Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

D. P. Gorskij

Idealisace a abstrakce

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 5 (1960), No. 6, 741--750

Persistent URL: http://dml.cz/dmlcz/138246

mezi 10 a 100 kHz a s délkou impulsů do 1 mc/sec. Usazováním a difusí byla vytvořena dioda, transistor, odpor a kapacita z jediného kousku křemene. Takovými metodami vytváření „monolitních schémat" byl již zhotoven multivibrátor a heterodyn s fázovým posunem.

Práce tomu podobné jsou zatím v počátečním stadiu, zasluhují však neustále pozornosti, neboť si kladou za cíl zvýšení spolehlivosti práce systému, snížení ztrát energie a zvýšení počtu funkčních uzlů na jednotku objemu (což umožňuje značně snížit měrnou váhu). Opomíjím zde jiné práce a myšlenky v oblasti mikrominiaturisace, poznamenávám však, že mohou zahájit novou epochu v radiotechnice. Výzkumy v tomto směru musíme neodkladně rozšířit, zajistit si podporu nejkvalifikovanějších chemiků, metalurgů, fysiků, krystalografů, radiotechniků a technologů. V souvislosti s tím je třeba podstatně zlepšit a popohnat práci v oblasti polovodičů.

Úkol zvýšení spolehlivosti práce automatů má několik aspektů, řešení se zde hledá v různých směrech, jak cestou dokonalejšího používání technických prostředků, vytvoření spolehlivějších prvků, tak i cestou zlepšení organisace jednotlivých prvků stroje. Elektronky a trubice jsou nahrazovány transistory a ferrity, neboť stroje s ferritovými prvky jsou podstatně spolehlivější. Např. v pokusném universálním číslicovém počítači laboratoře pro elektromodelování při AV SSSR je poruchovost prvků 0,1% z celkového počtu prvků, zatímco v jiných strojích činí 6%.

Zásadní význam v této souvislosti má práce J. von Neumana, který dokázal možnost konstrukce spolehlivého automatu z nespolehlivých prvků cestou lepší organisace jeho částí. Neuman prozkoumal, jak je třeba organisovat jednotlivé přepojovací orgány, které mají jistou konstantní pravděpodobnost chybného výkonu, aby z nich bylo možno utvořit spolehlivě pracující automat. Tímto komplexem otázek se nyní zabývá abstraktní teorie automatů, která nedávno vznikla na základě matematické logiky. Z výsledků, kterých bylo na tomto poli dosaženo, poukážeme na práci matematiků Moskevské státní university, kteří provedli synthesu reléového schématu bez zdvojování prvků, jejíž činnost není narušena krátkým spojením.

Závěrem ještě jednou podtrhněme, že problém zajištění vysoké spolehlivosti v práci automatické aparatury se stává problémem prvořadé státní důležitosti. Bez řešení tohoto problému nemůže být dosaženo výrazných úspěchů v rozvoji automatisace. Abychom našli nové metody zvyšování spolehlivosti aparatur a také abychom vyřešili problém její miniaturisace, je nezbytné rozvinout výzkumné, perspektivní vědecko-výzkumné práce, sjednotit úsilí mnoha specialistů a vytvořit v jednom z velkých závodů vědecko-výzkumný ústav pro studium spolehlivosti automatů. Je nezbytné, aby také státní plánovací instituce plánovaly zvyšování spolehlivosti aparatur právě tak, jako plánují zvyšování produktivity práce a zavádění nové techniky.

Přeložil Jiří Gregor

IDEALISACE A ABSTRAKCE[1])

D. P. Gorskij

1. Podstata idealisačního procesu

V procesu poznávání se všude setkáváme s tak zvaným idealisačním procesem. Existují dva druhy idealisování: idealisování jako děj, který je našemu poznání, zobrazování skutečnosti imanentní, vlastní, a idealisování jako prostředek, jímž se zvláštní idealisované objekty a pojmy těchto objektů záměrně tvoří.

Proces poznání je nevyhnutelně spjat se zhrubením, se schematisací poznávací činnosti. "Nedovedeme si představit, vyjádřit, změřit, zobrazit pohyb, aniž jsme přetrhli nepřetržité, aniž jsme zjednodušili, zhrubili, aniž jsme rozdělili, umrtvili živé. Zobrazení pohybu v myšlení je vždycky zhrubení, umrtvení — a nejen v myšlení, nýbrž i v počitku, a netoliko pohybu, nýbrž jakéhokoli pojmu."[2])

[1]) D. P. Gorski, *Die Prozesse der Idealisierung und Abstraktion*, Deutsche Zeitschrift für Philosophie, roč. 8 (1960), č. 4.

[2]) V. I. Lenin, *Filosofické sešity*, SNPL Praha, 1953, str. 234. V originále citováno z W. I. Lenin, *Aus dem philosophischen Nachlass*, Berlin 1949, str. 195.

„Poznání je odrážení přírody člověkem. Ale není to prosté, bezprostřední, celistvé odrážení, nýbrž proces řady abstrakcí, formování, tvoření pojmů, zákonů etc. ... také zahrnují podmíněně, přibližně (podtrženo *D. P. G.*) universální zákonitost věčně se pohybující a vyvíjející přírody ... Člov k nemůže obsáhnout = odrazit = zobrazit veškerou přírodu v úı lnosti, v její „bezprostřední celistvosti", on se k tomu může jen věčně přibližovat, vytvářeje abstrakce, pojmy, zákony, vědecký obraz světa atd. apod."[3])

„Pohyb" a „moment": zachyť jej. V každém daném momentu ... Zachyť tento moment. Idem v prostém mechanickém pohybu (contra Černov)."[4])

Relativnost našeho poznání se jeví v tom, že každý stupeň dosaženého vědění je jen částečným věděním (svět je do šířky i do hloubky nevyčerpatelný, ve světě vzniká během vývojového procesu stále nové), ale také v tom, že obsáhnout různé stránky skutečnosti myšlením předpokládá vždy zhrubení, umrtvení, zjednodušení nebo zeschematisování.

Idealisování, které je našemu poznání vlastní, můžeme ilustrovat těmito příklady:

Měřicí operace, tak důležité v exaktních vědách, umožňují měřit jen do jistého stupně přesnosti. V operacích, jimiž se analysují konkrétní formy pohybu, změny a vývoje, se předpokládá vždy, že tyto formy, změny budou rozkouskovány, že tedy budou vždy vy členy obory pro měření a pro vymezení doby; a že se tak spojité přemění v diskrétní. Operace, jež slouží k identifikování předmětu (bez něhož k poznání nemůže vůbec dojít), spočívají vždy na tom, že se vyčlení identické jen v relativním smyslu (absolutně identické ve skutečnosti neexistuje). Zákony formální logiky jsou aplikovatelné jen za předpokladu, že se předměty, o nichž činíme soudy, v jistém smyslu nemění (ani toto, jak známo, ve skutečnosti neexistuje) apod.

