

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

Sergei Lvovich Sobolew

Výuka matematiky v Sovětském svazu

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 19 (1974), No. 1, 36--44

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/139121>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1974

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>

- [2] —, *Employment of new Ph.D.'s*, Notices Amer. Math. Soc. 18 (1971), 1021—1026.
- [3] —, *Academic employment prospects for September 1972*, Notices Amer. Math. Soc. 19 (1972), 116—119.
- [4] R. D. ANDERSON, et al., *Statement on employment of Ph.D.'s in mathematics*, Notices Amer. Math. Soc. 18 (1971), 486—490.
- [5] R. H. ATKINS, J. JOHNSON and V. MANCINI, *An analysis of urban structure using concepts of algebraic topology*, Urban Studies, Vol. 8, Number 2, October 1971.
- [6] *Careers in Operations Research*, Oper. Res. Soc. Amer., Baltimore, Maryland.
- [7] A. M. CARTTER, *Scientific manpower for 1970—1985*, Science 172 (1971), 132—140.
- [8] J. C. CHARLESWORTH (Editor), *Mathematics and the social sciences*, Amer. Acad. of Political and Social Sciences, June, 1963.
- [9] W. L. DUREN, JR., *Are there too many Ph.D.'s?*, Amer. Math. Monthly 77 (1970), 641—646.
- [10] L. K. DURST, *Employment in mathematical sciences*, Notices Amer. Math. Soc. 18 (1971), 865—866.
- [11] A. ENTHOVEN, *Systems analysis and the navy*, Naval Review (1965), 1—25.
- [12] T. J. FARARO, *The nature of mathematical sociology: a nontechnical essay*, Social Research 36 (1969), 75—92.
- [13] W. C. HOFFMAN, *The Lie algebra of visual perception*, J. Mathematical Psychology 3 (1966), 65—98; errata, ibid. 4 (1967), 348—349. MR 38 ** 4161.
- [14] —, *Higher perception as a prologation of the basic Lie transformation group*, Math. Biosci. 6 (1970), 437—471. MR 32 ** 3004.
- [15] —, *Memory grows*, Kybernetik 8 (1971), 151—157.
- [16] *Less Time — More Options: A Special Report*, Carnegie Commission on Higher Education, McGraw-Hill, New York, 1971.
- [17] D. W. LICK, *Why not mathematics?*, Math. Teacher 64 (1971), 85—91.
- [18] *Mathematical Problems in the Biological Sciences*, Proc. Sympos. Appl. Math., vol. 14, Amer. Math. Soc., Providence, R. I., 1962.
- [19] *Professional Opportunities in Mathematics*, Math. Assoc. Amer., SUNY at Buffalo, Eighth Edition, 1971.
- [20] R. REINHOLD, *Social sciences gains tied to big teams of scholars (innovations in the social sciences)*, The New York Times, Section C, Page 26, March 16, 1971.
- [21] P. A. SAMUELSON, *Maximum principles in analytic economics*, Science 10 (1971), 991—997.
- [22] *The Mathematical Sciences: A Collection of Essays*, COSRIMS, M. I. T. Press, Cambridge, Mass., 1969.
- [23] H. WHITE, *Anatomy of kinship*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J., 1963.
- [24] M. B. WILLIAMS, *Letter to the editor*, Notices Amer. Math. Soc. 18 (1971), 502—503.
- [25] D. WOLFE and C. V. KIDD, *The future market for Ph.D.'s*, Science 173 (1971), 784—793.
- [26] G. S. YOUNG, *The problems of employment in mathematical sciences*, Notices Amer. Math. Soc. 18 (1971), 718—722.

Přeložil Jiří Vanžura

vyučování

Výuka matematiky v Sovětském svazu*)

S. L. Sobolev, Novosibirsk

V naší době, kdy se neobyčejně rychle mění způsob života všeho lidstva, v době, kdy prudce rostou aplikace vědy v technice, neobyčejně vzrostla poptávka po kádrech vědců-výzkumníků a praktiků.

