

MECHANICKÝ DETERMINIZMUS A SÚČASNÁ FYZIKA

(Pokračovanie)

IVAN KUCHÁR

4. MECHANICKÉ TENDENCIE

Uviedli sme, že vo vývine mechanického determinizmu možno pozorovať dve etapy: laplaceovský determinizmus, ktorý odpovedá newtonovskej mechanike a ideám materializmu 18. storočia a potom na základe celej klasickej fyziky všeobecne formulovaný mechanický determinizmus. Podobne je to aj s mechanistickými tendenciami vo vedách: nie vždy boli rovnako alebo jednotne vyjadrované. Mechanistické tendencie 19. storočia sa líšia od súčasných (napr. vo fyzike, ale aj v iných vedách), aj keď majú určité znaky spoločné. Skôr než prejdeme k ich rozboru v súčasnosti, poukážeme aspoň stručne na niektoré problémy v minulosti.

Laplace rozširoval platnosť svojich predstáv na celú oblasť prírody i spoločnosti. Predpokladal, že za kvalitatívnu rozmanitosť javov sa skrýva jedna substancia (nemenné častice), jeden druh síl (gravitačné) a jeden typ zákonitostí. Pretože vtedy, t. j. na začiatku 19. storočia, nebolo vo vede faktov, ktoré by poukázali na neoprávnenosť tohto názoru, možno pochopiť jeho tvrdenie, že všetky javy fyziky a astronómie možno redukovať na jeden všeobecný zákon. Predstava hmoty ako nemennej substancie sa udržiavala veľmi dlho. Ešte aj Maxwell v svojej reči v Bradforde hovorí, že molekuly sú „základné kamene budovy sveta“, že sa nemenia ani v svojich vlastnostiach, ani v počte, rozmeroch a váhe. Uznáva, že v makrosvete môžeme pozorovať zmeny, ale podstata zostáva nemenná. Preto podľa neho evolučné teórie nemožno použiť na molekuly.²⁵ Pole — ako iný druh hmoty — sa vtedy neuznávalo, ba ešte aj v 20. storočí časť fyzikov verila, že pole ako fyzikálnu realitu netreba zaviesť a videli v tomto pojme len vhodný spôsob na riešenie niektorých fyzikálnych problémov.²⁶

Veľmi známym zástancam a propagátorom mechanistických tendencií v 19. storočí bol Helmholtz. „Tak sa nám ukazuje“, hovorí, „že problém fyzikálnej materiálnej vedy tkvie v prevedení prírodných javov na nezmeniteľné sily príťažlivé a odpudivé, ktorých intenzita závisí len od vzdialenosti. Riešiteľnosť týchto problémov je podmienkou pre úplné pochopenie prírody.“ Podľa Helmholtza úloha vedy skončí,

²⁵ Pozri P. S. Kudrjavcev, *Istorija fiziki*, Moskva 1948, 12—13.

²⁶ Pozri úvodnú časť S. Suvorova ku knihe A. Einštejn, L. Infeld, *Evoljucija fiziki*, Moskva 1956, 10.

„len čo sa všetky prírodné javy prevedú na jednoduché sily a dokáže sa, že je to jediný možný prevod, ktorého sú tieto javy schopné.“²⁷ Tieto vety poukazujú dostatočne na mechanistické stanovisko aj v otázke zákonitosti: za univerzálne zákony sa považujú mechanické dynamické zákony a všetky iné treba na ne previesť.

Je samozrejmé, že podobné snahy boli nielen proklamované, ale mnohí sa snažili ich aj realizovať vo vedeckých teóriách, a to nielen vo fyzike, ale aj v chémii, biológii a inde. V mechanistických teóriách 18. a 19. storočia sa často hovorí o „človekustrojii“ a o tom, že živá hmota je len zložitejšou kombináciou látok, častíc a podobne.

V tomto období vzniká zásluhou Marxa a Engelsa dialektický materializmus. Ako je známe, obidvaja často kriticky vystupovali proti mechanickému materializmu, poukazovali na jeho nedostatky; ich kritika mechanického materializmu a determinizmu má všeobecnejší charakter, aj keď pri jej vzniku nebola ešte rozvinutá plne ani klasická fyzika. Ich myšlienky môžeme použiť pri kritike mechanistických tendencií aj dnes a za najdôležitejšie možno považovať tieto: klasikovia neraz poukazovali na to, že je nesprávne redukovať kvalitatívne odlišné formy pohybu hmoty na jednu formu, na pohyb mechanický. Rovnako je nesprávne redukovať všetky zákonitosti a druhy zákonov na nejaké „elementárne“ zákony jednej vedy, t. j. na mechanické a všetky iné typy zákonov považovať za nedokonalé. Ďalej sa stretáme u Marxa a Engelsa s tým, že poukazujú na správnosť objektívneho poňatia náhody. Mechanický determinizmus vylučoval náhodnosť a chápal ju len subjektívne. Potreba objektívneho poňatia náhody vystupuje hlavne pri štatistickej zákonitosti, ktorá nadobudla význam vo fyzike od konca 19. storočia a dnes aj iné vedy to jasne potvrdzujú. Teda už tu vidíme, že tak ako subjektívne chápanie štatistickej zákonitosti je dôsledkom mechanického determinizmu, tak objektívne poňatie tejto zákonitosti sa musí zakladať na objektívnom poňatí náhody, nutnosti a pod. Často poukazovali na chybnosť zabsolutňovania mechanickej predurčenosti a redukovania vzájomného pôsobenia na jednoznačnú kauzálnu súvislosť. Engels napr. zdôrazňuje, že príčina a účinok sú relatívne, že môžeme o nich ako o takých hovoriť len za určitých podmienok, že teda ide o abstrakciu. Najvyššie kladú vzájomné pôsobenie, ktoré pochopiteľne existuje v rôznych formách a ktoré jednoznačná kauzálna určenosť a dynamické zákony nemôžu nikdy vyčerpať. Pretože všetky javy v skutočnosti súvisia, sú v spojitosti, predstava izolovaného systému je vždy približná.²⁸ Aj keď klasikovia nehovorili priamo o iných formách zákonitosti, predsa je v duchu ich myšlienok názor, že zákony a zákonitosti existujú v rôznych formách.

Mechanistické predstavy sa plne aplikovali aj na spoločnosť. Tak ako sa redukovali všetky kvalitatívne odlišné javy prírody na mechanický pohyb častíc, ktorý sa dal vyložiť na základe newtonovskej mechaniky, aj konanie človeka a spoločenské udalosti sa chápali podobne. Podľa mechanických deterministov bolo možné previesť spoločenské javy na jednoznačnú zretazenosť a predurčenosť udalostí. Tento názor viedol mechanických deterministov nielen k popreniu slobodnej vôle, ale aj k zavrnutiu akejkoľvek vedomej alebo cieľavedomej činnosti.

Klasikovia marxistickej filozofie často kritizovali mechanický determinizmus v chápaní spoločenských javov. Neraz zdôrazňovali, že dejiny robia ľudia, že ich konanie prechádza ich vedomím, že činnosť človeka je viac-menej uvedomelá a že v dejinách má dôležitú úlohu tzv. subjektívny činiteľ. Nepopiera sa tým zákonitosť alebo príčin-

²⁷ Citované podľa A. Einstein, L. Infeld, *Fyzika jako dobrodružství poznání*, Praha 1945, 59.

²⁸ Pozri hlavne Engelsovú *Dialektiku přírody a Anti-Dühringa*.

nosť v spoločnosti, poukazuje sa len na to, že mechanický determinizmus nevyhovuje a vedie k rozporom. Činnosť ľudí sa nedá vysvetľovať zjednodušenou kauzálnou zreteľnosťou udalostí, a preto zlyhávajú nielen pôvodné mechanické predstavy 18. storočia, ale aj všeobecne chápaný mechanický determinizmus.

Dilema, ku ktorej sa dostávame s mechanickým determinizmom v spoločnosti, vedie dnes k tej istej dileme aj v kvantovej mechanike: tak ako je nesprávny názor, že v spoločnosti vládne buď fatálna determinovanosť alebo slobodná vôľa, chybný je aj záver, ktorý robia niektorí fyzici: buď v kvantovej mechanike platí mechanický determinizmus, buď absolútna náhoda (a potom sa hovorí aj o slobode vôle elektrónu). Riešenie tejto dilemy spočíva v jej prekonaní marxistickým determinizmom.

Do konca 19. storočia ešte bolo možné vysvetľovať všetky javy mechanisticky a privilegovať dynamickú zákonitosť. Ale v 20. storočí objavujú sa vo fyzike fakty, ktoré sú v rozpore s klasickými predstavami. Vzniká atómová fyzika, ktorá nielen rozširuje naše poznanie prírody, ale prináša aj mnoho nových filozofických problémov. Do rozporov s klasickými predstavami sa najskôr dostáva kvantová teória. Max Planck pri štúdiu vyžarovania čierneho telesa vytvára roku 1900 hypotézu, podľa ktorej pohlcovanie a vyžarovanie energie sa deje diskkrétne, v kvantách. Táto hypotéza, lepšie povedané jej prevratnosť, nebola spočiatku nikomu jasná a v plnej miere ani M. Planckovi samému.²⁹ Planck sa mnohé roky pokúšal zaviesť kvantum účinku do klasickej teórie, ale bez úspechu. Jeho slová z autobiografie osvetľujú význam objavu a prínos pre poznanie charakteru kauzálnych vzťahov: „Pád všetkých pokusov preklenúť most cez túto priepasť (t. j. medzi klasickou fyzikou a kvantom účinku, pozn. I. K.) nenechal čoskoro žiadnu pochybnosť o tom, že kvantum účinku hrá základnú úlohu v atómovej fyzike; s jeho objavením vo fyzikálnej vede nastúpila nová epocha, lebo v ňom sa predpokladá niečo, do toho času neslýchané, čo je popované radikálne zmeniť naše fyzikálne myslenie, vybudované na pojme nepretržitosti všetkých prírodných súvislostí od toho času, čo Newton a Leibniz vytvorili počet nekonečne malých veličín.“³⁰

O niekoľko rokov neskoršie (1905) A. Einstein rozširuje diskretnosť nielen na vyžarovanie, ale na svetlo vôbec. Svetlo má dvojitú povahu: jednak sa šíri ako prúd vln, jednak má vlastnosti častíc. Tu po prvýkrát vystupuje vlnovo-korpuskulárny dualizmus, ktorý je najcharakteristickejšou črtou súčasnej fyziky mikrosвета. Význam Einsteinových prác je aj v tom, že ako prvý začína používať pravdepodobnostný výklad, ktorý sa potom rozšíril do celej atómovej fyziky.

Najpruďší vývin môžeme pozorovať v treťom desaťročí 20. storočia. V rokoch 1923—24 vyslovuje L. de Broglie hypotézu, podľa ktorej všetky mikroskopické objekty, nielen fotóny, majú niektoré vlastnosti diskretných častíc a niektoré vlastnosti vln. Skoro na to, čo de Broglie publikoval svoje práce, vyslovuje Einstein myšlienku (1925), že aj u elektrónov sa musia vyskytnúť difrakčné javy. O niekoľko rokov (1927, 1928) dokázala sa difrakcia elektrónov pri prechode krištáľom a tenkou kovovou fóliou (Davisson, Germer, Thomson). Začiatkom roku 1926 Schrödinger vypracúva základné rovnice vlnovej mechaniky mikrosвета. Do tohto obdobia spadajú aj významné práce Heisenberga, Borna a Jordana.

