

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

D.I. Blochincev

O vztahu základního a aplikovaného výzkumu

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 27 (1982), No. 1, 1--9

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/139588>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1982

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

O vztahu základního a aplikovaného výzkumu*)

Dimitrij Ivanovič Blochincev

Profesor Dimitrij Ivanovič Blochincev, člen-korespondent AV SSSR, který zemřel v roce 1979 ve věku 71 let, patřil k nejvýznamnějším sovětským a světovým odborníkům v jaderné fyzice a také v otázkách metodologie a filozofie vědy.

Swou vědeckou dráhu zahájil ve třicátých letech. Jeho hlavní výsledky z té doby se týkají jaderné fyziky, podstatně však přispěl také k rozvoji dalších fyzikálních oborů jako nelineární optiky, akustiky apod. V roce 1951 byl pověřen úkolem vést výstavbu první jaderné elektrárny na světě; ta byla uvedena do provozu v roce 1954 v Obninsku u Moskvy. V té době značně obohatil teorii řetězových štěpných reakcí, je např. autorem myšlenky pulsního reaktoru. Po založení Spojeného ústav jaderných výzkumů v roce 1956 se stal jeho prvním ředitelem, od r. 1965 byl ředitelem Laboratoře teoretické fyziky SÚJV.

D. I. Blochincev byl přesvědčeným komunistou, delegátem sjezdů KSSS a členem řady stranických orgánů. Byl nositelem vysokých sovětských vyznamenání. Jeho vědecké činnosti se dostalo vysokých ocenění i v zahraničí: od vědeckých společností, univerzit, a také od OSN a UNESCO. Byl také nositelem čestných titulů a vyznamenání Univerzity Karlovy, ČVUT a ČSAV.

Přinášíme jedno ze zamyšlení D. I. Blochinceva, v němž se nedlouho před svou smrtí obrátil k problémům vztahu mezi základním a aplikovaným výzkumem.

1. Úvod

V posledním čtvrtstoletí se nevidaně zvětšila role vědy v duchovním i materiálním životě lidstva. Vědecká činnost se stala podstatným a závažným odvětvím národního hospodářství. Proto se do krajnosti vyhrtily problémy ekonomičnosti a plánování vědy a staly se záležitostmi státního výzkumu.

*) Překlad článku D. I. BLOCHINCEVA *O sootnošeniji fundamentalnych i prikladnyh issledovanij* otištěného v preprintu P2-7553 Spojeného ústavu jaderných výzkumů v Dubně v roce 1973. Přeložil PAVEL EXNER. Překlad otiskujeme se svolením ředitelství SÚJV.

V této souvislosti se znovu vzhledem k současné situaci diskutují i otázky vztahů mezi základním a aplikovaným výzkumem. Cílem tohoto referátu je poskytnout teoretické předpoklady, definovat nezbytné pojmy a připomenout jejich obsah. Konkrétními doporučeními pro náš ústav se budeme zabývat jinde.

2. Definice

Začnu definicemi, které jako ostatně každá definice nemohou být vyčerpávající, ale hodí se jako východisko.

Základní vědecký výzkum soustřeďuje svou snahu na vyjasnění základních zákonů, základních principů přírody. Užitá věda si klade za úkol řešit určité technické problémy, zpravidla bezprostředně souvisící s materiálními zájmy společnosti. Při řešení úkolů tohoto druhu se užitá věda obvykle opírá o zákonitosti stanovené v základním vědeckém výzkumu.

Základní vědecký výzkum je často nazýván „čistou vědou“ (připomeňme názvy vědeckých svazů: IUPAP – Mezinárodní svaz čisté a aplikované fyziky, IUPAC – Mezinárodní svaz čisté a aplikované chemie apod.). Tento termín je poněkud vyumělkovaný – má se na mysli: zbavená přizemních pohnutek, praktikismu, merkantalismu – ve značné míře to souvisí se zvláštnostmi postavení vědce v kapitalistické společnosti. Přes všechnu svou nevhodnost daný termín zdůrazňuje, že tu jde jenom a „jenom“ o poznání přírody.