*) Přednáška, kterou přednesl akademik S. L. SOBOLEV na II. mezinárodním kongresu o vyučování matematice v Exeteru roku 1972. Se svolením autora přeložil akademik JOSEF NOVÁK.

Avšak to, čemu my dnes učíme mladé lidi, zejména ta matematika, kterou jim dáváme, nebude pravděpodobně za 15–20 let už odpovídat požadavkům života. A přitom právě za 15–20 let přijde jejich čas, neboť budou vytvářet vědu a techniku budoucnosti.

Kromě velkých úkolů, společných všem, vznikaly a vznikají v každé době a v každé zemi bližší úkoly, speciální pro každou zemi, k jejichž řešení je třeba odborníků již dnes, nebo jich bude třeba zítra. Tyto úkoly se mění velmi rychle, doslova před očima.

V řadě zemí došlo k pokusům vést děti od útlého věku k množinové terminologii a k základním pojům s tím spojeným. Výhody i nevýhody takové časné abstrakce jsou dnes více nebo méně známy.

Mladí lidé takovým způsobem vychováni, kteří měli možnost snáze vniknout do některých základních oblastí matematické vědy, jsou někdy málo způsobilí orientovat se v životních matematických situacích v důsledku malých znalostí konkrétního matematického aparátu.

Druhý extrém – soustředit se hlavně na metody řešení různých konkrétních úloh – má také své klady a zápory. Výsledkem jednostranně zaměřeného vzdělání jsou vědeckí pracovníci bez rozhledu, kteří nemohou vytvářet opravdu nové.

Všechno toto bylo v posledních letech již několikrát řečeno a lze jen diskutovat o tom, v jaké míře se mají budoucím matematikům dávat při jejich výchově konkrétní znalosti a obecná teorie.

Nehodlám proto mluvit o těchto otázkách, ale pokusím se místo toho pohovořit na základě konkrétního materiálu o zkušenostech s výukou matematiky v Sovětském svazu, o tendencích a názorech, které u nás existují.

V Sovětském svazu se matematice učí

na dvou stupních vzdělávání: na škole střední a na vysoké.

Střední škola je určena pro děti ve věku od 7–8 let do 17–18 let, je desítiletá nebo jedenáctiletá, a to v některých svazových a autonomních republikách, kde se ruskému jazyku učí zvlášť a základní výuka se provádí v rodném jazyku.

Místo desítileté všeobecně vzdělávací školy je možno absolvovat osmiletou školu a navštěvovat potom speciální odborné učiliště, průmyslovou školu, večerní školu.

Osnovy odborně technických učilišť obsahují všeobecně vzdělávací předměty v rozsahu desítileté školy.

Vysoká škola: university (v zemi je jich asi 50), pedagogické instituty, vysoké školy technického směru, lékařské instituty, právnické instituty, konzervatoře atd. – jsou určeny k dosažení vysokoškolského odborného vzdělání. Tam se přijímají mladí chlapci a dívky od 17 let. Studium na vysoké škole trvá 4 až 6 let.

Matematika jako obor se na vysoké škole přednáší na matematicko-fyzikálních, mechanicko-matematických a matematicko-mechanických fakultách universit, na matematicko-fyzikálních a matematických fakultách pedagogických institutů. Matematika se zařazuje jako jedna ze základních disciplín do osnov dalších universitních fakult i do osnov vysokých škol technického směru.

Do posledních desítiletí byl obsah matematického vzdělání na střední škole stabilní. Podle mnohaleté tradice se žáci 7–12 let učili aritmetice včetně „aritmetického“ řešení dosti složitých slovních úloh, které v podstatě vyžadovaly algebraické metody.

Pak následovaly dva paralelní kursy: algebra a geometrie. Kurs algebry byl

tradiční, obsahoval nauku o identických úpravách písmenových výrazů, teorii algebraických rovnic a soustav rovnic s použitím algebraické techniky na řešení slovních úloh. Do téhož kursu se zařazovaly elementární základy kombinatoriky a základní seznámení s logaritmickou funkcí včetně používání tabulek.

