

Sabine Hossenfelder

# EXISTENCIÁLNA FYZIKA

Vedecký sprievodca  
najväčšími otázkami  
života



**N**



Sabine Hossenfelder

# EXISTENCIÁLNA FYZIKA

Vedecký sprievodca  
najväčšími otázkami života

preklad: Marián Hamada



Venované Stefanovi



Je oveľa lepšie porozumieť vesmíru takému,  
aký naozaj je, než zotrvať v omyle bez  
ohľadu na to, aký uspokojujúci  
a uistujúci by bol.<sup>1</sup>

— Carl Sagan



Sabine Hossenfelder

Existential Physics: A Scientist's Guide to Life's Biggest Questions

Copyright © 2022 by Sabine Hossenfelder

All rights reserved.

Translation © Marián Hamada

Design & Layout © Soňa Ševčíková

Slovak edition © 2024 by N Press, s. r. o.

ISBN 978-80-8230-282-3

# OBSAH

ÚVOD		11
UPOZORNENIE		15
<b>KAPITOLA 1</b>	EXISTUJE MINULOSŤ AJ V PRÍTOMNOSTI?	17
<b>KAPITOLA 2</b>	AKO VZNIKOL VESMÍR? A AKO ZANIKNE?	39
<b>HLASY ODINAKIAL' Č. 1</b>	JE MATEMATIKA VŠETKÝM? Rozhovor s Timom Palmerom	57
<b>KAPITOLA 3</b>	PREČO NIKTO NIKDY NEMLADNE?	63
<b>KAPITOLA 4</b>	SME IBA HROMADY ATÓMOV?	89
<b>HLASY ODINAKIAL' Č. 2</b>	SÚ POZNATKY PREDVÍDATEĽNÉ? Rozhovor s Davidom Deutschom	103
<b>KAPITOLA 5</b>	EXISTUJÚ NAŠE KÓPIE?	111
<b>KAPITOLA 6</b>	JE FYZIKA NEZLUČITEĽNÁ SO SLOBODNOU VÔĽOU?	129
<b>HLASY ODINAKIAL' Č. 3</b>	DÁ SA VEDOMIE VYPOČÍTAŤ? Rozhovor s Rogerom Penrosom	145
<b>KAPITOLA 7</b>	VZNIKOL VESMÍR PRE NÁS?	151
<b>KAPITOLA 8</b>	MÁ VESMÍR SCHOPNOSŤ MYSLIET?	169
<b>HLASY ODINAKIAL' Č. 4</b>	DOKÁŽEME VYTVORIŤ VESMÍR? Rozhovor so Zeeyou Meraliovou	191
<b>KAPITOLA 9</b>	SÚ ĽUDIA PREDVÍDATEĽNÍ?	199
DOSLOV		217
POĎAKOVANIE		225
SLOVNÍČEK		227
POZNÁMKY		232
REGISTER		243



# ÚVOD

„Môžem sa vás niečo spýtať?“ obrátil sa na mňa mladý muž po tom, ako sa dozvedel, že som fyzička. „Týka sa to kvantovej mechaniky,“ dodal nesmelou. V duchu som sa pripravila na diskusiu o postulátoch merania a o úskaliach viacčasticového previazania. To, čo nasledovalo, ma zaskočilo. „Istý šaman mi povedal, že moja stará mama stále žije. Vďaka kvantovej mechanike. Len skrátka nežije práve tu a teraz. Je to naozaj tak?“

Ako vidíte, ešte stále o tom premýšľam. Krátka odpoveď znie, že to nie je úplná blbosť. Dlhú odpoveď nájdete v prvej kapitole. Kým sa však dostanem ku kvantovej mechanike zosnulých babičiek, chcela by som vám vysvetliť, prečo píšem túto knihu.

Počas svojej viac ako desaťročnej verejnej činnosti som si všimla, že fyzikom ide odpovedanie na otázky. Oveľa ťažšie sa im vysvetľuje, prečo by ľudí mali ich odpovede zaujímať. Výsledkom činnosti niektorých vedných odborov sú produkty, ktoré si nájdú svoje miesto na trhu. Primárnym produktom teoretickej fyziky, ktorej sa prevažne venujem, sú však

samotné vedomosti. Bohužiaľ, až príliš často ich aj s mojimi kolegami predstavujeme takým abstraktným spôsobom, že ľudia nevedia prísť na to, prečo sme sa daným problémom vôbec zaoberali.