3. Základní vědecký výzkum a lidská povaha

Podle mého názoru zaměření zájmů základního vědeckého výzkumu vyplývá z nejdůležitější zvláštnosti člověka jako biologické bytosti: z jeho *zvědavosti*. My lidé jsme biologicky naprogramováni tak, že *dychtíme po poznání*. Nejpřesnějším názvem pro nás může být ani ne tak homo faber (člověk zručný), a dokonce ani ne homo sapiens (člověk rozumný), ale homo cupidus sciendi (člověk toužící po vědění).

Dychtění po poznání přírody leží v hlubinách lidského rozumu a tvoří prvotní podstatu člověka. A lidská činnost založená na zvědavosti tvoří základ veškerého pokroku lidstva, duchovního i materiálního. Objevy ohně, plachty nebo kola byly výsledkem velikých inspirací, kterých se dostalo rozumu prehistorických géníů. Právě tyto velké objevy předhistorických a starověkých lidí byly těmi kroky, jimiž se lidský druh odtrhl od zvířecího světa.

Druhá charakteristická zvláštnost lidského rodu spočívá ve schopnosti šířit znalosti ve vlastní společnosti řetězovým způsobem a předávat nahromaděné vědomosti následující generaci ve vzrůstajícím množství. (Existuje ještě třetí charakteristická vlastnost člověka odlišující jej od jiných živých tvorů, ale probírání toho by mne odvedlo příliš daleko za hranice tématu referátu.) Označíme-li $C(N)$ množství znalostí N -té generace a $C(N + 1)$ znalosti generace následující, pak v lidské společnosti koeficient zmnožení znalostí

$$a = C(N + 1)/C(N)$$

je větší nebo roven jedné. Tento rys rozvoje znalostí se mimořádně jasně projevuje v naší době. Naproti tomu ve zvířecím světě koeficient a je buď přesně roven jedné, jak je tomu v nejorganizovanějších společenstvích (některé druhy hmyzu, např. mravenci nebo včely), nebo kolísá s nevelkou amplitudou kolem jedné.

4. O historii

O prehistorických lidech víme příliš málo; pravděpodobně by bylo obtížné dělit v tomto stadiu vědu na aplikovanou a základní. Ale toto rozdělení je už naproto zřejmé v otrokářském Řecku. Archimédes psal: „Je nízké vše, co má praktický význam“. Avšak aristokratická věda starého Řecka vytvořila mistrovská díla lidského rozumu, mezi nimi geometrii. •

A. Einstein ve svém článku o J. Keplerovi vyjádřil svůj posvátný údiv nad silou lidského myšlení, jež je schopno anticipovat objekty, které, jak se vyjasnilo po mnoha staletích, leží v základech nejhlubších přírodních zákonů. Tím je míněn objev kuželoseček, elips, hyperbol a parabol, učiněný Řeky.

Tyto objevy nepochybně patří do čisté vědy a jsou překrásnými plody zvědavosti a volného času. Možnost udělat si volno je nejdůležitějším předpokladem základního vědeckého výzkumu. O této nutnosti mluví takový význačný myslitel, jakým je Rabindranát Thákur: „Všechny nejlepší plody civilizace vzešly z volných chvil ducha“. O tom jsem mnohokrát slyšel od jednoho ze svých učitelů, znamenitého fyzika S. I. Vavilova.

Proslulá legenda o padajícím jablku, které údajně přivedlo Newtona na myšlenku o gravitačním zákonu, je ve své podstatě ilustrací role volného času. Kvůli zdánlivé epidemii moru přepadnuvší Cambridge Newton odejel do zapadlé vesnice Woolsthorp, a to mu dalo možnost vytrhnout se z každodenních povinností. A v této vesničce objevil zákon všeobecné gravitace.

Vypráví se o E. Rutherfordovi, že propustil jednoho ze svých spolupracovníků bezvýhodně kutícího v laboratoři od rána do noci. Rutherford se ho zeptal: „A kdy vlastně přemýšlíte?“

Volný čas je nezbytný pro úspěšnou tvůrčí práci vědce. Jedno z nebezpečí hrozících vědeckému pracovníku ve velkém ústavu je v tom, že přichází o volný čas. Vraťme se ale k historii.

