

TEÓRIA KVANTOVEJ GRAVITÁCIE A JEJ ONTOLOGICKÁ BÁZA

JÁN DUBNIČKA, Filozofický ústav SAV, Bratislava

DUBNIČKA, J.: The Quantum Gravitation Theory and Its Ontological Basis
FILOZOFIA 67, 2012, No 7, p. 557

For the time being the quantum gravitation theory is a hypothetical theory having its objective the unification of general theory of relativity (GTR) and the field quantum theory (FQT) into one system with a single language describing and explaining the structures, properties, relations, development and laws of the universe. The ontological basis of the future quantum gravitation theory should take into account the limitations imposed on it by GTR and FQT and at the same time be able to explain and predict phenomena explained and predicted by the two theories. The paper discusses the philosophical and methodological aspects which determine the creation of such a conceptual system.

Keywords: Ontology – Ontological basis – Quantum – Quantum fluctuation – Quantum gravitation – Quantum field – Space-time – Theory of relativity – Physical vacuum – Quantum field theory

Vývoj vedy a vedeckého poznania na začiatku 20. storočia jednoznačne ukázal historickú ohraničenosť a rozporuplnosť novovekej paradigmy a novovekého typu racionality, teda klasickej vedy, ktorá bola orientovaná len na makrosvet a bola reprezentovaná predovšetkým Newtonovou fyzikálnou koncepciou. Nové technológie, zdokonalenie experimentálnych prostriedkov (ďalekohľady, mikroskopy, spektrometre atď.), rozšírenie diapazónu empirických a teoretických metód vedeckého poznávania umožnili radikálny prienik do nových štruktúrnych úrovní objektívnej reality – mikrosveta a megasveta, kde boli objavené principiálne nové ontologické entity (atómy, elementárne častice, galaxie, kvazary, pulzary, čierne diery atď.), ktorých štruktúru, vlastnosti, vzťahy, vývoj atď. klasickej veda už nebola schopná explanovať ani predikovať [13]. Z tohto pohľadu hovoríme o jej mechanickej, kategoriálnej, logickej, ako aj metodologickej limitovanosti [7].

Začína sa formovať nová vedecká paradigma, nový, neklasický typ racionality a nový vedecký obraz sveta [7]. Dynamický rozvoj vedeckého poznania v tomto období zásadne mení aj chápanie (obsahu a rozsahu) mnohých fundamentálnych filozofických kategórií – ontologických, gnozeologických, ako aj metodologických.

V novom neklasickom type racionality, ako aj v paradigme sa: a) zavádza teoretický objekt nového typu, b) rozlišujú rôzne stupne vývinovej orientovanosti prírodných a sociálnych procesov, c) formuje nový kategoriálny systém, d) formuje nová logická výbava neklaskej vedy, e) formuje nový metodologický aparát neklaskej vedy [7].

Formovanie novej paradigmy, neklasického typu racionality a nového vedeckého ob-

razu sveta sa prejavilo v špeciálnovednom poznaní v jednotlivých vedných disciplínach formovaním kvalitatívne nových vedeckých teórií.¹

Na začiatku 20. storočia ako odpoveď na vzniknutý stav vo vedeckom poznaní sú v rámci fyzikálneho poznania formulované dve fundamentálne fyzikálne teórie: teória relativity (špeciálna a všeobecná) a kvantová teória, ktoré relatívne adekvátne opisujú mikrosvet, makrosvet a megasvet. A tak v poznávaní nášho vesmíru vznikla zaujímavá, ale v určitom zmysle dosť netypická situácia. Na opis nášho vesmíru² ako dynamického systému používame dve diametrálne odlišné a nekompatibilné vedecké teórie: všeobecnú teóriu relativity (VTR) a kvantovú teóriu poľa (KTP). Tieto dve teórie tvoria teoretický základ súčasného fyzikálneho poznávania nášho vesmíru.³

Každá z nich opisuje určitú špecifickú štruktúrnú úroveň vesmíru ako dynamického, vyvíjajúceho sa systému, teda len určitú časť celku, pričom má svoj špecifický jazyk, princípy, pojmový a kategoriálny aparát, zákony atď. Je fascinujúce, že obidve teórie nezávisle od seba boli úspešne experimentálne overené a dávajú na súčasnej úrovni technických možností relatívne adekvátne výsledky, explanujú a predikujú mnohé nové javy a procesy, ale každá z nich je vzhľadom na vesmír ako dynamický systém neúplná a ohraničená. Z hľadiska vývoja vedy a vedeckého poznania to môžeme interpretovať ako určitú historickú, prechodnú etapu, ktorá nám umožnila formulovať základné zákony,

¹ Náš záujem sa koncentruje len na fyzikálne poznanie.

² Pod vesmírom budeme rozumieť tú časť bytia (objektívnej reality, materiálneho sveta), ktorá vznikla big-bangom, vyvíja sa a v súčasnosti sa rozpína. Ide teda o dynamický systém, v ktorom sme v rámci vývoja vznikli aj my ako špecifická štruktúrna úroveň – sociálna forma pohybu hmoty, ktorá má takú úroveň vedomia, že je schopná poznávať seba a okolitý svet (aj vesmír) a vytvárať o ňom vedecké teórie. Samozrejme, uvažujeme o objekte, pod ktorým chápeme len náš vesmír, v ktorom žijeme. Problém iných vesmírov, ktorý vyplýva z inflačnej teórie vesmíru, ponechávame bokom.

³ Špeciálna teória relativity (ŠTR) opisuje inerciálne systémy pohybujúce sa rýchlosťami blízkymi rýchlosti svetla. Všeobecná teória relativity (VTR), ktorá je jej zovšeobecnením, opisuje neinerciálne systémy so silným gravitačným poľom ([24]; [25]; [26]; [38]). VTR, ktorá zahrnula do seba prostredníctvom Lorenzových transformácií aj Newtonovu fyziku, ktorá v klasickom type racionality je fyzikou makrosveta, opisuje štruktúru, pohyb, vývoj a zákonitosti makrosveta a megasveta [2]. Je to teória, ktorá v konceptuálnej forme zjednotila dve štruktúrne úrovne nášho vesmíru a ktorá opisuje makrosvet a megasvet v konceptuálnej forme klasickej vedy. Môžeme povedať, že je to „teória priestoru, času a vývoja vesmíru“ ([39], 18). VTR však úplne zlyháva, keď ju konfrontujeme so štruktúrnou úrovňou atómov a elementárnych častíc, teda s mikrosvetom.