Netýka sa to však len fyziky. Priepasť medzi expertmi a laikmi je natoľko hlboká, že sociológ Steve Fuller vyslovil hypotézu, podľa ktorej akademici používajú nezrozumiteľnú terminológiu, aby čo najmenej ich poznatkov preniklo medzi ľudí a zostali tak vzácnejšie. Americký novinár a držiteľ Pulitzerovej ceny Nicholas Kristof sa zas sťažoval, že vedci svoje „poznatky zaklínajú do otravnej prózy“<sup>2</sup> a niekedy im „poskytujú dvojité ochrany pred verejnosťou, keď svojou hatlaninou krmia časopisy určené len hŕstke zasvätených“.

Chcete príklad? Ľudí veľmi nezaujíma predvídateľnosť kvantovej mechaniky, zaujíma ich však predvídateľnosť ich vlastného správania. Ľudí veľmi nezaujíma, či čierne diery ničia informácie, no zaujíma ich, čo sa stane so všetkými informáciami, ktoré nazhromaždila ľudská civilizácia. Ľudí veľmi nezaujíma, či vlákna galaxií pripomínajú neurónové siete, ale chcú vedieť, či vesmír dokáže myslieť. Ľudia sú len ľudia – kto by si to pomyslel?

Samozrejme, aj mňa to všetko zaujíma, ale roky skúseností ma naučili, že nemám takéto otázky klásť a už vôbec sa nemám pokúšať na ne odpovedať. Napokon, som fyzička. Nemôžem sa kompetentne vyjadrovať o ľudskom vedomí a správaní.

Vďaka otázke toho mladého muža som si predsa len niečo uvedomila. My fyzici niečo vieme – možno nie o samotnom vedomí, ale nepochybne o fyzikálnych zákonoch, ktorým podlieha celý vesmír vrátane mňa, vás i vašej babičky. Nie všetky názory na život, smrť a pôvod ľudskej existencie sú zlučiteľné so základmi fyziky. Nemali by sme ich ukrývať v časopisoch určených len hŕstke zasvätených a v nezrozumiteľných frázach.

Nejde len o to, že tieto informácie sú hodné šírenia. Ak si ich nechávame pre seba, musíme znášať dôsledky. Keď sa fyzici neozvú a neponúknu svoje vysvetlenia, ich miesto zaplnia

iní a zneužijú našu tajomnú terminológiu na propagovanie pseudovedy. Nie je náhoda, že termínmi kvantové previazanie a energia vákua radi operujú liečitelia, médiá a predavači zarúčených liekov na všetky choroby sveta. Kým nemáte doktorát z fyziky, len ťažko odlíšite jednu hatlaninu od druhej.

Nejde mi však len o odhalenie pravdy o pseudovede. Chcem tiež vysvetliť, že niektoré spirituálne myšlienky sú plne kompatibilné s modernou fyzikou, iné z nej vychádzajú. Prečo aj nie? Nemôže nás prekvapiť, že fyzika nám má čo povedať o našom spojení s vesmírom. Veda a náboženstvo majú spoločné korene a aj dnes stoja pred nimi otázky, na ktoré sa snažia nájsť odpovede: Odkiaľ prichádzame? Kam kráčame? K akému poznaniu sa môžeme dopracovať?

Pokiaľ ide o tieto otázky, vedci sa za ostatné storočie mnoho naučili. Zistili sme napríklad, že hranice vedy sú tekuté: posúvajú sa s naším rastúcim poznaním o svete. Na druhej strane, niektoré vysvetlenia založené na predpokladoch, ktoré nám pomáhali nachádzať zmysel a poskytovali útechu, sa ukázali byť nesprávne. Napríklad myšlienka, že niektoré objekty žijú preto, lebo sú obdarené špeciálnou látkou („élan vital“ Henriho Bergsona), bola v súlade s vedeckým poznaním spred dvesto rokov. To už však neplatí.

Základy dnešnej fyziky predstavujú prírodné zákony pôsobiace na úplne základnej úrovni. Aj tu platí, že vedomosti získané za ostatných sto rokov nahrádzajú staré vysvetlenia založené na viere. Jedno z nich tvrdí, že vedomie si vyžaduje niečo viac ako len interakciu mnohých častíc, akýsi čarovný prach, ktorý určité objekty obdarúva špeciálnymi vlastnosťami. Podobne ako élan vital, aj v tomto prípade ide o zastaranú, zbytočnú myšlienku, ktorá nevysvetľuje vôbec nič. Dostanem sa k tomu v kapitole 4. V kapitole 6 zas popremýšľam o tom, aké dôsledky to má na existenciu slobodnej vôle. Ďalšou predstavou odsúdenou na zabudnutie je presvedčenie, že náš vesmír vznikol preto, aby v ňom mohol vzniknúť život – dostaneme sa k tomu v kapitole 7.