4a. Středověk

Ve středověku byla čistá věda potlačena a proměnila se ve scholastiku, ve službu teologie podle vyjádření K. Marxe. Nutnost řídit se církevními dogmaty a strach před inkvizicí o mnoho staletí pozdržely pokrok v Evropě. Tehdy se na univerzitách diskutovaly otázky tohoto typu: „Z jaké látky, hmotné či nehmotné, byl oděv anděla, který zvěstoval Panně Marii?“ (viz M. M. Fillipov: *Studie o minulosti. Leonardo da Vinci*,

vyd. AV SSSR, 1963). Taková byla „čistá“ věda té doby. Ale ve středověku pokračoval, byť i pomalu, rozvoj vědy aplikované: chemie (alchymie), techniky a lékařství. Tak zbohatla Bologna díky svým tkalcovským stavům a Benátky z výroby skla a zrcadel.

4b. Epocha renesance a 17.—18. století

Tento pokrok užití vědy podle všeho vytvořil předpoklady duchovní exploze v době renesance, v době rozkvětu umění i vědy. Velký Leonardo da Vinci vyrostl v této atmosféře a jeho zájem se nesoustřeďoval pouze na čistou vědu, ale i na užitou. Byl nejenom malířem, filozofem, geometrem, odborníkem v mechanice, ale také inženýrem.

Později Galilei položil pevný základ současné vědy, když se rozhodl budovat na pozorování a experimentech. Jeho obsáhlé výzkumy v mechanice a astronomii mají zcela základní charakter. Dalekohledy zhotovoval z nutnosti, pro kněze — to byla aplikovaná věda. Jeho skutečně velké objevy spolu s objevy I. Newtona našly uplatnění mnohem později: během 17.—18. století se rozvinula klasická mechanika, bez jejíž znalosti by současná lidská společnost nemohla existovat.

Tento příklad ukazuje, jak velký časový interval může dělit objevy učiněné v základním výzkumu od úspěchů aplikované vědy, které jsou na nich založeny.

4c. Novověk

Přejdu nyní k příkladu, který je nám bližší: k Faradayovu objevu elektromagnetické indukce (1860). M. Faraday se nezajímal o praktické důsledky svých velkých objevů. Vedla jej čistá zvědavost. Vypráví se, že jeden vysoký hodnostář, který navštívil Faradayovu laboratoř a viděl cívky, baterie, magnetické střelky a jiné přístroje, se zeptal: „Jaký význam mají tyhle hračky?“. Faraday mu odpověděl: „Jejich osud lze předpovědět podobně těžko jako osud novorozence“. Jak nyní víme, tento novorozenec vyrostl v současnou elektrotechniku a radiotechniku.

Domnívám se, že zájmy A. S. Popova, který první uskutečnil rádiové spojení, je možno zařadit do oblasti užití vědy. Typickým představitelem aplikované vědy s výraznými prvky amerického byznysu byl T. A. Edison — vynálezce současné žárovky, fonografu apod.

5. Naše doba

Prozkoumáme nyní vztahy základního a aplikovaného výzkumu v naší době, ve 20. století. První, čeho je třeba si všimnout, je zkrácení lhůty, která odděluje výdobytky základního výzkumu od jejich praktických aplikací. 20. století se vyznačuje objevy tří nových světů: světa atomu, světa atomových jader a světa elementárních částic (omezují se zde na fyziku; ve skutečnosti je nutné k tomu dodat ještě svět molekulární biologie a svět galaxií). V důsledku experimentálního zkoumání atomových spekter byla vytvořena kvantová mechanika, která dovršila teorii atomů.

Pojem „atom“ se stal nyní vlastnictvím všeho lidstva a bez něho není myslitelná ani současná polovodičová technika, ani laserová technika. Objevy atomu a kvantových zákonů atomové mechaniky vyvolaly objev jak laseru, tak i polovodičů. To vše trvalo asi čtyřicet let.

Existence atomového jádra byla potvrzena na počátku dvacátých let; v roce 1939 byla objevena reakce štěpení jádra uranu, a v roce 1942 byla uskutečněna řetězová reakce v prvním atomovém reaktoru. V tomto případě lhůta činila dvacet let.