Kvantová teória, ktorá má v súčasnosti podobu kvantovej teórie poľa ([34]; [35]), skúma svet ultramalých rozmerov, teda štruktúrnú úroveň vesmíru, ktorú nazývame mikrosvet. Je to štruktúrna úroveň atómov a elementárnych častíc, ktoré tvoria základné „stavebné kamene“ látkových a poľových foriem pohybu hmoty ([3]; [4]; [10]; [29]). KTP prostredníctvom svojho konceptuálneho aparátu adekvátne opisuje vlastnosti, pohyb a interakcie atómov, elementárnych častíc, ako aj slabej a silnej interakcie, ktorá pôsobí v jadrách atómov. Nevie si však poradiť napríklad s gravitáciou ani s časopriestorom na tejto štruktúrnej úrovni ([33]; [34]). Vie prostredníctvom empirickej bázy v rámci súčasných technických možností určiť základné charakteristiky elementárnych častíc – hmotnosť, elektrický náboj, bariónový náboj, spin atď., ale na základe svojho konceptuálneho aparátu, a teda ani pomocou základných princíпов a zákonov nevie explanovať tieto vlastnosti a charakteristiky. Berie ich iba ako empirické fakty.

charakteristiky a vlastnosti objektov týchto štruktúrnych úrovní, avšak oddelene.

„Ale vesmír je jednotný, *jeden*, a preto sú celkom prirodzené snahy opísať jednotu všetkého, teda vytvoriť akúsi *celovesmírnu* mechaniku. Keby sa to podarilo, ukončila by sa *jedna* gigantická epocha vedy a začali by sa odkrývať ešte hlbšie úrovne vesmíru“ ([17], 83). Ak sa však pokúsime skombinovať rovnice VTR a KTP, tie sa „začnú otriasať, chrapčať a funieť ako vyradený automobil. Prozaickejšie povedané, nešťastná zliatina týchto teórií dáva nezmyselné odpovede na dobre položené otázky“ ([19], 14). Takýto stav sa v súčasnom fyzikálnom poznaní považuje za problémový.⁴ To je aj jeden z dôvodov, prečo sa v oblasti kozmológie, kvantovej fyziky a fyziky elementárnych častíc intenzívne hľadá nová teória, ktorá by jednotným konceptuálnym systémom dokázala opísať štruktúry, vlastnosti, vzťahy, vývoj a zákony vesmíru ako dynamického, vyvíjajúceho sa systému. Takouto teóriou by mala byť zatiaľ hypotetická teória kvantovej gravitácie (TKG).

Na súčasnej úrovni vedeckého poznania sú z metodologického hľadiska možné tri základné cesty budovania TKG: 1. vhodným spôsobom rozšíriť VTR o nový ontologický základ tak, aby bola schopná adekvátne a neprotirečivo opísať aj štruktúrnu úroveň mikrosveta; 2. vhodným spôsobom rozšíriť KTP o nový ontologický základ tak, aby bola schopná adekvátne a neprotirečivo opísať štruktúrne úrovne makrosveta a megasveta; 3. vytvoriť zásadne novú ontologickú bázu TKG, ktorá by dokázala adekvátne a neprotirečivo opísať mikrosvet, makrosvet a megasvet, teda náš vesmír, ako dynamický, samoorganizujúci a samovyvíjajúci sa systém. Ako najperspektívnejšia sa zatiaľ javí tretia cesta – vybudovať TKG so zásadne novou ontologickou bázou, v rámci ktorej by sa VTR a KTP na základe určitých všeobecnejších transformácií stali jej limitnými teóriami (prípady). Otvorenou zatiaľ zostáva otázka, na akých princípoch takúto ontologickú bázu budovať, inými slovami otázka: Ako vybudovať TKG tak, aby vyhovovala základným požiadavkám jej ontologickej bázy a zároveň ohraničeniam, ktoré vyžadujú VTR a KTP?⁵

Pretože sa nepodarilo zatiaľ vybudovať TKG v rámci súčasných fyzikálnych teórií a všetky doterajšie pokusy o jej konštrukciu stroskotali, snažia sa niektorí filozofi rozpracúvať základné teoretické a metodologické princípy, kritériá a východiská, ktoré by TKG mala z filozoficko-metodologického hľadiska zohľadňovať, rešpektovať a spĺňať. Snažia

⁴ Je zaujímavé, že potreba vytvorenia novej vedeckej teórie, TKG, nevyplývala z experimentálnych odhalení anomálií, ktoré by si vyžadovali vytvorenie novej vedeckej teórie. Ako konštatuje T. Y. Cao, táto potreba vyplývala skôr „z potreby unifikácie (zjednotenia) a neprotirečivosti pri formulovaní vyhovujúceho obrazu fyzikálneho sveta“ ([5], 238).

⁵ Za posledných štyridsať rokov bolo sformulovaných mnoho zaujímavých teórií, ktoré vychádzajú z rozličných ideí a predpokladov. Uvedme aspoň tie najznámejšie a najdôležitejšie: gravitačná teória, založená na teórii porúch (R. P. Feynman, F. B. Morinigo, W. G. Wagner, B. S. DeWitt) [40], slučková kvantová teória gravitácie, založená na rekombinácii dynamických stupňov slobody (A. Ashtekar, C. Rovelli, L. Smolin) ([11]; [39]; [40]), teória strún a superstrún, ktorá preferuje existenciu nového ontologického substrátu (struna) (J. G. Polchinski, J. Schwarz, D. Gross) ([12]; [19]; [20]; [21]; [40]; [42]), teória tvistorov (S. Hawking, R. Penrose) ([24]; [25]; [42]; [43]). Ale ani jednej sa zatiaľ nepodarilo sformulovať takúto logicky konzistentnú a neprotirečivú teóriu.

sa určiť jej možnú ontologickú bázu,⁶ ktorá by vytvárala taký široký základ, že by v sebe v nejakej transformovanej podobe obsiahla ontologickú bázu VTR a KTP.⁷

Čo považujeme za podstatnú úlohu TKG? Ako vyplýva už z jej názvu, mala by konzistentne a neprotirečivo opisovať gravitačnú interakciu kvantovým konceptuálnym systémom. Inými slovami, mala by kvantovať gravitačné pole v rámci vesmíru ako dynamického systému, a to na všetkých jeho štruktúrnych úrovniach – mikrosveta, makrosveta a megasveta, pretože megaúroveň, makroúroveň a mikroúroveň nie sú v rámci vesmíru navzájom absolútne oddelené, diskkrétne. Jednou z ciest riešenia tohto problému je vytvorenie takej ontologickej bázy TKG, ktorej fundamentálne pojmy a kategórie budú relatívne adekvátne opisovať fundamentálne ontologické podstaty vesmíru, ich vzájomné pôsobenie ([6]; [31]), existujúce procesy a zákonitosti, ktoré sme schopní na súčasnej úrovni vedeckého poznania poznať a explanovať alebo predikovať. Súhlasíme s názorom T. Y. Caa, podľa ktorého „výber ontológie je zodpovedným momentom pri konštrukcii teórie. Tento výber neurčuje len bazové podstaty, ktoré musia byť skúmané teóriou, ale diktuje aj teoretickú štruktúru a jej ďalší vývoj v rámci niektorého výskumného programu“ ([5], 241). Nevyhnutnosť budovania ontologického základu všetkých teoretických vied zdôrazňuje aj V. Filkorn, podľa ktorého n-úrovňová ontológia tvorí ich fundamentálne východisko ([17], 120 – 131). V ontologických kategóriách sa vyjadrujú základné materiálne objekty (štruktúry) objektívnej reality, ich základné vlastnosti a vzťahy. Sú odrazom toho, „čo sa v realite považuje za základné, nosné, dôležité alebo o čom sa z nejakých dôvodov predpokladalo, že je podstatné. [...] Tieto kategórie ukazujú a vymedzujú možné smery, ktorými sa má uberať výskum reality, teda rôzne spôsoby tohto výskumu“ ([17], 11 – 12).

