* (H. A. Lorentz — A. Einstein — H. Minkowski, *Das Relativitätsprinzip*, Berlin 1922, 125).

<sup>24</sup> Noether, c. d.

$$\Delta p \cdot \Delta q \geq \frac{h}{4\pi} \quad (8)$$

(kde  $h$  — účinkové kvantum), alebo princíp superpozície pre vlnovú funkciu ( $C_i$  sú amplitúdy pravdepodobnosti).<sup>25</sup>

$$\varphi = \sum C_i \varphi_i. \quad (9)$$

Je užitočné poukázať na vzťah medzi kosmologickým chápaním a základnými zákonmi. Pre meniaci sa vesmír sú zákonmi jeho zmeny (samy sú však nepremenné),<sup>26</sup> pre stacionárny vesmír sú základné zákony nezávislé od (absolútneho!) času. Preto ako základnú vetu (zákon) môžeme formulovať zákon štandardnosti materiálnych formácií. Tento zákon tvrdí, že rôzne materiálne útvary (elementárne častice, atómy, molekuly atď.) sú štandardom v prísnom alebo (pre makrotelesá) v širokom slova zmysle, a túto stálosť celkové premeny neovplyvňujú.<sup>27</sup>

Okrem toho môžeme hovoriť ešte o inom druhu všeobecne platných viet, ktoré sa nevzťahujú priamo na prírodu, ale na jej zákony. To sú tzv. metavety. Metavetový charakter — aspoň z určitého hľadiska — majú princíp korešpondencie (Bohr), vzťah neurčitosti (Heisenberg) a princíp relativity (v určitej formulácii).<sup>28</sup>

Teda do triedy všeobecne platných fyzikálnych viet patria:

- $A_1$  (vety) o hmote (a pohybe),
- $L_1$  o štandardnosti materiálnych formácií,
- $L_2$  o syntéze vlny a telieska,
- $A_2$  o pohybe (priestor a čas),
- $L_3$  o premene a zachovaní energie (5),
- $L_4$  Hamiltonov princíp (1),
- $L_{4a}$  o izotropii priestoru a času,
- $L_{4b}$  o gravitácii (3),
- $L_5$  zákon svetla,
- $L_{5a}$  ekvivalencia hmoty a energie (7),
- $A_3$  štatistické zákony,
- $L_6$  druhá veta termodynamická (6),
- $L_7$  princíp relativity,
- $B$  metavety  $A_4$  (a zákonoch),
- $L_8$  princíp korešpondencie.

<sup>25</sup> P. A. M. Dirac, *The Principles of Quantum Mechanics*, Oxford 1958, Kap. I. Sem môžeme prípadne zaradiť aj Pauliho princíp (W. Pauli, *Über den Zusammenhang des Abschlusses der Elektronengruppen im Atom mit der Komplexstruktur der Spektren*, Z. Phys. 31, 765 (1925).

<sup>26</sup> H. Poincaré, *Evolution der Gesetze*. (Letzte Gedanken, Lipsko 1913). Odhliadame od prípadu, kde by táto zmena bola lubovoľná. V takom „svete“ by zákon kauzality neplatil.

<sup>27</sup> Túto vetu explicitne formuloval Polikarov (*Dialektický materializmus a moderná fyzika*, Sofia 1950, 48, 103 (bulh.) a G. Thomson (*The Foreseeable Future*, Cambridge 1955, Kap. I; ruské vydanie 1958; 35).

<sup>28</sup> A. Polikarov, *O niektorých všeobecných metodologických otázkach prírodných vied*. Izvestia na instituta po filozofia, VIII (v tlači, bulh.).

Pre náš účel nie je potrebné dotýkať sa problému o systémovom charaktere týchto viet, najmä ich nezávislosti a úplnosti.<sup>29</sup> Pripomíname, že v literatúre sa obyčajne rozoznávajú tri druhy zákonov, a to funkcionálne, kauzálne a štatistické.<sup>30</sup>

#### § 4. ZOVŠEOBECNENÉ CHÁPANIE ZÁKONA KAUZALITY

Uvedený celok viet odhaľuje plnosť možností chápania kauzality vo fyzike, pričom sa zákon kauzality vyjadří podtriedou tejto triedy (celku) viet. Spomínaná podtrieda môže obsahovať ako prvky jednu z uvedených viet... až celok všetkých týchto viet.

Najširšie chápanie determinizmu by bolo to, ktoré chápe kauzalitu ako jestvovanie zákonov vôbec ( $D_{12}$ ), alebo to, podľa ktorého nejestvujú javy, ktoré by sa nedali subsumovať pod zákony ( $D_{11}$ ).