Jestliže v uvedeném smyslu idelisujeme a schematisujeme skutečnost, můžeme určité vědecké teorii přisoudit exaktnost, můžeme usnadnit proces bádání a můžeme formulovat zákony, které lze aplikovat v dosti velké oblasti.

Idealisace a schematisace skutečnosti, k níž se v procesu poznání dochází, se v souvislosti s vědeckým pokrokem stále „ruší" (*wird aufgehoben*); nelze ji však na žádném vývojovém stupni zcela překonat.

Všechny měřicí operace se trvale zdokonalují, a můžeme nyní — má-li to smysl — měřit s velkou přesností. V souvislosti s vědeckým vývojem, s konstruováním různých aparatur a technických zařízení můžeme zjišťovat nejen přímo zjistitelné vlastnosti objektů, ale i stále jemnější jejich podobnosti nebo rozdílnosti. Dovedeme na příklad určovat velmi jemné rozdíly v síle (intensitě), barvě, výšce, v druhu tónu zvuků, můžeme (je-li to žádoucí) realisovat stále přesnější identifikace mezi různými zvuky, aniž přitom dosáhneme absolutní identity. Reprodukujeme-li pohybující se a měnící se skutečnost v přísně exaktních vědeckých teoriích, můžeme zároveň formulovat hypothesy, které souvisí se zhrubením a zeschematisováním skutečnosti. Můžeme vymezit oblast, v níž lze zákony teorie aplikovat a můžeme vypracovat teorie s jinými hypothesami.

Jako příklad uveďme, že Boyleův-Mariottův zákon pro zředěné plyny platí — jak bylo zjištěno — velmi přesně; pro plyny pod velkým tlakem nebo plyny pro velmi ochlazené však dochází k znatelným odchylkám od tohoto zákona. Nové, zobecněné teorie umožňují poznat skutečnost hlouběji. Relativistická mechanika na příklad osvětluje ohraničenost klasické fysiky, ohraničenou platnost některých jejích hypothes, a zároveň ukazuje, v jaké oblasti klasická mechanika platí. V zobecněné teorii funkcí se nemluví o tom, že těleso se nachází v jistém okamžiku v bodě A, v jiném okamžiku v bodě B, nýbrž o tom, že těleso je v jistém časovém intervalu v okolí bodu A, v jiném časovém intervalu v okolí bodu B atd. Časové okamžiky se nahrazují časovými intervaly, body se nahrazují svými okolími.

Ve formalisovaných a velmi exaktních logických teoriích vznikají někdy paradoxy, a to abstrahováním od časového činitele, tím, že předměty pokládáme bez výhrady za neměnné a podřízené zákonu identity. Paradoxy se odstraňují zeslabováním nebo změnou některých thesí, jež pokládáme v tom či onom systému za výchozí — konkretisováním těchto thesí. Paradoxy teorie množin na příklad lze někdy odstranit tím, že se vzdáme tak zvaného principu omezení (*Einschränkungsprinzip*) (pokládáme-li na příklad množinu

[3]) Tamtéž, str. 150—151. Originální citace tamtéž, str. 101.

[4]) Tamtéž, str. 166. Originální citace tamtéž, str. 121.

všech normálních množin za speciální, neměnný, hotový objekt)[5]), nebo jindy vypuštěním předpokladu, že každý pojem našeho systému má hotový, neměnný objem a podobně. Vývoj teorie sám poskytuje nutné prostředky pro zdokonalování a zpřesňování a umožňuje reprodukovat skutečnost méně a méně hrubě a méně a méně idealisovanou.

Jednou z nejdůležitějších úloh dialektické logiky je objasnit vzájemný vztah mezi relativností našich poznatků, spojenou s idealisací, která je imanentní procesu poznání, a materiální skutečností samou. Dále musí dielektická logika vypracovat postupy, jež umožní idealisaci „anulovat“ (*aufheben*), omezit a reprodukovat v dialektice pojmů charakter trvale se pohybující, měnící a vyvíjející se skutečnosti.

V dalším nás bude zajímat druhý idealisační proces, který ovšem s prvním, o němž jsme právě hovořili, souvisí. Půjde o idealisování jako prostředek tvořit záměrně idealisované objekty a pojmy těchto objektů.

Co to znamená idealisovat?

Uvážíme (vyzvedneme) různé modifikace objektů skutečnosti (předmětů a jejich vlastností), seřadíme je podle jistých stupňů a provedeme přechod k objektu, který v dané řadě představuje limitní případ. Tento duševní proces je idealisováním.

Na podkladě tohoto procesu můžeme činit o těchto objektech (o předmětech a jejich vlastnostech) soudy, jako kdyby skutečně existovaly, ač ve skutečnosti existují jen „originály“ (vzory, *Urbilder*) těchto objektů. Idealisované objekty jsou vždy jen limitní případy těchto originálů, limitní případy skutečně existujících objektů, jistým způsobem seřazených. Po vytvoření takových „idealisovaných“ objektů objevujeme jejich obecné a podstatné vlastnosti a tvoříme jejich pojmy.

Uveďme několik příkladů:

Absolutně tuhé těleso; nestlačitelná kapalina; dokonale černé těleso; dokonale nevodivé těleso; absolutní rovnost teplot dvou dotýkajících se těles; setrvačnost. Nebo matematické pojmy: bod; přímka; rovnostranný trojúhelník a jiné.

Podívejme se, jak se některé z jmenovaných idelisovaných objektů a jim odpovídajících pojmů zavádějí do vědy.

Mysleme si břemeno, spočívající na stole v klidu. Je zřejmé, že kromě tíže působí na těleso ještě jiné síly, které tíži vyrovnávají. Mysleme si dále, že těleso na stůl narazí (shora). Pak působí také obráceně stůl na břemeno (zdola), neboť stůl se deformuje. Deformaci zjistíme zřetelně, použijeme-li za stolní desku tenkou pružnou desku. Tvrdší stůl se prohne méně, ještě tvrdší stůl ještě méně. Síly, které vznikají při deformaci tělesa, se nazývají síly pružnosti. Vznikají, i když dojde k jakkoli malé deformaci. Absolutně tuhým nazveme těleso, které je tak tvrdé, že v něm vzniknou síly pružnosti i při sebemenší deformaci.

Podívejme se nyní, jak se ve fysice zavádí pojem „setrvačnost“.