V rokoch 1923—26 vznikla teda kvantová mechanika. Bol rozpracovaný jej aparát, vedelo sa o mnohých faktoch a experimentoch, ktoré dokazovali jej oprávnenosť.

²⁹ Pozri M. von Laue, Pamiatke Maxa Plancka, reč nad hrobom 7. X. 1947, *Uspechi fizičeských nauk* LXIV, 4, 1958, 639.

³⁰ M. Planck, *Tvorivá autobiografia*, *Uspechi fizičeských nauk* LXIV, 4, 1958, 635.

Ale interpretácia nielen že neexistovala, ale aj pokusy o jej vypracovanie sa značne líšili. Takýto stav samozrejme nie je v dejinách vedy výnimočný. Stáva sa často, že interpretácia sa oneskorí za fyzikálnou teóriou.

Vlnovo-korpuskulárny dualizmus úzko súvisí s problémami determinizmu a kauzality v kvantovej mechanike a jeho riešenie (ako aj riešenie fyzikálneho zmyslu vlnovej funkcie) vždy súviselo s riešením problému zákonitosti. Tak napr. L. de Broglie vtedy predpokladal, že okrem vln reálne existujú aj častice, že vlna určuje smer pohybu častice, je „pilótom“, „lodivodom“. Iné hľadisko zastával Schrödinger: priznával reálnu existenciu len vlnám. Korpuskulárne vlastnosti vzťahoval na „vlnové kľbko“ („vlnový balíček“). Napr. podľa Schrödingera elektrón je súhrn prekrývajúcich sa vln. Neskoršie (tretie) stanovisko vychádzalo z priznania reálnosti len častíc. Vlnové vlastnosti sa vzťahovali len na naše informácie, takže vlastne išlo o „vlny pravdepodobnosti“ založené na nich. Pozitíviisti pod „reálnosťou“ rozumeli, pravda, možnosť mať príslušné zmyslové dáta.

Takýto výklad vlnovo-korpuskulárneho dualizmu je však neuspokojivý. Ako ďalší vývin ukázal, mikroobjekty prejavujú svoje vlastnosti za určitých vonkajších podmienok: buď prejavujú vlastnosti vlnové, buď korpuskulárne. Sú však aj také podmienky, ktoré umožňujú prejavenie obidvoch vlastností súčasne, potom však sú nevýrazné (napr. elektrón viazaný v atóme). Pritom vlnová funkcia nepredstavuje nejaké reálne pole a zmeny vlnovej funkcie nie sú nejaké fyzikálne procesy podobné zmenám poľa.³¹

V tomto období vznikol „problém determinizmu“, ktorý sa opieral o niektoré nové fyzikálne predstavy. Bolo to:

a) miesto continuity nastúpila diskontinuita;

b) laplaceovský determinizmus predpokladal možnosť súčasného zmerania koordináty a impulzu (t. j. stavu), zatiaľ čo v kvantovej mechanike je to vylúčené. Teda u častice, ako je elektrón, protón a podobne, nemožno súčasne zistiť polohu a impulz (tzv. vzťah neurčitosti), možno pochybovať o dráhe častice a podobne. Po solvayskom kongrese sa rozšíril názor, že uvedená neurčitosť je vyvolaná nekontrolovateľným pôsobením prístroja na objekt. Druhý výklad, že totiž je možné, že častice objektívne nemajú súčasne určitú polohu a impulz a že teda tieto klasické pojmy majú obmedzenú oblasť použitia, vznikol o niečo pozdejšie;

c) elementárne častice prejavujú vlastnosti i vlnové i korpuskulárne;

d) zákony majú pravdepodobnostný charakter (nesprávne sa tvrdilo: miesto úplného determinizmu nastupuje neúplný determinizmus).

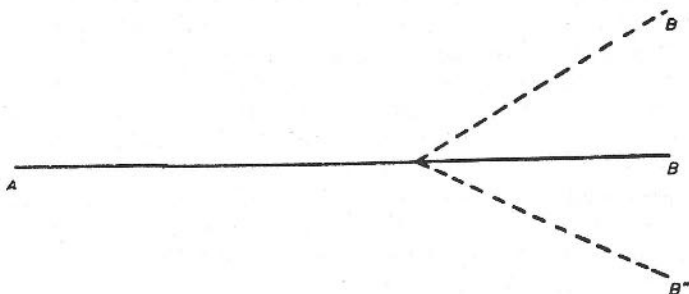
Problém, ktorý vznikol, môžeme si schematicky znázorniť tak, že si porovnáme predstavy klasickej fyziky a nový jav, v tom období už známy, t. j. difrakciu elektrónov.

Každé teleso (teda aj atóm a iné častice) sa podľa mechanického determinizmu pohybuje tak, že zaujíma polohy presne určené. Ak poznáme jeho stav A (pozri obr. 2), tak po ňom jednoznačne bude nasledovať stav B a naopak: ak poznáme B , môžeme z neho (a príslušných zákonov) jednoznačne odvodiť stav A . Po A teda nikdy nemôže (v danom prípade, t. j. za určitých podmienok) nastať B' alebo B'' atď. B' , B'' sú teda stavy nemožné. Žiadna neistota (aj pre predvídanie) tu nie je. Aby však stavy B , B' , B'' boli možné, t. j. mohli nastať (jeden z nich), tak je na to po-

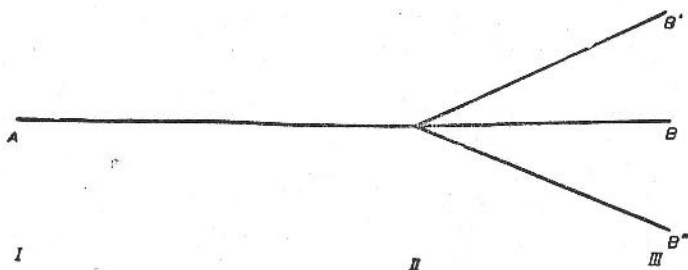
³¹ Pozri V. A. Fok, O interpretaci kvantové mechaniky, Pokroky matematiky, fyziky a astronomie 1958, 4.

trebná naša neznalosť (úplná alebo čiastočná) stavu či zákonov. Každá pravdepodobnosť, náhoda, možnosť je teda subjektívna, objektívne je všetko nutné.

Pri difrakcii elektrónov dostávame odlišný jav. Ak (z I, pozri obr. 3) vypúšťame zväzok elektrónov, ktoré prechádzajú cez tenkú kovovú fóliu (II) a dopadajú na fotografickú dosku (III), ak teda poznáme stav elektrónov A (t. j. vlnovú funkciu ψ), môžeme vypočítať len toľko, že stavy (napr. poloha na fotografickej doske) B , B' , B'' sú možné, aj keď nie vždy s rovnakou pravdepodobnosťou. Z daného stavu môžeme teda len vyvodit' pravdepodobnosti ďalších možných stavov. Po vykonaní pokusu,



Obr. 2.



Obr. 3.

pravda, zistíme, že elektrón dopadol na jedno miesto, že sa z možností B , B' , B'' realizovala len jedna. Tento problém by sa dal všeobecne, filozoficky formulovať takto: klasický determinizmus predpokladá platnosť vety: „rovnaké podmienky vyvolávajú rovnaké javy“ (princíp kauzality). Ak teda vo fyzike za podmienok P po A nasledovalo B , tak sa predpokladalo, že za podmienok P nemôže po A nasledovať nič iné než B . Avšak v uvedenom prípade sa zdá, že podmienky P po A vyvolávajú raz B , inokedy B' a podobne. Indeterministi z toho vyvodzovali, že princíp kauzality neplatí; mechanickí deterministi, že princíp platí a že po A nasleduje (za podmienok P) jedine B a že teda príčinami B' , B'' , ... sú nejaké A' , A'' , ... a zdanlivá náhodnosť nastúpenia javov B , B' , B'' , ... plynie z našej neúplnej znalosti predchádzajúcich príčin (podmienok). Ďalej uvidíme, že je tu aj tretia možnosť vysvetlenia, ktorú dané smery nebrali do úvahy. Treba upozorniť aj na to, že veľkými zmenami prešli aj ďalšie predstavy klasickej fyziky, ako je napr. poňatie stavu, častice atď. Tak napr. stav v kvantovej mechanike neurčuje hodnota rýchlosti častice v danom bode priestoru, ale

ho charakterizuje pohyb častice v daných fyzikálnych podmienkach: opisuje sa vlnovou funkciou. Zatiaľ čo klasická častica má určitú rýchlosť, určitú dráhu a podobne, ktorú možno sledovať (ak sú postačujúce technické prostriedky), častica v kvantovej mechanike je objekt, na ktorý nemá zmysel aplikovať predstavu určitej polohy (bodového lokalizovania), dráhy alebo impulzu. Častica má aj vlnové vlastnosti, takže napr. za určitých podmienok je síce v priestore, ale bez bodového lokalizovania.

Všetky dôležité otázky, vzťahujúce sa na interpretáciu kvantovej mechaniky, riešili sa na solvayskom kongrese fyzikov roku 1927. Tento kongres z hľadiska filozofických názorov spojených s atómovou fyzikou je významným medzníkom aj preto, že tu ostro vystúpili proti sebe dva smery v otázke determinizmu, a že sa tu slovo indeterminizmus po prvýkrát dostalo do súvislosti s výkladom atómových javov.

Materializmus a determinizmus zastávali napr. Langevin, Lorentz, Einstein, de Broglie, zatiaľ čo indeterminizmus a pozitivistické názory obraňovali Bohr, Born, Heisenberg, Jordan a iní. Pre obidva smery je typické to, že determinizmus chápali v klasickom zmysle, že nedokázali prejsť k všeobecnejšiemu poňatiu determinizmu. Obidva smery odmietali objektívny charakter štatistickej (pravdepodobnostnej) zákonitosti. Skupina Einsteinova považovala štatistickú zákonitosť v kvantovej mechanike za výsledok našich neúplných znalostí, za mieru nepoznania skrytých parametrov, určujúcich stavy kvantových systémov. Langevin napr. upozorňoval, že determinizmus by sa dal zachrániť tým, že sa vzdáme uznávania individuality častíc. Potom indeterminizmus zasahuje len individuum a nie vlnu (súbor). To, pravda, nie je možné. Pole nemá viac reálnosti než častica, a existenciu individuí dokazujú mnohé experimenty.

L. de Broglie tiež chápal pravdepodobnosť subjektívne, t. j. videl v nej následok neznanosti. Pomocou teórie tzv. dvojitého riešenia chcel prekonať ťažkosti v interpretácii kvantových javov. Podstata tejto teórie spočívala v tom, že okrem funkcie ψ , ktorá nemá fyzikálny zmysel a neopisuje reálny vlnový proces (a preto dáva len pravdepodobnosti), zavádza funkciu u , ktorá má fyzikálny zmysel a ktorou sa opisujú dynamické, t. j. neštatistické a jedine objektívne zákonitosti. Pre matematické ťažkosti však opustil túto koncepciu a na solvayskom kongrese vystúpil s kompromisnou teóriou „vlny pilota“.³² Neskoršie prešiel na stanovisko indeterminizmu.