Tyto objevy základního výzkumu dělí pouze tři roky od výbuchu první atomové bomby a dvanáct let od spuštění první jaderné elektrárny. V poválečné době v padesátých letech začalo zkoumání nového světa – světa elementárních částic. Nepovažuji za nutné mluvit zde podrobně o tom gigantickém úsilí, které bylo vynaloženo a vynakládá se nyní v této oblasti vědy.

Jestliže v prvních poválečných letech jsme měli co dělat pouze s několika elementárními částicemi, nyní jde jejich počet do stovek, třebaže v převážné většině nestabilních. Právě tato nestabilita napovídá existenci složité struktury těchto nejjednodušších přírodních objektů. Zvláště bych chtěl zdůraznit objev antihmoty – objev, na nějž si fyzici už tak zvykli, že podle mne nedoceňují všechny důsledky tohoto úžasného faktu (pozitrony byly objeveny v roce 1932, antiproton v roce 1956 v Berkeley; v posledních letech v Serpuchově byly objeveny antitritium a antihélium).

Během 15–20 let byl stanoven značný počet zákonitostí, které řídí interakce, kreaci a anihilaci částic a jejich strukturu. Byla vytvořena uspokojivá systematika částic. Ale teorii, která by sjednotila všechny tyto zákonitosti, se vytvořit ještě nepodařilo. Potřebujeme novou koncepci, která by sehrála v teorii elementárních částic takovou roli jako kvantová mechanika v teorii atomů a molekul.

Praktický význam fyziky elementárních částic je zatím z větší části nepřímý. U této stránky problému se pozdržím později.

6. O předpovědích v oblasti základního výzkumu

Chtěl bych nyní ilustrovat na příkladech z historie a našich současných zkušeností, jak velké potíže jsou spojeny s předpověďmi praktických důsledků rozvoje té či oné oblasti základního výzkumu.

Již jsem se zde zmínil, že ve Faradayově době se jeho práce zdála mít čistě akademický význam. A nebyl to Faraday, ale lidé jiného založení a v jiné době, kteří využili jeho objevů k technickým účelům. V sedmdesátých letech minulého století S. Gramm a W. Siemens sestrojili dynamo a P. N. Jabločkin (1876) a T. Edison (1879) žárovku. Podobně vypadala situace v radiotechnice, v níž podstatný krok učinil A. S. Popov (1895) na základě výzkumů J. C. Maxwella (1873) a H. Hertze (1888).

Obraťme se nyní k současnějším příkladům. Začátkem třicátých let se mnozí v naší zemi domnívali, že zabývat se jadernou fyzikou má jen akademický význam. Je zřejmé, že v prvé pětiletce, kdy naše země teprve sbírala síly, praktické otázky musely mít přednost před řešením problémů vzdálenějších okamžitému zájmu.

Ale již v této době se teoretická fyzika nemálo rozvíjela. Teorie pevných látek, teorie kovů a polovodičů, teorie optických jevů, teorie rádiových vln a další se rozvíjely velice úspěšně. Předpovědi týkající se praktického významu jaderné fyziky byly ty nejnepríznivější. Tato skepse měla vážné důvody, neboť mezi tehdy studovanými jadernými reakcemi nebyly takové, v nichž by se uvolňovala energie: všechny byly endotermické. Z tohoto důvodu své pochyby vyjádřili vědci mající nejvyšší autoritu: E. Rutherford, N. Bohr a také někteří naši vědci zastávali tyto názory. Ani Chadwickův objev neutronu v roce 1932 nezměnil nic na těchto skeptických předpovědích.

Názorový převrat se projevil prakticky okamžitě, když bylo objeveno štěpení uranu doprovázené výletem energetických úlomků a několika neutronů. To se stalo v roce 1939. V této době se možnost řetězové štěpné reakce zdála už velice pravděpodobná. Další historii si všichni dobře pamatují.

