

# Oleg Alexandrovič Lavrentěv

**IPP**



Akademie věd  
České republiky

**věda 56**

kolem  
nás  
osobnosti

# Historie ústavu fyziky plazmatu AV ČR, v. v. i.

- 1. 1. 1959** Založení Ústavu vakuové elektroniky Československé akademie věd; ředitel Ing. Jan Váňa
- 1960** Vývoj lékařského betatronu ve spolupráci s Chiranou (Karel Rytina, Lubomír Pikulík...)
- 1963** Přejmenování na Ústav fyziky plazmatu ČSAV
- 1963** Experimentální zařízení Elman 1 – plazma a elektronový svazek (Miloš Seidl...)
- 1964** Kvazilineární transformace vln v plazmatu – teoretický objev (Karel Jungwirth, Moskva)
- 1966** Mezinárodní konference o betatronu, Praha
- 1967** 1. celostátní seminář o vlnových procesech v plazmatu (od roku 1971 Československý seminář o fyzice a technice plazmatu)
- 1967** International Symposium on Beam-Plasma Interaction v Praze – úspěch pražské svazkové školy (Miloš Seidl, Pavel Šunka)
- 1968** Transformace Bernsteinových vln – často citováno (Vladimír Kopecký, Josef Preinhaelter)
- 1968** Emigrace významných pracovníků ústavu (Miloš Seidl, Jiří Teichman, Ladislav Šípek, Jan Václavík, Jiří Jančařík, Charley Buxbaum...)
- 1972** Zachycení elektronů svazku do vln vybuzených tímto svazkem – předpověď (Karel Jungwirth), důkaz na zařízení ELMAN II (Pavel Šunka, Jiří Ullschmied, Vojtěch Píffl)
- 1973** Silové působení vln na plazma – mimořádně významná teorie (Richard Klíma, Václav Petržílka)
- 1975** Virtuální katoda výkonového elektronového svazku – předpověď (Karel Jungwirth), důkaz na zařízení REBEX (Pavel Šunka...)
- 1976** Experimentální toroidální zařízení INTERMEZZO – potvrzení Klímovy a Petržílkovy teorie (Jindřich Musil, Jiří Datlov...)
- 1977** Eighth European Conference on Controlled Fusion and Plasma Physics v Praze
- 1977** Tokamak TM-1-MH – první tokamak ve východní Evropě mimo SSSR (Vladimír Kopecký...)
- 1. 1. 1978** RNDr Zdeněk Tluchoř, CSc., ředitelem
- 1978** OREBIA-REX: komplexní simulační experiment (Karel Jungwirth)
- 1979** Zřízení oddělení aplikované fyziky plazmatu – syntéza  $\text{NO}_x$ , povrchové vrstvy  $\text{Si}_3\text{N}_4$  (Jindřich Musil, Laco Bárdoš...)
- 1981** Rozšíření ÚFP o skupinu zabývající se vodou stabilizovaným plazmatronem – převod z organizace Aquacentrum
- 1982** Pomocí vlnovodové struktury vyvinuté a vyrobené v ÚFP byl na tokamaku T7 (Kurčatovův ústav atomové energie, Moskva) generován rekordní proud 150–200 kA
- 1983–1984** Rekonstrukce tokamaku TM-1-MH na tokamak CASTOR – Czechoslovak Academy of Sciences TORus (František Žáček, Jan Stöckel...)
- 1984** Z-pinch – zahájení činnosti intenzivního zdroje rtg záření (Aleš Krejčí...)
- 1985** Rozšíření ÚFP o skupinu struktury materiálů (Pavel Chráska...)
- 1985–1989** Rtg analyzátor (ÚFP) prokázal na zařízení GOL ohřev hustého plazmatu na teploty v řádu keV (Jaroslav Rauš, Vojtěch Píffl, Ústav jaderné fyziky, Novosibirsk)
- 1985–1990** Deterministický chaos – numerické simulace (Ladislav Krlín, Pavel Pavlo, Zdeněk Gášek)
- 1988** Teorie Langmuirových solitonů a silné plazmové turbulence – první zahraniční spoluautor v prestižní sérii *Voprosy teorii plazmy* (Karel Jungwirth)
- 1988** Generátor fokusovaných rázových vln pro drcení ledvinových kamenů – ÚFP a 1. LF UK, (Pavel Šunka, Jiří Beneš...)

## Úvod

U zrodu tokamaku, nejúspěšnějšího fúzního zařízení, jehož největší exemplář coby nejdražší vědecko-technický projekt na Zemi staví sedm partnerů (Evropská unie, Spojené státy americké, Rusko, Čína, Japonsko, Jižní Korea a Indie) ve Francii a jehož menší verze provozuje Akademie věd České republiky od roku 1977, stál Oleg Alexandrovič Lavrentěv.

## Začátky

Vědecká kariéra Lavrentěva připomíná superpozici přímky s kladnou směrnici a poměrně pravidelné sinusovky. Úspěchy Lavrentěv určitě zažil, ale pády byly občas až příliš hluboké. Vždy ale zůstal věren své elektromagnetické pastí, do které chtěl lapit řízenou termojadernou fúzi, aby sloužila lidské společnosti. Po přečtení brožurky budete moci sami zhodnotit, do jaké míry se mu to podařilo.

Do rodiny Lavrentěvových – muže mnoha zaměstnání a zdravotní sestry – se v Pskově 7. července 1926 narodil Oleg. Na střední škole s údivem zjistil, že lidé už hodně vědí o jádru atomu – dostala se mu do ruky knížka *Úvod do jaderné energetiky* a téma ho zaujalo tak, že se rozhodl. Bude se věnovat jaderné energetice. Kniha popisovala jaderné reakce uranu. Už tehdy bylo známo, že řetězová reakce může existovat pouze s lehkým izotopem U235 a základní úkol spočíval v rozdělení izotopů U 235 a U238. Zkoušely se metody plynné difuze a elektromagnetické separace. Tehdy Lavrentěv nemohl tušit, že dobře pozná jednoho ze sovětských protagonistů metody elektromagnetické separace L. A. Arcimoviče, který mu umožní splnit jeho pozdější velké přání – uspět v experimentální fyzice řízené termojaderné fúze.

Vypukla válka. Když Němci vezli mladého Lavrentěva na nucené práce, utekl, přešel frontu a vstoupil do Rudé armády. Vítězství nad fašistickým Německem ho zastihlo jako rozvědčíka. Raněn nebyl, ale obdržel vyznamenání Za vítězství nad fašismem.

## Sachalin

Po válce Rudá armáda nutně potřebovala zacelit prořídlé řady a o demobilizaci si mohl Lavrentěv nechat jen zdát. Byl odvelen na ostrov Sachalin do Poronajska k protiletadlovému raketovému útvaru číslo 221. Tam změnil „zaměstnání“ a stal se z něho radiooperátor. Tuto specializaci později ve vědecké laboratoři jako když našel. Všechny volný čas věnoval studiu jaderné problematiky. V poměrně dobře vybavené knihovně útvaru našel matematickou literaturu o diferenciálním a integrálním počtu, v knížkách o fyzice se seznámil s mechanikou, naukou o teple, molekulární fyzikou, elektřinou a magnetismem a pochopitelně s atomovou fyzikou. Pro základní orientaci v chemických vědách mu, jak uvidíme později, velmi dobře posloužila dvoudílná kniha Někrasova a univerzitní kurs Glinky. Četl vše, co se mu náhodou dostalo do ruky a týkalo se atomového jádra, poslouchal rozhlas. Jeho znalosti byly záhy tak hluboké a známé, že o novinkách atomových zbraní přednášel nejen mužstvu, ale i velitelskému sboru. Tyto pedagogické aktivity se



Mladší seržant O. A. Lavrentěv, spoluautor nejúspěšnějšího termojaderného zařízení - tokamaku (archiv autora)

mu nesmírně hodily, když v Poronajsku otevřeli večerní školu pro pracující zakončenou maturitou. Během vojenské služby si stanovil tři body, které hodlal splnit. Dokončit střední školu, zapsat se na Moskevskou státní univerzitu a až tam podle podmínek seznámit se svými myšlenkami odborníky.

Lavrentěv nelenil a zamířil za splněním prvního bodu svého plánu. Tehdy sice vojáci nesměli v žádném případě večerní školu navštěvovat, ale zástupci pro věci politické A. A. Ščerbakovovi se podařilo přesvědčit samotného velitele samostatného útvaru protiletadlového dělostřelectva P. I. Plotnikova a třem vojákům, včetně Lavrentěva, bylo dovoleno navštěvovat večerní školu pro pracující mládež. V květnu 1949 držel Lavrentěv maturitní vysvědčení v ruce, když ukončil tři ročníky během jednoho roku. Pochopitelně v pozadí výjimky ze zákazu studia branných sil, který Plotnikov udělil, byla populární Lavrentěvova vystoupení za řečnickým pultíkem. Už zde se projevil mimořádné schopnosti mladého člověka, když vojn bez hodnosti „poučoval“ své ohvězdičkované nadřízené.

## Sovětská atomová bomba

Pak se zamíchaly karty osudu a Lavrentěvovi, který se domníval, že každou chvíli bude demobilizován, se „otevřelo“ další pokračování vojenské kariéry. Sovětskému svazu se podařilo v roce 1949 úspěšně odpálit atomovou pumu a Spojené státy rázem ztratily monopol, který demonstrovaly v roce 1945 svržením dvou jaderných pum na civilisty japonských měst Hirošimu a Nagasaki. Koncem roku 1949 měly totiž Spojené státy 300 atomových pum a podrobný plán, na která města v Sovětském svazu těmito bombami zaútočit. Sovětská atomová puma situaci změnila. Kongres Spojených států bouřlivým potleskem odměnil slova prezidenta Harryho Trumana o nutnosti dokončení vývoje superbomby, jak v USA nazývali termojadernou pumu. V Sovětském svazu pochopili obnovenou aktivitu Spojených států jako jaderné vydírání. Začátkem roku 1950 poslal Lavrentěv krátký dopis Stalinovi:

„Znám tajemství vodíkové bomby!“ Když ani po dvou měsících nedostal odpověď, poslal dopis stejného znění Ústřednímu výboru KSSS.

