

PAUL DAVIES: POSLEDNÉ TRI MINÚTY (ÚVAHY O KONEČNOM OSUDE VESMÍRU)

ARCHA, BRATISLAVA 1994, 165 S.

Katastrofické scénare zániku našej civilizácie a života vôbec na našej planéte sprevádzajú jej vývin už po stáročia. Ak ponecháme stranou príčiny pozemského charakteru (zemetrasenia, hurikány, katastrofické záplavy, výbuchy sopiek, ale aj dôsledky ľudskej činnosti), osobitnú skupinu tvoria ohrozenia z kozmu, ako napríklad možné zrážky zemegule s asteroidmi, kométami, meteoritmi alebo planétkami až po výbuch supernovy v jej blízkom okolí, stretnutie so zablúdenou hviezdou alebo čiernou dierou. To však nie je všetko. V budúcnosti nás čaká grandiózny Armagedon, ktorý sa ukazuje vo svetle súčasnej vedy ako nevyhnutný – konečný osud nášho vesmíru.

Práca P. Daviesa, profesora fyziky na Univerzite v Adelaide, *Posledné tri minúty* je prvou publikáciou z edície *Majstri vied*, ktorá na základe výsledkov súčasného vedeckého poznania – fyziky, kozmológie – chce čitateľovi populárnovedeckou formou (bez zložitého matematického aparátu) priblížiť osud nášho vesmíru v budúcnosti. Nebudeme sa púšťať do analýzy špecifických fyzikálnych a kozmologických problémov, tie ponecháme povolanejším. Pokúsime sa ukázať, na akých filozoficko-metodologických východiskách je budovaný obraz konca existencie nášho vesmíru, ako tieto východiská „determinujú“ autorovo „videnie“ jeho budúcich osudov. Aj keď nepochybujeme o tom, že otázky súvisiace so vznikom nášho vesmíru sú veľmi vzrušujúce (práve táto minulosť determinuje vznik človeka a ľudskej civilizácie), predsa si myslíme, že vývojové peripetie nášho vesmíru v budúcnosti sa bezprostredne dotýkajú bytia človeka. Hľadanie odpovede na otázky: Ako sa skončí existencia vesmíru? „A čo bude s nami? Môže ľudstvo, alebo bytosti z mäsa a krvi, žiť na večné veky vekov?“ (s. 14 – 15), sú späť s kozmologickým rozmerom nášho bytia. Ako sám autor konštatuje, „posledné tri minúty sú príbehom o budúcnosti vesmíru, nakoľko ju vieme predpovedať, a vychádzajú z najnovších myšlienok niektorých známych fyzikov a kozmológov. Nie je to celkom apokalyptický príbeh. Pravdu povediac, budúcnosť v sebe skrýva prísľub neslýchaných možností vývinu a bohatstva zážitkov. Ale nemôžeme zatvárať oči pred skutočnosťou, že to, čo sa môže zrodiť, môže aj zaniknúť“ (s. 15).

Autor vychádzajúc vo svojich „špekuláciách“ z „najlepších súčasných úvah“ načrtáva tri základné scénare vývinu vesmíru v budúcnosti:

- vesmír expandujúci do nekonečna,
- vesmír končiaci v singularite,
- cyklický vesmír.

„Základný scénar o vesmíre, ktorý začal veľkým treskom, potom sa rozpína a chladne, až kým nedospeje k nejakému konečnému stavu fyzického úpadku, alebo sa katastroficky nezrúti, je vedecky pomerne dobre podložený“ (s. 16).

Prečo práve tri alternatívy?

Predovšetkým preto, že na súčasnej úrovni vedeckého poznania zatiaľ nepoznáme „hlavné fyzikálne procesy, ktoré sa môžu vyskytnúť v rámci uvedených nesmiernych časových rozpätí“ (s. 16), ale ani presné hodnoty mnohých fyzikálnych konštánt, na ktorých sú vybudované súčasné kozmologické teórie. Z hľadiska veku vesmíru – miliardy rokov, preto „môže dôjsť k veľmi jemným fyzikálnym účinkom, ktoré si môžeme iba domýšľať, no ktoré napokon zohrávajú veľmi významnú úlohu“ (s. 16).