Někdo tlačí po ulici vozík a v jistém okamžiku přestane tlačit[6]). Vozík se ještě po jistou dobu pohybuje a pak se zastaví. Dráhu, po které se vozík bude pohybovat, jakmile nebude

---

[5]) Jde o tak zvaný Russelův paradox v teorii množin. Vznikl v období, kdy teorie množin byla v počátcích svého vývoje. Vyložíme stručně, oč jde:

Množina buď obsahuje samu sebe jako prvek nebo nikoli. To je naprosto správný logický soud, nezávislý na tom, zda-li vůbec takové množiny existují (ony existují; na příklad „množina všech abstraktních pojmů“ obsahuje samu sebe jako prvek, neboť je jistě abstraktním pojmem, „prázdná množina“ neobsahuje samu sebe jako prvek, neboť je prázdná, neobsahuje žádný prvek). Množinu, která neobsahuje samu sebe jako prvek nazvěme normální množinou. Mysleme si nyní množinu všech normálních množin, a ptejme se, je-li sama normální nebo nikoli.

Předpokládejme nejprve, že naše množina je normální, že tedy neobsahuje samu sebe jako prvek. To však je ve sporu s tím, že naše množina obsahuje všechny normální množiny za elementy, tedy také samu sebe. Naše množina není tedy normální, obsahuje tedy samu sebe jako prvek. Avšak její elementy jsou normální množiny, sama je svým elementem, je tedy normální — opět spor. Z předpokladu tedy, že naše množina je normální, plyne že není normální a odtud zase, že je normální. To je paradox. Takových paradoxů se objevila v počátcích teorie množin celá řada. Odstranily se na konec axiomatickou výstavbou teorie množin.

Poznamenejme ještě, že takové paradoxy nejsou výlučným majetkem moderní vědy. V podstatě téhož charakteru jsou známé starověké antimonie o „holiči“, o „Kréťanu“, o „krokodilu a matce“ aj. *Pozn. překl.*

[6]) Podle A. Einstein u. L. Infeld, *Die Evolution der Physik*, Wien 1960, str. 17 a další. Viz také A. Einstein, L. Infeld, *Fysika jako dobrodružství poznání*, Orbis Praha (Malá moderní encyklopedie), 1958, str. 11 a další. *Pozn. překl.*

již tlačen, lze různými způsoby prodloužit: mazáním, vylepšením povrchu vozovky a podobně. Tím se zmenšuje tření. Experimentálně můžeme zjistit toto: čím slabší je vnější působení na pohybující se těleso — v našem případě tření — tím delší je dráha, kterou těleso proběhne. Jinak řečeno, můžeme postulovat nepřímou úměrnost mezi vnějším působením na pohybující se těleso (tření) a drahou, kterou těleso proběhne. Je nyní možné vymýšlet nové a nové způsoby, jak zmenšit vnější působení na pohybující se těleso, tedy nové a nové způsoby, jak prodloužit dráhu, kterou těleso proběhne. Je však nemožné vnější působení (tření) úplně odstranit. Zákonitost, kterou jsme zde vypreparovali (závislost mezi vnějším působením na pohybující se těleso a délkou dráhy, kterou těleso proběhne) umožňuje závěr, že těleso se bude, odstraníme-li úplně vnější působení, rovnoměrně přímočaře pohybovat, nebo zůstane v klidu. Tento závěr učinil svého času G. Galilei.

Experimentální stanovení zákonitostí a závěry, které nutně z těchto zákonitostí vyplynuly, vedly k tomu, že se vypracoval pojem „setrvačnosti". Objevili jsme tak vlastnost tělesa, které není v klidu, vlastnost udržovat přímočarý rovnoměrný pohyb, není-li působení vnějších sil. Jinými slovy: zjistili jsme, že těleso, jež není podrobeno vnějšímu působení, se pohybuje bez omezení rovnoměrně přímočaře.

To, čeho nebylo možno dosáhnout přímo experimentálně, bylo dosaženo myšlením — abstrakcí. Pokus dává podklady pro závěry, které vyvozujeme ze zákonitostí experimentálně zjištěných.

Ponechali jsme stranou řadu otázek, které by měly být osvětleny při zkoumání zákona setrvačnosti. Neanalysovali jsme na příklad křivočarý pohyb jako pohyb, který je vždy spjat se zrychlením, se změnou rychlosti v každém bodě dráhy, a jiné. Tím však, že jsme o těchto otázkách nemluvili, není nijak dotčen obecný postup námi popsaný, jímž se zavádí nový pojem.

Pojem setrvačnosti, formulovaný výše popsaným způsobem, odstranil chybné předgalileovské a přednewtonovské představy o pohybu o a souvislosti mezi silou a rychlostí, a osvětlil věci, jaké skutečně jsou.

N. I. Lobačevskij zavádí pojmy čára a bod pomocí dotyku (styku)[7]). Píše: „Mezi vlastnostmi, které jsou společné všem tělesům, je jedna, která má geometrický název — dotyk. Slovy nelze reprodukovat, co se tím rozumí: tento pojem se získává smyslově, zejména zrakem, smyslově si jej osvojujeme ... Tím, že ode všech ostatních vlastností abstrahujeme, dáváme tělesu označení geometrické."[8])

Dále píše N. I. Lobačevskij: „Čarou se nazývá těleso, které se jiného tělesa lineárně[9]) dotýká, a z něhož můžeme všechny části, které se druhého tělesa nedotýkají, odstranit. Tak docházíme až k vlasové jemnosti, k stopě péra na papíře atd. Přeměnou tělesa v čáru se odstraňují dva rozměry, neboť čára je v prostoru tvořena dvěma řezy ..."[10]).

O vytvoření bodu říká N. I. Lobačevskij: „Těleso dostane název bod, uvažuje-li se jeho dotyk s jiným tělesem v bodě, a můžeme-li proto odstranit ty jeho části, které se druhého tělesa nedotýkají. Tak můžeme dojít až k nejmenšímu pískovému zrnku, ke stopě, kterou zanechá ostrý hrot péra na papíře ... V bodě není žádného rozměru[11])."[12]) (Podtrženo *D. P. G.*)

Analogicky jde o idealisovaný objekt, uvažujeme-li na příklad rovnostranný trojúhelník. Ve skutečnosti můžeme pracovat jen s přibližně rovnostrannými trojúhelníky, přičemž lze konstruovat takové trojúhelníky stále přesněji a přesněji, s přesností na 0,01 mm, 0,001 mm atd. V geometrii pracujeme ovšem s absolutně přesnými rovnostrannými trojúhelníky.

2. Proces idealisování a abstrahování. Abstrakce potenciální a aktuální realisovatelnosti

Z uvedených příkladů vidíme, že k tomu, abychom vytvořili idealisovaný objekt a příslušný pojem, musíme dostat jistou řadu (řetězec) modifikací předmětu, který je originálem (vzorem) objektu.

[7]) *prikosnovenije* — pozn. překl.

[8]) N. I. Lobatschewski, *Über die Elemente der Geometrie.* in: *Über die Grundlagen der Geometrie,* Moskva 1956, str. 28 (rusky). (*О основаниях геометрии* (pod redakcí A. P. Nordena), GITTL, Moskva 1956, str. 28. *Pozn. překl.*).