Stalo se něco neuvěřitelného, co už historie potopila hluboko pod možnost odhalení. Dopis se dostal do rukou člověka, který ho nezmačkal a nehodil do odpadkového koše jako výplod nějakého pomatence, jak by to asi většina lidí udělala. O myšlenkových pochodech čtenáře lze jen spekulovat, ale snad si všiml odesílací adresy protiletadlového útvaru a napadlo ho, že na takovém místě nemůže pracovat úplný blázen. Čtenář se ve vypjaté době mohl obávat postihu plynoucího ze zanedbání příležitosti typu „tonoucí se stěbla chytá“. Taková chyba pro něho mohla být poslední. Opravdu těžko lze předpokládat, že racionálně uvažující člověk vsadil na zdravé jádro sdělení mladšího seržanta odkudsi z výspy civilizace – z ostrova Sachalin. Nicméně reakce nebyla rozhodně pomatená. Telefon zazvonil na stole předsedy Oblastního výboru v Jižním Sachalinu a příkaz zněl jasně. Přesvědčte se o schopnostech autora dopisu. Podplukovník Jugranov, mající na starost vědecko-technickou oblast na Oblastním výboru, nebyl vůbec nadšený, když zabouchl dvířka williese a vydal se do Poronajska, sídla útvaru č. 221, kde sloužil Oleg Alexandrovič Lavrentěv. Mumlal si cosi o psychiatrovi a zmožený nezvyklým vedrem už koncem května a bolavým pozadím od rozmlácené cesty si nechal zavolat autora dopisu. Krátký pohovor ho ale přesvědčil, že se netrmácel nadarmo.

Brzy dostal velitel útvaru plukovník Plotnikov rozkaz umožnit Lavrentěvovi sepsat jeho návrhy, a to při zachování podmínek nejvyššího utajení. Lavrentěvovi přidělili místnost, psací potřeby a stráž s nabitou puškou před dveře „vědecké“ laboratoře. Lavrentěv se pustil do sepisování. Literární činnost nebyl jediný důsledek Jugranovy návštěvy. Dne 21. června doputoval do Poronajska rozkaz demobilizovat Olega Lavrentěva a 22. června stál Lavrentěv na nádraží a čekal na vlak do Moskvy.

## Moskva a její univerzita

Po zdržení v Jižním Sachalinu způsobeném povodněmi, které odnesly kus tratě, vystoupil mladší seržant Lavrentěv na moskevském nádraží. Bylo 8. srpna 1950. Ubytoval se na koleji, vyslechl stesky nových kamarádů, kteří neprošli sítím pohovorů z matematiky, a pustil se do řešení jejich příkladů. Výsledkem bylo, že zcela ohromil zkoušejícího, autora matematických prověrek, ale paradoxně měl jisté problémy s milovanou fyzikou. Lavrentěv byl přijat ke studiu na Fyzikální fakultě Moskevské státní univerzity. Druhý bod kariérního plánu byl připraven ke splnění.

Brzy se setkal s vedoucím Oddělení těžkého strojírenství I. D. Serbinem, který jako první četl jeho sachalinskou zprávu. Za měsíc o termojaderné fúzi Lavrentěv napsal ještě jednu práci, kterou doplnil svoje sachalinské dílo, s koncem úspěšným kvůli odjezdu na přijímací zkoušky do Moskvy. Prostřednictvím expedice UV ji poslal I. D. Serbinovi.

Pak následovala dvě setkání v lednu 1951, která podstatným způsobem ovlivnila jeho další život v Moskvě. Na první schůzce, kterou svolal ministr atomového průmyslu Machněv, se seznámil s recenzentem své sachalinské práce A. D. Sacharovem.

Tehdy Andrej Dmitrijevič pracoval v ústavu, kde se zabýval prací a výzkumem jaderné zbraně. Proč se právě u něho ocitla kvůli posouzení zpráva, která dorazila ze Sachalinu? Obecně to vlastně bylo jisté porušení subordinace. Na druhou stra-



Vedoucí Zvláštní komise pro využití jaderné energie L. P. Berija (foto ČTK)

nu, ač to byla opět náhoda, měli Lavrentěv i sovětská věda štěstí. Po půl roce moskevské návrhy doplňující sachalinskou zprávu Lavrentěva dorazily na správnou adresu – na Ministerstvo atomového průmyslu – zároveň s recenzí první zprávy Sacharovem. Reakce byla blesková – Lavrentěva spolu s recenzentem pozval samotný ministr atomového průmyslu Machněv.

Druhá schůzka, která následovala krátce po první, zavedla Lavrentěva přímo k šéfovi Zvláštní komise pro atomovou energii, kterým nebyl nikdo jiný, než Lavrentij Pavlovič Berija. Spolu s ním seděl v kanceláři opět A. D. Sacharov a I. D. Machněv, zde ve funkci Berijova tajemníka. Bylo to první a poslední setkání Lavrentěva s Berijou.

Dechberoucí schůzky jako by nebraly konce. Na První hlavní správě seděl Oleg proti dvěma generálům a jednomu vousatému civilovi. Ptali se hlavně na vodíkovou bombu, až dostal Lavrentěv strach, komu co vypráví. Za celou dobu vojenské služby neviděl generála ani v mlze, a nyní proti němu seděli hned dva: B. L. Vanikov, velitel PHS, a jeho zástupce N. I. Pavlov. Vousáče Lavrentěv neznal. Po chvíli se přiznal, že už byl u Beriji, čímž si svoje hostitele vůbec nezískal, spíše naopak, a atmosféra se silně ochladila. Vanikova před válkou zatkli a ve vězení zmlátili. A bradatý civil?

Kdyby to byl Oleg vědě! Vždyť před ním seděl sám Kurčatov. Co všechno by byl mohl povědět „hlavnímu atomščíku“? Zbytečně Lavrentěv v Leninke přelouskal všechny knihy o atomové fyzice. Upřesnil průřezy jaderných reakcí, našel metody výpočtu kritických hmotností. Přišel na nové ideje týkající se kompozice „výrobku“. Chtěl si promluvit o beryliu. Co berylium smíchat s výbušnou látkou? Mohlo by fungovat jako dodatečný násobič neutronů.

K takové diskuzi ale nikdy nedošlo. Kurčatov měl Beriji také plné zuby a moc dobře věděl, co ho čeká, pokud atomová zbraň, na které nyní pracoval, nevybuchne

tak, jak má. Řízením osudu to bylo jediné setkání Lavrentěva s Kurčatovem. Ke druhému nedošlo, neboť Lavrentěv onemocněl. Tak průvan ve vrátnici Hlavní správy odvál Lavrentěva od neřízené k řízené termojaderné fúzi, která se nadále stala jeho osudem.

## Lavrentěv o Berijovi

Lavrentěv byl na setkání s hlavním „manažerem“ konstrukce sovětské atomové bomby připraven odpovídat na otázky týkající se první části své sachalinské práce, to jest vodíkové bomby. Místo toho se Berija vyptával na jeho zdraví (Lavrentěv měl poněkud nesymetrický obličej, což vyvolalo Berijovu otázku, zda ho nebolí zuby) a na rodiče. Berija se od Lavrentěva dozvěděl, že jeho otec byl před válkou zavřený. Obávaný velitel Stalinovy tajné státní policie zapůsobil na Lavrentěva paradoxně sympaticky. Uvítal ho ve stejné, pokynul mu, aby se posadil, a dokonce mu vykal. To neměl Berija ve zvyku ani u vysokých vojenských šarží včetně generálů KGB.

Bylo zřejmé, že Berija si o Lavrentěvovi zjistil vše předem. Setkání mělo jen potvrdit (nebo vyvrátit) obrázek, který si o Lavrentěvovi vytvořil. Zcela určitě Lavrentěv Berijovy sympatie po schůzce neztratil, neboť jinak by ho nezahrnuly doslova královské dary: jednorázový příspěvek 3000 rublů, zvýšené stipendium 600 rublů, odpuštěné školné, nevypůjčitelné knihy a časopisy si mohl brát domů. Domů? Dostal třípokojový byt na Gorkého nábřeží řeky Moskvy v domě pro funkcionáře První hlavní správy. Dostal tři individuální učitele: matematiky, fyziky a angličtiny. „Zlatem orámovaná“ byla propustka do LIPAN (Laboratoriji Izměřitelných Priborov Akademii Nauk), což nebylo nic jiného než kryptonázev dnešního Kurčatova ústavu pro atomovou energii. Tam mu přidělili „školitele“ A. M. Andrijanova ve skupině zástupce ředitele ústavu I. V. Kurčatova I. N. Golovina. V polovině května 1951 se dočasná propustka změnila na stálo.

Autoru talentovaných návrhů připravili podmínky (podle Olega přímo úžasně) zcela postačující k tomu, aby se nemusel starat o nic jiného než o fyziku. Ovšem málokdo se zeptal, jestli se stačil naobědvat, není-li unaven, má-li peníze. Možná proto si pamatoval každé dobré slovo Machněva, Pavlova či Zaveňagina. Je vidět, že se Lavrentěvovi v Moskvě možná nežilo zase tak sladce. Na druhou stranu, co by za to jiný dal!