Vymedzenie dnešných hraníc vedy ničí naše ilúzie, no zároveň si vďaka tomu môžeme utriediť, ktoré z našich presvedčení ešte sú kompatibilné s vedeckými faktmi. Niektoré z týchto presvedčení nie sú *nevedecké*, ale skôr *avedecké*, ako hovorí Tim Palmer (s ktorým sa zoznámime neskôr): veda o nich skrátka nehovorí. Príkladom je otázka pôvodu nášho vesmíru. Nielenže ho nedokážeme vysvetliť dnes, ale je otázne, či to vôbec niekedy dokážeme. Môže ísť o jeden z fundamentálnych limitov vedy, aspoň ja to tak dnes vnímam. Prekvapilo ma, keď som dospela k záveru, že predstava o vedomí vesmíru sa nedá celkom vylúčiť (kapitola 8). Stále tiež nemáme istotu v tom, či ľudské správanie je alebo nie je predvídateľné (kapitola 9).

Skrátka, táto kniha je o veľkých otázkach modernej fyziky, od otázky, či sa prítomná chvíľa líši od minulej, cez myšlienku, že každá elementárna častica v sebe môže obsahovať celý vesmír, až k obave, že prírodné zákony predurčujú naše rozhodnutia. Samozrejme, nedokážem ponúknuť konečné odpovede. Rada však vysvetlím, kam siahajú dnešné vedecké poznatky a kde sa už začína sféra dohadov.

Väčšinou sa budem držať overených fyzikálnych teórií podporených dôkazmi. Všetky moje tvrdenia je preto nutné uviesť slovami „v súlade s najnovšími poznatkami,“ keďže vedecký vývoj môže viesť k ich úprave. Niekedy odpoveď na otázku závisí od prírodných zákonov, ktorým ešte stopercentne nerozumíme, napríklad v prípade kvantového merania alebo časovo-priestorových singularít. Vtedy načrtnem, ako by budúci výskum mohol pomôcť pri hľadaní odpovedí. Keďže nechcem prezentovať len vlastné názory, rozhodla som sa pridať aj niekoľko rozhovorov. Na konci knihy nájdete krátky slovníček s definíciami najdôležitejších termínov. Termíny zo slovníka nájdete pri prvom výskyte v texte vytlačené hrubým písmom.

*Existenciálna fyzika* je určená tým, ktorí si neprestali klásť veľké otázky a neboja sa odpovedí.

## UPOZORNENIE

Chcem, aby ste vedeli, do čoho sa púšťate, preto mi dovoľte vylážiť karty na stôl. Som agnostička a nikdy som nemala nič spoločné so žiadnym typom organizovaného náboženstva a nikdy som ani nemala túžbu sa k nejakému pridať. Napriek tomu nie som proti náboženskej viere. Veda má svoje hranice a ľudstvo odjakživa hľadá zmysel aj za nimi. Niektorí študujú sväté písma, niektorí meditujú, iní sa ponárajú do hĺbín filozofie, ďalší fajčia rôzne podivné zmesi. Nič z toho mi neprekáža – za predpokladu, že hľadanie zmyslu rešpektuje vedecké fakty.

Ak je však vaša viera v rozpore s empiricky doloženými poznatkami, znamená to, že nehľadáte zmysel, ale klamete sami seba. Možno sa radi držíte svojho sebaklamu: verte mi, mám pre to pochopenie, no v takom prípade táto kniha nie je pre vás. Bude v nej reč o slobodnej vôli, posmrtnom živote a hľadaní konečného zmyslu. Nebude to vždy jednoduché. Sama som bojovala s dôsledkami niektorých prírodných zákonitostí a predpokladám, že aj iným môžu spôsobovať podobné ťažkosti.



Možno to vyzerá tak, že sa snažím nasilu zatraktívniť niečo také strašne nudné ako fyzika. Jasné, všetci vieme, že je v mojom záujme, aby sa kniha čo najlepšie predávala, nuž načo predstierať niečo iné? Zmyslom tohto varovania je moja úprimná obava, že kniha by mohla negatívne ovplyvniť duševné zdravie niektorých čitateľov. Z času na čas ma kontaktujú ľudia, ktorí po prečítaní mojich esejí nevedia, ako majú ďalej žiť. Zdá sa, že ich moje slová skutočne vyvádzajú z rovnováhy. Veď aký zmysel môže mať život bez slobodnej vôle? Ako žiť, ak je život len výplodom náhody? Koho by nevyplašilo vedomie, že náš vesmír môže v okamihu prestať existovať?