Bohrova skupina vystúpila s názormi, ktoré úzko súviseli s pozitivismom. Z rozporov klasického determinizmu a klasickej mechaniky vyvodzovali, že kauzalita, determinizmus padá. Ich idealistické názory boli odvtedy mnohokrát kritizované nielen pre indeterminizmus, ale aj preto, že odmietali objektívnu reálnosť fyzikálnych procesov, že vyzdvihovali tzv. princíp pozorovateľnosti, že prístroj stotožňovali so subjektom, že za predmet vedy považovali zmyslové dáta atď. Ich mnohé tvrdenia sa opierali o tzv. vzťah neurčitosti, podľa ktorého nemožno presne určiť polohu a impulz mikročastice súčasne. Tvrdili, že tento vzťah stanovuje hranicu, pokiaľ môžeme poznať, kontrolovať, určiť parametre, a preto miesto kauzality nastupuje pravdepodobnosť. Princíp kauzality podľa nich nahrádza tzv. princíp komplementarity, ktorému dávali všeobecnú platnosť, a to aj mimo fyziky. Podobné závery v súvislosti s kvantovou mechanikou vyvodzovali aj iní pozitivistí. Napr. R. von Mises vyhlasoval, že sa musíme zrieknuť predstavy kauzality; podľa Schlicka prínos novej fyziky spočíva v tom,

³² Pozri L. de Broglie, Interpretácia vlnovej mechaniky, *Voprosy filosofii* 1956, 6; L. de Broglie, Zostane kvantová fyzika indeterministickou? in: *Voprosy pričinnosti v kvantovej mechanike*, Moskva 1955; V. G. Kuznecov, *Osnovy teorii otositelnosti i kvantovoj mechaniki v ich istoričeskom razvitii*, Moskva 1957, 255n.

že sama stanovuje medze použiteľnosti kauzálneho princípu.³³ Ďalej sa nebudeme zaoberať pozitivistickými a subjektívnoidealistickými názormi. Spomenieme len toľko, že fyzici tzv. kodaňskej školy nezastávajú nijaký jednotný subjektívnoidealistický názor. Najviac propagoval pozitívizmus Jordan, zatiaľ čo Born a Heisenberg opúšťajú v poslednej dobe pozitivistické stanovisko a ako hovorí V. A. Fok, názory N. Bohra sú omnoho bližšie materializmu než sa všeobecne myslí.³⁴

V 20. rokoch tohto storočia pre mnohých fyzikov a filozofov neexistovala iná cesta: buď klasický determinizmus, alebo indeterminizmus. Jedine dialektický materializmus dáva možnosť nájsť východisko. Treba však poznamenať, že aj niektorí marxistickí filozofi videli správny postup jedine v obrane mechanického materializmu a mechanického determinizmu. To bude tiež jeden z dôvodov, prečo dodnes nie sú uspokojivo riešené filozofické otázky kvantovej mechaniky.

Na obranu materializmu a determinizmu vystupovali stále aj dvaja významní fyzici, a to Albert Einstein a Max Planck, a preto si podrobnejšie všimneme ich názory.

Einstein na rozdiel od L. de Broglieho zastával deterministické stanovisko aj po solvayskom kongrese (po roku 1927). V marxistickej literatúre sa síce viac zdôrazňovali u Einsteina vplyvy subjektívneho idealizmu a machizmu než jeho výroky a názory materialistické. Domnievame sa, že A. Einsteina treba považovať za materialistu. Na pozície subjektívneho idealizmu sa dostal najviac v svojich gnozeologických názoroch, pretože ho neuspokojovalo riešenie jednostranného empirizmu a podceňovanie úlohy rozumu v poznaní. Často sa však vyjadruje ako presvedčený materialista. Napr. v jednej svojej prednáške hovorí: „Základom všetkých prírodných vied je viera vo vonkajší svet, nezávislý od vnímajúceho subjektu.“³⁵ Ako materialista pristupuje aj k riešeniu otázok determinizmu v kvantovej mechanike. Ba práve preto, že nechce odmietnuť existenciu objektívnej reality, ako to robila pozitivistická kodaňská škola, kloní sa k mechanickému determinizmu.³⁶ Mechanistické tendencie, ktoré sa u Einsteina prejavujú hlavne v názoroch na otázky determinizmu, môžeme nájsť už skôr. Jeho názor, že existujú univerzálne zákony (fyzikálne), je veľmi analogický túžbam mechanických deterministov 19. storočia. V prednáške z roku 1918 povedal, že úlohou fyziky je vypátrať všeobecné elementárne zákony, z ktorých sa má dedukovaním vytvoriť obraz sveta a teória každého prírodného diania, a to aj životných procesov.³⁷ Neskoršie, keď začína pracovať na jednotnej teórii poľa, dostávajú jeho názory konkrétnejší základ. L. Infeld v svojich spomienkach na Einsteina píše: „Einstein, ako sa mi zdá, do posledných minút svojho života veril, že existujú základné zákonitosti, platné ako pre pohyby hviezd, tak aj pre vnútro atómu.“³⁸

³³ Pozri R. von Mises, *Wahrscheinlichkeit, Statistik und Wahrheit*, Wien 1928; M. Schlick, *Gesammelte Aufsätze*, Wien 1938.

³⁴ Pozri V. A. Fok, O interpretaci kvantové mechaniky, *Československý časopis pro fysiku* 1958, 1.

³⁵ A. Einstein, *Můj světový názor*, Praha 1934, 137.

³⁶ Toto Einsteinovo stanovisko si uvedomoval aj jeho teoretický protivník M. Born. V svojej spomienkovej prednáške o A. Einsteinovi hovorí: „... z citovaných výňatkov z listov, ale aj z neskoršej korešpondencie s ním vyplýva, že Einsteinovo odmietanie súčasnej kvantovej fyziky je podmienené nie tak otázkou determinizmu, ako jeho vierou v objektívnu realnosť fyzikálneho bytia nezávisle od pozorovateľa.“ — Pozri *Albert Ejnštejn i sovremennaja fizika*, Moskva 1956, 179.

³⁷ Pozri A. Einstein, *Můj světový názor*, Praha 1934, 109n.

³⁸ L. Infeld, *Moje spomienky na Einsteina*; in: *Albert Ejnštejn i sovremennaja fizika*,

Einsteinovo mechanistické stanovisko sa prejavilo aj v tom, že za privilegované zákony považoval dynamické zákony (t. j. kauzálne). O praktickom význame štatistických zákonov síce nepochyboval, ale pokladal ich za pomocný prostriedok, ktorý je len dočasný. V listoch M. Bornovi z roku 1947 píše: „Velké počiatkové úspechy teórie kvantov ma nemohli prinútiť uveriť v hru v kocky, ležiacu v základe“ (list zo 7. XI. 1947). A ďalej: „Pravda, chápem, že principiálne štatistický názor, nutnosť ktorého si po prvýkrát jasne pochopil Ty (t. j. M. Born, pozn. I. K.), obsahuje značnú časť pravdy. Jednako nemôžem vážne veriť v tento názor preto, lebo táto teória je v rozpore so základnou poučkou, že fyzika musí predstavovať skutočnosť v priestore a v čase, bez mystických pôsobení na diaľku... O čom som pevne presvedčený, je to, že koniec koncov zastane sa na teórii, v ktorej zákonite spojenými vecami nebudú pravdepodobnosti, ale fakty, ako sa to považovalo nedávno za samosebou sa rozumejúce...“³⁹ Einstein tu naráža na niekoľko veľmi dôležitých otázok: predovšetkým odmieta iné pôsobenie než silové, ktoré, ako je známe, šíri sa konečnou rýchlosťou. Pritom však v súčasnej kvantovej mechanike existuje napr. takýto prípad: systém S_{12} má dva podsystemy S_1 a S_2 . Keď sa zmeria podsystem S_1 (t. j. ψ_1), tak sa určitým spôsobom určí aj ψ_2 podsystemu S_2 . Podľa Einsteina nemôže mať zásah do systému S_1 v časti priestoru R_1 bezprostredný vplyv na časť priestoru R_2 (kde je S_2), lebo všetky pôsobenia sa šíria konečnou rýchlosťou. Preto sa Einsteinovi ako možné ukazujú len dve riešenia: buď kvantovú mechaniku odmietnuť ako neúplnú teóriu, alebo odmietnuť objektívnu realitu (a potom sa daná teória nevzťahuje na skutočný svet, ale na naše informácie alebo zmyslové dáta). V článku, ktorý uverejnil roku 1948 v časopise *Dialectica*, rieši to takto: „... keď skúmam známe mi fyzikálne javy a obzvlášť tie z nich, ktoré sa tak úspešne poznali pomocou kvantovej mechaniky, tak vôbec nikdy nenachádzam fakt, ktorý by sa mi zdal dostatočne pravdepodobný, aby som sa vzdal požiadavky II (t. j. existencie objektívnej reality, pozn. I. K.). Preto som naklonený myslieť, že by bolo treba skúmať opis kvantovej mechaniky v zmysle Ia ako neúplný a nepriamy opis reality, ktorý bude neskoršie zameňaný znovu plným a priamym.“⁴⁰

Einstein zastával názor, že fyzikálna teória má opisovať realitu a má byť úplná. Kvantová mechanika, a to zdôrazňoval veľmi dlho, nielen že je neúplná, ale neopisuje ani realitu, ale len pravdepodobnosti.⁴¹ Zdôrazňoval to aj po roku 1950, ako sám hovorí preto, že úspechy kvantovej mechaniky mnohých fyzikov presvedčili, že fyzikálna teória nemá považovať za svoj cieľ úplné opísanie fyzikálnej situácie. Ale, dodáva ďalej, pokusy D. Bohma a L. de Broglieho (po roku 1951) nepovažuje za úspešné.⁴²

Moskva 1956, 213. Fyzik D. Bohm práve pre toto kritizuje Einsteina za mechanistické tendencie, pretože tým sa popiera kvalitatívna nekonečnosť prírody. Pozri jeho knihu *Causality and Chance in Modern Physics*, London 1957.

³⁹ Pozri M. Born, A. Einstein a svetelné kvanty; in: *Albert Ejnštejn i sovremennaja fizika*, Moskva 1956, 178.

⁴⁰ A. Einstein, Kvantová mechanika a skutočnosť, *Voprosy filosofii* 1957, 3, 128. Prípad, o ktorom hovorí Einstein, je príkladom pre tzv. nesilové pôsobenia v kvantovej mechanike. S podobnými javmi sa stretne aj v iných oblastiach. Napr. E. Omeijanovskij (podobne aj V. A. Fok a A. D. Aleksandrov) uvádza tento príklad: žena, ktorej sa narodí prvé dieťa, stáva sa matkou; súčasne (okamžite) sa mení aj „stav“ jej otca, lebo sa stáva starým otcom. Pozri *Voprosy filosofii* 1957, 3, 129.

⁴¹ Pozri A. Einstein, *Můj světový názor*, Praha 1934, 142.