Lavrentěv nikdy nevyužíval zřejmě Berijovy přízně, ač někteří se domnívali, že tomu tak bylo. Lavrentěv vzpomínal, jak byl svědkem, když se v laboratoři rozčilovali, že stále nemají dlouho očekávané kondenzátory. Shodou okolností se zásilka objevila druhý den před branami ústavu, a tak vznikla pověst o jeho vlivných známostech. To, že Lavrentěv doslova v ruštině znamená „syn Lavrentie“, jeho pověsti chráněnce nepopulárního Beriji jen dodalo. Pravda, často se setkával s ministrem V. A. Machněvem a generálem N. I. Pavlovem, u nichž orodoval za stavbu experimentů pro ověření ideje elektromagnetické pasti, jejímž byl autorem a vášnivým zastáncem. Už vůbec netelefonoval do Berijovy kanceláře, sledován nenávisťnými pohledy kolegů, že potřebuje mluvit se svým patronem, jak o tom píše R. Z. Gagdějev (jinak vynikající teoretik fyziky fúzního plazmatu) ve svých pamětech.

Na druhou stranu je pozoruhodné, že si Lavrentěv nikdy nestěžoval, jak mu Berijovy sympatie po odstranění šéfa KGB ztrpčily život. Všechna privilegia skon-

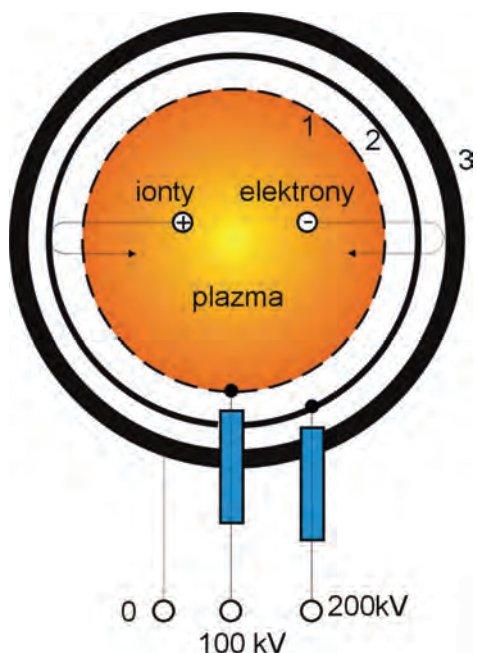


Schéma elektrostatického udržení termojaderného plazmatu podle návrhu mladšího seržanta O. A. Lavrentěva. Mřížky budou později před nabitými částicemi chráněny magnetickým polem (kresba autor)

čila a nový děkan Fyzikální fakulty V. S. Fursov ho vyprovodil slovy: „Váš patron odešel, co tu ještě chcete?“

## Berija o Lavrentěvovi

Vyprávění J. Muchina v knize *Něizvestnyj Berija – Za što jevo oklevetali?* má blíže ke spekulaci než ke skutečnosti. Řada faktů, které knížka uvádí, je přinejmenším sporná. Nicméně je velmi pravděpodobné, že se k Berijovi, šéfovi Zvláštní komise pro využití atomové energie, Lavrentěvova sachalinská práce dostala. Psal se rok 1950 a práce na vodíkové pumě běžely v Sovětském svazu na plné obrátky. Berija si zval k raportu generály i vědce a ani jednu skupinu nešetřil. Náhle se na jeho stole ocitlo 30 stránek, na které vlastně čekal od okamžiku, kdy dostal zprávu, že na Sachalinu žije autor výroku „Znám tajemství vodíkové bomby,“ který podle zjištění jeho podřízených není blázen, ba naopak. Přesvědčil se sám, když nahlédl do sachalinské zprávy. Vzal si na pomoc červenou tužku a pravítko. Vzpomněl si na nedávný rozhovor se skupinou vědců, ve kterém mu I. J. Tamm vysvětloval, že termojaderná nálož obsahující tekuté deuterium s kryogenní (zkapaňovací) technologií je letadlem nepřepřevitelná. Dopravit k břehům protivníka na první pokus 60–80 tun Sovětské námořní síly odmítly. Tady voják ze Sachalinu píše, že při použití deuteridu tritia, pevné látky s teplotou tání nejvýše 700 °C, není žádné kryogenní hospodářství zapotřebí. Prikázal I. V. Kurčatovovi, aby návrh mladíka z východu prověřil a podal mu zprávu. Rovněž mu ale doporučil, aby Lavrentěvovi, pokud se jeho myšlenka ukáže jako správná, nic neříkal. Maximálně ho mohou pochválit za jeho píli a říci mu, že již



pracují na jiném návrhu vodíkové pumpy. Berija jako správný policajt zkrátka nedůvěřoval. Navíc, O. A. Lavrentěva dosud osobně neznal. To se mělo brzy změnit. Jeho sekretář Machněv dojednal schůzku a v lednu 1951 se setkali tváří v tvář Lavrentěv, Sacharov a... Berija. Obsah schůzky již známe. Faktem je, že Muchin popisuje schůzku trochu jinak než Lavrentěv. Lavrentěv tvrdí, že Beriju opustili Lavrentěv se Sacharovem současně a po chvíli Berija propustil i Machněva, zatímco Muchin říká, že poslední opouštěl Berijovu kancelář Lavrentěv. Při rozhovoru mezi čtyřma očima nabízel prý Berija Lavrentěvovi pomoc, kterou mladý voják odmítl. Pořadí samotné důležité není, spíše jde o důvěryhodnost autorů. Podle Muchina o dokončení pětiletého studia Fyzfaku o rok dříve (tj. za čtyři roky) požádal při závěrečném pohovoru Berija, Lavrentěv vzpomíná na tutéž žádost vyslovenou Kurčatovem.

Když Berija projednával se svým sekretářem podporu studenta Lavrentěva, bylo zřejmé, že ho Oleg nezklamal. Požádal Machněva, aby místo navrhovaného dvoupokojového bytu sehnali pro Lavrentěva a jeho matku byt třípokojový. Machněvovy námitky odbyl s tím, že Lavrentěv již pro věc udělal mnohem víc než řada tzv. vědců, kteří se připojili zcela nekontrolovatelně do projektu atomové bomby po jeho prvních úspěších. Doslova mluvil o vědecké verbeži, která se přisála k obrovskému balíku peněz a viděla jen osobní prospěch, zatímco Lavrentěv tvrdí, že nic nepotřebuje, a přitom ho chtějí vyhodit ze školy, protože nemá na školné.

## Obhajoba

Styčným důstojníkem Lavrentěva s „načalstvem“ byl zástupce náčelníka První hlavní správy, generála B. L. Vannikova, Nikolaj Ivanovič Pavlov, rovněž generál, který řídil práce spojené s výrobou atomové a vodíkové zbraně. Jemu Lavrentěv vyprávěl o nových nápadech, které si Pavlov zaznamenával na malé lístečky a schovával do sejfů. Později Lavrentěv zjistil, že je četl zástupce ředitele LIPAN, mladý I. N. Golovin. Mezi dvěma věkově i postavením vzdáleným muži se vytvořil důvěrný vztah. Lavrentěv měl sice v Moskvě ke své časově nesmírně náročné práci výborné podmínky, ale ani to občas ke spokojenému životu nestačí. Lavrentěv byl v Moskvě krátce a nebylo kdy si získat přátele, natož navázat důvěrnější vztah. Mít se komu svěřit a moci si s někým pohovořit člověku věnujícímu se plně své práci (ačkoliv je jeho koníčkem) bezsporně chybí ke spokojenosti. Však si také jeho „dohlížitel“ v Oddělení výzkumu plazmatu v Laboratoři měřících přístrojů Akademie věd (OPI v LIPAN), A. M. Andrijanov z Lavrentěva utahoval. Občas se stalo, že někdo hledal ředitele ústavu I. V. Kurčatova. V telefonu se ozvalo, že padesátiletý ředitel ústavu „jechal za děvočkami“ což v kryptomluvě nařízené Berijou znamenalo, že jel na „objekt“, do Sarova-Arzamacu 16 – místa konstrukce jaderných zbraní. Zatímco u padesátiletého Kurčatova „děvočky“ působily až nepřístojně, k Lavrentěvovi by se hodily. Tehdy si A. M. Andrijanov do Lavrentěva rýpnul: „Ty bys měl chodit za děvočkami, a ne Brada!“ (tak přezdívali Kurčatovovi).

Pravdou je, že Lavrentěvovi asi k úplné spokojenosti chybělo něco jiného než děvčata. Snil o tom, že svůj návrh, nyní už elektromagnetické pasti, ověří experimentálně. Byl jediný způsob jak pochybovačům vyrazit zbraň z ruky. Po politické stránce bylo jasno. Machněv se mu dokonce smál, že předložil projekt za pár grošů, a takovým se nebude nikdo zabývat! Zbývalo o své pravdě přesvědčit vědecké koryfeje – renomované odborníky. V říjnu 1952 se sešla oponentní komise: I. N. Golovin,

S. J. Lukjanov (oba Lavrentěvovi kolegové z LIPAN) a pro Lavrentěva neznámý člověk, který se do bouřlivé diskuse vůbec nepouštěl a mlčky seděl v rohu místnosti. Těsně před koncem oponentury onen starší muž vstal a opět mlčky opustil místnost. Teprve porovnáním s fotografií na učebnici Lavrentěv s údivem zjistil, že neznámý byl I. J. Tamm. Proč tam Tamm byl, seděl a mlčel, bylo pro mladého Lavrentěva záhadou. Nu, a jak dopadla oponentura? Dobře i špatně. Dobře proto, že nebyly shledány žádné závady, a špatně proto, že elektromagnetická past nebyla doporučena ke stavbě. „Jsou tu jiné, jednodušší nápady a není dobré tříštit síly!“

Ani pečlivá řešení diferenciálních rovnic popisujících magnetickou ochranu mřížek vytvářejících elektrostatische pole, prováděná společně s budoucím akademikem A. A. Samarskim, nepřesvědčila oponenty. Oleg se rozhodl a práci, kterou roku 1952 předložil k oponentuře, dovedl do ještě větších podrobností. Doslova zbývalo jen požádat inženýry, aby nakreslili výkresy. Pro podporu zašel za člověkem nad jiné povolaným – M. A. Leontovičem, vedoucím teoretických prací na projektu magnetického termojaderného reaktoru pánů J. E. Tamma a A. D. Sacharova. Leontovič nevyprovodil Lavrentěva hned, ale vytkl mu řadu věcí, zejména velké úniky částic šterbinami elektromagnetické pasti. Lavrentěv měl pocit, že Leontovičův *a priori* odpor je na něčí objednávku a že se svými argumenty neuspěje, a tak se do další diskuse nepouštěl. Leontovič nicméně naznačil, že je diskusi přístupný a Lavrentěv toho nakonec plně využil. Když se na obzoru nerýsovala žádná experimentální práce, která by jeho návrh prověřila, věnoval se teorii své pasti a Leontoviče často kvůli konzultacím navštěvoval. Jednou Leontovič viděl, jak Lavrentěv pracuje s komplexní proměnnou, a navrhl mu, aby u něho zkusil aspiranturu. Lavrentěv byl ale doslova posedlý experimentem a Leontovičovu velkorysou nabídku s díky odmítl.