Také chápanie považujeme za príširoké. Touto šírkou sa stráca špecifičnosť kauzálneho vzťahu, a tým sa tento problém vôbec obchádza. Všeobecná veta o jestvovaní zákonitých súvisov nemôže vysvetliť špecifický charakter kauzálneho súvisu, a najmä jeho časovú asymetriu.<sup>31</sup>

Potom vzniká otázka, či zákon kauzality patrí do prvej (A) alebo do druhej (B) skupiny všeobecne platných viet, či platí pre štatistické zákony a nakoniec, ako sa má konkrétne rozumieť a ako sa chápať.

Nemáme všeobecné kritérium, ktoré by nám dovoľovalo jednoznačne extrahovať zákon kauzality. Problém sa komplikuje ešte tým, že rozličné formulácie dávajú spomínaným zákonom rôzny charakter. V každom prípade medzi vety, ktoré by pre extrakciu prišli do úvahy, nepatria vety skupiny  $A_1$ .

Vo fyzike sa utvoril rad chápaní druhu  $D_{22}$  (ako aj  $D_{31}$ ) (pozri § 2), a to:

I  $L_3$  (Leibnitz, R. Mayer a iní)

II  $L_4$  (Laplace)

IIa  $D_{31}$

III  $L_{4a}$  (Maxwell)<sup>32</sup>

IV  $L_6$  (Terleckij)<sup>33</sup>

Okrem toho do tohto komplexu patrí aj chápanie späté s  $L_5$  (Langevin),<sup>34</sup> ako aj chápanie  $D_{01}$ ,  $D_{02}$  a  $D_{03}$ .

Nazdávame sa, že najlepšie sa dá zákon kauzality formulovať podľa  $D_{21}$  ( $\alpha$ ), v ktorom je syntetizovaná časť doterajších chápaní.

Toto zovšeobecnenie obsahuje chápania:

a)  $D_{02}$  a  $D_{03}$

b) I (=  $L_3$ ) a II (=  $L_4$ ) a

<sup>29</sup> Pozri C. Hamel, *Die Axiome der Mechanik*. Handbuch der Physik, Bd. V, Berlín 1927, 6 n.; D. Hilbert, *Die Grundlagen der Physik*. Gesammelte Abhandlungen, Bd. III, Berlín 1935.

<sup>30</sup> Porovnaj I. Bocheński, *Die zeitgenössischen Denkmethode*n, Mnichov 1959, 101, 112n.

<sup>31</sup> Pozri E. Eilstein, *Laplace, Engels a naši súčasníci*. Studia filosoficne.

<sup>32</sup> J. C. Maxwell, *Substanz und Bewegung*, Braunschweig 1879, 14n.

<sup>33</sup> J. P. Terleckij, *Princíp kauzality a druhá veta termodynamiky*, DAN SSSR 133, 329 (1960).

<sup>34</sup> P. Langewin, *Čas, priestor a kauzalita*. Vybrané spisy, Moskva 1949, 152n.



c) III (=  $L_{4a}$ ) ako dodatočnú charakteristiku, ako aj primerane modifikované chápanie IV (=  $L_6$ ).

Pretože z chápania II sa dá odvodiť  $D_{02}$ , ako aj I (kvantitatívne) a III, dá sa naša téza považovať za zovšeobecnenie chápania II, ktoré je doplnené ešte aj chápaním  $D_{03}$  (a ak chceme aj modifikovaným chápaním IV).

Potom môžeme uviesť tieto určenia:

Zákon kauzality predpokladá, že:

a) každá zmena sa definuje na pozadí nejakej stacionárnej nemeniteľnosti, ktorá nemá kauzálny charakter, a to zmenou energie a impulzu, a kvantitatívne sa vyjadri zodpovedajúcou veľkosťou energie a impulzu ( $T_j$ ),

b) zákon kauzality nevyklučuje ani iné formy determinovanosti, najmä štatistickú determináciu.

V prospech tohto určenia hovorí kvantová mechanika (v jej bežnom chápaní) a my nemáme dôvod túto teóriu (v jej dnešnej podobe) považovať za predbežné, nedokonalé poznanie mikrosвета, skôr v nej musíme vidieť adekvátne odzrkadlenie zvláštností mikroprocesov, ktoré sa nedajú chápať mechanisticky. Pritom nie je nevyhnutné, aby štatistická determinácia mala druhotný charakter. Môže sa eventuálne chápať ako stacionárne bezkauzálna (v zmysle  $D_{01}$  alebo  $D_{02}$ ).

Zákon kauzality sa vzťahuje na zapríčinenie a na ďalší priebeh (procesov) a dá sa formulovať takto:

Zmeny prebiehajú podľa zákona premeny energie (kvalitatívne!) a ďalší priebeh, t. j. následnosť stavov izolovaného systému sa vyjadruje diferenciálnymi pohybovými rovnicami, prípadne Hamiltonovým (alebo iným variačným) princípom. Tento obsahuje aj zákon (kvantitatívneho) zachovania energie, t. j. tak proces zapríčinenia (z kvantitatívnej stránky), ako aj zotrvačný (bezpríčinný) pohyb. Pritom v rovnicach opisujúcich priebeh sa priestorové a časové súradnice explicitne neobjavujú.