⁴² Pozri A. Einstein, *Suščnost teorii otnositelnosti*, Moskva 1955, 146 a 149.

Odmietanie štatistickej zákonitosti ako aj tvrdenie, že je založená na neznalosti skutočnej situácie, vychádza obyčajne, alebo vždy z predstáv mechanického determinizmu. Ak si svet predstavujeme ako zreťazené udalosti, kde každý článok jednoznačne predurčuje nasledujúci, tak pochopiteľne tu niet miesta pre náhodu a náhoda a pravdepodobnosť (a aj štatistická zákonitosť) sa môžu chápať len subjektívne. Druhé východisko, ktoré bolo Einsteinovi známe, je indeterministické — pozitivizmus kodaňskej školy spojený s odmietaním objektívnej reality. To Einstein neprijal, zostáva do určitej miery pri mechanickom determinizme, nepredpokladajúc, že je možné aj iné — materialistické — riešenie.

Aj druhý veľký fyzik našich čias Max Planck, zakladateľ kvantovej teórie, zostal až do konca svojho života (zomrel roku 1947) materialistom a deterministom. V jeho názoroch však môžeme pozorovať určitý vývin.

Až do vytvorenia kvantovej mechaniky koncom dvadsiatych rokov Planck chápal determinizmus plne v mechanistickom, laplaceovskom duchu. Pritom vychádzal zo správneho názoru, že predpoklad všeobecnej zákonitosti je nutným postulátom každej vedy. Pod zákonitosťou však rozumie prísnu dynamickú zákonitosť, pretože podľa Plancka jedine ona vyhovuje požiadavkám nášho poznania. Pre vývin vedy je teda nutný postulát prísnej kauzálnej (dynamickej) zákonitosti.⁴³ Najviac sa jeho mechanistické názory prejavujú v posudzovaní štatistickej zákonitosti, ako to napr. nachádzame v jeho článkoch z rokov 1914—26. Ako väčšina fyzikov tých čias aj on považoval štatistické zákony za prechodné poznatky. Podľa Plancka štatistické zákony sa používajú tam, kde nie je možné úplné poznanie javu a preto sa vzťahujú nielen na poznanie, ale — ako to tvrdil aj Laplace — vzťahujú sa sčasti aj na našu neznalosť. Principiálne je možné úplné prevedenie štatistickej zákonitosti na zákonitosť dynamickú, ktorá má jednoduchý elementárny charakter. Zdôrazňoval, že tento prechod od štatistickej zákonitosti k dynamickým zákonom je koniec koncov nutný, lebo kým štatistická zákonitosť povedala často prvé slovo, posledné nikdy nie. To sa dalo, pravda, tvrdiť roku 1914, ale od vybudovania kvantovej mechaniky sa stále viac ukazuje, že pravdepodobnosť má omnoho väčšiu úlohu.⁴⁴ Že štatistickú zákonitosť chápe mechanisticky, subjektívne, svedčia aj tieto jeho slová: „Odchýlka od štatistického pravidla v jednotlivostiach nemá teda svoj dôvod v tom, že kauzálny zákon nie je splnený, ale v tom, že naše pozorovania sú veľmi málo jemné, aby sa mohli použiť pre priamu skúšku kauzálneho zákona. Keby sme boli schopní sledovať pohyb každej jednotlivkej molekuly, tak by sa na nich potvrdila presná platnosť dynamického zákona.“⁴⁵

Po solvayskom kongrese Planck veľmi často vystupuje proti pozitivistickým koncepciám i v otázke objektívnej reality, t. j. proti subjektívnemu idealizmu, i v otázke determinizmu, t. j. proti indeterminizmu. Jeho základná myšlienka, že v kvantovej mechanike nejde o pád determinizmu, ale o pád klasických predstáv, že zlyháva nie kauzalita, ale fyzikálny obraz sveta klasickej fyziky, je v podstate správna. Oprávnené kritizoval indeterministov aj za to, že nerozlišujú medzi objektívnou determinovanosťou a možnosťou presného predpovedania. Táto črta je napokon veľmi príznačná pre pozitivizmus.⁴⁶ Podľa Plancka nemožnosť presného predpovedania spočíva v nemožnosti

⁴³ Pozri M. Planck, *Physikalische Gesetzmäßigkeit* (z roku 1926) in: *Wege zur physikalischen Erkenntnis* I, Leipzig 1943, 130.

⁴⁴ Pozri M. Planck, *Dynamische und statistische Gesetzmäßigkeit* (z roku 1914) in: *Wege zur physikalischen Erkenntnis* I, Leipzig 1943.

⁴⁵ Pozri M. Planck, *Kausalgesetz und Willensfreiheit* (z roku 1923) in: *Wege zur physikalischen Erkenntnis* I, Leipzig 1943, 88.

⁴⁶ Pozri napr. M. Schlick, *Die Kausalität in der gegenwärtigen Physik* (z roku 1931)

úplného (absolútneho) poznania objektívnej reality a nie v tom, že neexistuje objektívna zákonitosť.

Planck, aby poukázal na príčiny tejto krízy vo fyzike, robí určitú gnozeologickú analýzu. Hovorí o tom, že klasická fyzika i kvantová mechanika vytvárajú určitý teoretický obraz sveta (ontologickú predstavu), kde všetko presne prebieha, kde možno robiť presné výpočty, vyvodzovať závery a podobne. Pri prechode od tejto teoretickej predstavy (fyzikálneho obrazu sveta) k empirickému overeniu vyvodенých výsledkov (k zmyslovému obrazu sveta) dostávame určitú nepresnosť, zavinenú neznalosťou dokonalého merania. Tak napr. výsledok merania rôznych veličín (rýchlosti, masy a podobne) je vždy hodnotou približnou alebo priemernou. Klasická fyzika sa málo starala o túto nepresnosť pri prechode k zmyslovému obrazu sveta, ktorá sa týkala veličín, vzťahov, zákonov atď.

Obdobná situácia je podľa Plancka aj v kvantovej mechanike. Indeterministi robia tú chybu, že zamieňajú zmyslový obraz sveta za fyzikálny a teda neurčitosti v meraní (ide hlavne o polohu a impulz) prenášajú do teórie. Ak teda mikroobjekty majú objektívne polohu a impulz, objektívne platí aj kauzalita, predurčenosť. Niečo iné je, že pri meraní nemôžeme presne zmerať polohu a impulz, a preto kauzalita, predurčenosť sa zamieňa pravdepodobnosťou. „Vidíme“, hovorí Planck, „že v obraze sveta kvantovej fyziky vládne determinizmus práve tak prísne ako v klasickej fyzike, len sa používajú iné symboly a operuje sa inými predpismi počítania. V tom zmysle bude v kvantovej fyzike práve tak ako predtým v klasickej fyzike neistota v predpovedi udalosti zmyslového sveta redukovaná na neistotu vzťahu medzi obrazom sveta a zmyslovým svetom, to znamená na neurčitosť prenesenia symbolického obrazu sveta na zmyslový svet a naopak. Že táto dvojitá neistota bude získaná súčasne, je najúčinnjším dôkazom pre dôležitosť úlohy zachovať determinizmus predovšetkým vo vnútri obrazu sveta.“⁴⁷ Planck správne upozorňuje, že sa nemá spojovať možnosť a presnosť predpovedania s existenciou objektívnej zákonitosti. Robí však aj iný, nesprávny záver: nejednoznačnosť, a teda aj pravdepodobnosť v predpovedaní je zavinená jedine našou neznalosťou všetkých dát. Považuje preto abstrakciu Laplaceovej inteligencie za nerozpornú, lebo ak by takýto ideálny duch poznal všetky dáta, tak by mohol predpovedať minulosť aj budúcnosť s absolútnou istotou. Tým však netvrdí nič iné, než čo tvrdí mechanický determinizmus: že totiž udalosti objektívneho sveta sú jednoznačne kauzálne zrefazované, že všetko je úplne, absolútne predurčené, a preto tu náhoda, pravdepodobnosť nemá miesto.⁴⁸ Poukazuje však aj na druhé riešenie, ktoré je správnejšie: že totiž mikroobjekt nemá súčasne určitú polohu a určitý impulz. Preto otázka na nezmyselnú odpoveď nemôže viesť k zavrhnutiu kauzálneho zákona. Nezlyháva kauzalita, ale fyzikálny obraz sveta klasickej fyziky. Okrem tohto správneho záveru robí M. Planck aj nesprávny záver. Padajú podľa neho klasické pojmy, klasické predstavy, ale *nepadá klasický determinizmus*. Je to zrejme aj z jeho neskorších článkov. V stati *Determinizmus alebo indeterminizmus* z roku 1937 znovu upozorňuje na to, že atómové pochody sa javia ako indeterministické preto, že sme s elektrónom zachádzali ako s klasickou časticou. Aby sa zlikvidoval indeterminizmus, treba odstrániť klasické predstavy.

in: *Gesammelte Aufsätze*, Wien 1938. Podľa Schlicka slovo „determinovaný“ znamená to isté, čo „predpovedateľný“ alebo „vypočítateľný“. O objektívnej zákonitosti nemá zmyslu podľa neho hovoriť. Kauzálny princíp je veta, ktorá nie je ani pravdivá ani nepravdivá; je to postulát, ktorý sa ukázal v kvantovej fyzike ako nevhodný, nepoužiteľný.

⁴⁷ M. Planck, *Die Kausalität in der Natur* (z roku 1932) in: *Wege zur physikalischen Erkenntnis* I, Leipzig 1943, 196.

⁴⁸ Pozri M. Planck, *Wege zur physikalischen Erkenntnis* I, Leipzig 1943, 202.

Potom by elementárny charakter nemal materiálny bod a pojem „stav“ by bolo treba chápať všeobecnejšie, než je to u Laplacea.

Plack teda neurobil ďalší potrebný záver: že treba zovšeobecniť, zmeniť aj kauzálny zákon, našu predstavu determinovanosti, lebo nepresné sú nielen klasické predstavy, pojmy, ale aj klasické poňatie kauzálnej predurčenosti. Potom dynamické zákony nebudú mať elementárny, privilegovaný charakter, ale budú len zvláštnym prípadom zákonitosti, prejavom všeobecnej súvislosti za určitých podmienok (alebo abstrakcia od všeobecnej súvislosti).

V prácach dnešných filozofov sa často opakoval Planckov názor, že nemožnosť presného predpovedania neznamená ešte, že v kvantovej mechanike neexistuje objektívna zákonitosť (kauzálna, dynamická). Pritom sa upozorňovalo na to, že kvantová mechanika nie je absolútnou, ale len relatívnou pravdou, že sa môže zmeniť, t. j. navrátiť sa ku koncepcii jednoznačnej kauzálnej predurčenosti. Zabúdalo sa na to, že kvantová mechanika je nielen relatívnou, ale aj objektívnou pravdou. Jej viac než tridsaťročný vývin ukazuje, že nemožno dúfať v návrat ku všeobecnej platnosti mechanického determinizmu a ignorovať jej pravdepodobnostný (štatistický) charakter, teoretický a dnes už aj technický, praktický význam. Ako hovorí V. A. Fok, tieto túžby mohli byť oprávnené v dobe solvayského kongresu (1927), ale dnes už nie.⁴⁹ Preto, hoci Planckova analýza zachováva svoj význam hlavne pri kritike pozitivizmu, pre obhajobu mechanického determinizmu už nepostačuje.