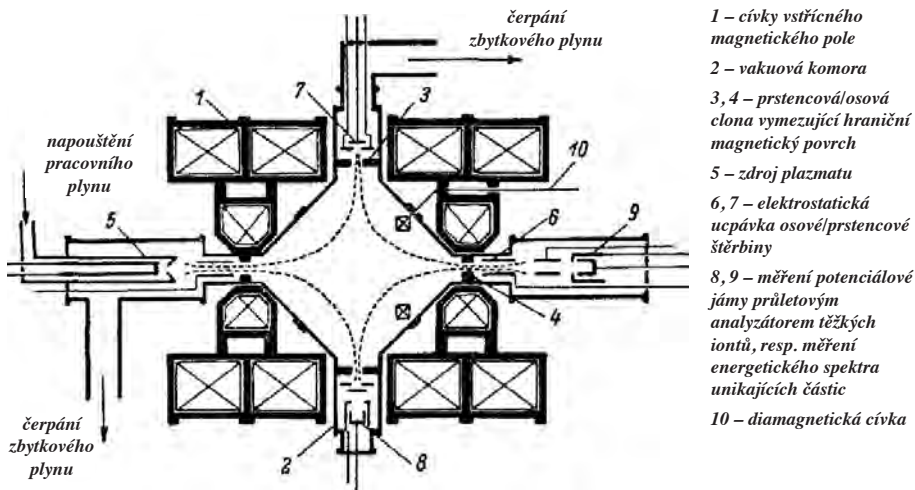


Schéma první Lavrentěvovy jednošterbinové elektromagnetické pasti Jupiter 1A se slabým magnetickým polem  $\approx 0,4$  tesly; Fyzikálně-technický ústav v Charkově (archív autora)

Pak se na něj sesypaly šišky, jak sám prohlásil. Po smrti Stalina a porážce Beriji postupně padala i jeho privilegia. V době před závěrečným rokem studia na Moskevské státní univerzitě nesměl navštěvovat LIPAN. Nikomu nevadilo, že potřeboval dokončit diplomovou práci. Nakonec v květnu 1955 absolvoval s červeným diplomem a po půl roce měl z rozhodnutí Státní komise kvalifikaci fyzika černě na bílém. Rok ušetřený spojením prvního a druhého ročníku strávil Lavrentěv hledáním místa. Podle předběžného ujednání čekal hladké přijetí do LIPAN, avšak dostalo se mu ujištění, že už není volné místo. Přitom LIPAN nabíral mladé adepty doslova horem dolem.

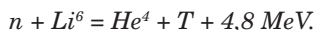
Lavrentěv zvolil osvědčenou metodu a napsal generálnímu tajemníku komunistické strany, tentokrát. N. S. Chruščovovi. Byl přijat Panasenkem, tajemníkem pro vědu, a brzy oba fyzikové našli společný jazyk. Nakonec O. A. Lavrentěv zaklepal na vrata Fyzikálně-technického ústavu v Charkově. Tehdy se za něho přimluvil L. A. Arcimovič – vedoucí výzkumu řízené termojaderné fúze v Sovětském svazu patřil k světově proslulým experimentátorům.

## Lavrentěvova lovuška a prvenství

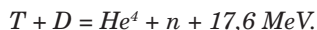
Charkov nebyl pro Lavrentěva v žádném případě vyhnanstvím, i když to někteří jeho moskevští kolegové tak chápali. Fyzikálně-technický ústav Ukrajinské akademie věd nebyl žádný provinční „zapadákov“. Hostil svého času Fritze Houtermanse (jednoho z dvojice fyziků, kteří aplikovali v roce 1929 Gamovovu kvantovou fyziku na děje v jádru Slunce), proslul jako působiště geniálního fyzika Lva Landaua, na jeho půdě byla uskutečněna první štěpná jaderná reakce na území Sovětského svazu. Důvodů, proč se Lavrentěv ocitl v ukrajinském Charkově, může být několik: Golovin se bál konkurence či potenciálních rozepří Lavrentěva se zbytkem jeho skupiny, někdo potřeboval Lavrentěvův byt na Gorkého nábřeží, či se naopak našel dobrodinec, který chtěl Lavrentěva coby chráněnce Beriji schovat před „mstiteli“.

Bylo otázkou času, kdy Lavrentěv začne konečně ověřovat své myšlenky experimentálně.

Ještě na Sachalinu v roce 1948 dospěl k návrhu, který by mu, být publikován, získal světovou proslulost. Publikován ale být nemohl z jednoho prostého důvodu. Voják Rudé armády stěží mohl posílat příspěvky do renomovaných vědeckých časopisů. Po letech usilovného přemýšlení přeměnil, jak sám řekl, kvantitu v kvalitu – a objevil reakci, která by mohla vést k termojadernému výbuchu. Jednalo se o reakci:

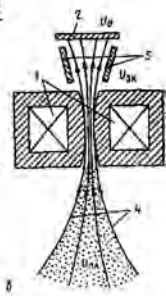
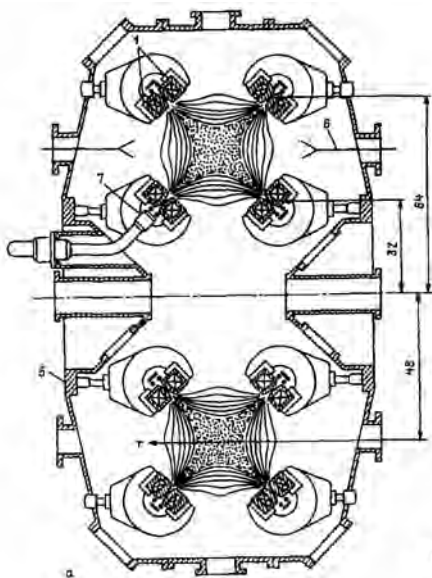


Pokud by byl k dispozici ještě izotop těžkého vodíku, respektive jeho jádro, mohou oba izotopy fúzovat podle rovnice:



Při pohledu na soustavu rovnic Lavrentěvovi poskočilo srdce radostí. Reakce zahajuje neutron, nijak se neztrácí a na konci řetězce je opět k dispozici, připraven zahájit další reakci! Kde ale vzít „první“ neutron? Lavrentěva napadla štěpná atomová

reakce. Ale co s deuteriem? Toho je v přírodě nadbytek, jenže v kapalném stavu, což pro manipulaci není výhodné skupenství. I tentokrát si Lavrentěv věděl rady. Hledal v dvoudílné Někrasovově *Obecné chemii* a našel, co potřeboval. Podle knihy bylo možné chemicky spojit deuterium s lithiem 6 do pevné stabilní látky s teplotou tání  $\sim 700^\circ\text{C}$  – deuteridu lithia 6 ( $\text{Li}^6\text{D}$ ). Tato látka hrála v historii vodíkové bomby nesmírně důležitou, ne-li nejdůležitější roli. A voják Rudé armády ji objevil dřív než tým amerických vědců v Los Alamos. V poslední době se spekuluje, zda nebyl Lavrentěv první i v Sovětském svazu (běžně se za autora myšlenky použití  $\text{Li}^6\text{D}$  v Sovětském svazu považuje V. L. Ginzburg). Ovšem 25. července 1955 byla publikována zpráva podepsaná pětatřiceti vědci podílejícími se na konstrukci RDS-37 (vodíková zbraň). Zpráva neobsahuje Lavrentěvovo jméno, ale ani Ginzburgovo. Když pomíne zálibu sovětského režimu v zatajování všeho včetně jmen, absence Ginzburgova jména je podivná – byl, či nebyl autorem myšlenky využití  $\text{Li}^6\text{D}$ ? To, že zpráva nezmiňuje Lavrentěva, je spíše uchopitelné. Jeho zásluhy objevily Archivy prezidenta Ruské federativní republiky až na přelomu tisíciletí. Kdo by měl v padesátých letech tu odvahu zařadit mezi jména více či méně renomovaných vědců jméno prostého vojáka odkudsi ze Sachalinu? A jak to bylo s prvenstvím mezi Sověty a Američany? První vodíková nálož Ivy Mike odpálená v listopadu 1952 Američany použila kapalné deuterium, pevné  $\text{Li}^6\text{D}$  použilo Bravo až v roce 1954, tedy rok po Sovětském svazu.