Aké filozoficko-metodologické východiská autor zakomponováva do svojich kozmologických scenárov? Sú to:

filozofické princípy

- princíp materiálnosti,
- princíp materiálnej jednoty,
- princíp objektívnej existencie,
- princíp štrukturovanosti,
- princíp vývinu,
- princíp poznateľnosti,
- princíp pozorovateľnosti,

filozofické kategórie – hmota, pohyb, priestor, čas, kvantita, kvalita, možnosť, skutočnosť, kauzalita, príčina, účinok, determinizmus, nevyhnutnosť, náhoda, vedomie atď.,

metodologické pojmy – metóda, pozorovanie, meranie, experiment, myšlienkový experiment, model, modelovanie, matematický model,

všeobecnevedné pojmy – entropia, energia, systém, štruktúra, informácia, zložitost', usporiadanie, atď.

Autor, pravdaže, využíva najmä špeciálnevedné pojmy z oblasti fyziky (teória relativity, kvantová fyzika, fyzika elementárnych častíc, termodynamika), kozmológie, astrofyziky atď.

K filozoficko-metodologickým otázkam sa pokúsime sformulovať niekoľko poznámok.

Je zaujímavé, že pokiaľ sa autor pohybuje na fyzikálnej úrovni reality, striktné rešpektuje vyššie uvedené základné filozofické princípy. Pri vysvetľovaní vývinu vesmíru od „veľkého tresku“ až po jeho konečné vývinové fázy vychádza zásadne zo súčasných fyzikálnych a kozmologických teórií, bez zavádzania nejakých nemateriálnych entít. Keď však začne uvažovať o živote, najmä o „inteligentnom živote“, vedomí, „supermozgu“, opúšťa tie základné princípy, ktoré tvoria filozoficko-metodologický skelet jeho fyzikálnej koncepcie vývinu vesmíru a robí ich na ňom absolútne nezávislými. Vedomie, rozum atď. akoby nemali aj fyzikálny základ.

Mnoho nejasností pri čítaní práce vyvoláva pojmový a kategoriálny aparát. Autor často nerozlišuje ich filozofickú a špeciálnevednú rovinu. Pokúsime sa to demonštrovať na kategóriách hmota, priestor a čas. Podľa P. Daviesa veľký tresk je zdrojom hmoty (s. 39), hmota sa narúša (s. 72), každá hmota, ktorá narazí na čiernu dieru, úplne

zanikne (s. 78), hmota sa vyparuje (s. 120) atď. Z uvedeného jasne vidieť, že autor často používa pojem hmota vo význame konkrétna forma hmoty, ktorú skúmajú jednotlivé špeciálne vedné disciplíny. Na filozofickej úrovni nemá zmysel hovoriť o „narúšaní“ hmoty, o „vyparovaní“ hmoty, o „zániku“ hmoty atď. Ide o konkrétne formy hmoty s ich špecifickými fyzikálnymi vlastnosťami podliehajúcimi fyzikálnym zákonitostiam. Z filozofického hľadiska aj konečné vývinové štádia vesmíru – „riedka polievka fotónov a neutrín“ alebo časopriestorová singularita sú tiež určitými formami hmoty. Ak aj celý náš vesmír v súčasnej forme zanikne, pretransformuje sa, ako to ukazuje sám autor, do nejakej inej hmotnej podoby.

Podobne je to i s kategóriami priestor a čas. Podľa autora priestor a čas nášho vesmíru sú konečné. Vznikajú v big bangu spolu s naším vesmírom a zanikajú s ním v konečnej časopriestorovej singularite. „Čierna diera je malá časť priestoru, kde končí čas.“ (s. 79). Aj pri používaní kategórii priestor a čas robí autor tú istú metodologickú chybu ako pri kategórii hmota – nerozlišuje ich filozofickú a špecialnovednú rovinu. Na jednej strane hovorí o zrušení časopriestoru, ale na druhej strane o existencii čiernych dier rôznych hmotností, o čase ich vyparovania atď. Ak hovoríme o časopriestorových charakteristikách konkrétnych foriem hmoty, potom tieto zanikajú so zánikom týchto foriem. Keďže tieto formy sa transformujú do iných hmotných foriem, vznikajú aj ich časopriestorové charakteristiky, ktoré dnešná veda nemusí ešte poznať. Tam kde je hmota, je i priestor a čas.