Podnetom k dnešným obsiahlym diskusiám o determinizme boli články fyzika D. Bohma o novej interpretácii kvantovej mechaniky (roku 1952). Pod ich vplyvom L. de Broglie opustil indeterministickú interpretáciu a vrátil sa k svojej koncepcii dvojitého riešenia z roku 1927. K tomuto smeru sa pripojil aj jeho žiak J. P. Vigiér, ktorý chce budovať interpretáciu kvantovej mechaniky vedome na základe dialektického materializmu. Aj keď ich názory sa od roku 1952 (hlavne po fyzikálnej stránke) do určitej miery zmenili, ich základné východisko zostáva materialistické, ale ich názory na otázky determinizmu sa všeobecne považujú za mechanistické.

Pre uvedených fyzikov je príznačné, že ostro kritizujú kodaňskú školu za pozitivizmus, často poukazujú, že odmietajú objektívnu realitu a jej poznateľnosť je nesprávne. „... predpokladáme, že svet ako celok je objektívne reálny a pokiaľ vieme, má presne opísateľnú a analyzovateľnú štruktúru neobmedzenej zložitosti.“⁵⁰ Aj iné filozofické predpoklady, napr. chápanie všeobecnej súvislosti, kvalitatívnej a kvantitatívnej nekonečnosti prírody, vzťah objektívnej, relatívnej a absolútnej pravdy a podobne, sú blízke dialektickému materializmu.

Správnosť počiatkových filozofických princípov ešte nezaručuje správnosť riešenia špeciálnych otázok, hlavne otázok determinizmu v kvantovej mechanike. Aké je tu ich stanovisko? Najväčšie nedostatky sa objavujú v chápaní štatistickej zákonitosti, ktorú kladú do ostrého protikladu ku kauzálnym zákonom. Štatistické zákony opisujú chovanie súborov, pre chovanie individuí dávajú len pravdepodobnosti, a preto za nimi musia stáť kauzálne jednoznačné zákony. Kvantová mechanika ako štatistická teória je podľa nich neúplná. Preto treba vybudovať novú teóriu, kde by javy boli jednoznačne objasnené kauzálnymi zákonmi. Predpokladajú teda platnosť základného

⁴⁹ Pozri V. A. Fok, O interpretaci kvantové mechaniky, Pokroky matematiky, fysiky a astronomie 1958, 4.

⁵⁰ D. Bohm, *Causality and Chance in Modern Physics*, London 1957, 100. Podobne D. Bohm chápal objektívnu realitu už v článkoch z roku 1952 a obdobné výroky nájdeme aj u J. P. Vigiéra.

charakteru mechanického determinizmu: že totiž možno zo „stavu“ jednoznačne vyvodzovať iné „stavy“.

D. Bohm spočiatku (po roku 1952) stál jasne na mechanistickom stanovisku. Štatistické zákony chápal plne v subjektívnom zmysle. Hovoril: „V našej interpretácii, ako bude ukázané v stati 2, štatističnosť je podmienená praktickou nemožnosťou presne predpovedať (alebo pozorovať) miesto polohy častice pri prechode z jedného merania k druhému; táto praktická nemožnosť je vyvolaná nekontrolovateľným pôsobením systému s prístrojom. Taktó v našej interpretácii ako aj v klasickej štatistickej mechanike obrátenie sa k štatistickému súboru je len praktickou nutnosťou, ale nijako nie odrazom vnútornej neurčitosti, s ktorou možno súdiť o veličinách, charakterizujúcich stav systému.“⁵¹ Aj keď sa jeho názory od tých čias sčasti zmenili, súhlasí so základnou snahou de Broglieho a Vigiera: previesť štatistické zákony na zákony im protikladné, t. j. kauzálne, a tak ich odstrániť. „Je možné“, hovorí L. de Broglie, „že skúmajúc fyzikálnu realitu na hlbšej úrovni budeme v budúcnosti schopní interpretovať zákony pravdepodobnosti a kvantovú fyziku ako existujúce štatistické výsledky úplne determinovaných hodnôt premenných, ktoré sú nám dnes skryté.“⁵² Podobne hovorí aj Vigier: „Vyčíslenie pravdepodobností má za cieľ správne opísanie toho, ako v skutočnosti prebiehajú niektoré javy vo veľmi veľkom súbore javov, podriadených hlbším a oveľa zložitejším príčinným zákonom.“⁵³ Z ich názorov plynie, že súčasnú kvantovú mechaniku nepovažujú ani za deterministickú, ani za teóriu chovania individuálnych mikroobjektov. Vigier, ale aj Bohm v neskorších prácach (asi od roku 1954—55) často tvrdia, že pravdepodobnosť a štatistickú zákonitosť treba chápať objektívne a kritizujú mechanický determinizmus za subjektívne poňatie. Tento rozpor medzi správnym všeobecným poňatím a riešením problému štatistickej zákonitosti je zrejmy zvlášť u Bohma. V svojej teórii kauzality správne vychádza z toho, že predstava príčiny, účinku je abstrakciou, pretože v objektívnom svete existuje všeobecná súvislosť a vzájomná podmienenosť vecí a procesov. Upozorňuje aj na to, že by bolo nesprávne redukovat kauzálny vzťah len na jednoznačný, ale pripúšťa príčinnosť aj ako vzťahy jedno-mnoho a mnoho-jednoznačné.⁵⁴ Takéto poňatie dávalo mu možnosť zahrnúť aj štatistické zákony pod príčinnosť, ale tento krok už neurobil. Ďalej kauzalitu zase zužuje na mechanicky chápané jedno-jednoznačné vzťahy a štatistické zákony stavia proti nim.

Rovnako nie je správne klásť proti sebe tiež dynamické a štatistické zákony. Lebo ako sa ukazuje, aj štatistické zákony (aspoň niektoré) vyjadrujú určitú následnosť „stavov“ v čase, ale nejde o následnosť stavov individuí.⁵⁵ Marxistickí filozofi upozor-

⁵¹ D. Bohm, O možnosti interpretácie kvantovej teórie na základe predstáv o „skrytých parametroch“, *Voprosy pričinnosti v kvantovej mechanike, Moskva 1955, 45.*

⁵² Pozri predhovor L. de Broglieho ku knihe D. Bohma *Causality and Chance in Modern Physics*, London 1957, X.

⁵³ J. P. Vigier, K otázke o teórii chovania individuálnych mikroobjektov, *Voprosy filozofii* 1956, 6, 100.

⁵⁴ Hovorí: „Existencia jedno-mnohoznačných a mnoho-jednoznačných kauzálnych vzťahov je veľmi dôležitou charakteristikou kauzálnych zákonov.“ „...jedno-mnohoznačný zákon predstavuje objektívne nutnú kauzálnu súvislosť, ale v tomto prípade čo je nutné, je, že účinok zostáva v dosahu určitých hraníc; a nie ako v jednoduchších typoch kauzálného zákona, že účinok je determinovaný jednoznačne.“ „V dosahu všeobecného systému jedno-mnoho a mnoho-jednoznačných kauzálnych vzťahov, jedno-jednoznačný kauzálny vzťah je idealizácia, ktorá sa nikdy dokonale nerealizuje.“ Pozri D. Bohm, *Causality and Chance in Modern Physics*, London 1957, 17, 19.

⁵⁵ „...v kvantovej mechanike tiež existuje dynamická zákonitosť, ale následkom špecifického chápania „stavu“ nespadá so zákonitosťou jedinečných procesov a nedovádza k me-

ňujú zväčša na to, že štatistickú zákonitosť nemožno stavať proti príčinnosti, že kauzálna a štatistické zákony vyjadrujú objektívne súvislosti a podmienenosti, aj keď v rôznom stupni presnosti a všeobecnosti.

Významnú úlohu v názoroch D. Bohma ako aj J. P. Vigiera hrá tzv. teória úrovní alebo hladín. Poňatie Vigiera nie je také dokonalé (z roku 1955) ako poňatie D. Bohma (z roku 1957). Vigier tvrdí, že v organizovaní hmoty sú určité „úrovne“ alebo „hladiny“, ktoré sú určené nielen rozmermi (napr. klasická, atómová hladina), ale aj inými fyzikálnymi podmienkami (napr. vysoká energia). „Podľa nás súbor zákonov opisuje nejakú hladinu; ako napr. klasická mechanika alebo Mariottove zákony plynov; tento súbor (zákonov) je všeobecne platný len pre túto hladinu a musia ho nahradiť nové zákony, keď sa prejde na odlišnú hladinu.“⁵⁶ Preto, ako poznamenáva ďalej, nie je presné hovoriť, že staré zákony sú aproximáciou nových. Nové zákony sa vzťahujú na novú, t. j. na inú hladinu. Každá hladina má svoje kauzálna (jednoznačné, dynamické) zákony. Na čo sa teda vzťahujú štatistické zákony? „Podľa tejto koncepcie sa každá hladina riadi deterministickými zákonmi a podstupuje vo forme stochastických zákonov chaotickým účinkom nekonečného súboru hladín, ktoré tvoria prírodu. Každý fyzikálny jav javí sa teda ako prepletené tkanivo kauzality a náhody a zároveň ako nestála syntéza a výslednica nekonečne zložitých pohybov hmoty, následkom ktorých onen jav vyvstáva.“⁵⁷ Štatistické zákony nie sú teda zákony nejakej samostatnej hladiny, ale vzťahujú sa len na chaotické pôsobenie rôznych hladín. To znamená ďalej aj to, že napr. súčasná kvantová mechanika (a jej štatistické zákony) nevyjadrujú zákonitosť kvantovomechanickej hladiny. „... štatistický zákon nevyhnutne závisí od objektívne existujúceho hlbšieho príčinného základu (úrovne) ...“⁵⁸ Za štatistickými zákonmi kvantovej mechaniky musia teda stáť dokonalé kauzálna zákony, ktoré jednoznačne určujú chovanie indivíduí. Možno preto predpokladať, že štatistické zákony sú prechodnou etapou v poznaní reality.

Koncepcia „úrovní“ má podstatnú úlohu vo filozofických názoroch D. Bohma. Jej nedostatky spočívajú v tom, že pojem „úroveň“ sa používa mnohoznačne a okrem dialektického poňatia vystupujú, a to hlavne pri aplikovaní na fyziku, určité mechanistické črty.⁵⁹

Všeobecne „úrovne“ značia u D. Bohma to, čo v dialektickom materializme „formy pohybu hmoty“. Tak napr. správne poukazuje, že v prírode existujú kvalitatívne od seba odlišné úrovne, ako je mechanická, chemická, biologická a podobne, ktoré majú aj kvalitatívne odlišné zákonitosti. Dialektický materializmus ako kritérium „vyšších“ a „nižších“ foriem pohybu hmoty uznáva ich poradie vo vývoji (napr. vývin hmoty na Zemi). D. Bohm hovorí aj o „nižších“ a „vyšších“, ale zrejme nie vo vývinovom zmysle. Ako kritérium uvádza rozmery vecí (preto má napr. makro a mikroúroveň), inokedy napr. výšku energie, teda rôzne fyzikálne podmienky. Často, a to

chanickej determinovanosti.“ Pozri I. M. Lifšic, L. M. Piatigorskij, O dynamických a štatistických zákonitostiach kvantovej mechaniky, *Filosofskije voprosy sovremennoj fiziki*, Kijev 1956, 92.