- a* – schéma příčného průřezu
- b* – magnetická šterbina
- 1 – magnetická cívka
- 2 – odražeč
- 3 – brzdící prstence
- 4 – hraniční siločáry
- 5 – vakuová komora
- 6 – anténa interferometru
- 7 – termoelektrický emiter
- $U_0$  – odrazné napětí
- $U_{zk}$  – brzdné napětí
- $U_{n.a}$  – napětí plazmatu

Schéma toroidální elektromagnetické pasti ATOLL (Ambipolárnaja toroidalnaja lovuška Lavrentěva) postavené v Moskvě skupinou vedenou M. S. Ioffem, Kurčatovův ústav pro atomovou energii (*Itogi nauki i techniky*, série *Fyzika plazmy*, díl 9, 1989, Moskva)

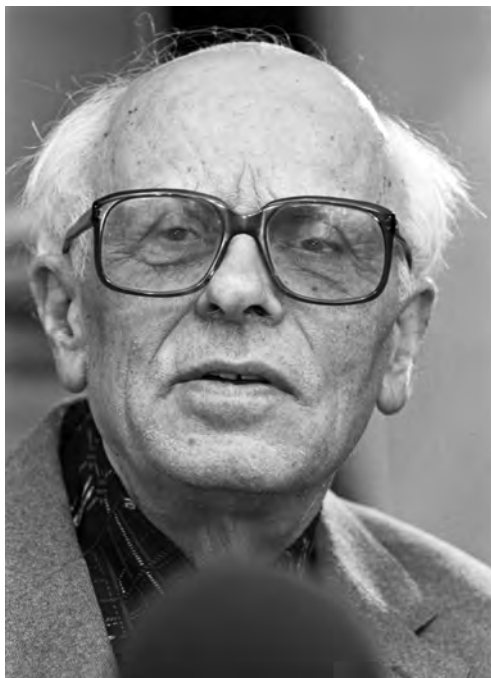
Pro pořádek si zopakujeme první písemné zprávy o deuteridu lithia 6, jehož použití znamenalo zásadní zlom v konstrukci vodíkové bomby, totiž posun od ne-transportovatelného stotunového monstra ke zbrani, kterou lze naložit do letadla. Zopakujeme si data písemných zpráv pánů Ginzburga (3. března 1948), Lavrentěva (29. července 1950) a autorů z USA (v polovině roku 1951). Podle Bondarenka jsou priority jasné. Ovšem jaké je pozadí? Lavrentěv coby voják rozhodně neměl možnost sepisovat články pro vědecké časopisy či vědecké zprávy – ostatně, komu by je posílal. Jeho první více méně vědecká práce ho „potkala“ velmi komplikovaným způsobem přes ÚV KSSS, jak jsme se zmínili v kapitole Sachalin. Takže, ačkoliv o deuteridu lithia uvažoval v zimě 1948, na „veřejnost“ se jeho nápad dostal až za půldruhého roku. A to už prioritu Ginzburga poněkud zpochybňuje. I kdyby platilo zmíněné pořadí, je nutné uvážit, že na konstrukci vodíkové bomby pracovaly kolektivy stovek až tisíců draze placených vědců a postavila se nákladná zařízení pro experimenty, a to jak v Sovětském svazu, tak ve Spojených státech. A kolik prostředků se utratilo na Stalinské a Státní ceny v této oblasti nelze ani sečíst. A najednou se na této frontě objeví prostý voják-rozvědčík, který pouze vlastním rozumem a pochopením tématu, bez drahých přístrojů a konzultací, dokázal ve vzdálené garnizoně proniknout do tajemství atomu a nalézt východisko ze slepé uličky. To bylo obdivuhodné i bez ohledu na prioritu.

Co se týče vlastního návrhu vodíkové bomby, tak jak ho popsal Lavrentěv v sachalinské zprávě: ano, návrh je to primitivní, ale ve své podstatě rozumný. Je třeba si uvědomit, zda samotný člověk izolovaný na ostrově Sachalin může znát obrovské množství termojaderných reakcí izotopů lithia a vodíku a jejich průřezy v závislosti na teplotě. Pouze některé – a určitě ne ty hlavní – reakce byly v tu dobu publikovány. Experimentální poznatky o konkrétních termojaderných reakcích a jejich průřezech vzájemných působení v závislosti na teplotě (energii) mohly získat pouze velké vědecké kolektivy fyziků na nákladných fyzikálních zařízeních. A navíc, tehdy bylo vše přísně tajné. Tyto okolnosti je třeba uvážit při hodnocení první i druhé ideje O. A. Lavretěva v roce 1950. Pokud jde o Lavrentěvovo prvenství týkající se deuteridu lithia 6, pochyby tu určitě jsou, ale prioritá nápadu průmyslového využití termojaderné fúze v Sovětském svazu je nenapadnutelná.

Dovolu mi malou odbočku k Lawsonovu kritériu. Lawson ho napsal v roce 1955, ale kvůli utajení ho publikoval až v roce 1957. Podobné kritérium představil ale Arcimovič ve Stockholmu již v roce 1956. Přesto se kritérium jmenuje podle Lawsona, a ne podle Arcimoviče. Lavrentěva pevná sloučenina deuteria s lithiem  $\text{Li}^6\text{D}$  prý napadla v zimě 1948, když připravoval přednášku pro důstojnický sbor na Sachalinu (zda o něm při přednášce mluvil, není známo), takže lze alespoň akademicky uvažovat o jeho prvenství, bohužel ale o jeho nápadu z tohoto roku zřejmě neexistuje písemný záznam.

## Řízená termojaderná fúze

Při pohledu na druhou ze dvou rovnic jaderného výbuchu napadlo Lavrentěva, zda by tato reakce nemohla být využita k průmyslovému uvolňování jaderné energie fúzí. A začal přemýšlet. Tentokrát ne o neřízené, ale o řízené fúzi. Slučování jader stejného znaménka není nic triviálního. Obě částice nesou souhlasný náboj a odpu-



A. D. Sacharov, otec sovětské termojaderné bomby a spoluautor nejúspěšnějšího termojaderného zařízení na světě - tokamaku (foto Van Wiel, Wikimedia Commons)

zují se. Elektrostatickou odpudivou sílu lze překonat buď pomocí urychlovače, nebo zahřátím látky, jako se to děje na Slunci. Lavrentěv postupně navrhl tři varianty, jak zvládnout termojadernou fúzi. Nejprve chtěl štěpnou jadernou reakcí vybudit termojadernou fúzi izolovanou od chladného okolí tepelným spádem na proudu vstříkovaného plynného paliva, posléze ho napadlo akumulovat termojaderné palivo na oběžné dráze cyklotronu, až nakonec zůstal u elektrostatického udržení termojaderného plazmatu. Bylo mu jasné, že horké plazma od stěn vakuové nádoby musí izolovat. Čím? Silovým polem působícím na nabitě částice. Taková pole jsou dvě: elektrické a magnetické. U prvního ho lákala přítomnost elektrod, které by se daly využít k přímé přeměně energie horkého plazmatu na energii elektrickou. Zprvu Lavrentěv uvažoval o dvou párech kulových elektrod, z nichž jeden by urychloval ionty emitované z uzemněného pláště (první elektrody) a druhý pár by plnil úlohu komplementární – brzdil by ionty a urychloval elektrony. Kulový „urychlovač“ by ve svém středu vytvořil z urychlených částic plazma dostatečně horké k zapálení fúzní reakce. Termalizaci urychlovaných částic by obstaraly srážky. Vnitřní dvě elektrody by tvořily transparentní mřížky, které by nebyly horkým plazmatem ohrožovány, neboť by v jejich okolí bylo plazma řídké a zhoustlo by až v „jádru“ koule díky sférické fokusaci. Později Lavrentěv jednu vnitřní mřížku nahradil prostorovým nábojem vstříkovaných částic. Již v sachalinské zprávě uvažoval Lavrentěv o ochraně mřížky magnetickým polem generovaným elektrickým proudem protékajícím sousedními vodiči mřížky v opačném směru. Vstříčná magnetická pole obklopují vodiče a vytváří štěrby, kterými mohou nabitě částice mřížkou pronikat do středu vakuové nádoby.

V moskevské etapě své kariéry během studia MSU postupně zaměnil role elektrického a magnetického pole, takže původně hlavní elektrostatische udržující pole se stalo pomocným, štěrbinou ucpávajícím polem a pomocné magnetické pole chránící mřížky se stalo hlavním polem udržujícím plazma.

Výsledkem byla nejprve jednoštěrbinová elektromagnetická past vstřičného magnetického pole, kterou Lavrentěv později kvůli zvětšení reakčního objemu doslova a do písmene lineárně prodloužil na mnohaštěrbinovou elektromagnetickou past. Štěrbinu, kterými unikaly nabitě částice, Lavrentěv „ucpával“ systémem elektrod, tedy elektrostatickým polem. Lavrentěvův přístup k termojaderné fúzi se nazývá IEC – Inertial Electrostatic Confinement, tedy inerciální elektrostatické udržení (pozor neplést si s IC – Inertial Confinement, tedy s inerciálním udržením, tj. laserovou fúzí).

## Lavrentěv o Sacharovovi

Zatímco Lavrentěv během Velké vlastenecké války držel v ruce zbraň, Sacharov pero. V roce 1942 dostudoval Moskevskou univerzitu evakuovanou do Ašchabadu, pracoval jako účetní v ženské dřevorubecké brigádě a poslední válečná léta prožil v týlu továrny na střelivo v Uljanovsku.