Budovanie ontologickej bázy TKG podlieha, samozrejme, rôznym ohraničeniam, ktoré

⁶ Vychádzame zo základného metodologického predpokladu, že každá vedecká teória, ktorá adekvátne odráža určitú štruktúrnú úroveň reality, obsahuje päť základných báz: historickú, empirickú, teoretickú, logickú a metodologickú (často tiež nazývanú filozoficko-metodologickú). Potom je prirodzené, že pri formovaní novej vedeckej teórie musíme tieto základné bázy určitým spôsobom určiť, čo, samozrejme, nie je jednoduchá záležitosť, najmä vtedy, keď príslušná teória nie je ešte sformovaná. Z aspektu našej témy sa zameriame len na empirickú a teoretickú bázu, tvoriace špecifiku každej špeciálnovednej teórie a vytvárajúce jej základnú ontologickú bázu, štruktúru ktorej tvoria fundamentálne východiskové empirické a teoretické kategórie, tvoriace základný pojmový skelet danej vedeckej teórie.

⁷ Je to zároveň aj určitá snaha filozofie reagovať na niektoré „invectívy“ a narážky smerujúce proti filozofii, ktoré formuloval vo svojich významných a populárnych prácach známy teoretický fyzik a kozmológ S. Hawking. Vo svojej práci *Stručné dejiny času* konštatuje: „Až doteraz sa väčšina prírodovedcov príliš zamestnávala vypracovávaním nových teórií, ktoré opisujú, čo je vesmír, a nepýtajú sa prečo. Naopak, ľudia, ktorých zamestnaním je pýtať sa prečo, filozofi, nedokázali držať krok s pokrokom prírodovedných teórií. Filozofi natoľko zredukovali rozsah svojho skúmania, že Wittgenstein, najslávnejší filozof tohto storočia, povedal: „Jedinou zostávajúcou úlohou pre filozofov je analýza jazyka.“ Ó, aký ústup od veľkých tradícií filozofie z čias od Aristotela po Kanta“ ([23], 168; [26], 113)! V práci *Veľký plán*, ktorú napísal v spolupráci s L. Mlodinovou, formuluje otázky o realite, o pôvode a vlastnostiach vesmíru atď. a konštatuje: „Tieto otázky sú tradične adresované filozofii, tá je však mŕtva. Filozofia nestačí držať krok s moderným pokrokom vo vede, predovšetkým vo fyzike. Vedci sa svojimi objavmi stali nositeľmi svetla v našej túžbe po poznaní“ ([28], 13).

majú ontologickú, gnozeologickú ale aj metodologickú povahu. KTG, ktorá by mala byť syntetizujúcou teóriou VTR a KTP, by mala brať do úvahy a rešpektovať ohraničenia, ktoré na jej ontologickú bázu kladú práve tieto teórie, pretože by mala explanovať a predikovať všetky tie štruktúry, procesy a zákonitosti, ktoré explanujú a predikujú obidve tieto teórie, a to tým viac, že ich závery sú vo veľmi dobrom súlade so súčasnými experimentmi.

Ako sme uviedli v štúdiu *Teória kvantovej gravitácie a teória relativity* [14] z hľadiska VTR môžeme tieto ohraničenia stručne formulovať takto: 1. KTG ako nová teória poľa s nekonečným počtom stupňov voľnosti musí vygenerovať všetky podstatné črty VTR. 2. Nemala by predpokladať autonómnosť časopriestoru so striktnými (fixovanými) štruktúrami – gravitačnými masami. Hodnoty parametrov poľa sa nepripisujú časopriestorovým bodom, ktoré existujú nezávisle, ale sa nachádzajú v určitých časopriestorových vzťahoch s inými fyzikálnymi podstatami. „Časopriestor sa v nej formuje ako relačná podstata dynamickými gravitačnými poľami (afinnými súvislosťami a metrickými tenzormi a ich variáciami), a je teda vo svojej podstate dynamický“ ([5], 253). 3. KTG by mala využiť ideu bootstrapu, ktorá umožňuje stanoviť difeomorfnú kovariantnosť KTG, čo vyplýva z princípu všeobecnej kovariantnosti VTR.

Podľa štúdie *Teória kvantovej gravitácie a kvantová teória poľa* [15] by z aspektu KTP mala KTG brať do úvahy nasledujúce ohraničenia: 1. Ontologickú bázu KTG by malo tvoriť globálne dynamické pole, ktoré konštantne fluktuuje (kvantové fluktuácie) ([36]; [41]). 2. Toto pole musí byť lokálne excitované (vzbudené) a z hľadiska svojej podstaty kvantové, t. j. lokálne excitácie podliehajú kvantovým princípom, ako sú princíp neurčitosti a princíp kanonického vzťahu komutatívnosti alebo nekomutatívnosti ([10]; [29]; [36]; [37]). 3. KTG musí mať dostatočne široké teoretické východiská, aby zdôvodnila základné pojmy konceptuálnej štruktúry KTP, ktoré opisujú lokalizovateľnosť, počet nekonečných stupňov voľnosti, globálny stav vákua atď. [18].