V naší zemi bylo rychlé řešení problémů využití atomové energie možné, protože výzkum v jaderné fyzice se přece jen vedl nehledě na to, že jeho význam pro národní hospodářství se považoval za nulový. Když jsme se s novými problémy setkali, měli jsme už kádry znamenitých badatelů v jaderné fyzice (mezi nimi I. V. Kurčatova, A. I. Lejpuského, A. F. Valtera, A. I. Alichanova, G. N. Flerova a další).

Jiný příklad vyplývá z historie kvantové fyziky. Na samotném počátku našeho století A. Einstein dokázal, že vyzářování atomů se zesiluje, jsou-li vystaveny vlivu světla téhož kmítočtu. Tento dobře známý jev byl nazván „indukovanou emisí“. Žádné možnosti technického využití tohoto kvantového jevu ovšem v té době nepřišly nikomu na mysl. Teprve v poválečné době N. G. Basov, A. M. Prochorov a C. Townes dokázali najít způsob praktického využití tohoto jevu v nyní již proslulých laserech (1955).

Nemožnost předpovídat výsledky základního výzkumu je také vidět na práci gigantických urychlovačů v naší době. Tak například urychlovač v Berkeley (6 GeV) se stavěl se záměrem objevit antiproton. Ve skutečnosti byl objeven nejen antiproton, ale i „podivné částice“ (lambda-částice, K-mezony). Urychlovač elektronů ve Stanfordu (SLAC) měl sloužit ke stanovení mezí použitelnosti elektrodynamiky. V oboru možností tohoto urychlovače ovšem žádné takové meze nalezeny nebyly. Zato byly objeveny tzv. „hluboce nepružné procesy“ dovolující nahlédnout do vnitřní struktury protonu.

Bylo by možné uvést příklady i z jiných vědních oborů. Zvláště výraznou ilustrací je molekulární genetika, která vzešla ze studia mutací v potomstvu mušek drosofil. Tyto práce si nekladly praktické cíle, proto byly dokonce vystaveny posměchu jako nicotnosti. Nyní víme, že pootevřely dveře do nového světa, světa molekulární genetiky. A před člověkem se objevila možno. t řídit dědičnost zcela novými způsoby a metodami.

Doufám, že tyto příklady stačí, aby bylo jasné, jak je těžké učinit rozumnou předpověď, a myslím si, že tyto obtíže jsou principiálního charakteru. V tomto případě se lidé dobývají do dveří, které se ještě nepodařilo otevřít, snaží se předpovědět budoucnost na základě tajemství, o nichž ještě nemáme tušení. Na druhé straně tyto příklady ukazují, že objevy v oblasti základního fyzikálního výzkumu dříve nebo později poskytlý základ pro radikální pokrok v aplikovaném výzkumu.

Právě jasné pochopení této okolnosti bylo základem toho, že se v naší zemi dokonce i v nejtěžších dobách jejího života podporoval základní výzkum. Příkladem toho je založení Laboratoře jaderných problémů, nyní části našeho ústavu, v časných pová-

lečných letech, kdy se země ještě nezotavila ze škod, které jí byly způsobeny, a kdy řešení praktických problémů atomové energie nebylo ještě dokončeno.

Z toho, co zde bylo řečeno, je vidět, že konečné výsledky investic do základního výzkumu jsou nepředvídatelné. Proto musí být plánování základního výzkumu nezbytně založeno na intuici těch vědeckých pracovníků, kterým je opodstatněno důvěřovat. Odtud také plyne, že plánování nových ústavů a laboratoří tohoto typu musí začínat výběrem takové skupiny lidí, na jejichž talent se lze spoléhat. Dostane-li takováto skupina k dispozici zařízení svými možnostmi překonávající to, které existuje – pak je úspěch zaručen.

Co se týče aplikovaného výzkumu, tam požadavky nemusí být tak vysoké, alespoň v těch případech, kdy je úloha jasně zformulována. Skupina kompetentních lidí, kteří rozumějí své věci, se může úspěšně vypořádat se stanoveným úkolem. Jsem dalek toho znevažovat význam užité vědy a tím spíše přednosti lidí, kteří se jí zabývají. Dobře víme, co je to inženýrský talent, bez něž by nebyla myslitelná výstavba urychlovačů ani atomových elektráren ani termojaderných zařízení. A také chápu a oceňuji radost, kterou inženýrům skýtá uskutečňování jejich projektů.