Lavrentěv se setkal se Sacharovem poprvé 3. ledna 1951 v Kremlu na schůzce, kterou svolal Machněv, sekretář Beriji. Podruhé to bylo rovněž v Kremlu, tentokrát přímo v Berijově kanceláři. Sacharov byl o čtyři roky starší než Lavrentěv, ale ve vědecké kariéře byl o mnoho let napřed. Začínal spolu se svým školitelem pracovat na konstrukci vodíkové bomby a pro Lavrentěva to byl člověk z jiného světa. Když opouštěli Beriju, oba odmítli Machněvovu nabídku na svezení autem a raději šli pěšky ke stanici metra. Sacharov měl pro mladšího kolegu mnoho slov uznání a při loučení před odjezdem posledního vlaku metra mu nabídl spolupráci. Toť se ví, že Lavrentěv nabídku s radostí přijal. Ke spolupráci jako takové ale nikdy nedošlo. Když Lavrentěv pracoval v LIPAN, jeho kolegové překvapeně pozorovali, jak se k němu při náhodné návštěvě Sacharov hnal. Lavrentěv si Sacharova celkem pochopitelně vážil, nejen díky práci Sacharova na vodíkové pumě, ale i na tepelné izolaci plazmatu magnetickým polem, s kterou se seznámil v LIPAN. Domníval se, že Sacharov s Tammem na termoizolaci horkého plazmatu magnetickým polem přišli nezávisle na něm. On zvolil elektrické pole a oni pole magnetické. Byl překvapen, když se v Charkově dozvěděl, že Tamm se Sacharovem navrhli magnetickou termoizolaci po přečtení jeho sachalinské zprávy. Nechápal, proč se mu o tom Sacharov nikdy nezmínil. Příležitostí bylo dost. Rovněž nerozuměl tomu, že se Sacharov ve své recenzi jeho sachalinské zprávy nezmínil o první části, to je o návrhu vodíkové zbraně. Pouze při prvním setkání s ministrem těžkého průmyslu I. D. Serbinem se Lavrentěv dozvěděl, že jeho návrh vodíkové zbraně je známý, ale sovětské vědci pracují na jiné verzi. Při setkání se Sacharovem od něj Lavrentěv o svém návrhu vodíkové zbraně neslyšel ani slovo. Léta vojenské služby naučila Lavrentěva neklást „zbytečné“ otázky, a tak mlčel i on. Z pohledu dnešní doby není zcela od věci hypotéza, že Lavrentěvova zmínka o deuteridu lithia  $\text{Li}^6\text{D}$  mohla být „tolčkom“ pro „druhý nápad“, jak Sacharov nazval návrh použití deuteridu lithia při konstrukci vodíkové pumy. Stejně jako byla „tolčkom“ pro návrh magnetického termojaderného reaktoru Lavrentěvova myšlenka použít

С П Р А В А

Потвердил, что в июне или июле 1950 г. в рецензиях на работу И. А. Лаврентьева. В этой работе автор выдвинул предложение об использовании "управляемых" термоядерных реакций в промышленных целях и предложил конструкцию спектра, основанную на тепловой ионизации высокотемпературной плазмы электромагнитным полем. Это предложение, сделанное вадолго до каких-либо публикаций по этой проблеме и совершенно независимо от других авторов, привлекло на себя большое внимание своей оригинальностью и смелостью мысли. В отрывке это изложено в официальном отчете. Дополнение к работе Лаврентьева послужило толчком, способствующим ускорению моей осмысления с И. Е. Тихонов работы по магнитной термоядерной высокотемпературной плазмы.

24 ноября 1973 г.

*A. Сахаров*  
 А. Сахаров, академик АН СССР,  
 Герой Социалистического Труда.

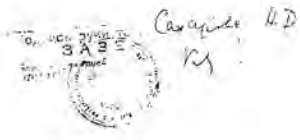


Рис. 2. Справка, завершена А. Сахаровым в ФИАН

Potvrzení A. D. Sacharova prvenství ideje O. A. Lavrentěva týkající se elektrostatického udržení termojaderného plazmatu a iniciace jeho a Tammovy práce na magnetické udržení termojaderného plazmatu (archiv autora)

1963 УКРАЇНСЬКИЙ ФІЗИЧНИЙ ЖУРНАЛ т. VIII, № 4

ДО ПИТАННЯ ПРО ЕЛЕКТРОСТАТИЧНЕ УДЕРЖАННЯ ПЛАЗМИ. I<sup>1)</sup>

О. О. Лаврентьєв

Розглянути плоскі та сферичні задачі Ленгмюра для бінарної струми з довгими періодами частоти на швидкостях.

Зважено умови існуючої потенціальної ями в дрейфовому просторі.

Визначена можливість утворення ями-зонотри у довгопериодній ямі, від якої можна відібрати колекційну плазму потоку електронів.

**Вступ**

Основною проблемою термоядерного реактора чи будь-якої іншої установки, яка використовує як робоче тіло високотемпературну плазму, є створення адіабатичної оболонки, яка термостабілізує колекційному обгону енергію між плазмою та зовнішнім середовищем. У 1950 р. була зроблена спроба використати для цього електростатичне поле.

Рис. 1.

Рис. 2.

Нехай область А відокремлена від області В шаром поля з різницею потенціалу 100 кВ (рис. 1). Тоді йони, які входять з поверхні В і мають швидкості теплового руху, матимуть у області А кінетичну енергію, достатню для подолання виходу ядерних реакцій між легкими елементами. Продукти реакції з енергією у кілька Мев вийдуть за межі області А і передадуть йому рівно стільки енергії, скільки пішло на прискорення частини, що вступила. Назвир енергії відійдуться у вигляді тепла на поверхні В. Йони, що не прореагували за один

<sup>1</sup> Підготовлено від спікерів ФІА АН УРСР у 1956 р.

První publikace O. L. Lavrentěva o elektrostatické pasti psaná v ukrajinštině: *Ukrajinskij fizyčeskij žurnal*, 1963, VIII(4), s. 440 (archiv autora)

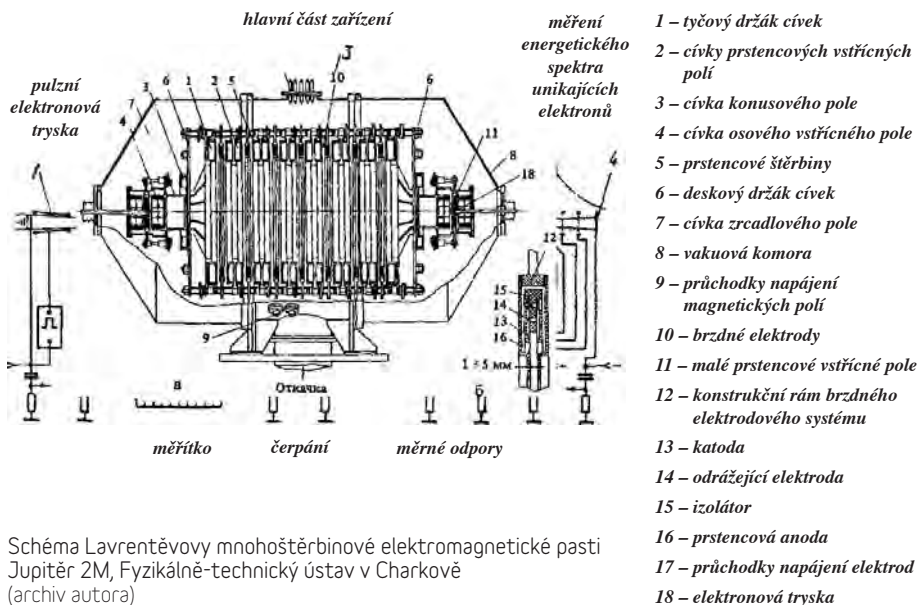


k termoizolaci vysokoteplotního plazmatu elektrostatické pole. Mlčení Sacharova mohlo mít prozaický důvod v přísném utajování všeho, co se týkalo jaderných zbraní. Přece jen Lavrentěv na vodíkové pumě nepracoval, a nebyl tedy důvod se mu se státním tajemstvím svěřovat. Druhým důvodem mohly být intuitivní obavy ze snížení zásluh obyčejným vojákem ze Sachalinu.

Kontakty mezi nimi přerušil jednak Lavrentěvův odjezd do Charkova, jednak nucený odchod Sacharova do Gorkého.

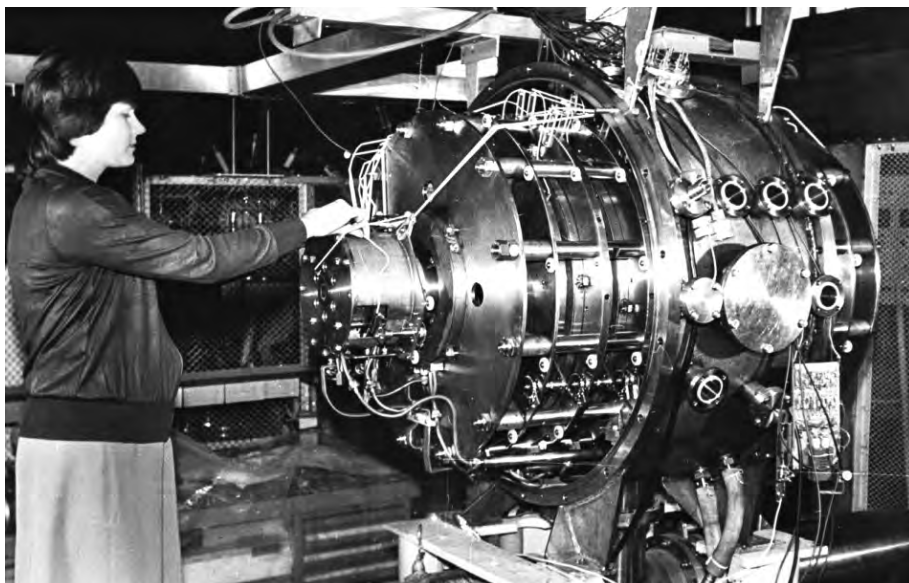
Lavrentěv, když se dozvěděl o svém primátu termoizolace plazmatu silovým polem, požádal Státní komisi pro objevy a vynálezy o udělení patentu, ale Komise chtěla originál jeho sachalinské zprávy. Tu Lavrentěv neměl a Archiv UV KSSS mu sdělil, že byla skartována. Lavrentěv se obrátil na recenzenta zprávy Sacharova, aby mu potvrdil obsah zprávy, ale Komisi svědectví trojnásobného Hrdiny socialistické práce nestačilo a patent Lavrentěvovi nedala. Naposledy se Lavrentěv se Sacharovem setkal nedlouho před jeho smrtí v jeho moskevském bytě roku 1989. Kupodivu Sacharovovi v paměti nejvíce utkvělo jejich druhé setkání, kdy se sešli s Berijou – a to uplynulo téměř 40 let! Lavrentěv ho žádal o pomoc ohledně financování svého programu elektromagnetických pastí Jupitěr. Sacharov mu navrhl obrátit se na Kadomceva či Sagdějeva. K dalšímu setkání již nedošlo, jelikož 14. prosince Sacharov zemřel. Lavrentěv byl zřejmě poslední z lipanovců, který se s ním osobně setkal.