⁵⁶ J. P. Vigier, *Recherches sur l'interprétation causal de la théorie des quanta*, Paris 1955, 125.

⁵⁷ J. P. Vigier, *Recherches sur l'interprétation causal de la théorie des quanta*, Paris 1955, 126.

⁵⁸ J. P. Vigier, K otázke o teórii chovania individuálnych mikroobjektov, *Voprosy filosofii* 1956, 6, 101.

⁵⁹ Pozri D. Bohm, *Causality and Chance in Modern Physics*, London 1957.

je správne, zdôrazňuje, že nemožno kvalitatívne odlišné úrovne redukovať jednu na druhú. Mechanistické stanovisko — previesť všetky kvalitatívne odlišné formy hmoty a zákonitosti na kvantitatívne zákony substancie — považuje za nesprávne. Keď však naproti tomu skúma štatistické zákony kvantovej mechaniky, predpokladá, že táto úroveň a jej zákonitosti budú vysvetlené neštatistickými zákonmi subkvantovej mechanickej úrovne. Zdá sa teda, že kvalitatívnu nereducovateľnosť nejakej úrovne uznáva len vtedy, keď jej zákonitosť nie je štatistická. Občasná teória kvantovej mechaniky bude potom len približným, hraničným prípadom zákonitosti subkvantovej mechanickej úrovne. Tieto tvrdenia sú, pravda, u neho len v náznakoch, lebo otázku, aký bude charakter zákonov v ďalšom vývine vedy, rieši veľmi opatrne. Tak napr. hovorí, že nie je potrebné zastávať predpoklad, že určité typy alebo kategórie zákona sú konečné (z ktorých všetko vyplýva), lebo tento predpoklad nemôže byť nikdy experimentálne preskúšaný, ba možno, že bude vývinom vedy vyvrátený. Aké budú teda zákony, či štatistické alebo deterministické (kauzálne), nemožno apriori riešiť. Základná chyba u Bohma je v tom, že postaviac proti sebe kauzálne a štatistické zákony vidí len dve možné riešenia: prvé, ktoré bude privilegovať kauzálne zákony a môže upadnúť do chýb mechanického determinizmu, druhé, ktoré privileguje štatistické zákony a môže prerásť v indeterminizmus. „Ak by sme však predpokladali“, hovorí, „že tieto nové zákony rozhodne nemôžu byť nič iné než čisto kauzálne zákony, potom by sa mohlo ustúpiť mechanickému determinizmu, zatiaľ čo podobný predpoklad, že nie sú rozhodne nič iné než zákony pravdepodobnosti, mohol by sa zvrhnúť na mechanický indeterminizmus. Na druhej strane... vyhýbali sme sa obom týmto dogmatickým a ľubovoľným extrémom, pretože sme uvážili, ako to situácia vyžadovala, možnosť, že tu sú nové črty kauzálnych zákonov („kvantová sila“ neprejavujúca sa na vyššej úrovni), ako aj zákony náhody (nepravidelné fluktuácie, majúce pôvod v subkvantovej mechanickej úrovni).“⁶⁰ Pri praktickom aplikovaní všeobecných filozofických téz však vidieť, a to obzvlášť v jeho prvých článkoch, že sa kloní na stranu mechanického determinizmu.

Pojem „úroveň“ má okrem významu „formy pohybu hmoty“ u neho aj význam „systém“ vecí, zákonitosti a podobne. Rozdiel je hlavne v tom, že pri stanovení systému vystupuje veľmi silne prvok ľubovoľnosti a potom medzi systémami (ako napr. zákonitostí mechaniky, termodynamiky, elektromagnetického poľa a podobne) nie sú vzťahy „vyšší“, „nižší“ vo vývinovom zmysle ako u foriem pohybu hmoty. Zatiaľ čo napr. pre niektoré systémy môže platiť, že jeden zahŕňa druhý ako zvláštny prípad a teda ho naň možno redukovať, u foriem pohybu hmoty, aj keď napr. biologický pohyb obsahuje chemický pohyb, neznamená to, že biologický pohyb je zvláštnym prípadom chemického pohybu a môže sa naň redukovať. Takto je potom možné, že vzťahy medzi kvantovou a subkvantovou úrovňou raz vystupujú ako vzťahy medzi kvalitatívne odlišnými formami pohybu hmoty, inokedy ako vzťahy medzi dvoma systémami, kde subkvantová je všeobecnejšia (obsahuje kauzálne zákony) a zahŕňa kvantovú úroveň ako zvláštny prípad. Takto sa do jeho koncepcie dostáva (ba realizuje) mechanistická snaha: súčasnú kvantovú mechaniku vyložiť ako zvláštny prípad všeobecnej teórie, ktorá už nemá štatistický, ale kauzálny (jednoznačný) charakter.

Filozofickým otázkam fyziky, hlavne atómovej fyziky, venovala sa veľká pozornosť aj v Sovietskom sväze. Spory o týchto problémoch oživil roku 1947, keď bola uverejnená stať M. A. Markova (O povahe fyzikálneho poznania, Voprosy filosofii 1947, 2), ktorá sa stala podnetom k rozsiahlej diskusii o filozofických otázkach fyziky.

⁶⁰ D. Bohm, *Causality and Chance in Modern Physics*, London 1957, 127.

Mnohí filozofi kritizovali názory M. A. Markova a poukazovali aj na nesprávnosť pozitivistických názorov fyzikov z kapitalistických krajín.⁶¹

V minulosti prevládala kritika nesprávnych názorov nad pozitívnym riešením problémov. Názory niektorých sovietskych vedcov sa kritizovali ako nesprávne, zatiaľ čo názory I. D. Blochinceva sa považovali často za jedine odpovedajúce dialektickému materializmu. V poslednom období sa však ukazuje, že Blochincevovo poňatie prijali len niektorí (väčšinou filozofi), zatiaľ čo mnohí fyzici sa pridávajú poňatia reprezentovaného hlavne V. A. Fokom, ktoré, ako sa zdá, prekonáva nielen idealizmus, ale aj mechanický materializmus.

Interpretácia Blochinceva, Terleckého, Omeľjanovského a i. vychádza z toho, že kvantovú mechaniku nepovažuje za teóriu jednotlivého mikroobjektu, ale za teóriu štatistickú, t. j. opisujúcu súbor objektov. Domnievame sa, že táto interpretácia prekonáva mechanický determinizmus len zdanlivo a v dôsledkoch k nemu nutne vedie. Najviac sa mechanické tendencie prejavujú u Terleckého. Predovšetkým tvrdí, že kvantová mechanika je neúplná, pretože je štatistická. „Kým kvantová mechanika bude teóriou štatistickou, dovtedy ju nemôžeme považovať za úplnú, ukončenú teóriu mikrosveta... Máme však právo očakávať, že sa teória mikrosveta v budúcnosti zbaví dosiaľ nevyhnutného štatistického charakteru.“⁶² Tvrdí, že idealizmus a indeterminizmus vyplýva z toho, že sa súčasná kvantová mechanika považuje za teóriu jedinečného mikroobjektu. Podľa neho pri difrakčnom jave dopad jednotlivého elektrónu napr. na miesto A (a nie na miesto A') je objektívne prísne určený (predurčený). Keďže zatiaľ nepoznáme túto zákonitosť, môžeme vypočítať len pravdepodobnosť, že elektrón dopadne na určité a nie na iné miesto.⁶³ Za základnú považuje preto dynamickú zákonitosť (v duchu klasickej fyziky); dynamické zákony sú elementárne, a preto podľa neho musíme predpokladať, že sa skrývajú za každými štatistickými zákonmi.⁶⁴

Podobne aj M. E. Omeľjanovskij tvrdí, že kvantová mechanika sa vzťahuje na súbory. Potom je pochopiteľne na mieste otázka: keďže jednotlivé objekty existujú, musí existovať aj ich zákonitosť, ktorá nemôže byť štatistická (lebo tá sa podľa neho vzťahuje len na súbory), ale dynamická (kauzálna). Štatistické zákony potom treba chápať ako povrchové, druhoradé, zatiaľ čo v základe ležia zákony kauzálne, dynamické. „Poznanie zákonitosti prírody“, hovorí Omeľjanovskij, „ktoré skúma fyzika, nemôže sa opierať o čisto štatistické predstavy; samy štatistické predstavy, aby slúžili fyzike, musia sa opierať o uznanie a skúmanie zvláštností, vlastností, zákonitostí jedinečných javov.“⁶⁵ Aj keď sa najprv stavia proti teórii skrytých parametrov, nakoniec ich pripúšťa, tak ako aj Terleckij. Možno teda povedať, že obidvaja považujú štatistickú etapu za dočasnú, prechodnú, zatiaľ čo cieľom, ideálom vedy je prísne dynamická (kauzálna) zákonitosť v duchu klasickej fyziky.

O niečo odlišná je pozícia Blochinceva, aj keď základná myšlienka, že kvantová mechanika sa vzťahuje na súbory častíc, pochádza od neho. Správne upozorňoval na nedostatky mechanického determinizmu, na to, že niet izolovaných systémov a že príčinnosť aj v newtonovskej mechanike je približná. Každý opis reálneho systému na

⁶¹ Pozri český preklad diskusných statí *Za materialistické pojetí moderní fyziky*, Praha 1952.

⁶² *Za materialistické pojetí moderní fyziky*, Praha 1952, 311.

⁶³ Pozri *Filosofskije voprosy sovremennoj fiziki*, Moskva 1952, 437—439.

⁶⁴ Pozri Ja. P. Terleckij, *Dinamičeskije i statističeskije zakony fiziki*, Moskva 1949, 20—21.

⁶⁵ M. E. Omeľjanovskij, *Filosofskije voprosy kvantovoj mechaniki*, Moskva 1956, 226.

základe konečného počtu parametrov (a to aj v klasickej fyzike) je nutne neúplný. Na druhej strane tiež správne upozorňuje na zvláštnosti kvantových javov: kvantová štatističnosť vyplýva zo vzájomnej súvislosti mikrojavov a makrojavov a vlnová funkcia necharakterizuje časticu „samu osebe“, ale v makroprostredí.