P. Davies je presvedčeným zástancom evolučnej teórie vesmíru. Toto filozoficko-metodologické východisko mu umožňuje formulovať viacero podnetných tvrdení, úzko spätých s pojmami – pohyb, zmena, vznik, zánik atď., ako i s všeobecnovednými kategóriami – energia, entropia, systém, štruktúra, informácia atď. Toto východisko určuje, že náš vesmír vzniká v určitom momente zo singulárneho stavu, rozpína sa, prechádza rozličnými stavmi, v rámci ktorých sa formujú určité materiálne štruktúry (systémy), špecifické práve pre tieto stavy. Toto východisko zároveň vylučuje stacionárnosť nášho vesmíru. Súčasná podoba vesmíru po určitých vývojových etapách zaniká. Autor svoje evolučné stanovisko dokumentuje na viacerých miestach. Podľa neho „to, čo sa môže zrodiť, môže aj zaniknúť“ (s. 15), „sám vesmír podlieha fyzikálnym zákonom, ktoré mu vnucujú jeho vlastný životný rytmus: zrod, vývin, a – azda – zánik“ (s. 25), „vesmír má obmedzenú životnosť“ (s. 35), „čierna diera je akosi bránou ku koncu vesmíru, kozmickou slepou uličkou, ktorá predstavuje východ do ničoty“ (s. 79). Môžeme teda povedať, že podľa Daviesa vesmír je v neustálom pohybe, zmene, jednotlivé vesmírne štruktúry, od najelementárnejších častíc až po galaxie a kopy galaxií, vznikajú a zanikajú. Ba aj čierne diery ako konečné fázy gravitačnej kontrakcie masívnych gravitačných objektov nie sú stabilné, ale sa postupne odparujú – Hawkingovo žiarenie. Zmena a vývin patria medzi základné charakteristiky nášho vesmíru.

Na fyzikálnej úrovni autor striktno uznáva kauzalitu. Všetky vesmírne procesy podliehajú fyzikálnym zákonom a vždy sú kauzálne podmienené, aj keď na základe Heisenbergovho princípu neurčitosti – kvantové objekty nemajú pre všetky svoje vlast-

nosti presne stanovené hodnoty – môžeme konštatovať pravdepodobnostný charakter kauzálnych vzťahov. Nikde v práci nenastoluje problém interdeterminizmu.

V mnohých aspektoch je zaujímavé ako autor využíva všeobecnovedné kategórie. Všimnime si autorovo chápanie pojmov entrópia a energia.

Na pojme entrópia, ktorý je odvodený z druhej termodynamической vety, je vybudovaný scénar nekonečného rozpínania vesmíru. Celková entrópia vesmíru nikdy neklesá. Vesmír po zavŕšení všetkých fyzikálnych procesov sa v termodynamической rovnováhe zmení na „riedku polievku fotónov a neutrín“. „Nijaké základné fyzikálne procesy by sa už neodohrali“. Vesmír sa zmení na „studenú, temnú, bez tvaru takmer ničotu“ (s. 109).

Problematické je chápanie pojmu entrópia v druhom scenári, ktorý vychádza z predpokladu existencie strednej hustoty hmotných štruktúr vo vesmíre väčšej ako je kritická hustota. Ak na jednej strane platí, že vývoj vesmíru prebieha od nižšej entrópie k vyššej, aká bude entrópia v záverečnej singularite? Ešte zložitejší bude tento problém v cyklickom modeli vesmíru.

Ani autorovo používanie pojmu „energia“ nie je jednoznačné. Na jednej strane ho spája s konkrétnymi materiálnymi štruktúrami – energia slnka, hviezd, čiernych dier, fyzikálneho vákua – teda konkrétnymi nositeľmi energie. V ich rámci existujú rozličné druhy energie, ktoré sa môžu navzájom premieňať jedna na druhú. Na druhej strane často uvádza pojem „čistá energia“, ktorá akoby mohla existovať bez nositeľa. Tvrdí napríklad, že „energia má hmotnosť, teda pôsobí aj gravitačnou príťažlivosťou práve tak ako normálna hmota“ (s. 49), rotujúca čierna diera „úplne odstraňuje všetky odpadové produkty a premieňa ich na čistú energiu“ (s. 77) Prítom uvažuje aj o gravitačnej energii späté s materiálnymi objektmi. Zdá sa, že autor v niektorých aspektoch substancializuje aj samú energiu, čo sa však môže odraziť na interpretácii mnohých fyzikálnych procesov a zmeniť aj podstatu viacerých fyzikálnych zákonov. To však musia preskúmať sami fyzici. Škoda, že podstata pojmov – entrópia a energia zostala v práci nevyvetlená.