Své uznání Lavrentěvovy práce vyjádřil Sacharov v recenzi jeho sachalinské práce. Nikdy Lavrentěva neodmítl, ale tím, jak přestal pracovat na řízené fúzi, ho ztratil ze zřetele.



## Sacharov o Lavrentěvovi

Není sporu o tom, že se Sacharov ve svém pestrém životě setkal s mnoha lidmi včetně významných vědců, a to i z oblasti řízené fúze. Pokud mu Oleg Alexandrovič Lavrentěv utkvěl v paměti, musely k tomu být pádné důvody. Jejich první setkání mělo datum 3. ledna 1951 a proběhlo v kanceláři Berijova sekretáře V. I. Machněva. Po několika náhodných setkáních v LIPAN ztratil Sacharov Lavrentěva z dohledu a není divu, že ve svých *Pamětech* podává o Lavrentěvově kariéře poněkud zkreslené informace. Lavrentěv nebyl námořníkem Tichomořské flotily, ale protiletadlovým raketovým dělostřelcem na Sachalinu, nestudoval na Ukrajině, ale v Moskvě, nepracoval na Ukrajině v „nějakém aplikovaném vědecko-výzkumném ústavu“, ale v renomovaném Fyzikálně-technickém ústav UAV v čistě základním výzkumu elektromagnetického udržení vysokoteplotního plazmatu. Nicméně si Sacharov pamatoval, že ho Lavrentěv požádal o potvrzení své priority návrhu udržení plazmatu silovým polem, které potřeboval pro přihlášku patentu. Také si pamatoval na „ostrou hádku“ Lavrentěva s kolegy v LIPAN. Lavrentěv přímo o ostré hádce nepíše, ale o napětí mezi sebou a kolegy se zmiňuje. Dráždil svou tvrdohlavostí při prosazování své elektromagnetické pasti a současně tím, že se mu jako chráněnci ministerstva či přímo Beriji báli říci, co si o jeho pastech myslí. Na druhé straně Lavrentěv vzpomíná na bouřlivé vědecké diskuse s Golovinem či s Leontovičem, které se ale nikdy nepřenesly do osobní roviny. Kariérní pád způsobený násilným koncem jeho „ochránce“ L. P. Beriji byl ovšem pochopitelný. Lavrentěv nemohl Berijova privilegia odmítnout



Lavrentěvova mnohoštrbinová elektromagnetická past Jupiter 2M, Fyzikálně-technický ústav v Charkově (archív autora)

a zajímavé je, že se o nich Sacharov nikde nezmiňuje. Přitom taková skutečnost mu nemohla uniknout. Vzpomínal na Lavrentěva veskrze kladně, ale s výhradami. Domníval se, že Lavrentěv měl zůstat v Moskvě a měla mu být dána příležitost ve formě samostatné laboratoře. Jiného názoru byli Lavrentěvovi kolegové, kteří byli přesvědčeni, že by Lavrentěvova přítomnost v LIPAN nebyla přínosem ani pro jednu stranu. Jejich antipatie dosáhly takové míry, že dříve než Lavrentěv dorazil do Char-kova, obdržel ředitel FTÚ K. D. Sinělnikov telefonickou zprávu o kontroverzním člověku – nositeli podivných nápadů. Konečně nepřiliš lichotivý názor na Lavrentěva si odnesl i významný teoretik Roald Zinurovič Sagdějev, autor neklasické teorie transportu energie v toroidálních nádobách.

## Od Nautila k Jupitérovi aneb ze sklepa do laboratoře

První dva měsíce v charkovském FTI trávil Lavrentěv převážně v knihovně, až jednou náhodou ve sklepních prostorách ústavu objevil skupinu, která se pod vedením V. S. Běloselského zabývala řízenou termojadernou fúzí. Výzkumníci svoji laboratoř nazývali z recese Nautilus, podle ponorky kapitána Nema z knihy J. Verna. Běloselskému se Lavrentěvovy nápady zalíbily a celá skupina se vrhla na elektromagnetické pasti. První experimentální zařízení se nazývalo S1. Zásadní výsledek – stabilní

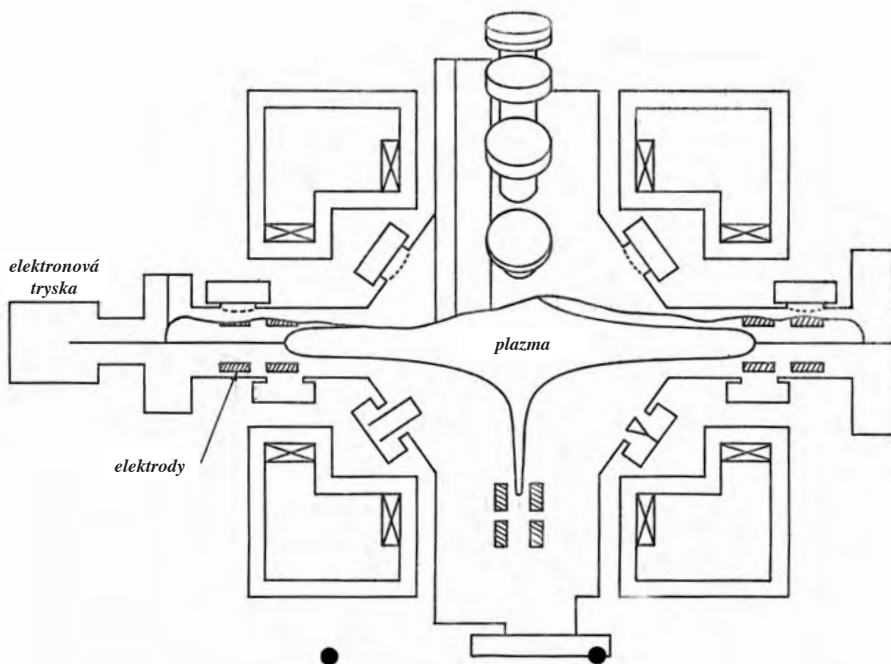


Schéma supravodivé elektromagnetické pasti podle Lavrentěva postavené v Ústavu pro energii v Quebecu (archiv autora)



R. Z. Sagdėjev - vynikající sovětský teoretik zabývající se termojadernou fúzí a výzkumem kosmu (R. Z. Sagdėjev: *The Making of a Soviet Scientist: My Adventures in Nuclear Fusion and Space From Stalin to Star Wars*. New York: John Wiley and Sons, 1994)



Setkání J. Stöckla z Ústavu fyziky plazmatu AV ČR a O. A. Lavrentėva na mezinárodní konferenci v krymské Aruši v roce 2008 (archiv autora)

plazma bez bohmovské difuze – vzbudil zájem i v zahraničí. T. J. Dolan z Livermorské Lawrencovy národní laboratoře (LLNL) se dokonce naučil ukrajinsky, aby Lavrentěvovy práce mohl číst v originále. Významným setkáním bylo pro Lavrentěva setkání s Robertem Hirschem na dnes legendární III. Mezinárodní konferenci o fyzice plazmatu a řízení termojaderné syntézy v Novosibirsku roku 1968. Konference vstoupila do dějin přednáškou Arcimoviče o výsledcích tokamaku T-3A. Zájem Hirsche o Lavrentěvovy výsledky a sympatie vedoucího A. A. Kalmykova vyústily v návrh velké supravodivé elektromagnetické pasti JUPITĚR 2T (T jako termojaderný). Zájem zahraničí rostl a pozvání na konference a stáže se množila.

V roce 1973 postavili v Ústavu pro energii v kanadském Quebecu elektromagnetickou past KEMP II se supravodivými cívkami. T. Dolan se účastnil jak stavby zařízení, tak i experimentů na něm. Do Charkova přijel John M. Larsen, aby se seznámil s Lavrentěvovými pracemi. Kanadané navrhli uzavřít dohodu o vědecké výměně a spolupráci, ale Goskomitět pro atomovou energii nesouhlasil.

Když v únoru 1974 B. Gregory, vedoucí kanadské skupiny, zjistil, že byl Lavrentěvův příspěvek zařazen do programu konference v New Yorku, pozval ho k návštěvě Kanady. Lavrentěv ale povolení vyjet do USA nedostal a nepodařilo se mu ani navštívit Kanadu. Jeho příspěvek na konferenci přednesl A. A. Kalmykov a později ho otiskli ve sborníku prací New York Academy of Science.

Skupina se ze sklepa přestěhovala do nově založené Laboratoře elektrostatických a elektromagnetických pastí, kde postavila řadu těchto Lavrentěvových „lovušek“. Řadu jupitěrů završil JUPITĚR 2T. Připravených 300 tisíc rublů se však po tragickém úmrtí Kalmykova rozkutálelo. Nový vedoucí Lavrentěvovi stavbu velkého zařízení nepovolil a po dvojnásobném zmenšení byla postavena past JUPITĚR 2M (M jako malý). O původních termojaderných parametrech si Lavrentěv mohl nechat zdát. Lavrentěv hledal pomoc u Sacharova a ten ho odkázal na B. B. Kadomceva nebo R. Z. Sagdějeva.