Newtonovský determinizmus podľa Blochinceva neplatí pre jednotlivé častice.⁶⁶ Táto nemožnosť použitia laplaceovského determinizmu spočíva v nemožnosti izolácie jedného mikrosystému od makroprostredia, čo znamená, že neexistujú uzavreté, izolované systémy. Preto sa jednotlivé mikroobjekty riadia štatistickou zákonitosťou. Ale podľa Blochinceva kauzálnu jednoznačnú predurčenosť možno zachovať. Prečo? Podľa nášho názoru nie je to možné ani nutné. Blochincev píše: „... pre súbor sa zachováva najjednoduchšia forma príčinnej súvislosti — newtonovský determinizmus. Je to výsledok toho, že súbor v celku (mikrosystém + makroprostredie) môže byť (samozrejme približne) izolovaný od ostatnej časti sveta.“⁶⁷

Keď sa tvrdí, že štatistická zákonitosť vzniká následkom nemožnosti izolovať systém, tak sa v podstate pristupuje na mechanistické stanovisko, lebo sa vlastne predpokladá, že s väčšou izolovanosťou systému možno prejsť ku kauzálnym zákonom klasického typu. Štatistická zákonitosť sa javí len ako dočasná, prakticky nutná, alebo ako následok neznalosti práve oných vonkajších zásahov do systému. Niektorí fyzici⁶⁸ však tvrdia opak: že štatistická zákonitosť nevyplýva z nemožnosti izolovať systém, ale je následkom vlastností skúmaných objektov, a preto sa nemôže odstrániť väčšou izolovanosťou systémov. Blochincev (ako aj iní) potom logicky dochádza k záveru, že skryté parametre sú otvorenou otázkou a že teda budúca teória má nájsť jednoznačnú zreteľnosť stavov mikroobjektu, aj keď „stav“ možno chápať rôzne.

V posledných časoch sa v Sovietskom sväze názory Blochinceva, Terleckého a Omeljanovského kritizovali. Tak napr. konferencia fyzikov v Kijeve (roku 1954) došla k záveru, že „zákony kvantovej mechaniky vzťahujú sa na jednotlivé kvantovomechanické objekty, ale jej štatistické zákonitosti sa realizujú na súhrnoch veľmi veľkého počtu rovnakých systémov, nachodiacich sa v jednom a tom istom stave.“⁶⁹ Správne sa poukazovalo aj na to, že subjektívny výklad kvantovej mechaniky nevyplýva z nej samej, ale je jej nevedeckým zvrátením. Odmietol sa aj výklad na základe skrytých parametrov v duchu laplaceovského determinizmu, aj keď snaha niektorých zahraničných fyzikov (D. Bohma, L. de Broglieho a iných) odpútať sa od interpretácie kodaňskej školy nie je bez progresívnych tendencií. Ďalej: „Zhromaždenie považuje za nesprávnu abstrakciu izolovaného systému pri skúmaní otázok štatističnosti v kantovej mechanike a domnieva sa, že vývin kvantovej teórie vlnových polí, nenavracajúc vedu ku klasickému typu prírodných zväzkov, vrhá svetlo na povahu štatistických zákonov a sľubuje prehĺbený materialistický výklad základných poučiek súčasnej fyziky pri

⁶⁶ Blochincev na jednej strane veľmi správne posudzuje mechanickú koncepciu príčinnosti: „Bolo by nesprávne domnievať sa, že možno aplikovať (alebo že koniec koncov bude možno aplikovať) na jednotlivé mikrojavov pojem príčinnosti, vhodný pre izolované systémy. Skôr je možné, že taká izolovanosť vo svete atómových javov vôbec neexistuje.“ *Osnovy kvantovej mechaniki*, Moskva—Leningrad 1949, 549. No na druhej strane sa jeho koncepcia súborov v svojich dôsledkoch dostáva do rozporu s týmto jeho názorom.

⁶⁷ D. I. Blochincev, Kritika filozofických názorov tzv. „kodaňskej školy“ vo fyzike. Pozri *Filosofskije voprosy sovremennoj fiziki*, Moskva 1952, 378.

⁶⁸ Pozri A. S. Davydov, M. F. Dejgen, I. M. Dykman, S. I. Pekar, K. B. Tolpygo, Kvantová mechanika a príčinnosť, *Filosofskije voprosy sovremennoj fiziki*, Kijev 1956, 65—66.

⁶⁹ *Filosofskije voprosy sovremennoj fiziki*, Kijev 1956, 248.

ďalšom vývine relativistickej kvantovej teórie.⁷⁰ Koncepcia súborov bola odmietnutá aj na diskusii fyzikov a filozofov v Leningrade. Hovorilo sa, že je neplodná, že povzbudzuje mechanistické nádeje nájsť neštatistické zákony chovania jedinečných mikroobjektov (napr. Demkov), že ukrýva „skryté parametre“ (Volkenštejn) a podobne. Proti týmto mechanistickým tendenciám sa postavili aj A. D. Aleksandrov, V. I. Svi-derskij a i.⁷¹

Pri riešení otázok determinizmu v súčasnej fyzike sa často posudzujú aj perspektívy a tendencie ďalšieho vývinu. Mnohí, hlavne mechanisti dúfajú v návrat k zákonitostiam typu klasickej fyziky. Omnoho správnejší je však názor, že vývin poznania objektívnych súvislostí, zákonitostí, príčinností nebude návratom k starším ideám, ale ďalším krokom od nich. Pritom oprávnene môžeme predpokladať, že pravdepodobnosť a štatistická zákonitosť budú hrať ešte dôležitejšiu úlohu vo vedách než dosiaľ. Na posledných stránkach svojej knihy o vývine fyziky V. G. Kuznecov hovorí: „... perspektíva návratu od štatistických zákonitostí k dynamickým zákonitostiam v duchu klasickej fyziky je málo pravdepodobná... Je celkom možné, že hlbšia syntéza relativistických a kvantových ideí neprivedie k revízii a ohraničeniu kvantovej štatistiky, ale naopak, ku kvantovoštatistickej transformácii teórie relativity.“⁷²

V. A. Fok, o ktorom sme sa už niekoľkokrát zmienili, poňatie determinizmu v klasickej duchu považuje za úzke a nesprávne. Tvrdí, že nemožno stavať proti sebe kauzálne a štatistické zákony, ale naopak, treba všeobecnejšie formulovať princíp príčinnosti. Pravdepodobnostné zákony sú všeobecnejšie než dynamické (klasické, kauzálne). Upozorňuje na mnoho zvláštností kvantovej mechaniky, a hlavne na to, že predmetom jej opisu nie sú častice „samy o sebe“, ale výsledky pokusov s nimi, t. j. vzájomné pôsobenie častíc a prístrojov.

Zovšeobecný princíp príčinnosti v kvantovej mechanike (snáď by lepšie vyhovoval termín „zovšeobecný princíp determinovanosti“) sa vzťahuje nie na skutočne realizovaný jav, ale na potenciálne možné. Formuluje ho takto: „Princíp príčinnosti vo všeobecnom zmysle treba chápať ako tvrdenie o existencii prírodných zákonov a teda aj tých, ktoré sú spojené so všeobecnými vlastnosťami priestoru a času (konečná rýchlosť šírenia účinku, nemožnosť pôsobiť na minulosť). Pri tomto chápaní kvantová mechanika nielen neodporuje princípu príčinnosti, ale mu dáva nový výraz a rozširuje jeho použiteľnosť na pravdepodobnostné zákony.“⁷³

Na záver možno poznamenať, že filozofický význam diskusií o otázkach determinizmu vo fyzike je veľký. Ukázala sa jednak nedostatočnosť mechanického determinizmu a aj to, že je nesprávne stavať proti sebe kauzálne a štatistické zákony. Preto našu predstavu príčinnosti treba zovšeobecniť tak, aby sa pod ňu mohli zahrnúť aj štatistické (pravdepodobnostné) zákony. Konečne možno tiež povedať, že sa potvrdila dialektická zásada o všeobecnej súvislosti a podmienenosti javov a metafyzické predstavy sa ukázali ako nesprávne.

Snáď najvýstižnejším dôkazom toho, že fyzici z kapitalistických krajín prichádzajú pod vplyvom rozširujúceho sa vedeckého poznania stále bližšie a bližšie k dialektickému materializmu, je posledná kniha D. Bohma o kauzalite a náhode vo fyzike.

⁷⁰ *Filosofskije voprosy sovremennoj fiziki*, Kijev 1956, 249.

⁷¹ Pozri O filozofskich voprosach kvantovoj mechaniki, *Voprosy filosofii* 1957, 6.

⁷² V. G. Kuznecov, *Osnovy teorii otositel'nosti i kvantovoj mechaniki v ich istoričeskom razvitii*, Moskva 1957, 316.

⁷³ V. A. Fok, O interpretacii kvantovoj mechaniki, *Pokroky matematiki, fysiki a astronomie* 1958, 4; pozri tiež Fokovu stať vo *Filosofskije voprosy sovremennoj fiziki*, Moskva 1958, 63.

Pokúsili sme sa ukázať, že mechanistické tendencie, ktoré sa prejavujú v názoroch fyzikov ako aj v interpretáciách nových fyzikálnych poznatkov, majú určité spoločné črty, aj keď sa konkrétne, hlavne pri aplikovaní na fyziku, líšia. Podstatu týchto tendencií možno zhrnúť do niekoľkých bodov.

V čom sú teda mechanistické tendencie?

1. Sú spojené so substančnými predstavami, a to nielen hmoty, ale aj zákonitosti. Prejavujú sa v snahách nájsť nejaké základné, posledné, elementárne zákony (samozrejme posledných jednoduchých elementov hmoty). Potom na základe týchto základných pojmov kauzálne vyložiť všetky javy fyziky, prípadne aj iných vied. V tomto vidieť známu črtu mechanického materializmu: vyložiť všetky kvalitatívne odlišnosti kvantitatívne, redukovať všetky kvalitatívne rozdielne javy a zákonitosti na základné elementárne formy pohybu hmoty a zákonitosti.

2. Mechanistické tendencie sa ďalej prejavujú v privilegovaní kauzálnych (dynamických) zákonov (v užšom zmysle), ktoré vyjadrujú jednoznačnú zretazenosť udalostí; všetky ostatné typy poučiek, zákonov atď. sa považujú za „povrchové“, „javové“ a predpokladá sa, že ich možno a treba tiež kauzálne vysvetliť, t. j. ukázať, že sú následkami jednoznačnej kauzálnej predurčenosti, t. j. jej prejavom alebo jej neznalosťou. Prejavuje sa to predovšetkým v posudzovaní štatistickej zákonitosti. Chápe sa v podstate v duchu klasickej fyziky, t. j. považuje sa za neúplnú, za dočasnú, za výsledok našej neznalosti. Pojmy „náhoda“ a „pravdepodobnosť“ sa chápu len subjektívne. Tvrdí sa, že pramenia v neznalosti skutočných alebo niektorých príčin.

3. Mechanistické tendencie sa prejavujú aj v určitých gnozeologických názoroch. Je to predovšetkým predpoklad, že principiálne možno všetky individuálne udalosti predvídať. Podľa nich pravdepodobnostné predvídanie nevyhovuje ideálu vedy. Tento názor je spojený s predstavou, že napriek všeobecnému pôsobeniu možno a nutno vydeliť malý počet nevyhnutných a postačujúcich príčin (alebo vo fyzike malý, konečný počet parametrov), ktoré toto jednoznačné predvídanie umožňujú. Radikálnejšie názory idú ďalej a predpokladajú systémy objektov, ktoré sú izolované, uzavreté a kde niet vonkajšieho zásahu. Všetko nepredvídané pramení jedine v našej neznalosti.