Vytvorenie KTG však má aj svoje gnozeologické a metodologické ohraničenia. Takto vytvorená teória bude síce logicky konzistentnou a neprotirečivou kvantovou teóriou gravitácie, ale len gravitačnej interakcie. Ak sa ju podarí sformulovať, tak síce dokážeme kvantovým spôsobom opísať všetky štyri známe interakcie v našom vesmíre – elektromagnetickú, silnú jadrovú, slabú jadrovú a gravitačnú –, ale tým nevytvoríme konceptuálny systém, ktorý by opisoval všetky štyri interakcie jednotným konceptuálnym systémom, pretože každá z týchto interakcií má svoj špecifický relativisticko-quantový jazyk.⁸

⁸ Preto teoretici intenzívne pracujú na teórii tzv. veľkého zjednotenia, často uvádzanej pod skratkou GUT – grand unified theory, ktorá sa usiluje o zjednotenie silnej, slabej a elektromagnetickej interakcie na základe jednotnej kalibračnej symetrie. Cieľom je zjednotiť všetky štyri fundamentálne interakcie prostredníctvom jedinej relativistickej kvantovej teórie poľa, ktorá by ich opísala jednotným relativisticko-quantovým jazykom. Ide o teóriu tzv. veľkého zjednotenia alebo superzjednotenia, nazývanú tiež SUSY alebo supersymetrická interakcia (niekedy supergravitácia) ([22], 93 – 94). Zatiaľ sa podarilo zjednotiť do takého jednotného konceptuálneho systému elektromagnetickú a slabú interakciu, vystupujúcu v novej interpretácii ako relativistická kvantová teória elektroslabej interakcie, ktorá je vo svojej podstate relativistickou kvantovou teóriou poľa. Sheldon Glashow, Abdul Salam a Steven Weinberg za

TKG je však ohraničená aj z metodologického hľadiska. Každá vedecká teória je historický podmienená našimi metódami vedeckého poznávania, ktoré nám v danej etape rozvoja vedeckého poznania umožňujú objavovať a skúmať len niektoré materiálne štruktúry, ich vlastnosti, vzťahy, vzájomné pôsobenia medzi nimi, zákonitosti ich reprodukcie a vývoja. Vyplýva to z princípov horizontálnej, ako aj vertikálnej štruktúrovanosti objektívnej reality. „Viacúrovňovosť skúmanej reality je ontologickou podmienkou a predpokladom teoretickej vedy. [...] Dejiny vied sú aj dejinami odkrývania nových, hlbších, samému zmyslovému poznaniu neprístupných úrovní“ ([17], 121). Realizujeme to neustálym zdokonaľovaním metodologického aparátu vedy (metód, experimentálnych a pozorovacích aparátov, nových technológií atď.), čím sa postupne zmocňujeme nových a hlbších úrovní nášho vesmíru. Preto môžeme z filozoficko-metodologického hľadiska konštatovať, že každá vedecká teória je len relatívnou, a nie absolútnou pravdou o objektívnej realite. Z takéhoto ohraničenia nášho poznávania objektívnej skutočnosti vyplýva, že ani TKG nebude hotovou, ukončenou vedeckou teóriou, ale bude adekvátnejším obrazom nášho vesmíru a bližšie k absolútnej pravde ako VTR a KTP.

V štúdiu *Filozofické a metodologické problémy budovania teórie kvantovej gravitácie* [13], sme opierajúc sa o štúdiu T. Y. Caa [5], uviedli náčrt možnej štruktúry ontologickej bázy každej vedeckej teórie z metodologického hľadiska:

1. Ontologickú bázu vedeckej teórie by mali tvoriť tie fundamentálne pojmy a kategórie, „ktoré sa v teórii postulujú ako prvotné, ktoré sú v základoch teórie autonómymi základnými podstatami, z ktorých môžu byť všetky ostatné podstaty odvodené“ ([5], 241). Ide teda o základné východiskové pojmy empirickej a teoretickej bázy vedeckej teórie.

2. Ontologická báza plní predovšetkým explanačnú funkciu, čo znamená, že v rámci danej vedeckej teórie musí vysvetľovať všetky javy a procesy tej štruktúrnej úrovne reality, ktorú opisuje. Navyiac, z hľadiska svojej predikčnej funkcie by mala predpovedať všetky tie štruktúry – súcna, ktoré je schopná svojím konceptuálnym systémom explanať.

3. Ontologická báza by mala byť kauzálne efektívna. Mala by obsahovať len také podstaty (súcna), „ktoré sú dostatočne kauzálne efektívne, pokiaľ ide o produkciu javov... t. j. musí mať dynamický charakter“ ([5], 242). To si vyžaduje, aby podstaty vystupujúce v ontologickej báze boli navzájom kauzálne späté.

4. Ontologická báza by mala rešpektovať teoretickú a úrovňovú závislosť ontologického statusu teoretických podstát. Mala by teda závisieť od skúmania foriem pohybu hmoty – fyzikálna, chemická, biologická, sociálna –, od skúmania štruktúrnych úrovní reality – mikrosvet, makrosvet, megasvet –, ale aj v rámci nich od definovania univerza, v ktorom definuje ideálne objekty vstupujúce do jej štruktúry. Samotná ontologická báza by mala byť vnútorne diferencovaná na dve základné štruktúry východiskových podstát. Prvú tvoria podstaty, ktoré opisujú fenomenálnu – javovú úroveň skúmanej reality, druhú tvoria ideálne objekty vyššej abstraktnej úrovne, ktoré opisujú určitý stupeň prieniku do

vypracovanie zjednotenej elektroslabej relativistickej kvantovej teórie získali v roku 1979 Nobelovu cenu.

podstaty reality a ktoré tvoria fundamentálnejšiu časť ontologickej bázy teoretického konceptuálneho systému, ktorý je schopný explanovať objekty, javy a procesy skúmanej štruktúrnej úrovne objektívnej skutočnosti.⁹

5. Ontologická báza by mala rešpektovať medziúrovňovú spätosť ontológií užších teórií. „Ontológie existujúce pred rozšírením a po ňom, musia byť kauzálne späté. Pri prechode hraníc medzi úrovňami sa môžu objaviť nové podstaty, ale musia byť kauzálne explanovateľné“ ([5], 243). Môžeme povedať, že medzi pôvodnou ontologickou bázou a rozšírenou ontologickou bázou by mal existovať určitý typ korešpondencie. Akej, to bude závisieť od typu vedeckej teórie.

6. Ontologická báza by mala brať do úvahy štruktúru teoretickej podstaty z hľadiska jej identickosti. „Identickosť tej alebo onej teoretickej podstaty sa tvorí individuátorom, ktorý sa určuje substrátom alebo nositeľom (či hmotou, resp. jednoducho „držiteľom miesta“. [...] Ľubovoľná zmena, ktorá sa okrem zmeny kvalifikátora prejaví v konfigurácii substrát – individuátor – kvalifikátor teoretickej podstaty, nevyhnutne vedie k zmene identickosti tejto podstaty“ ([5], 244). Inými slovami, individuátor, ktorý je konkrétnou formou pohybu hmoty – súcno, je v konceptuálnej forme zastupovaný pojmom, ktorý vyjadruje podstatné charakteristiky individuátora a v teórii vystupuje ako idealizovaná teoretická podstata. Teoretická podstata si zachováva svoju identitu aj vtedy, keď sa niektoré nepodstatné črty individuátora menia. Musí si však zachovávať svoje fundamentálne, podstatné charakteristiky. V danej teórii si teda zachováva svoju identickosť vo forme teoretickej ontologickej podstaty. Potom ale každá zmena, ktorá vedie ku kvalitatívnej zmene individuátora, a je teda kvalitatívnou zmenou jeho podstaty, vedie aj k zmene teoretickej podstaty, ktorá ho zastupovala v ontologickej báze.