[9]) Rozuměj „jednorozměrně". *Pozn. překl.*

[10]) Tamtéž, str. 30.

[11]) *protjaženije,* Pozn. překl.

[12]) Tamtéž, str. 30.

Tak jsme při tvoření objektu „absolutně tuhé těleso“ ukázali, že existují tělesa různě tvrdá a že s rostoucí tvrdostí klesá deformovatelnost, přesto, že vznikají stejné síly pružnosti. Seřadili jsme pak tělesa podle stupně tvrdosti a podle řádu deformace a zaznamenali jsme, že deformovatelnost stále klesá, jakmile bereme tělesa tvrdší a tvrdší. Na konec jsme učinili závěr, že je možno si představit tak tvrdá tělesa, že v nich vznikají nutné síly pružnosti při libovolně malé deformaci. Tato tělesa jsme nazvali absolutně tuhá.

Analogicky je tomu při tvoření pojmu setrvačnost a při tvoření idealisovaných objektů v ostatních nsších příkladech (bod čára atd.).

Proces idealisování, kterým jsme se zabývali, je úzce spjat s procesem abstrahování[13]).

Při seřazování předmětů, jež jsou originály našich idealisovaných objektů, díváme se na ně již z hlediska jistým vlastností, které jsme vyabstrahovali, přičemž si ostatní vlastnosti odmýšlíme. U „absolutně tuhého tělesa“ na příklad přihlížíme k tvrdosti, deformovatelnosti a k silám pružnosti; ode všech ostatních vlastností abstrahujeme. U „setrvačnosti“ jsme přihlíželi k podmínkám tření, k délce dráhy, kterou těleso proběhlo, k tvaru dráhy a k povaze rychlostních změn pohybu, ode všech ostatních vlastností jsme abstrahovali. S takovým procesem abstrahování máme co činit takřka v každém zkoumání nějakého předmětu.

Tím však souvislost abstrahování s idealisováním nekončí. Tvořením řad modifikací originálů idealisovaného objektu vyabstrahováváme zároveň jistou závislost (jistý vztah) mezi dvojicemi originálů. Když jsme při tvoření pojmu „absolutně tuhé těleso“ sestavovali řady těles, jejichž deformace byly postupně menší a menší za existence týchž sil pružnosti, vyzvedli jsme cestou abstrahování vztah nepřímé úměrnosti mezi tvrdostí tělesa a jeho deformací. Přesněji: přihlíželi jsme ke dvěma vlastnostem zkoumaného tělesa, k tvrdosti a deformovatelnosti, tvořili jsme pro každé těleso dvojice tvrdost a deformovatelnost a přesvědčili jsme se, že pro každou takovou dvojici platí vztah nepřímé úměrnosti. To umožnilo závěr, že deformovatelnost tělesa se dá co možná největší jeho tvrdostí redukovat na nejnižší míru, že si tedy lze představit tuhé těleso, jehož deformovatelnost je dovedena až na nulu.

Analogicky se stanovila při tvoření pojmu „setrvačnost“ cestou abstrahování nepřímá úměrnost mezi třením a délkou dráhy.

Zjišťujeme dále, že tření a změna rychlostí jsou přímo úměrné: čím menší tření, tím menší změna rychlosti za jednotku času. To umožňuje závěr, že těleso (nebude-li v klidu) se bude pohybovat, nebude-li tření, rovnoměrně a přímočaře tak dlouho, až je vnější působení z tohoto stavu dostane. Pro tento závěr jsou ovšem nutná některá další zdůvodnění, na naší úvaze se tím však nic nezmění.

Abstrakce má takto v procesu idealisování velmi podstatnou úlohu. Přesto rozlišujeme idealisační proces — v každém případě určitý druh idealisování — od abstrahování. Podle našeho názoru nelze také proces idealisování redukovat na sled jednoduchých procesů abstrahování. Abstrahováním vyzvedáváme vždy něco, co ve skutečnosti existuje. Začínáme ovšem přitom tím, že to, co se skutečností souvisí, si myslíme od ní oddělené. Vlastnosti předmětů na příklad si myslíme oddělené od jejich nositelů, soubor předmětů si myslíme jako samostatný předmět apod. V procesu idealisování naproti tomu tvoříme někdy objekt, který ve skutečnosti neexistuje ani v individuálních předmětech, ani v souboru předmětů.

Přechod od jistého řetězce objektů skutečnosti, od zákonitosti, která platí pro články tohoto řetězce a která se sbtrahováním vyzvedává — přesněji: která v uspořádaném souboru uspořádaných dvojic předmětů existuje — k limitnímu případu, který představuje

---

[13]) Abstrahováním rozumíme proces, v němž si řadu vlastností předmětů a vztahů mezi nimi odmýšlíme a zároveň vlastnosti a vztahy, které nás zajímají, vyzvedáváme. Tento proces souvisí s tvořením pojmů nebo „abstraktních předmětů“. Pojem je z našeho hlediska vždy myšlenkou, která má strukturu funkce. V této funkci vystupuje proměnná, za níž lze dosazovat názvy individuálních předmětů příslušného oboru. Soubor předmětů, jejichž názvy lze do funkce dosazovat a které ji takto přemění ve skutečný výrok, tvoří objem pojmu. Tak na příklad pojem „člověk“ má strukturu výrokové funkce „x-člověk“, kde x je proměnná (tak zvaná výroková proměnná — *pozn. překl.*). Souhrn všech lidí se jmény „F. Schiller“, „Sokrates“, „Petr I“ atd. tvoří objem pojmu „člověk“, neboť výroky „F. Schiller je člověk“, „Sokrates je člověk“, „Petr I je člověk“ vyjadřují pravdu. Od pojmů je třeba odlišovat „abstraktní předměty“, což jsou abstraktně myšlené jednotlivé vlastnosti předmětů a vztahy mezi nimi, vlastnosti a vztahy, které jsou s předměty ve skutečnosti neoddělitelně spjaty. Tyto „abstraktní předměty“(zvané v logice také někdy „abstraktní pojmy“) neobsahují proměnnou. Na příklad „tepelná kapacita“, „krása“, „radioaktivita“, „vlastenectví“ ap. V mnoha případech mohou také „abstraktní předměty“ přejít ve výrokové funkce.

idealisovaný objekt, je oním logickým momentem, odlišujícím proces **abstrahování od** jistého druhu idealisování. V případech, kdy tento limitní přechod neprovádíme, jde o abstrahování, a idealisování lze pokládat za druh abstrahování.

V matematice se tento přechod na příklad limitní přechod, pokládá za proces abstrahování. Takto pojato by ovšem bylo nutno pokládat za formu abstrahování i idealisování. V tomto případě pak bychom se museli vzdát uvedené definice abstrakce a formulovat ji obecněji.