Tento zákon sa v rôznych oblastiach konkretizuje rôzne tým, že Lagrangeovu funkciu účinku alebo za charakteristickú funkciu dáme špecifické výrazy, v ktorých sa stav charakterizuje rozličnými parametrami, a tak zákon kauzality nadobúda tú alebo onú formu. Potom zákon kauzality obsahuje najmä druhú hlavnú vetu, ale sa na ňu neredukuje (ako to robí chápanie IV).

Pokiaľ ide o zapríčinenia, príčina a účinok sú súčasné; časove postupná je následnosť stavov, ktorá nadobúda systém.<sup>35</sup>

Podľa Bungeho princíp kauzality sa skladá z dvoch zložiek:

1. z genetického princípu podľa ktorého z ničoho nevznikne nič a niečo sa v nič nepremení,<sup>36</sup>

<sup>35</sup> Túto otázku bližšie rozoberáme v našom príspevku *K fyzikálnemu zákonu kauzality*. *Wiss. Z. Humboldt-Univ. Berlín, Math.-nat. R.* 11, 711 (1962).

Tieto závery nadhadzovali otázku a boli úvodom k danej problematike, ktorú bude treba ďalej prepracovať aj z iného hľadiska. Čiastočne som to urobil v referáte *Problém kauzality vo fyzike na seminári o problémoch kauzality v modernej fyzike a biológii* v Prahe 14. 12. 1961.

<sup>36</sup> Výraz „nič“ sa tu chápe v dvoch významoch. Prvýkrát sa chápe v obyčajnom zmysle, druhýkrát vo význame „žiadna vec“.



2. z principu zákonitosti: nič sa nedeje ľubovoľne, nezákonne (str. 397).

Prvý princíp sa stotožňuje so zákonom zachovania, prípadne s chápaním I. Druhý princíp je príliš široký; obsahuje aj prvý a robí ho tak zbytočným. Bunge uznáva súčasnosť príčiny a účinku, ale pochybuje o priestorovej kontinuite (príčiny a účinku) aspoň okrem fyziky. Podľa neho kauzalita sa neredukuje na nemeniteľnú, jedinú a súvislú následnosť stavov a predvídateľnosť na základe zákonov nie je pre neho kritériom príčinnej súvislosti.<sup>37</sup> Aj matematická forma zákonov je vzhľadom na jej obsah irelevantná.

V podstate súhlasíme s Bungem pokiaľ ide o obmedzenie zákona kauzality. Také je aj stanovisko Hegla a dialektického materializmu. Podľa nich kauzalita je „len malá časť univerzálneho súvisu“ (Lenin). Od Bungeho sa však líšime v konkrétnom chápaní triedy kauzálnych dejov; táto sa u Bungeho veľmi zúžila v prospech rozšírenia nekauzálnych javov. Pre Bungeho, v protiklade s dialektickým chápaním, kauzalita nie je osobitný prípad vzájomného súvisu, lebo v tomto nejestvujú ireverzibilné produkty. Bunge spája kauzalitu s pôsobením vonkajších faktorov. Charakteristický znak kauzality je lineárnosť príčinných radov, a preto sa kauzalitou nedajú vysvetliť kvalitatívne zmeny. Z okruhu platnosti kauzality sa vymykajú aj procesy samopohybu.

Všetko to dáva jeho chápaniu určité mechanické (neomechanické) znaky.<sup>38</sup> No aj napriek tomu jeho monografia, plná myšlienok, dáva mnoho impulzov pre ďalšie prepracovanie tohto problémového komplexu a je v tomto ohľade veľmi zaujímavá.

Prof. dr. Asari Polikarov,  
Bulharská akadémia vied, Sofia

## SOCIOMETRICKÉ TECHNIKY A MARXISTICKÁ TEORIE SPOLEČNOSTI

MILOSLAV PETRUSEK

V diskusiách o historickém materializmu, marxistickej sociológii a úkolech konkrétnych sociálnych výskumů se věnovalo poměrně málo pozornosti úvahám o metodách, metodických postupech, výskumných technikách a procedurách. Ukazuje se, že metodologický aspekt sociologické problematiky je v současné etapě diskusí přinejmenším stejně významný jako pokusy o vymezení předmětu marxistické sociologie a nadto konec konců od těchto pokusů neoddelitelný. Plným právem proto například Vodzinská a Jadov pokládají za základní předpoklady práce marxistického sociologa osvojit si metodu programování výzkumu, metodiky shromáždění základního materiálu a ovládnutí matematického aparátu

<sup>37</sup> Toto stanovisko zastáva napr. M. Born (c. d. v poznámke 4.); my ho zastávame v práci *Princíp kauzality v modernej fyzike*. (God. Sof. Univ., filos.-ist. fak. 47, I (1950/52), Sofia.

<sup>38</sup> Pozri G. S. Vaseckij, *O Bungeho knihe*. (Bunge, *Príčinnosť*, 487.)