V epistemologickej rovine autor uznáva principiálnu poznateľnosť nášho vesmíru v historickej postupnosti, a to ako na experimentálnej, tak aj teoretickej úrovni. Za kritérium pravdivosti teórie pokladá jej „experimentálne preverenie“ (s. 16). Podľa P. Daviesa „naše poznanie prírody je neúplné“, „mnohé teórie treba ešte experimentálne overiť“, „nepochybne sa vyskytnú aj ďalšie fyzikálne procesy, o ktorých nič nevieme“ (s. 16), „pri súčasnom stave poznania nevieme povedať, či sa vesmír bude rozširovať večne“ (s. 92), existujú „nejaké iné úplne stále častice, o ktorých ešte nevieme“ (s. 108). Autor teda predpokladá, že poznanie nášho vesmíru sa bude zdokonaľovať a stále obohacovať novými poznatkami. Preto mu dávame za pravdu, že budúce poznatky o vesmíre môžu zásadne zmeniť pohľad na mnohé vo vesmíre prebiehajúce procesy, a tak i na „myšlienky vyslovené v knihe“ (s. 16).

V gnozeologickej (ale i v ontologickej) rovine sa stávajú problematické úvahy autora o vedomí, rozume, inteligentnom živote atď. Tu sa autor dostáva na pozície, ktoré sú priamo v protiklade a protirečení s jeho fyzikálnou zásadovosťou. Podľa neho „vedci

nemajú reálne poznatky o povahe ľudského vedomia, ani o fyzikálnych požiadavkách, ktoré by azda umožnili, aby vedomá činnosť pokračovala aj v ďalekej budúcnosti vesmíru“ (s. 17), „nejestvuje nijaký známy prírodný zákon, ktorý by vymedzoval životnosť nášho druhu“ (s. 111), „podstatné nie je to, či je nesmrteľný ľudský druh ako taký, ale či môžu prežiť naši potomkovia. A naši potomkovia asi nebudú ľudia“ (s. 112), „duševný svet sa teda nemusí skončiť, aj keď fyzicky svet náhle zanikne vo veľkom krachu“ (s. 135), „ešte zaujímavejšia je možnosť, že vesmíry sa vytvárajú inteligentnou manipuláciou v materskom vesmíre a sú zámerne obdarúvané vlastnosťami potrebnými pre zrod života a vedomia“ (s. 147). Pritom však autor pojmy „superbytosť“, „superrozum“, ktorý tieto procesy môže realizovať bližšie nedefinuje. Z uvedených citátov, vyplýva, že pokiaľ P. Davies hovorí o vedomí, myslení, duševnom svete atď., tieto zásadne nepodriadiť fyzikálnym zákonom. Vedomie (nevieme, čo a kto je jeho nositeľom) môže existovať aj po zániku nášho vesmíru. Tu autor opúšťa vedu a uniká do fantastiky alebo nejakého druhu mysticizmu.

Zaujímavé sú názory autora aj na niektoré metodologické postupy, ktoré využíva pri konštrukcii scénarov vývoja vesmíru v budúcnosti. Vo všeobecnosti uplatňuje tri úrovne:

- experimentálne overené fakty súčasnej fyziky a astronómie,
- fyzikálne teórie, ktoré nie sú ešte experimentálne overené – hypotézy,
- vlastné „špekulácie“, založené „na najlepších súčasných vedeckých úvahách“.

Základnou metódou jeho úvah je metóda extrapolácie. Autor extrapoluje fyzikálne zákonitosti získané v lokálnych pozemských podmienkach do obrovských časopriestorových rozmerov. Umožňuje mu to základný predpoklad – zatiaľ všeobecne uznávaný v kozmológii – homogénnosť a izotropnosť nášho vesmíru vo veľkorozmerných škálach. Niektorí kozmológovia však tento predpoklad spochybňujú a budujú modely vesmíru na predpoklade nehomogénnosti a neizotropnosti nášho vesmíru.

Dôležitými metodologickými postupmi sú pre P. Daviesa experimentálne metódy – pozorovanie, meranie, experiment. V kozmológii majú dôležité miesto práve prvé dve. Autor pri ich aplikácii poukazuje na ohraničenosť týchto metód, ako aj na dôsledky, ktoré z danej ohraničenosti vyplývajú. Podľa neho napríklad „merania sa ťažko dajú urobiť presne a vyskytujú sa pri nich rozličné chyby“ (s. 39). Preto je problémom určiť presnú hodnotu Hublovej konštanty, ktorou určujeme rýchlosť rozpínania vesmíru. Táto rýchlosť „je neistá v rámci koeficientu dvoch“ (s. 39). „Experimentálne získané rozpätie možných hodnôt zostáva veľmi široké“ (s. 85), čo sa samozrejme odráža aj na adekvátnosti popisu reálnych kozmických procesov vo vedeckých teóriách. Mnohé procesy majú také časové škály (napríklad hypotetický rozpad protónu – 10^{28} rokov), že ich zmeranie „nie je v súčasných experimentálnych možnostiach“ (s. 105).