Na příklad v teorii množin se pokládá za abstrahování proces, který umožňuje vytvořit pojem aktuálního nekonečna, a v důsledku toho pokládat na příklad množinu všech přirozených čísel, uspořádaných podle velikosti, za hotovou, „odpočítanou“ množinu s ordinálním číslem ω. Tato množina se podstatně liší od konečných množin. Na příklad při sčítání ordinálních čísel dvou konečných množin je lhostejné, jak byly tyto množiny uspořádány[14]) — součet ordinálních čísel těchto množin bude vždy týž. U nekonečných

---

[14]) Množinu M nazýváme uspořádanou, jestliže je dán předpis, podle něhož lze určit, který ze dvou libovolně daných různých prvků a, b množiny M leží před druhým (znak $a \prec b$). Tento předpis musí splňovat podmínky:

a) Pro kterékoli dva prvky množiny M platí právě jeden ze vztahů $a \prec b$, $a = b$, $a \succ b$,

b) je-li $a \prec b$, $b \prec c$, je $a \prec c$.

Tak na příklad můžeme v množině všech přirozených čísel definovat uspořádání podle jejich velikosti, to jest menší přirozené číslo bude vždy před větším. Dostaneme známou posloupnost $1, 2, 3, \ldots$.

Existuje-li v dané množině prvek, který je před kterýmkoli jejím prvkem, říkáme, že daná množina má první prvek. Na příklad množina $1, 2, 3, \ldots$ má první prvek, a to číslo 1. Množina všech racionálních (nebo reálných) čísel z intervalu $(2, 3)$, uspořádaných podle velikosti, nemá první prvek, množina všech racionálních čísel z intervalu $< 2,3)$ má první prvek, a to číslo 2.

Konečná množina má vždy první prvek, ať je jakkoli uspořádána.

Uspořádanou množinu nazveme dobře uspořádanou, jestliže každá její neprázdná část (podmnožina) má první prvek.

Každá konečná uspořádaná množina je dobře uspořádaná. Také množina všech přirozených čísel, uspořádaných podle velikosti, je dobře uspořádaná (dá se ukázat, že pojmy „seřadit čísla přirozená podle velikosti“ a „dobře uspořádat množinu čísel přirozených“ jsouekvivalentní).

Dobře uspořádané množiny mají tu charakteristickou vlastnost, že každému prvku takové množiny (až na první prvek) předchází bezprostředně právě jeden prvek, resp. za každým prvkem takové množiny (s výjimkou eventuálně posledního prvku) následuje bezprostředně právě jeden prvek.

Dvě množiny nazveme podobné, jestliže

a) obě jsou uspořádané,

b) lze-li je zobrazit na sebe vzájemně jednoznačně a tak, že se při tom zachová uspořádání, to jest, odpovídají-li prvkům a, b množiny M prvky a', b' množiny M', a je-li $a \prec b$, je také $a' \prec b'$, a obráceně.

Dvě uspořádané konečné množiny jsou podobné právě tehdy, mají-li stejný počet prvků.

Uspořádanost množiny je význačná její charakteristika. Tato charakteristika není závislá na povaze prvků. Dvě množiny budou mít tuto charakteristiku stejnou, budou-li podobné, lhostejno, jaké jsou jejich prvky. Této charakteristice se říká ordinální typ. Dvě množiny jsou tedy téhož ordinálního typu, jsou-li podobné.

U konečných množin je touto charakteristikou — ordinálním typem — zřejmě počet jejich prvků, neboť aby byly dvě konečné množiny podobné, musí mít týž počet prvků, a stejný počet prvků také stačí k tomu, aby (jsou-li uspořádané) byly podobné. Splývá zde tedy pojem ordinálního typu s pojmem přirozeného čísla, a ordinální typ (to jest uspořádání) tu může v jistém smyslu sloužit za definici přirozeného čísla. Tak na příklad ordinální typ množiny o třech prvcích je číslo 3, množiny o dvaceti prvcích číslo 20 atd. Znamená to asi toto: Má-li množina ordinální typ na příklad 3, můžeme v ní stanovit první, druhý a třetí prvek (logicky odlišné od pojmu, „v množině jsou tři prvky“), neboli množinu „odpočítat“. U konečných množin je to dosti triviální poznatek. Jeho význam vystoupí teprve u množin nekonečných. Tam však nestačí pojem uspořádání. Na příklad množinu všech racionálních čísel mezi čísly 1 a 2 nelze při žádném uspořádání „odpočítávat“. Můžeme však pojem přirozeného čísla rozšířit na množiny dobře uspořádané, v nichž jak jsme uvedli, každému prvku (vyjma prvnímu) předchází bezprostředně právě jeden prvek, a za každým prvkem (vyjma eventuálně posledního) následuje bezprostředně právě jeden prvek. Takové množiny můžeme „odpočítávat“ a jejich ordinální typ pokládat za „počet jejich prvků“, tedy za jakési číslo (tak zvané transfinitní číslo, abstrakce aktuálního nekonečna, abstrakce aktuální realisovatelnosti, jak o tom mluví v textu autor). S těmito čísly se dá také počítat. Zavedeme nejprve:

množin však uspořádání výsledek sčítání pořadových čísel ovlivňuje. Uspořádáme-li na příklad množinu všech přirozených čísel podle velikosti, počínaje číslem 1, dostaneme ordinální číslo ω. Vezmeme-li však uspořádání 2, 3, 4, m.., 1 této množiny, dostaneme pořadové číslo $\omega + 1$. Předpokládáme-li — jako v právě uvedeném příkladě — že celá množina přirozených čísel nebo jiných objektů je „odpočítaná" (bez ohledu na to, že prakticky to nelze nikdy provést), nazýváme výsledek (číslo nebo jiný objekt) objektem, získaným pomocí abstrakce aktuální realisovatelnosti.

Poznamenejme k tomu, že nekonečný objekt — na příklad množinu všech přirozených čísel — nelze prakticky vytvořit jen tehdy, pokoušíme-li se vytvořit nekonečno pomocí diskrétního (na příklad postupným přidáváním čísel 1, 2, 3, atd.). Jakmile použijeme při zobrazování skutečnosti spojitosti místo diskrétnosti, což je nutně spjato s fixováním času, můžeme prakticky tvořit nekonečné objekty již bez abstrakce aktuální realisovatelnosti. Proběhne-li na příklad za nějaký časový interval bod po nějaké čáře od jistého bodu A do jistého bodu B, proběhne nekonečně mnoho bodů. Avšak i v tomto případě se obracíme k idealisačnímu procesu, vlastnímu každému poznání, fixujeme-li absolutně přesně začátek a konec tohoto pohybu bodu, což jak známo souvisí s přeměnou spojitého v diskrétní, přeměnou množiny časových intervalů v individuální objekt — v bod.