7. Ontologická báza by sa nemala vo vedeckej teórii vyčerpávať jedinou dynamickou podstatou. Na jednej strane sama organicky vstupuje do celej štruktúry vedeckej teórie a na strane druhej je sama zložitou dynamickou štruktúrou, v ktorej mnohé komponenty majú určitú relatívnu nezávislosť.

Na základe týchto všeobecných metodologických direktív sa pokúsime načrtnúť možnú hypotetickú štruktúru ontologickej bázy TKG. Ako sme už uviedli, z metodologického hľadiska sú možné tri prístupy:

1. Vhodným spôsobom rozšíriť ontologickú bázu VTR na nový ontologický základ tak, aby bola schopná adekvátne a neprotirečivo opísať, explanovať a predikovať aj javy a procesy mikrosвета – tento prístup sa ukázal ako neprijateľný. V štruktúre ontologickej bázy VTR je fundamentálnym pojmom spojený metrický tenzor, ktorý je definovaný na diferencovateľnej variete a predpokladá pojem okolia bodu [14]. Táto jeho vlastnosť však neumožňuje zahrnúť do ontologickej bázy VTR pojem ľubovoľnej fluktuácie, pretože tieto fluktuácie v bezprostrednom okolí každého bodu variety charakterizujú kvantové stavy. To znamená, že do ontologickej bázy VTR nie je možné zaviesť pojem kvanta tak,

⁹ Vhodná úroveň sa vyberá v súlade s našimi teoretickými a praktickými záujmami, ktoré určujú aj konkrétnu formu ontologickej bázy danej teórie.

aby nebola narušená jej základná štruktúra. Poukázal na to už v 60. rokoch minulého storočia J. A. Wheeler ([5], 259).

2. Druhý prístup spočíva vo vhodnom rozšírení ontologickej bázy KTP na nový ontologický základ tak, aby bola schopná adekvátne a neprotirečivo opísať aj javy a procesy makrosveta a megasveta. Ukázalo sa, že ani transformácia ontologickej bázy KTP tak, aby zahrnula do svojej štruktúry ontologickú bázu VTR ako limitnú štruktúru, nie je možná. Ako ukázali už v 60 a 70. rokoch minulého storočia R. P. Feynman a B. S. De Witt, pokusy o aktívne kvantovanie metrického tenzora boli neúspešné a nevedli k neprotirečivej teórii – renormalizovanej¹⁰ a unitárnej KTP ([5], 259).

3. Keďže sa ukázalo, že princíp „aktívneho kvantovania“ [5] je nerealizovateľný, priklonili sme sa k tretej možnosti, vytvoriť zásadne novú ontologickú bázu TKG, ktorá by dokázala „adekvátne a neprotirečivo opísať mikrosvet, makrosvet a megasvet, teda náš vesmír ako dynamický samoorganizujúci sa a samovyvíjajúci sa celostný systém, ako genetickú štruktúru“ ([13], 666), ktorá by bola v „harmónii“ s ontologickými bázami VTR a KTP, a teda rešpektovala ohraničenia, ktoré tieto teórie vyžadujú. Inými slovami, ide o vytvorenie takej ontologickej bázy TKG, ktorá by korešpondovala s ontologickými bázami VTR a KTP¹¹ a ktorá by dokázala, ako sme uviedli vyššie, explanovať a predikovať všetky tie súcna, ich vlastnosti, procesy a vzťahy medzi nimi, ktoré explanujú a predikujú ontologické bázy VTR a KTP a, samozrejme, objavené nové javy a procesy, ktoré tieto teórie nedokážu explanovať ani predikovať (tmavá hmota, tmavá energia, vlastnosti elementárnych častíc, vlastnosti a charakteristiky vákuových modulov atď.).

Ako sme už naznačili, ontologické bázy VTR a KTP sú nekompatibilné a navzájom netransformovateľné. Pozrime sa, v čom spočíva problém ich nekompatibilnosti a vzájomnej netransformovateľnosti.

Jednou zo základných kategórií v ontologickej báze VTR je dynamický metrický tenzor, ktorého univerzálne vzájomné pôsobenie znamená zrieknutie sa „ľubovoľnej fixovanej kinematickej štruktúry časopriestoru“ ([5], 259). To však protirečí ontologickej báze KTP, ktorá vyžaduje fixovanú chronogeometrickú štruktúru Minkovského časopriestoru. Potom pojem gravitácie, ktorý je v súlade s ontologickou bázou VTR, nemôže byť implementovaný do konceptuálnej bázy KTP tak, aby nebola narušená jej štruktúra –

¹⁰ Pojem „renormalizácia“, presnejšie pojem „renormalizovateľnej teórie“ odstraňuje nekonečné veličiny, „ktoré boli v skutočnosti konečné“. To znamená, že „určitý druh teórií poľa obsahuje len konečné spojené s hmotami častíc a so silou interakcií. Nahradenie týchto nekonečných členov ich konečnými (meranými) hodnotami vedie k požadovaným výsledkom“ ([25], 81). V čom je základný problém? Ako konštatuje J. Polkinghorne, „táto procedúra z matematického hľadiska nie je príliš rigorózna, ale upravená teória poskytuje výrazy, ktoré sú v ohromujúcom súlade s experimentom“ ([25], 81). Väčšina fyzikov je s teóriami, ktoré dávajú pragmatické výsledky, spokojná. Ale P. Dirac, jeden zo zakladateľov kvantovej teórie, sa „s podivným čarovaním s formálne nekonečnými veličinami nikdy nestotožnil“ ([25], 81).

¹¹ O tom, o aký typ korešpondencie z metodologického hľadiska pôjde, budeme môcť uvažovať, až vtedy, keď sa teoretickým fyzikom a kozmológom podarí vybudovať TKG.

princíp neurčitosti, princíp kánonických vzťahov komutatívnosti, merateľnosť, ako aj sám pojem kvantovej fluktuácie.

V ontologickej báze VTR, ako sme už uviedli, spojený metrický tenzor, ktorý je definovaný na diferencovateľnej variete, predpokladá ako základný pojem okolie bodu. KTP však predpokladá v okolí každého bodu variety ľubovoľné fluktuácie, ktoré charakterizujú kvantové stavy. Vzniká problém, ako implementovať do konceptuálnej bázy VTR pojem kvantu, a pritom nenarušiť jej komplexnosť.