## Sagdějev o Lavrentěvovi

R. Z. Sagdějev byl spolužákem Lavrentěva v prvním ročníku Fyzfaku – bydlil s ním na koleji a hrál s ním šachy. Byl svědkem začátků „politické“ kariéry Lavrentěva, když si pro něj přijela černá limuzína a odvezla ho bůhvíkam (do První hlavní správy na schůzku s generály Vanikovem, Pavlovem a otcem atomové bomby I. V. Kurchatovem). Sagdějev neměl o Lavrentěvovi příliš dobré mínění a vyčítal mu důvěrné vztahy s Berijou, kterému prý telefonoval, když docházel do LIPAN. To pochopitelně nebyla pravda. Nelíbilo se mu, když Lavrentěv dostal individuální učitele fyziky a matematiky. Tvrdil, že Lavrentěv neunesl náraz nezvyklých povinností, vrátil se k běžné výuce a absolvoval se svými spolužáky z prvního ročníku (Lavrentěv ve skutečnosti dokončil Fyzfak o rok dříve). Těžko říci, odkud se vzala taková nevraživost. Sagdějev připouštěl, že aura kolem Lavrentěva napovídala, že není obyčejným studentem („věděl o něčem, co jsme nevěděli“). Když si ovšem uvědomíme raketovou vědecko-politickou kariéru Sagdějeva a když si sepišeme seznam jeho chybných tvrzení o Lavrentěvovi (Sachalin zaměňoval za Kamčatku, pochyboval o jeho přítomnosti na frontě, ačkoliv měl Lavrentěv vyznamenání Za vítězství nad fašismem, zaměňoval první moskevský dopis za druhý, Sacharov recenzoval sacha-



Pamětní deska Olega Alexandroviče Lavrentěva v Pskově (archiv autora)

linskou zprávu, a ne dopis, Lavrentěv svoje první zařízení nepostavil v Moskvě, ale v Charkově, atd.), nelze se příliš divit. Sagdějev tvrdil, že se Lavrentěv odmítl zapojit do práce kolektivně, což byl eufemismus pro jeho snahy vyzkoušet svoji myšlenku elektromagnetické pastí experimentálně. Ač Lavrentěv v začátcích kariéry Sagdějevovi radil, nezavdělil se mu. Ostatně takový se nenarodil, aby se zavdělil všem.

## Lavrentěv o Sagdějevovi

Na rozdíl od Sagdějeva, Lavrentěv na svého spolužáka vzpomínal jen v dobrém. S „Rolikem“ prý jídávali kaši z jedné misky, když nastoupili do prvního ročníku Fyzfaku. Věděl, že úspěšně složil kandidátské minimum u Landaua, což byl bezesporu obrovský úspěch, a pak přišel k bývalému spolužákovi pro radu, čím se zabývat. Lavrentěv ho doporučil k vynikajícímu teoretikovi Leontovičovi, vedoucímu teoretické části projektu MTR, u něhož nějakou dobu pracoval. Sagdějevovy práce o transportní teorii v uzavřených magnetických pastích a o bezesrážkových rázových vlnách získaly světová uznání. Potom Sagdějev odjel do Novosibirsku k A. M. Budkerovi a vrátil se po několika letech do Moskvy, již jako akademik SO AV SSSR, kde se stal ředitelem velkého ústavu kosmického výzkumu. S Lavrentěvem se občas potkávali na konferencích jako staří dobří známí. Od Sacharova dostal Lavrentěv na Sagdějeva služební telefonní číslo, když hledal peníze na pokračování svých výzkumů, ale nikdy se mu nepodařilo ho zastihnout. Nejprve Sagdějev „honil“ ve vesmíru nějakou družici, a pak natrvalo odjel do Spojených států a Lavrentěvovi zmizel z obzoru. Peníze na pokračování výzkumu elektromagnetických pastí od něj nedostal.

## Závěr

Nezpochybnitelným faktem je Lavrentěvova priorita návrhu termoizolace termojaderného plazmatu silovým polem a stejně tak i jeho role iniciátora prací J. E. Tamma a A. D. Sacharova, které vyústily v nejúspěšnější termojaderné zařízení tokamak. Jisté je, že Lavrentěv byl mezi prvními, ne-li prvním, kdo v Sovětském svazu, a tedy i ve světě navrhl pevnolátkovou verzi termojaderné výbušniny vodíkové bomby – deuteridu lithia. Nešťastnými se pro Lavretěva ukázaly sympatie L. P. Beriji, které mu zprvu velmi ulehčily začátek vědecké kariéry, ale posléze naopak vedly ke zdržení na cestě k uskutečnění jeho originálních myšlenek elektromagnetických pastí. Osud Lavretěva je výjimečný a malebný, jako stvořený pro film M. Formana.

- 1990–1994** Studie v rámci projektu (EURATOM) termonukleárního experimentálního reaktoru ITER (Pavol Pavlo, Ladislav Krlín, Richard Klíma)
- 1. 6. 1990** doc. Ing. Pavel Šunka, CSc., ředitelem
- 1994** Instalace čtyřkanálového rtg spektrometru vyrobeného v ÚFP na tokamaku TCV v École Polytechnique Fédérale de Lausanne (Vojtěch Píffl, Jaroslav Rauš, Aleš Krejčí)
- 1995** Ústav pořádal pražské zasedání mezinárodní „steering committee“ projektu UNESCO „International Centre for Dense Magnetised Plasma“
- 1996** ÚFP, Praha 11<sup>th</sup> International Conference On High Power Particle Beam
- 1996** Experimentální zařízení CAPEX – rychlý kapilární výboj v argonem plněné kapiláře („přenosný“ rtg laser) zahajuje činnost (Karel Kolářek...)
- 30. 6. 1997** ASTERIX IV – mezinárodní dohoda o předání laserového systému Asterix IV z Ústavu kvantové optiky Maxe Plancka (Garching u Mnichova) do ÚFP/FZÚ v Praze
- 1. 6. 1998** doc. Dr. Ing. Pavel Chráška, DrSc., ředitelem
- 1998** Ústav organizoval v Praze International Congress on Plasma Physics, současně s 25<sup>th</sup> European Physical Science Conference on Controlled Fusion and Plasma Physics, za účasti téměř 1000 odborníků z celého světa
- 1999** ÚFP, Praha 14<sup>th</sup> International Symposium on Plasma Chemistry
- 22. 12. 1999** podepsána Asociační dohoda EURATOM/IPP.CR
- 8. 6. 2000** Prague Asterix Laser System (PALS) – oficiální spuštění laserového systému na společném pracovišti ÚFP AV ČR a FZÚ AV ČR (Karel Jungwirth, Jiří Ullschmied, Karel Rohlena...)
- 2004** První vydání publikace M. Řípa, J. Mlynář, V. Weinzettl, F. Žáček: *Řízená termojaderná fúze pro každého*
- 2004** Badatelské centrum PALS se stalo členem konsorcia 17 laboratoří z 10 evropských zemí LASERLAB-EUROPE
- 2004** Spuštění plazmochemického reaktoru Plasgas (Milan Hrabovský, Vladimír Kopecký)
- 7. 7. 2005** ÚFP přijal nabídku UKAEA Culham na předání tokamaku COMPASS do Prahy
- 2006** Vydání G. McCracken, P. Statt: *Fúze – energie vesmíru* (překlad Jan Mlynář, Milan Řípa)
- 1. 1. 2006** Připojení Vývojové optické dílny AV ČR (ÚFP AV ČR, v. v. i.), vznik Oddělení optické diagnostiky (Zbyněk Melich)
- 1. 1. 2007** Změna právní formy ÚFP na veřejnou výzkumnou instituci
- 2007** ÚFP pořádal Fusion Expo – putovní výstavu Evropské komise (Euratom) v prostorách Fakulty jaderné a fyzikálně inženýrské ČVUT (František Žáček, Milan Řípa, Vojtěch Svoboda)
- 2007** ÚFP v Praze pořádal XXVIII. mezinárodní konferenci o jevech v ionizovaném plynu (ICPIG)
- 2007** Laboratoř PALS organizovala evropskou putovní výstavu o světle a optických technologiích Fascination of Light ve Veletržním paláci v Praze
- 20. 10. 2007** Tokamak COMPASS dorazil do Prahy
- 1. 4. 2008** Slavnostní odhalení tokamaku COMPASS za účasti představitelů EURATOM, UKAEA, EFDA, AV ČR a vlády České republiky
- 9. 12. 2008** První plazma tokamaku COMPASS
- 19. 2. 2009** Slavnostní spuštění tokamaku COMPASS
- 1. 2. 2010** Ing. Petr Křenek, CSc., ředitelem
- 2010** Vytvořeno regionální centrum speciální optiky a optoelektronických systémů TOPTEC v Turnově
- 15. 3. 2012** Otevření Laboratoře plazmových technologií v Praze-Letňanech
- 2013** Čtvrté vydání publikace M. Řípa a kol.: *Řízená termojaderná fúze pro každého*
- 1. 2. 2015** RNDr. Radomír Pánek, Ph.D., ředitelem

*Pokud by se takový člověk podobný Lavrentěvovi objevil v Americe, tak by dnes Hollywood zaplavil svět filmy o svém geniálním občanu.*

Alexandr Kuzněcov: Kto otec vodородnoj bombi? (2010)

#### V EDICI VĚDA KOLEM NÁS PŘIPRAVUJEME:

Věra Exnerová: **Demokracie na rozcestí: Čína, Střední Asie a Blízký východ**

Marie Makariusová: **Biografický slovník českých zemí**

Jan Vít: **Jan Patočka**

#### DOSUD VYŠLO:

Milan Řípa: **Evropskou fúzi rozvířil Wirbelrohr**

Milan Řípa: **Historie výzkumu řízené termojaderné fúze v ČR**

Milan Řípa: **Historie výzkumu řízené termojaderné fúze**

Edice Věda kolem nás | Osobnosti  
*Oleg Alexandrovič Lavrentěv | Milan Řípa*

Vydalo Středisko společných činností AV ČR, v. v. i. Grafická úprava dle osnovy Jakuba Krče a sazba WOW, spol. s r. o. Odpovědná redaktorka Petra Královcová. Vydání 1., 2017. Ediční číslo 12118. Tisk WOW, spol. s r. o., Washingtonova 1567/25, 110 00 Praha 1.

ISSN 2464-6245

Evidováno MK ČR pod e. č. E22344

Další svazky získáte na:

[www.vedakolemnas.cz](http://www.vedakolemnas.cz) | [www.academiaknihy.cz](http://www.academiaknihy.cz) | [www.eknihy.academia.cz](http://www.eknihy.academia.cz)