Z metodologického hľadiska autor odlišuje reálny stav materiálnej štruktúry od jej idealizovaného popisu. Preto popis kozmologickej singularity, kde sa uvažuje o nulovom objeme a nekonečnej hmotnosti a energii reálnych objektov, považuje za idealizovaný, ktorý sa realizuje určitým typom matematických štruktúr.

Dôležitou metódou, prostredníctvom ktorej kozmológia získava nové poznatky o našom vesmíre je metóda matematického modelovania. Práve táto metóda umožňuje v kozmológii skúmať jednotlivé stavy vesmíru ako celku, ako aj jednotlivé vývojové etapy jeho podsystémov, pretože priamy experiment je nedostupný. Má to však jeden háčik. 1. Každý matematický model ako zjednodušený obraz určitých vzťahov, vlastností a súvislostí materiálnych štruktúr neutvára ich adekvátny komplexný obraz. 2. Sám proces modelovania je ohraničený, zabezpečuje len určitú adekvátnosť (presnosť) získaných výsledkov. Preto aj existujúce kozmologické modely vesmíru sú len hrubým priblížením k reálnemu vesmíru a vzhľadom na svoju „adekvátnosť“ pripúšťajú niekoľko interpretácií.

Z doterajších našich kusých náčrtov vidieť, že filozoficko-metodologické východiská autorovej koncepcie sú nejednoznačné a neprehľadné. Kým sa pohybuje vo fyzikálnej oblasti, striktnie zastáva realistické a evolučné stanovisko. Keď však prechádza na sociálnu úroveň – najmä otázky života a vedomia, opúšťa vedeckú rovinu, uchýľuje sa k sci-fi, ba uniká až do mysticizmu.

V slovenskom preklade sa však objavujú aj problémy, ktoré súvisia s prekladom a redakčnou prácou vydavateľstva. (Preklad Pavel Vilikovský, odborná spolupráca Zdeněk Urban – mnoho problémov sa ťažko posudzuje, nakoľko sme nemali k dispozícii originál.) Môžeme ich rozdeliť do viacerých oblastí. Na ukážku uvedieme iba niektoré.

1. Technické a terminologické chyby:

- špirálovité rameno (s. 22),
- okoloídúca hviezda (s. 23),
- zákon recipročných kvadrátov (s. 31),
- skrútenie priestoru (s. 37),
- rovnomerný vesmír (s. 42 – 43),
- hmotnosť telesa ... závisí od rýchlosti svetla (s. 54),
- odraz jadra hviezdy (s. 58),
- reakcie vpíjajú energiu (s. 60),
- prvky vyhodí výbuch (s. 60),
- výroba prvkov (vesmírom) (s. 60),
- slnečná sústava obieha galaxiou (s. 86),
- hrča hviezd (s. 87),
- DAVIE namiesto DAVIES (s. 163) atď.,
- pojmy naša galaxia, naša slnečná sústava, písané nejednotne, raz s malými písmenami inokedy s veľkými písmenami.

2. Terminologické nepresnosti:

- druhý termodynamický zákon „sformulovaný ako viac-menej technické vyjadrenie“ (s. 26),
- „vzdialené galaxie sa farebne zdajú červenejšie ako galaxie blízke“ (s. 26),
- energia má hmotnosť (s. 49),

- autor často používa pojem „bilion“ namiesto „miliarda“, čo skresľuje výsledky,
- niektoré veličiny sú neúplné, napríklad 10^{28} stupňov (čoho?) (s. 51), atď.

3. Štylistické problémy:

- „vesmír nie je úplne rovnomerný“ (s. 42),
- „Pretože hmotnosť je takto premenná, keď fyzici hovoria o hmotnosti subatomárnej častice, aby sa vyhli zmätkom, uvádzajú jej hmotnosť v pokoji.“ (s. 54).
- „obežná dráha sa každý rok rozpadá o merateľnú čiastku (s. 73),
- „kľúč k hodnote pokojovej hmotnosti“ (s. 54)

4. Logicko-verbálne „skomoleniny“, ktoré vedu často až k fyzikálnym nekorektnostiam.

Kniha P. Daviesa sama osebe nastoľuje mnoho teoretických, filozofických a metodologických problémov. Číta sa skutočne jedným dychom, aj keď sa v nej uvažuje o časových dimenziách, ktoré sa nás bezprostredne nedotýkajú. Aj napriek problémom, ktoré sme spomenuli, patrí medzi zaujímavé populárnovedecké práce, ktoré prístupnou formou približujú čitateľovi zložité odborné problémy súčasnej kozmológie.

Ján Dubnička