Úlohou budovania ontologickej bázy TKG je nájsť spôsob, ako prekonať toto protirečenie, alebo ho aspoň oslabiť práve transformovaním ontologických báz VTR a KTP.

VTR je teóriou gravitačného poľa, inými slovami, je to dynamická teória časopriestoru. Základným predpokladom v ontologickej báze VTR je vzájomné pôsobenie gravitačného poľa s ľubovoľnými fyzikálnymi podstatami, teda aj s ostatnými fyzikálnymi poliami. V tomto zmysle môžeme hovoriť o univerzálnom vzájomnom pôsobení.

Vzniká otázka: Vyžaduje toto univerzálne vzájomné pôsobenie, „aby metrický tenzor bol spojený na hladkej variete“? Pri pozornejšom skúmaní zisťujeme, že tento predpoklad nie je nevyhnutný a bol zavedený do ontologickej bázy VTR pre úroveň makrosvetu a megasvetu, kde sa štruktúra časopriestorovej variety javí ako hladká. Kvantový realista by povedal, „že spojená štruktúra časopriestoru, ktorú pozorujeme v makrosвете, mohla by byť získaná prostredníctvom ‚zhrubnutia‘ úspešnej teórie gravitácie mikrosvetu, ktorá nepredpokladá spojené pole ani spojenú varietu“ ([5], 260). To znamená, že ak sa zriekneme predpokladu spojitosti variety, tak môžeme do ontologickej bázy TKG zahrnúť kategóriu kvantovej fluktuácie a, samozrejme, aj kategóriu kvánt. Táto operácia však radikálne mení terajšie naše chápanie gravitačného poľa, časopriestoru, a čo je dôležité, radikálne mení aj existujúcu ontologickú bázu VTR.¹²

Podobne je nevyhnutné transformovať aj ontologickú bázu KTP. V jej súčasnej podobe je jedným z jej fundamentálnych pojmov kategória Minkovského *časopriestor*. Táto časopriestorová štruktúra je nevyhnutne vopred zadaná, pretože zabezpečuje určenie lokalizovaných stavov v kvantovom systéme. Preto vzniká otázka: Je v ontologickej báze KTP nevyhnutná vopred zadaná Minkovského časopriestorová varietu?

Ako konštatuje T. Y. Cao, „predpokladu o vopred zadanom časopriestore Minkovského sa môžeme zrieknuť, ak nájdeme iný spôsob lokalizácie kvantových stavov“ ([5], 260) v rámci mikrosvetu. Inými slovami, štatisticky vopred zadaná časopriestorová štruktúra nie je pri určovaní lokalizovaných stavov nevyhnutná vtedy, ak dokážeme sformulovať difeomorfnú kovariantnú kvantovú teóriu poľa, „v ktorej by kvantové stavy mohli byť lokalizované relatívnym spôsobom (t. j. vzájomne medzi sebou), a nie absolútne (t. j. prostredníctvom indexácie po bodoch časopriestoru)“ ([5], 260). Tým však zavádzame do kvantového systému relačný pohľad na časopriestorovú lokalizáciu, čo nám umožňuje do ontologickej bázy KTP zakomponovať pojem dynamického časopriestoru prostrední-

¹² O formách časopriestoru, jeho metrických a topologických vlastnostiach v mikrosвете existuje bohatá literatúra: ([1]; [6]; [24]; [25]; [33]; [34]).

tvom gravitačného poľa s univerzálnym vzájomným pôsobením. Tento prístup však radikálne mení existujúcu ontologickú bázu KTP. Odstraňuje vopred zadanú kinematickú časopriestorovú štruktúru a dynamizuje prostredníctvom pôsobenia pojmu dynamického gravitačného poľa všetky pojmy a procesy zahrnujúce časopriestorové vzťahy.

Na základe takejto transformácie (prestavby) ontologických báz VTR a KTP by sme do ontologickej bázy TKG zaviedli dva fundamentálne pojmy: „univerzálne vzájomné pôsobenie“ a „kvantová fluktuácia“. Tieto dve kategórie pôsobia ako individuátory. Prostredníctvom pojmu univerzálneho vzájomného pôsobenia charakterizujeme gravitačné pole a pomocou pojmu kvantovej fluktuácie charakter jeho kvantovej podstaty. Práve zjednotenie týchto dvoch individuátorov charakterizuje jedinú podstatu – kvantové gravitačné pole, „ktoré ľubovoľne fluktuuje a zároveň je v univerzálnom pôsobení s ľubovoľnou fyzikálnou podstatou“ ([5], 261). V tomto zmysle dynamika gravitačného poľa určuje chronogeometrickú štruktúru predovšetkým v mikrosvete, ale prostredníctvom tzv. „zhrubnutia“ (prechodom na vyššie štruktúrne úrovne vesmíru) aj v makrosvete a mega- svete.

Takýto typ ontológie, ktorú budeme nazývať kvantová ontológia,¹³ zatiaľ však v konzistentnej forme neexistuje. Vytvára určitý základ štruktúry ontologickej bázy TKG, ale aj nový obraz nášho vesmíru, v ktorom dominantnou realitou je gravitačné pole, ktoré je vo vzťahu vzájomného pôsobenia s ostatnými kvantovými poliami.

Z toho však vyplýva, že všetky ostatné entity vrátane hladkých časopriestorových variet či fixovaných metrických tenzorov sú druhotné javy, ktoré sa objavujú ako nové súcna. Príkladom je spojitý metrický tenzor, u ktorého prechodom na inú vyššiu štruktúrnú úroveň nášho vesmíru, dochádza akoby k „utlmeniu“ jeho kvantového charakteru, pričom na tejto úrovni dokážeme jeho prostredníctvom relatívne adekvátne opísať jej základné vlastnosti a charakteristiky. Pritom však sama táto úroveň nestráca svoju kvantovú podstatu. „Takýto heterogénny charakter tohto prechodu neumožňuje aktívne kvantovanie, ale vyžaduje kvantový realizmus, hoci na to, aby sa splnil predpoklad kohézności, musíme brať do úvahy ohraňovanie, ktoré vyžaduje VTR a KTP“ ([5], 261).