Z niektorých vedeckých faktov nás naozaj môže rozboliť žalúdok a nepomôže žiadny psychológ. Viem to, lebo som si cez to prešla. Keď sa však nad tým zamyslíte, veda nám oveľa viac dáva, ako berie. Verím, že vás napokon upokojí vedomie, že nie je nutné umlčať svoj rozum na to, aby sme v sebe našli dost priestoru pre nádej a vieru.

## EXISTUJE MINULOSŤ AJ V PRÍTOMNOSTI?

### Teraz a nikdy

Čas sú peniaze. Rovnako nám uteká pomedzi prsty. Niekedy ho máme chuť stokrát pochváliť, inokedy letí ako šíp alebo prichádza ten pravý či najvyšší. O čase rozprávame... celý čas. Napriek tomu zostáva jednou z najnepolapiteľnejších prírodných veličín.

Nepomohlo ani to, že Albert Einstein posunul čas na osobnú rovinu. Pred Einsteinom plynul čas všetkým rovnako. Od Einsteina vieme, že plynutie času závisí od miery nášho pohybu. Číselná hodnota priradená každému okamihu – napríklad 14.14 – je otázkou dohody a presnosti merania. Avšak v predeinsteinovskej dobe sme boli presvedčení, že *naša* prítomnosť je rovnaká ako prítomnosť všetkých ľudí – že ide o univerzálnu prítomnosť, odmeranú všetkým naraz kozmickým tikotom neviditeľných vesmírnych hodín. Od Einsteina je *prítomnosť* iba vhodné slovo, pomocou ktorého opisujeme svoju osobnú skúsenosť. Prítomná chvíľa viac nemá zásadný význam, pretože podľa Einsteina sú minulosť a budúcnosť rovnako skutočné ako prítomnosť.

Moja skúsenosť toto tvrdenie neprijíma a predpokladám, že ste na tom podobne. Ľudská skúsenosť však nie je dobrým sprievodcom po svete základných zákonitostí prírody. Naše vnímanie času ovplyvňujú cirkadiánne rytmy a schopnosť mozgu ukladať spomienky do pamäti a neskôr po nich siahť. Je to nepochybne užitočná schopnosť, ak však chceme oddeliť naše vnímanie od fyziky času, lepšie nám poslúžia jednoduché systémy ako kyvadlo, obiehajúce planéty či svetlo prichádzajúce k nám zo vzdialených hviezd. Z týchto príkladov môžeme spoľahlivo vyvodiť závery o fyzikálnej povahe času bez toho, aby nám mútili zrak naše často nepresné zmyslové interpretácie.

Ostatných sto rokov potvrdilo, že vlastnosti času sú také, ako predpokladal Einstein na začiatku 20. storočia. Podľa Einsteina je čas rozmer, ktorý spolu s tromi priestorovými rozmermi vytvára jedinú entitu: štvorrozmerný časopriestor. Myšlienka na spojenie priestoru a času do časopriestoru siaha k matematikovi Hermannovi Minkowskému, ale až Einstein si naplno uvedomil fyzikálne dôsledky tohto spojenia a sformuloval ich do špeciálnej teórie relativity.

Termín *relativita* tu znamená, že neexistuje absolútny pokojový stav, iba pokoj vo vzťahu (v relácii) k niečomu. Napríklad práve teraz ste zrejme v pokoji vo vzťahu k tejto knihe – ani sa k vám nepribližuje, ani sa od vás nevzdďaľuje. Ak ju však hodíte do kúta, vzniknutú situáciu môžete opísať dvojako: kniha sa určitou rýchlosťou hýbe vo vzťahu k vám a k celej planéte Zem a vy i celá planéta Zem sa hýbete vo vzťahu ku knihe. Podľa Einsteina sú oba spôsoby pre opísanie uvedenej situácie z fyzikálneho hľadiska rovnocenné a dávajú rovnakú predpoveď – túto skutočnosť definuje slovo *relativita*. Slovo *špeciálna* zas hovorí o tom, že táto teória nezohľadňuje gravitáciu. Gravitácia sa objavuje až v neskoršej Einsteinovej **všeobecnej teórii relativity**.

Myšlienka, že dokážeme opísať fyzikálne javy rovnakým spôsobom bez ohľadu na to, kde presne sa v Einsteinovom štvorrozmernom časopriestore nachádzame, znie na prvý pohľad nevinné. Nesie však so sebou mnoho nečakaných dôsledkov, ktoré od základov zmenili našu koncepciu času.