Pro klasickou matematiku je specifické, že představa procesu abstrahování je spojena s překonáváním nekonečna, s tvořením aktuálně nekonečné množiny.

V konstruktivistické matematice se aktuální nekonečno odmítá a nahrazuje se pojmy jako „neomezeně rostoucí", „konvergující k nule", „libovolně velké" ap. V souvislosti s tím nastupuje na místo abstrakce aktuální realisovatelnosti abstrakce potenciální realisovatelnosti.

A. A. Makarov o tom píše: [15]) „V dalším bude mít v úvahách o abecedách, slovech a algoritmech důležitou úlohu abstrakce potenciální realisovatelnosti.

Spočívá v abstrahování od reálných mezí našich konstrukčních možností, které jsou podmíněny ohraničeností našeho života v prostoru a v čase. Pokud jde o abecedy, umožňuje tato abstrakce uvažovat abecedy libovolného objemu, a v individuálních případě předpokládat, že ke každé abecedě lze připojit další nové písmeno. Pokud jde o slova, můžeme soudit o libovolně dlouhých slovech jako o realisovatelných. Tato realisovatelnost je potenciální: její representanti by byli prakticky realisovatelní, kdyby náš život měl dostatečně dlouhé trvání a kdybychom měli dostatečně prostoru a materiálních prostředků pro jejich uskutečnění. Přijmeme tuto abstrakci a budeme v dalším rozumět pod slovem „slovo" abstraktní, potenciálně realisovatelné slovo.

Ordinální typ dobře uspořádané množiny nazveme ordinálním číslem této množiny.

Ordinální číslo konečné množiny (která, je-li uspořádaná, je dobře uspořádaná), je počet jejích prvků.

Počítání s ordinálními čísly ukážeme na sčítání.

Mysleme si dvě dobře uspořádané disjunktní (to jest bez společných prvků) množiny M a N s ordinálními čísly μ a ν. Sestrojme sje nocení $S = M + N$ (zde je znak $M + N$ přiléhavější, než znak $M \cup N$) obou množin a uspořádejme je takto: prvky z M nechť jsou v $M + N$ stejně uspořádány jako v M. Totéž nechť platí pro prvky z N. V $M + N$ pak nechť ,terýkoli prvek z M je před každým prvkem z N. Ordinální číslo δ množiny S označíme $\mu + \nu$. Snadno nahlédneme, že pro konečné (uspořádané) množiny dostáváme obyčejné sčítání přirozených čísel. Je-li na příklad $M = \{1, 2, 3\}$, to jest $\mu = 3$, $N = \{4, 5, 6, 7\}$, to jest $\nu = 4$, je $S = M + N = \{1, 2, 3\} + \{4, 5, 6, 7\} = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$, tedy $\delta = 7 = 3 + 4 = \mu + \nu$. Tuto operaci můžeme však provést i s nekonečnými množinami (tedy „sčítat" nekonečné množiny). Na příklad: Ordinální číslo množiny $N = \{1, 2, 3, \ldots\}$ (která je dobře uspořádaná) se označuje obvykle ω. Množina $M = \{2, 3, 4, \ldots\}$ je s množinou N zřejmě podobná, má tedy totéž ordinální číslo ω. Množina $A = \{1\}$ má ordinální číslo 1. Je nyní $M + A = \{2, 3, 4, \ldots\} + \{1\} = \{2, 3, 4, \ldots, 1\}$, její ordinální číslo je tedy $\omega + 1$. Naproti tomu ordinální číslo množiny $A + M = \{1\} + \{2, 3, 4, \ldots\} = \{1, 2, 3, \ldots\}$ je $1 + \omega = \omega$. Je tedy $1 + \omega \neq \omega + 1$. Nebo, množiny $P = \{1, 3, 5, \ldots\}$, $Q = \{2, 4, 6, \ldots\}$ mají obě ordinální číslo ω. Množina $P + Q = \{1, 3, 5, \ldots\} + \{2, 4, 6, \ldots\} = \{1, 3, 5, \ldots, 2, 4, 6, \ldots\}$ mají ordinální číslo $\omega + \omega$. Vezmeme-li ještě na příklad množinu $U = \{a, b, c\}$ o ordinálním čísle 3, dostaneme podle definice (jak se snadno přesvědčíte) $3 + \omega + \omega = \omega + \omega$, $\omega + 3 + \omega = \omega + \omega$, avšak $\omega + \omega + 3$ již nelze zjednodušit. *Pozn. překl.*

[15]) A. A. Makarov, *Teorie algoritmů*, Práce Stěklovova institutu pro matematiku, X. P. 1954 (rusky), str. 15.

Pokládáme za možné činit o slovech (v tomto smyslu) soudy zcela stejně, jako jsme uvažovali o slovech prakticky realisovatelných. V tom je podstata abstrakce potenciální realisovatelnosti v tomto použití. V jednotlivých případech můžeme mluvit o písmenech slova, o jeho představitelích, o tom, že slovo se nachází v dané abecedě a podobně."

V konstruktivistické matematice se uznává jen to, co lze bezprostředně prakticky, empirickou cestou potenciálně uskutečnit, to jest uskutečnit za nějakých okolností, které závisí na čase, prostoru, materiálních prostředcích aj. (Můžeme realisovat, to jest napsat slovo o 10^{10} písmenech, bylo by však k tomu třeba velmi mnoho času, zvláštního místa pro zápis atd.). Principiálně lze však potenciální realisovatelnost přeměnit v bezprostřední praktickou realisovatelnost. Aktuální nekonečno nelze však ani v tomto smyslu potenciálně realisovat, musí být proto samo, i postupy, jimiž se vytvořuje, z hlediska konstruktivistických matematiků z vědy vyloučeno.

Nemáme v úmyslu vysvětlovat zde vztah mezi metodami klasické a konstruktivistické matematiky. Konstatujeme však, že v konstruktivistické matematice se pozornost soustřeďuje především na diskrétní. Pracovat s diskrétním se nám obvykle zdá jednodušší a přirozenější, poněvadž lidský organismus dostává prostřednictvím smyslů diskrétní informace z vnějšího dsvěta, poněvadž proces myšlení probíhá v každém svém elementárním aktu ve formě diskrétních snímků světa, který nás obklopuje, a poněvadž k dorozumívání dochází rovněž pomocí diskrétních hovorových jednotek.

Zastánci klasické matematiky obracejí pozornost především k spojitému, které si však myslí také jako aktuálně nekonečnou množinu ideláních „momentů", „bodů", to jest jako ohraničený objekt, jemuž lze dát samostatný název.

Konstruktivisté naproti tomu nepokládají za správné operovat s takovými ohraničenými objekty jako s aktuálně danými. Pro ně je limita jen algoritmus (to jest systematický postup, který sestává z nekonečně mnoha kroků a který umožňuje řešit určitou úlohu), který umožňuje získat potenciálně realisovatelné objekty.