Ak sa vrátíme k štruktúre a funkcií ontologickej bázy vedeckej teórie zo spomenutého metodologického hľadiska, môžeme teraz aspoň v abstraktnej forme na záver skontretizovať zatiaľ hypotetickú štruktúru a funkciu ontologickej bázy TKG: 1. Ako prvotné sa v nej postulujú dve základné autonómne podstaty: univerzálne vzájomné pôsobenie a kvantová fluktuácia. Ich prostredníctvom môžeme charakterizovať gravitačné pole, ktoré má kvantovú podstatu a je v univerzálnom vzájomnom pôsobení s ostatnými fyzikálnymi podstatami. 2. Takto budovaná ontologická báza explanuje a predikuje všetky javy a procesy, ktoré explanuje a predikuje VTR a KTP. 3. Takáto ontologická báza by mala byť kauzálne efektívna a musí mať dynamický charakter. Ako sme načrtli, univerzálne gravitačné pole, ktoré má kvantový charakter, je kauzálne späté s ostatnými fyzikál-

¹³ Niektorí autori považujú takýto typ ontológie za východiskový pri budovaní štruktúry ontologickej bázy TKG a za nevyhnutný pri budovaní adekvátneho obrazu nášho vesmíru ako dynamického genetického systému ([5]; [6]).

nyimi podstatami vstupujúcimi do ontologickej bázy TKG. 4. Ontologická báza TKG by mala rešpektovať teoretickú a úrovňovú závislosť ontologického statusu teoretických podstát, ktoré budú závisieť od skúmania foriem pohybu hmoty a od skúmania štruktúrnych úrovní nášho vesmíru. Keďže ontologická báza TKG pokrýva všetky štruktúry a úrovně nášho vesmíru a je kompatibilná so VTR a s KTP, je schopná rešpektovať úrovňovú závislosť ontologického statusu jednotlivých teoretických podstát v rámci svojej bázy. 5. Ontologická báza TKG vzhľadom na svoju štruktúru dokáže rešpektovať aj medziúrovňovú spätosť ontológií užších teórií. Tieto ontológie sú s ontologickou bázou TKG kauzálne späté, a preto bude existovať medzi nimi určitý typ korešpondencie. 6. Ontologická báza TKG berie do úvahy aj štruktúru teoretickej podstaty z hľadiska jej identity. Práve jej fundamentálne individuátory (univerzálne vzájomné pôsobenie a kvantová fluktuácia), ktoré charakterizujú ďalšieho individuátora (gravitačné pole a s ním späté ďalšie fyzikálne súcna – gravitón a gravitačná vlna) – si v rámci ontologickej bázy TKG zachovávajú svoju identitu vo forme teoretickej ontologickej podstaty. 7. Ako sme sa snažili ukázať, ontologická báza TKG sa nevyčerpáva jedinou dynamickou podstatou. Tvoria ju viaceré dynamické podstaty – univerzálne vzájomné pôsobenie, kvantová fluktuácia, gravitačné pole, gravitačná vlna, gravitón atď., ktoré organicky vstupujú do celej TKG, pričom ony samy sú zložitými dynamickými štruktúrami.

Je nám jasné, že filozofia so svojou filozoficko-metodologickou výbavou nemôže vytvoriť špeciálnovednú teóriu. Analýzou jednotlivých báz vedeckej teórie môže však prispieť k jej formovaniu z hľadiska hľadania štruktúry jej ontologickej bázy, všeobecných charakteristík a vlastností tejto štruktúry. Konkrétnu teóriu budú formovať predstavitelia špeciálnych vied – teoretická fyzika, kozmológia, fyzika elementárnych častíc atď. – na základe najnovších empirických a teoretických poznatkov.

Ale už dnes môžeme konštatovať, že budovanie TKG čakajú ešte mnohé problémy empirického a teoretického charakteru. Spomenieme aspoň niektoré.

1. Medzi základné ontologické súcna v ontologickej báze TKG, ako sme už uviedli, patria aj „gravitón“, „gravitačná vlna“ a „gravitačné pole“, pričom východiskovou entitou je gravitón, ktorý je základným stavebným prvkom alebo kvantom gravitačnej vlny a gravitačného poľa. Gravitóny sú považované za „najelementárnejšie kvantové balíčky gravitácie“ [9].¹⁴ Vážnym problémom zostáva fakt, že takéto ontologické súcno nebolo zatiaľ empiricky potvrdené. Je to zatiaľ hypotetická častica.

2. Ďalším problémom je zatiaľ empiricky neurčené pôsobenie gravitónu v oblasti mikrosveta. Znamená to, že nevieme empiricky, ale ani dostatočne teoreticky určiť dosah tejto interakcie v oblasti mikrosveta, formulovať základné zákonitosti pôsobenia na tejto úrovni ani jeho vzájomné pôsobenie s inými základnými interakciami – silná a slabá jad-

¹⁴ V teoretických predpovediach sa gravitón zaraďuje medzi bozóny. Je to taký kalibračný bozón, ktorý zabezpečuje gravitačnú interakciu. Má nekonečný dosah, nachádza sa v hĺbke 10^{-38} m štruktúry hmoty, má pokojovú hmotnosť rovnú 0, jeho spin je 2, jeho elektrický náboj 0. Patrí medzi stabilné častice ([19]; [20]; [35]; [44]).

rová, elektromagnetická – na tejto štruktúrnej úrovni nášho vesmíru.

3. Ako ukázal doterajší vývoj kvantovej fyziky, zatiaľ nemáme ani ucelenejšiu teoreticky prepracovanú predstavu o časopriestore mikrosveta, o jeho metrických a topologických vlastnostiach, čo nám zatiaľ znemožňuje určiť ich kvantové vlastnosti a charakteristiky ([1]; [32]; [33]).

4. Nevieme z hľadiska TKG bližšie definovať ani kauzálne vzťahy a ich formu a typ v oblasti mikrosveta.

Ukazuje sa, že aj filozofia (máme na mysli realistickú filozofiu, ktorá vychádza zo súčasnej úrovne vedeckého poznania), ak chce byť rovnocenným partnerom súčasných prírodovedných a spoločenskovedných disciplín a aktívne prispievať k ich rozvoju, bude musieť pristúpiť k radikálnej prestavbe obsahu existujúcich ontologických, gnozeologických, metodologických a logických kategórií. Ak chce udržať krok s najnovším vedeckým poznáním, fundamentálne analyzovať z filozoficko-metodologického a logického hľadiska základné bázy nových vedeckých teórií, ich kategoriálny a pojmový systém, ako aj použité metódy získavania ich empirických a teoretických poznatkov, nemôže nechať svoj pojmový a kategoriálny aparát dýchať duchom 19. storočia.

Vzhľadom na tému štúdie bude nevyhnutné rozpracovať na základe poznatkov súčasných fyzikálnych a kozmologických vedeckých teórií, ich empirických a teoretických báz také fundamentálne ontologické kategórie, ako sú kauzalita (rozdiel medzi klasickým a neklasickým typom kauzality), čas, priestor a časopriestor (kvantový čas, kvantový priestor, kvantový časopriestor), fyzikálny zákon, genetická štruktúra, autokinéza fyzikálnych systémov atď. Bude sa musieť kompetentne z filozoficko-metodologického aspektu vyjadrovať aj k najnovším fyzikálnym a kozmologickým objavom, akými sú napríklad tmavá hmota, tmavá energia, objav supertiažkého bozónu atď.