Geometrie se vykládala na základě názorných představ a axiomatiky, která byla blízká euklidovské axiomatice.

Teprve v posledních 10–15 letech bylo studium trigonometrických funkcí a řešení trojúhelníků rozděleno mezi kursy algebry a geometrie.

Zrychlení technického pokroku a vzrůstající úloha vědy vyvolaly nutnost zrevizovat obsah i formu matematického (a nejen matematického) vzdělávání na střední škole.

Základní myšlenky a pojmy tradiční vyšší matematiky: derivace, integrál, jednoduché diferenciální rovnice jako prostředek k popsání fyzikálních jevů, se staly nutnými téměř každému člověku bez ohledu na povahu jeho práce. Neméně důležité je naučit mladé lidi základům používání matematických strojů.

V posledních letech byly v SSSR osnovy matematiky (i jiných předmětů) za účasti širokých kruhů vědecké veřejnosti podstatně přepracovány. Přepracování se týkalo jak obsahu, tak i formy výuky. Hlavní tendencí přestavby je překonání propasti mezi aritmetikou na jedné straně a geometrií na straně druhé, a také mezi elementární a vyšší matematikou. To se provádí časným používáním písmen především k označování neznámých při řešení úloh. Brzy se zavádí pojem záporného čísla. Už v počátečních třídách se žáci seznamují se základními geometrickými útvary a s nejjednoduššími úlohami geo-

metrického obsahu. Důsledně se uplatňuje funkcionální hledisko a široce se využívá grafů. Kurs algebry se ukončuje zavedením pojmu derivace a integrálu s různými aplikacemi, ale bez vypracování rozvinuté techniky derivování a integrování. Postupně podle potřeby se od IV. třídy zavádějí pojmy teorie množin a matematické logiky, což poskytne vhodný jazyk při zkoumání soustav rovnic, nerovností s neznámými a při formulování pojmu funkce. Věnuje se zvýšená pozornost metodě souřadnic a grafům funkcí. Základem výkladu kursu geometrie se implicitně stalo studium grup pohybu euklidovské roviny a prostoru.

Přestavbě výuky předcházelo dlouhé jednání. Na příklad osnovy pro matematiku se dvakrát projednávaly na zasedání presidia Akademie věd SSSR. Byl vypsán konkurs na napsání nových učebnic, kterého se zúčastnilo několik autorských kolektivů. Byly přijaty učebnice, které byly uznány za nejzdařilejší. Můžeme však být jisti, že bude nutné tyto učebnice i nadále podstatně zdokonalovat. Při přestavbě výuky na střední škole se systematicky uplatňovalo umírněné stanovisko, které bralo v úvahu mnohé ze současných matematických myšlenek a představ, avšak za nejdůležitější se považovalo, aby žáci nahromadili faktické znalosti a aby se seznámili s těmi pojmy, které jsou základem pro sestavení modelů jevů okolního světa.

Zavedení nového materiálu do výuky na střední škole se uskutečňuje do značné míry na účet úspory času v důsledku využití této nové látky. V novém učebním plánu je i rezerva, která dovoluje zvýšit objem matematiky. Je to fakultativní vyučování od VII. třídy, pro něž jsou určeny zvláštní hodiny (řádově 4 hodiny týdně). Fakultativní vyučování probíhá v různých oborech vědění podle volby

žáků a tato volba často padne na matematiku. Kromě toho existují v různých místech SSSR školy s intenzivnější matematicko-fyzikální přípravou ve vyšších třídách. Takové školy mají už dost dlouhou pracovní zkušenost.

Zvláštní úlohu hrají internátní školy při největších universitách země (moskevská, leningradská, novosibirská, kijevská aj.). Hlavním úkolem těchto škol je získání nadané mládeže z měst a vesnic vzdálených od velkých center. Vyhledávání takových žáků napomáhají matematické olympiády – matematické soutěže, jichž se v SSSR zúčastní mnoho žáků. Probíhají nyní ve třech kolech – nejprve na školách, pak ve velkých oblastních centrech a nakonec je uspořádána všesvazová olympiáda. V poslední době se vždycky na jaře koná celosibírská matematická olympiáda v Novosibirsku. První matematická olympiáda se konala v Leningradě v r. 1934. Od těch dob se tyto soutěže staly populárními.