Přes to, že je v jistém smyslu přirozené a zjednodušující vyloučit z vědy aktuální nekonečno, přesvědčili jsme se u idealisovaných fysikálních objektů o tom, že všechny („absolutně tuhé těleso", „setrvačnost" atd.) byly vytvořeny limitním přechodem, to jest pomocí abstrakce aktuální realisovatelnosti, tedy právě metodami, které konstruktivisté z vědy vylučují. Není náhodné, že se ve fysice nespokojujeme udáním postupu (algoritmu), jak lze potenciálně realisovatelný objekt vytvořit, nýbrž tvoříme jej aktuálně a dáváme mu vlastní jméno.

Idealisační proces, jak jsme jej v předcházejícím vymezili, je bezpodmínečně spjat s limitním přechodem, s abstrakcí aktuální realisovatelnosti.

Myšlenkové pochody, které souvisí s tak zvanou abstrakcí potenciální realisovatelnosti, nepočítáme k procesu idealisování v námi popsaném smyslu.

Idealisované objekty lze tvořit také pomocí identifikační abstrakce, která v takových případech vystupuje ve zvláštní formě.

Vezměme příklad. Při stlačování kapaliny vznikají určité tlakové síly. Právě stlačování je příčinou vzniku sil, jimiž kapalina působí na tělesa s ní sousedící — tlakových sil. Avšak stlačitelnost kapalin je krajně malá i za velkých tlaků. V důsledku této malé stlačitelnosti kapalin je změna objemu kapaliny při stlačování tak malá, že od ní můžeme abstr. hovat a uvažovat jen tlakové síly, které vznikají při této objemové změně. V tomto smyslu se také zavádí pojem „nestlačitelná kapalina".

Zde se idealisovaný objekt — nestlačitelná kapalina — zavádí indentifikační abstrakcí. Působíme-li na různé kapaliny různými tlaky, pozorujeme, že kapaliny jsou si podobné v tom, že změny jejich objemů jsou zcela zanedbatelné. Abstrahujeme pak od těchto změn objemů a dostaneme pojem „nestlačitelná kapalina". Každá kapalina může zde být representantem nestlačitelné kapaliny. Tato identifikace kapalin vyabstrahováním vlastnosti jim společné, jejich vzájemná ekvivalence pokud jde o representování nestlačitelné kapaliny — to vše jsou charakteristické vlastnosti identifikační abstrakce. Tento případ se však liší od jiných identifikačních abstrakcí. Rozdíl je v tom, že po zjištění identity a po následujícím vyčlenění obecné vlastnosti kapalin — zanedbatelné změny objemu při stlačování — tuto vlastnost z úvah prostě nevylučujeme (to jest neabstrahujeme jen v tom smyslu, jako na příklad abstrahujeme ode všech vlastností kočky, vyzvedáváme-li společnou vlastnost koček, že mají drápy), nýbrž začínáme se na kapaliny dívat, jakoby tuto vlastnost vůbec neměly.

3. Význam idealisace v procesu poznání

Idealisační proces má velký gnoseologický význam. V matematice pracujeme s objekty jako jsou čtverec, rovnostranný trojúhelník, kruh apod. To jsou idealisace, neboť ve skutečnosti tyto objekty v matematické formě neexistují. Ve skutečnosti není dokonalého rovnostranného trojúhelníka, dokonalého čtverce, čáry, jejíž všechny body by byly absolutně stejně vzdáleny od pevného bodu. Avšak právě práce s těmito idealisovanými objekty umožňuje dělat výpočty s libovolnou předem danou přesností. Fysikální pojmy jako „setrvačnost", „absolutně tuhé těleso" apod. umožňují objevit podstatu mechanického pohybu, podstatu pružných těles, když se zákonitosti mechanického pohybu a určitých interakcí vyjádřily ve zcela obecném tvaru.

Aristoteles vyšel svého času z přímo pozorovaných faktů a formuloval tento princip: „Pohybující se těleso se zastaví, jakmile síla, která je žene vpřed, nemůže již náležitě působit."[16]). Z Aristotelova hlediska tedy ukazuje rychlost, že na těleso působí určitá síla. Tato síla je o to větší, oč větší je rychlost pohybu tělesa. Galilei došel díky popsanému idealisačnímu procesu k závěru, který Aristotelovu závěru přímo odporuje: „Není-li těleso ani postrkováno, ani taženo, není-li na ně ani jinak působeno, nepůsobí-li na ně, krátce řečeno, žádné vnější síly, pohybuje se rovnoměrně, to jest stále stejnou rychlostí přímočaře. Rychlost tedy neukazuje, působí-li na těleso vnější síly nebo nikoli."[17])

Síla působící na těleso mění jeho rychlost. Nikoli rychlost sama, nýbrž změna rychlosti ukazuje, že na pohybující se těleso působí síly. Teprve takový přístup k analyse pohybu, který nespočívá na přímém smyslovém vjemu, nýbrž na idealisovaném pokusu, na procesu abstrahování, umožnil Galileimu rozbít dogma, z něhož vyšel Aristoteles, a vytvořit podmínky pro objevení zákonitostí mechanického pohybu — později jeho vlastní a Newtonovo dílo.

V dějinách vědy lze najít velmi mnoho příkladů pro to, že největší objevy byly učiněny pomocí idealisačního procesu, aplikovaného na zkoumané objekty.

Podle Einsteina a Infelda aplikoval J. C. Maxwell — oproti pokusům Oerstedovým a Rowlandovým z jedné, a Faradayovým z druhé strany — idealisační proces, idealisovaný pokus. To mu umožnilo sestavit rovnice elektromagnetického pole[18]). Mysleme si uzavřený drátěný závit (proudový okruh) v magnetickém poli. Bude-li magnetické pole neměnné, nevznikne v závitu proud. Jakmile se začne počet magnetických siločar, procházejících plochou závitu, měnit, na příklad tím, že se závit uvede do pohybu, vznikne v závitu proud. Z toho vyvodil Faraday závěr: „Měnící se magnetické pole je provázeno polem elektrickým." Maxwell si představil, že se závit stále zmenšuje, až se nekonec stáhne na velmi malý okruh, obepínající jistý bod v prostoru — „bodový závit". V tomto limitním případě samozřejmě abstrahujeme od tvaru a délky závitu. Tím vzniká možnost formulovat zákony, které vážou změny magnetického a elektrického pole v libovolném bodě — aplikujeme-li tuto idealisaci na Oerstedovy a Rowlandovy pokusy.[19])

A. Einstein a L. Infeld píší: „K Maxwellovým rovnicím vedou tedy dva podstatné kroky. První krok: v Oerstedově pokusu se kruhová čára magnetického pole, obtáčející měnící se pole elektrické, zúžila na bod; (podtrženo *D. P. G.*); v pokusu Faradayově se stáhla v bod (podtrženo *D. P. G.*) kruhová čára elektrického pole, obtáčející měnící se pole magnetické. Druhý krok záleží v pojetí pole jako něčeho reálného; je-li elektromagnetické pole vzbuzeno, pak existuje, působí a mění se podle Maxwellových zákonů."[20])