Aby mi bylo naprosto správně rozuměno, snažím se zdůraznit značnou míru *nepředvídatelnosti* výsledků základního výzkumu a srovnatelně velkou míru *předvídatelnosti* výsledků výzkumu aplikovaného.

7. Důsledky pro plánování

Z toho, co bylo řečeno o původu základního výzkumu, jakož i činnosti takového výzkumu vyplývá, že prostředky vkládané do základního výzkumu lze poměřovat jenom tím, jsou-li k dispozici lidé, jimž je možno svěřit riziko podobného výzkumu, a ekonomickými možnostmi společnosti.

Pro aplikovaný výzkum je lehčí vybírat kádry, a prostředků je zjevně nutno investovat tolik, kolik si žádají potřeby řešení životně důležitých vědeckotechnických úkolů. Pouze aplikovaný výzkum poskytuje bezprostředně člověku nové zbraně k jeho zápasu s přírodními silami. Ostatně na vyšší úrovni rozvoje osobnosti pochopení toho, že vztah k přírodě může být založen na důvěře a lásce k ní překonává čistě dobytelské tendence (ruský lid dávno užívá výrazu „matka příroda“ – ne však macecha).

Při plánování vědy v soudobé společnosti je nutno brát v úvahu základní tendence jejího rozvoje. Z nich je zřejmé, že aktivita lidí se bude přesouvat ze sféry výroby věcí do sféry vytváření myšlenek. Podíl

aktivita ve vytváření myšlenek

—————
aktivita ve výrobě věcí

bude růst. To znamená, že vědecká a vynálezcká činnost bude nabývat stále většího a většího významu v porovnání s prací v dílnách a na polích, kde automatizace bude vytlačovat jednoduchou práci. Těžiště lidské aktivity se bude přesouvat do ústavů, laboratoří a konstrukčních kanceláří. Tato obecná tendence podporuje prioritu nároků vědy (včetně fyziky) a její právo na zabezpečenou existenci.

8. Užitá věda v ústavu základního výzkumu

Přecházím nyní k poslední otázce: o roli aplikovaného výzkumu v ústavu, jehož činnost je soustředěna do oblasti výzkumu základního.

Myslím, že v každém takovém ústavu čas od času vznikají myšlenky a metody, které mají význam pro aplikace, pro národní hospodářství. Pominout možnosti využití těchto výsledků pro řešení praktických problémů, tím spíše, jsou-li aktuální, by bylo podle mého názoru neomluvitelné. Na druhé straně je stejně nesprávné odvádět pozornost ústavu od řešení jeho základních úkolů.

Je nutno brát v úvahu možnosti vědeckého řízení ústavu, které jsou omezené – jako vše lidské. Lidé obvykle nemohou soustředěně řídit základní výzkum a současně organizovat výrobu. Přitom nejspíš něco utrpí. Nejsprávnějším postupem je proto předat projekt, metodu nebo prototyp přístroje vypracovaný v ústavu specializovaným konstrukčním kancelářím a závodům. V praxi se bohužel toto „zavádění do praxe“ často ukazuje jako velmi obtížné.

Příčinou obvykle bývá přetíženost konstrukčních kancelářů, průmyslových výzkumných ústavů a závodů a následkem toho nedisponují ani materiálními možnostmi ani zainteresovanými kádry schopnými chopit se nové myšlenky a dovést ji až k praktickému inženýrskému výsledku. Mluvím-li o zainteresovanosti, nemám na mysli čistě hmotnou zainteresovanost, prémie apod. Pobídky tohoto druhu za často přitahují ani ne tak lidi talentované jako spíš podnikavce.