LITERATÚRA

- [1] ACHUNDOV, M. D.: *Prostranstvo i vremena v fizičeskom poznanii*. Moskva: Mysľ 1982.
- [2] BEISER, A.: *Úvod do moderní fyziky*. Praha: ACADEMIA 1978.
- [3] BLOCHINCEV, D. I.: *Zásadní otázky kvantové mechaniky*. Praha: Academia 1971.
- [4] BOGOLJUBOV, N. N. – ŠIRKOV, D. V.: *Vvedeniye v teoriju kvantovannykh polej*. Moskva: NAUKA 1976.
- [5] CAO, T. Y.: Predposylki sozdaniya neprotirečivoj teorii kvantovoj gravitacii. In: *Filosofija nauki* vyp. 7, Moskva 2001.
- [6] CECHMISTRO, I. Z.: *Cholističeskaja filosofija nauki*. Sumy: Universitetskaja kniga 2002.
- [7] ČERNÍK, V. – VICENÍK, J. – VIŠŇOVSKÝ, E.: *Historické typy racionality*. Bratislava: IRIS 1997.
- [8] ČERNÍK, V.: *Systém kategórií materialistickej dialektiky*. Bratislava: Pravda 1984.
- [9] DAVIES, P. C.: Kvantová gravitace: sjednocený model reality?. In: *Pokroky matematiky, fyziky a astronomie*, roč. 31, 1986, č. 3.
- [10] DIRAC, P.: *The Principles of Quantum Mechanics*. Oxford: At the Clarendon Press 1958. (Ruský preklad. DIRAK, P.: *Principy kvantovej mechaniky*. Moskva: NAUKA 1979.)
- [11] DUBNIČKA, J.: Slučková kvantová gravitácia (LQG). Nová teória časopriestoru? In: *Jazyk, logika, veda*. Praha: Filosofia 2005.
- [12] DUBNIČKA, J.: Teória strún a fyzikálny obraz sveta. In: *Filozofia*, 63, 2008, č. 8.
- [13] DUBNIČKA, J.: Filozofické a metodologické problémy budovania teórie kvantovej gravitácie.

- In: *Filozofia*, 64, 2009, č. 7.
- [14] DUBNIČKA, J.: Teória kvantovej gravitácie a teória relativity. In: *Filozofia*, 66, 2011, č. 4.
- [15] DUBNIČKA, J.: Teória kvantovej gravitácie a kvantová teória poľa. In: *Filozofia*, 66, 2011, č. 8.
- [16] DUBNIČKA, J.: *Čas a kauzalita*. Bratislava: VEDA 1986.
- [17] FILKORN, V.: *Obrazy vedy. Vedy o vede*. Bratislava: IRIS 2009.
- [18] FORMÁNEK, J.: *Úvod do relativistickej kvantovej mechaniky a kvantové teorie pole*. Praha: KAROLINUM 2000.
- [19] GREENE, B. R.: *Elegantní vesmír. Superstruny, skryté rozměry a hledání finální teorie*. Praha: Mladá fronta 2001.
- [20] GREENE, B. R.: *Struktura vesmíru. Čas, prostor a povaha reality*. Praha – Litomyšl: Paseka, 2006.
- [21] GREEN, M. B. – SCHWARZ, J. H. – WITTEN, E.: *Teorija superstrun I, II*. Moskva: Mir 1999.
- [22] GRYGAR, J.: *Vesmír jaký je*. Praha: Mladá fronta 1997.
- [23] HAWKING, S.: *Stručné dejiny času*. Bratislava: ALFA 1991.
- [24] HAWKING, S. – PENROSE, R.: *Povaha prostoru a času*. Praha: Academia 2000.
- [25] HAWKING, S.: *Vesmír v orechovej škrupinke*. Bratislava: Slovart 2002.
- [26] HAWKING, S.: *Ilustrovaná teorie všeho. Počátek a osud vesmíru*. Praha: ARGO 2004.
- [27] HAWKING, S. – MLODINOV, L.: *Ešte stručnejšia história času*. Bratislava: Slovart 2006.
- [28] HAWKING, S. – MLODINOV, L.: *Velký plán*. Bratislava: Slovart 2011.
- [29] HEISENBERG, W.: *Fyzika a filosofie*. Praha: Svoboda 1966.
- [30] KIRSCHNER, R. P.: *Výstřední vesmír. Explodující hvězdy, temná energie a zrychlování kosmu*. Praha – Lytomyšl: Paseka 2005.
- [31] KURBANOV, P. O.: *Kategorija vzaimodejstvia v filosofii i fizike*. Baku: „Elm“ 1983.
- [32] KUZNECOV, B. G.: *Od Galileho po Einsteina*. Bratislava: Pravda 1975.
- [33] MOSTEPANENKO, A. M.: *Prostranstvo-vremja i fizičeskoje poznanije*. Moskva: Atomizdat 1975.
- [34] MOSTEPANENKO, A. M.: *Priestor a čas v makrosвете, megasвете a mikrosвете*. Bratislava: Pravda 1977.
- [35] *Particle Physics Booklet*. Berkeley, Geneva: Available from LBNL and CERN 2002.
- [36] POLKINHORNE, J.: *Kvantový svět*. Praha: Aurora 2000.
- [37] POLKINHORNE, J.: *Kvantová teorie. Průvodce pro každého*. Praha: Dokořán 2007.
- [38] REES, M.: *Náš neobyčejný vesmír*. Praha: Dokořán 2002.
- [39] SMOLIN, L.: *Tri cesty ku kvantovej gravitácii. Úvod do súčasných koncepcií priestoru a času*. Bratislava: Kalligram 2003.
- [40] SMOLIN, L.: *Fyzika v potížich. Vzestup teorie strun, úpadek vědecké metody a co bude dál*. Praha: ARGO 2009.
- [41] ŠIPOV, G. I.: *Teorija fizičeskogo vakuuma*. Moskva: NAUKA 2007.
- [42] TARAROEJEV, J. A.: Teorija strun kak sovremennaja fizičeskaja koncepcija “osnovanija mira”. Gnozeologičeskij i ontologičeskij „srez“. In: *Voprosy filosofii*, 2007, č. 2.
- [43] TARAROEJEV, J. A.: Sovremennaja kosmologija – vzgljad izvne. In: *Voprosy filosofii*, 2006, No 2.
- [44] WEINBERG, S.: *Snění o finální teorii*. Praha: Hynek 1996.

Príspevok vznikol vo Filozofickom ústave SAV ako súčasť grantového projektu č. 2/0207/09.

Ján Dubnička
Filozofický ústav SAV
Klemensova 19
813 64 Bratislava 1, SR
e-mail: filodubj@savba.sk