V exaktních vědách, kde se zákonitosti vyjadřují nejen kvalitativně, ale také kvantitativně (matematicky), jsou souvislosti mezi předměty námi nejen vyabstrahovávány, ale také idealisovány. Proto můžeme ve vědě a v technice zhotovovat modely, schémata různých dějů, vztahů, struktur, můžeme stavět stroje a strojová zařízení. Modelujeme je a to na vzájemných vztazích mezi body, přímkami, křivkami, obrazci atd. Algoritmy, početní operace ap., které se v matematice formulují vzhledem k idealisovaným objektům, se úspěšně aplikují na předměty materiálního světa a na jejich vzájemné souvislosti, které jsou v našem myšlení zobrazovány v idealisované formě jako abstrakce (pokládáme v těchto procesech přibližně vždy za přesné, za idealisované). Na vysokém stupni abstrak-

[16]) A. Einstein und L. Infeld, *Die Evolution der Physik*, str. 17. V českém překladu, který vyšel v r. 1958 (Orbis Praha, Malá moderní encyklopedie) pod názvem *Fysika jako dobrodružství poznání*, je na straně 9 formulace: „Těleso, které se pohybuje, dostane se do stavu klidu, jestliže síla, která je pohání, nepůsobí již tak, že je pohání." *Pozn. překl.*

[17]) Tamtéž str. 19. V českém překladu str. 10. *Pozn. překl.*

[18]) Viz o tom také zajímavé stati M. Born, *Pokus a teorie ve fysice*, S. Suvorov, *O úloze pokusu a teorie v poznání*, v tomto časopise, V (1960), č. 4. *Pozn. překl.*

[19]) Viz také Einstein-Infeld, *Fysika jako dobrodružství poznání*, Orbis Praha, 1958, (Malá moderní encyklopedia), str. 96 a další. *Pozn. překl.*

[20]) Tamtéž str. 102. *Pozn. překl.* V originále citováno podle A. Einstein und L. Infeld, *Die Evolution der Physik*, str. 175.

ce, idealisováním můžeme řešit úlohy a zjišťovat souvislosti, které přímým pozorováním řešitelné a zjistitelné nejsou. Lenin psal: „Myšlení, stoupajíc od konkrétního k abstraktnímu, se nevzdaluje — je-li správné... od pravdy, nýbrž se k ní přibližuje."[21])

Řešíme-li proto nějakou úlohu, vyabstrahováváme vždy podstatné vlastnosti a vztahy mezi různými částmi zkoumaného objektu a tvoříme jistý jeho idealisovaný model.

Psychologie potvrzuje, že řešit úlohu s abstraktím, idealisovaným obsahem je pro člověka méně namáhavé, než řešit experimentálně úlohu s konkrétním obsahem. Experimentální výzkumy, konané před nedávnem v Ústavu pro psychologii Akademie pedagogických věd RSFSR pod vedením prof. Menčinského, ukazují, že žák řeší úspěšněji úlohy se zcela abstraktím, idealisovaným obsahem — úlohy s trojúhelníky, čtverci, pákami atd. — než úlohy s konkrétním obsahem — s pozemky, domy, bagry atd. To se vysvětluje okolností, že žák může matematické formule nebo jiná schémata, která zná, na abstraktní obsah ihned aplikovat, je proto úspěšnější tam, kde se mu předloží již idealisovaná situace. V úlohách s konkrétním obsahem se po žákovi požaduje kromě toho samostatně abstrahovat, odlišit podstatné od nepodstatného a vytvořit idealisované schéma. Zkušenost ukazuje, že to je velmi obtížná věc, která ovšem souvisí s jistými matematickými návyky, jež zase závisí na stupni, v jakém došlo k zvládnutí probraného materiálu. Řešení úlohy s konkrétním obsahem souvisí také s rozvojem schopností žáka, s tím, jak je připraven pro abstrahující činnost, což je nutným předpokladem pro aplikaci dříve osvojených formulí a algoritmů.

Zkráceně přeložil dr. Josef Veselka

PROBLÉM REALITY V KVANTOVÉ FYSICE[1])

M. Je. Omeljanovskij

Vymezení problému

Problém reality se dostal v kvantové fysice do popředí. Filosofické požadavky fysiky se ukázaly silnějšími než moderní positivismus, který tento problém prohlásil za problém nemající smyslu. Není náhodné, že pojmu reality věnovali fysikové jako Einstein, Bohr, Heisenberg, de Broglie a Born ve svých posledních pracích tolik pozornosti.

Fysika nikdy ve svém vývoji nepřehlížela a nemohla přehlížet otázku reality, neboť musela řešit tyto dva problémy:

a) Mají fysikální pojmy jako látka, pole, energie, síla, elektron objektivní charakter, to jest mohou mít obsah nezávislý na subjektu, nebo to jsou jen jakési logické konstrukce, vytvořené pro to, aby bylo možno pozorované uspořádat?

b) Existuje-li něco objektivně reálného, jak lze k němu přijít od pozorovaného nebo smyslově vnímaného? Jak lze na příklad od pozorovaného údaje na rtuťovém teploměru přejít k výroku o teplotě, nebo ze stopy, kterou vidíme ve Wilsonově komoře, přejít k tvrzení, že máme co činit s elektronem?

Moderní fysika se těmito problémy znovu zabývá. Nikoli — necháme-li stranou sociální příčiny — proto, že by je klasická fysika neřešila, nebo že by je řešila chybně. Je známo, a v tom jsou si zajedno zastánci různých filosofických směrů, že klasická fysika tyto problémy rozřešila materialisticky. A toto materialistické řešení je správné řešení, neboť odpovídá lidské praxi a podstatě vědy.

Nová fysika, která se zrodila z velké vědecké revoluce 20. století, přinesla problémy, jež ve staré fysice přirozeně vyvstat nemohly. Moderní fysika se zabývá atomy a atomovými jádry, elementárními částicemi, vlnovou a korpuskulární stránkou látky, relativistickými rychlostmi, spojenými s přeměnami elementárních částic atd., zkrátka vlastnostmi a zákony, které zdánlivě nejsou slučitelné s obvyklými makroskopickými experi-

[21]) V. I. Lenin, *Filosofické sešity*, SNPL Praha, 1953, str. 140. *Pozn. překl.* V originále citováno podle W. I. Lenin, *Aus dem philosophischen Nachlass*, str. 89.

[1]) M. E. Omeljanowski, *Das Realitätsproblem in der Quantenphysik*, Deutsche Zeitschrift für Philosophie, roč. 8 (1960), č. 3.