4. Mechanistické tendencie v iných vedách sa prejavujú v tom, že sa kvalitatívna rozmanitosť redukuje na kvantitatívne rozdiely. Dnes sa, pravda, už nevidí univerzálna veda v mechanike, ale v atómovej fyzike. Dnes sú mechanistické tendencie hlavne gnozeologického rázu, t. j. prejavujú sa v snahách po takom kauzálnom vysvetlení, v ktorom sa kauzalita chápe úzko, v duchu klasickej fyziky a stavia sa do protikladu k pravdepodobnosti a štatistickým zákonom.

To sú hlavné črty mechanistických tendencií v súčasnej fyzike a domnievame sa, že aj sčasti v iných vedách. Možno si však oprávnene položiť otázku: aké dôvody nás vedú k tomu, že mechanický determinizmus považujeme za nedostačujúci a mechanistické tendencie za nesprávne?

Dôvodov je mnoho. Preto uvedieme len hlavné druhy dôvodov, ktoré nás oprávňujú vyvodzovať uvedený záver:

Mechanistická filozofia ukázala sa už v 19. storočí ako nedostatočná pre iné vedy, hlavne pre vedy o živjej prírode a spoločnosti. Marxova a Engelsova kritika presvedčivo ukazuje, že táto filozofia nezodpovedá danému stavu vedy, že zastarala, že musí nastúpiť na jej miesto dokonalejšia filozofia — dialektický materializmus. Mechanický materializmus sa dostal do rozporov nielen v celku, ale aj v jednotlivých častiach. Jeho poňatie determinizmu je úzke, nepostačuje na analýzu spoločenských javov a

dnešná fyzika ukazuje, že nemôže platiť ani pre fyziku, že je teda úzkym, obmedzeným poňatím objektívnej zákonitosti.

Proti mechanistickým tendenciám možno namietat aj z hľadiska gnozeologického, metodického a historického. Tak napr. mechanický determinizmus vychádza z toho, že existujú izolované uzavreté sústavy, vylučuje všeobecné pôsobenie a pôsobenie iného druhu než silové (vo fyzike). Tieto a iné predpisy metodického rázu sú neudržateľné nielen v súčasnej fyzike, ale aj v iných vedách.⁷⁴ Dnešné vedy ukazujú, že je mnoho foriem vedeckých zákonov a snaha previesť ich na jeden typ nie je ničím opodstatnená. Keď odmietať všeobecný význam dynamických (kauzálnych v užšom zmysle) zákonov, odmieta sa tým všeobecná platnosť mechanického determinizmu, t. j. predpokladu, že z presne udaného počiatočného stavu systému možno jednoznačne určiť (lebo je objektívne predurčené) jeho chovanie v minulosti aj v budúcnosti (čo možno len vtedy, keď taký systém je izolovaný a uzavretý). Obzvlášť to platí o štatistických metódach a štatistickej zákonitosti. Čím vysvetlí, že dnešné vedy široko využívajú štatistické metódy? Máme nielen klasickú štatistickú fyziku, ale štatistický ráz má aj atómová fyzika, štatistické metódy sa úspešne používajú v chémii, v biológii, v medicíne, vo výrobe pri kontrole akosti a vo vedách spoločenských. S pojmom pravdepodobnosti je spojená aj dnešná veľká priemyselná revolúcia, automatizácia výroby. Keby sme tento vývin mali hodnotiť z hľadiska mechanického determinizmu, došli by sme k paradoxu, lebo vývin vied by sa javil ako ich degenerovanie, ako prechod od „dokonalých“ kauzálnych metód, od „dokonalej“ dynamickej zákonitosti k „nedokonalým“ a „neúplným“ štatistickým metódam, zákonitostiam a vysvetleniu. Je to naopak: kauzálny zákon je jednoduchá abstrakcia, ktorá stroskotáva pri zložitých javoch a musí byť nahradená všeobecnejšími predstavami. Týmto sa nijak neodmieta ani determinizmus ani príčinnosť.

Konečne možno argumentovať proti mechanistickým tendenciám aj poznatkami a faktami, ktoré sú známe v jednotlivých vedách. Tak dnešná atómová fyzika dochádza k poznatkom, ktoré ďalej rozširujú štatistické predstavy. Napr. v kvantovej mechanike sa nepretržite mení pravdepodobnosť určitých diskretných hodnôt dynamických premenných, tak ako v klasickej štatistickej fyzike sa menila teplota a podobne. Ale tam za štatistickými zákonmi súborov stáli dynamické zákony diskretných častíc. V kvantovej mechanike za štatistickými zákonmi, ktoré určujú nepretržité rozdelenie pravdepodobností, niet dynamickej zákonitosti. V relativistickej kvantovej mechanike nielen priestorové rozdelenie častíc, ale aj existencia častice v čase určuje sa ako nepriama miera pravdepodobnosti nejakej transmutácie, prerušujúcej jej existenciu.⁷⁵ Zatiaľ čo v klasickej fyzike častica nepretržite zachováva svoju individuálnosť, identifikácia neklasikkej častice je veľmi problematická. U neklasických rovnakých častíc sa hovorí o ich nerozlišiteľnosti, čo znamená, že ide o objektívnu netotožnosť častice so sebou. Preto napr. systém dvoch častíc nemení svoj stav, keď si častice vymenia „miesto“. Aj samo existovanie častice má štatistický zmysel. To znamená, že identifikácia častice v čase je tak problematická ako identifikácia v priestore. Napr. existovanie protónu v danom „bode“ za určitý čas znamená len toľko, že hmota v danom „mieste“ má častejšie vlastnosti protónu než napr. mezónu a neutrónu. Výraz „v danom bode“ je tiež neurčitý a má štatistický ráz.

⁷⁴ Na to poukázala konferencia fyzikov v Kijeve, pokiaľ ide o fyziku. Na metodickú obmedzenosť tzv. kauzálnej analýzy dostatočne (zo všeobecného hľadiska) poukazuje V. Filkorn v *Metóde vedy*, Bratislava 1955.

⁷⁵ Pozri V. G. Kuznecov, *Principy klasickej fyziky*, Moskva 1958, 206.

Mechanistické tendencie majú svoje gnozeologické korene v metafyzickom chápaní procesu poznania, v nedôslednom aplikovaní dialektiky na poznávanie. Zatiaľ čo niektorí uznávajú, že naše poznanie, a to aj názory filozofické, sa menia a vyvíjajú, predpokladajú, že predstava determinizmu mechanického materializmu (alebo klasickej fyziky) je nemenná, hotová, teda absolútne pravdivá. Z hľadiska marxistickej gnozeológie musíme však tvrdiť, že naše predstavy o determinizme, zákonitosti, kauzalite sú relatívne pravdivé, že sa menia, vyvíjajú, a že nikdy absolútne nemôžu vyjadriť „poriadok“ objektívnej reality. Mechanisti v otázkach determinizmu svoje názory na zákonitosť prestávajú považovať za názory. Hovorí „tak tomu v objektívnej realite je“, miesto toho, aby povedali „naše poznanie poriadku objektívnej reality je takéto“. Znamená to teda, že svojim predstavám dávajú ontologickú platnosť.

Marxistický determinizmus je naproti tomu spojený len s tvrdením, že objektívna realita (všetky udalosti, javy, procesy) sú principiálne poznateľné vo forme vedeckých zákonov. Takto nespojujeme s determinizmom ani všeobecnú platnosť jednoznačnej kauzálnej zretazenosti ani privilegovanosť dynamickej zákonitosti. Marxistická filozofia stavia proti iným filozofickým koncepciám svoje celkové poňatie sveta, ktoré lepšie vyhovuje danému stavu vedy. Už Engels kládol najvyššie uznanie všeobecnej súvislosti a vzájomnej podmienenosti javov objektívnej reality. Z tohto priamo vyplýva, že každá časť reality (systém) je len relatívne uzavretá, izolovaná, a preto v nej vždy vystupujú náhodné vplyvy, ktoré sú objektívne náhodné. Pravdepodobnosť a štatistické zákony nie je správne stavať proti príčinným zákonom, hlavne preto, že aj mnohé štatistické zákony odrážajú príčinné vzťahy, pravda, všeobecnejšie a všestrannejšie hlavne v tom zmysle, že omnoho menej abstrahujú od všeobecnej súvislosti javov než tzv. príčinné zákony. Predstava „čisto“ príčinného, jednoznačného kauzálneho zákona je jednoduchou abstrakciou, platnou a vhodnou len za určitých podmienok. Môžeme povedať, že dnes sa dostáva v otázkach poňatia determinizmu do popredia *problém pravdepodobnosti*. V diskusiách (napr. vo Voprosoch filozofii a inde) sa stretávame s rôznymi snahami o vysvetlenie tohto pojmu. Celkove by sme mohli hovoriť o troch smeroch:

1. smer, ktorý pojem pravdepodobnosti považuje za prvotný, stojací proti pojmu kauzality a nad ním. Obyčajne sa toto poňatie spája s indeterminizmom a pozitivizmom;

2. príslušníci tzv. „príčinnej interpretácie“ vychádzajú z toho, že pravdepodobnosť treba vysvetliť, zdôvodniť, pričom sa domnievajú, že podávajú *jedine možné*, t. j. príčinné vysvetlenie. Ako prvý smer aj oni kladú do protikladu príčinnosť a pravdepodobnosť, ale prvoradá úlohu dávajú príčinnosti, to znamená, že vysvetľujú pravdepodobnosť (a zákony) na základe určitých príčinných súvislostí. Predpokladajú, že „pravdepodobnostné“ udalosti možno vysvetliť aj nepravdepodobnostne, t. j. príčinne. V tomto smere sa viac-menej vyskytujú mechanistické tendencie;

3. tretie poňatie, s ktorým sa stretáme omnoho menej, je toto: pri skúmaní príčinnosti a aj pravdepodobnosti treba vyjsť zo základného dialektického princípu: z uznania všeobecnej súvislosti a podmienenosti udalostí objektívneho sveta. My nikdy nemôžeme poznať všetky (nekonečné) súvislosti nejakého javu, a preto abstrahujeme od nich. Do popredia vyzdvihujeme len určité, podstatné vzťahy, čo stačí pre danú praktickú spoločensko-historickú činnosť ľudí. Preto niet v podstate zásadného rozdielu medzi príčinnosťou a pravdepodobnosťou, líšia sa len v stupni abstrakcie od všetkých súvislostí. Čím viac súvislostí ponechávame stranou, tým viac sa blížime k „jednoznačnej kauzálnej predurčenosti“; na druhej strane, keď berieme do úvahy stále zložitejších činiteľov, mnohostrannejšie súvislosti a vzťahy, tým viac prechádzame k pravde-

podobnosti (a štatistickým zákonom). Preto ani niet privilegovaného typu vedeckého zákona.

Problémy determinizmu vo fyzike nemôže však vyriešiť filozofia sama. Posledné slovo patrí fyzike a hotové riešenie jej nemožno vopred vnucovať. Filozofia však môže a musí posúdiť filozofické tendencie, všeobecné interpretácie a hypotézy, poukázať na nesprávnosť nevedeckého zneužívania ťažkostí fyziky, odhaľovať to nové, čo obohacuje naše poznanie a rozširuje svetový názor. Z toho vyplýva aj úloha marxistickej filozofie: rozpracovávať filozofické a metodologické problémy, vytvoriť ucelenú teóriu marxistického determinizmu.