P. L. Kapica, jeden z těch vyjimečných lidí, kteří v sobě spojují talent vědce s talentem inženýra, vypráví, jak nečekaně ohromnou práci a mnoho starostí musel podstoupit, aby rozběhl výrobu turbokompresorů na zkapaňování kyslíku vyvinutých v jeho ústavu (P. L. Kapica: *Teorie a praxe experimentu*, nakl. „Znanije“, Moskva 1966). Tento příklad ukazuje, že dovedení vědeckotechnické myšlenky k její úplné realizaci může vyžadovat od ústavu zabývajícího se základním výzkumem takovou námahu, jaká jej zjevně odvádí od řešení jeho hlavních úkolů. Myslím, že takováto situace by měla být spíše výjimkou než pravidlem.

V závěrečné části svého referátu bych chtěl připomenout ty praktické „výstupy“, za které vděčíme fyzice elementárních částic (nebudu zde připomínat jadernou fyziku, jejíž praktický význam je všeobecně znám). Stavba urychlovačů pozvedla na vyšší úroveň jak elektrotechniku, tak i vakuovou techniku a radiotechniku. Byla vyřešena řada problémů týkajících se řízení svazků nabitých částic; metody vypracované pro tento účel mohou mít nejrozmanitější použití.

Nutnost zpracování snímků z komor vedla k rozpracování nových metod automatizace, jejichž význam rovněž přesahuje meze fyziky vysokých energií. V důsledku potřeby velkých bublinových komor byl učiněn podstatný pokrok v kryogenní technice, byly vyvinuty vysoce výkonné zkapaňovače hélia, byly zavedeny nové metody manipulace s velkými množstvími tekutého plynu, zvláště tekutého vodíku. Mionových a pionových svazků se užívá v lékařství s povzbudivými výsledky.

V poslední době potřeba zmenšení rozměrů magnetů a energetických ztrát v urychlovačích indukovala práce v oblasti supravodivosti. Vytvoření supravodičů stálých při

vysokých teplotách a v proměnných polích může způsobit fundamentální pokrok v elektrotechnice.

O pracích, které se vedou v našem ústavu a mají přímý praktický význam, bude řeč jinde. Na konci svého referátu bych se chtěl ještě jednou vrátit na začátek a znovu zdůraznit, že stanovit přesnou hranici mezi základním a aplikovaným výzkumem není možné (např. objev laserů přes jejich ohromný praktický význam lze chápat také jako úspěch základního výzkumu).

Rozdíl mezi nimi ovšem existuje, jako existují i rozdíly v zaměření talentu lidí pracujících v první či druhé oblasti výzkumu. Z tohoto důvodu musí být vědecké kolektivy kvalitativně různé, ale mírný podíl základního výzkumu v prakticky zaměřeném ústavu, jakož i mírný podíl aplikací v ústavu zabývajícím se základním výzkumem, může být velice užitečný.

Vše záleží na správných proporcích.

Netradiční integrální geometrie

Lawrence Zalcman

1. Úvod. Netradiční integrální geometrií v nadpisu míníme to, čemu se občas říká stereologie nebo stereometrie. Je to zkoumání vlastností geometrických útvarů na základě informací o jejich průnicích s plochami nižší dimenze a o hodnotách integrálů přes tyto plochy. Aktivita v této oblasti a zájem o ni je značný, zejména se zřetelem na aplikace. Ty sahají doslova od nebes nad námi až po zemi a vody pod ní: od radioastronomie přes geofyziku [19] až k hledání nafty a (jiných) ukrytých pokladů. Existují dokonce souvislosti s navrhováním součástí jaderných reaktorů.

Snad nejzajímavější aplikace se týká neurochirurgie nebo — přesněji řečeno — radiologie (rentgenová tomografie). Jde zde o určení velikosti, rozsahu a umístění mozkových nádorů pomocí rentgenových paprsků vyslaných z konečně mnoha různých směrů. (Ukazuje se, že — teoreticky řečeno — takové údaje *nikdy* nestačí k získání požadovaných informací; na druhé straně se tyto metody v praxi docela osvědčují.) Teoretické i praktické aspekty tohoto postupu jsou popsány v zajímavých přehledných článcích Smithe, Solomona a Wagnera [27] a Sheppa a Kruskala [24].

LAWRENCE ZALCMAN: *Offbeat Integral Geometry*. The American Mathematical Monthly, Volume 87, Number 3, March 1980.

© The Mathematical Association of America 1980.