Do posledních let nebylo povolání pracovníka ve vědě příliš populární, zejména v místech vzdálených od velkých vědeckých center. Nyní se situace začíná měnit.

Olympiády, matematicko-fyzikální školy atd. nejsou zaměřeny jen a natolik na bezprostřední vyhledávání talentů, ale spíše na propagaci povolání vědeckého pracovníka-výzkumníka mezi mládeží. Jejich úkolem je získat chlapce a dívky pro romantiku vědeckého bádání. A opravdu, díky jim nemálo mladých lidí našlo své poslání.

Reforma školního vzdělání v SSSR, která se netýkala jen matematiky, zvýšila požadavky na učitele. Současně s tím byly podstatně zvýšeny platy učitelů na střední i na vysoké škole.

Matematické vzdělání na vysoké škole má čtyři hlavní cíle:

a) Na vysokých školách technického směru a jiných vysokých školách a fakultách, kde je matematika důležitým pomocným předmětem, je cílem matematického vzdělání vychovat vzdělané inženýry schopné řešit nesnadné technické problémy.

b) Nyní se objevila nová inženýrská povolání, která jsou ve své podstatě matematická. Mám na mysli teorii řízení, matematickou ekonomiku, programování, konstrukci a výrobu matematických strojů.

c) Matematika v pedagogických institutech, z nichž vycházejí učitelé matematiky na středních školách a technických učelištích. Úkoly těchto institutů jsou jasné.

d) A konečně matematické vzdělání na universitách má vychovávat matematiky-badatele a učitele vysokých škol.

Pohovořím zvlášť o každém směru. To nejnovější, co se objevilo za poslední léta v oblasti vysokoškolského technického vzdělání v SSSR, je zřízení specializace inženýr-matematik na několika vysokých školách. Tato specializace byla zřízena jak na technických školách, např. ve fyzikálně technickém institutu v Moskvě, tak i na universitách: moskevské, leningradské, novosibirské. Sám život si vyžádal nové specializace. Speciální inženýrsko-matematické fakulty se zřizují na universitách i na vysokých školách technického směru nejen v Sovětském svazu, ale i v mnoha jiných zemích. Náplň i forma výuky matematiky na nematematických fakultách vysokých škol technických jsou podřízeny potřebám základní specializace, a jsou proto dosti různorodé. Tato náplň není také stabilní. V poslední době se

ukázala snaha po určitém rozšíření náplně v netradičních směrech.

Na mnohých vysokých školách byly do osnov zařazeny i nové rozvíjející se oblasti matematiky a její aplikace. Je to za prvé stručný kurs programování na elektronických matematických strojích se základy moderní numerické matematiky, stručný kurs teorie řízení, základní pojmy matematické ekonomiky atd. Tento proces neprobíhá bohužel v dostatečné míře pro nedostatek nutných kádrů.

Výuka matematiky na pedagogických institutech je také poznamenána dobou. Byly vypracovány nové učební plány a osnovy těchto institutů v oboru matematiky. Cílem vytvoření těchto osnov bylo sblížení matematické přípravy studentů pedagogických institutů a studentů universit a také osvojení nových matematických specializací, o nichž budou musit mluvit ve škole. V kursech metodiky vyučování bylo značně důležité už to, že budoucí pedagogové se musí seznámit s novými osnovami a učebnicemi pro střední školy vzdálenými těm, podle nichž se učili oni sami.

Výchova matematiků z povolání se provádí na matematicko-mechanických, mechanicko-matematických, matematických a matematicko-fyzikálních fakultách universit. Studium trvá 5 let. Studenti, kteří prokázali jasně vyhraněné nadání a sklon k vědecké práci, mohou zůstat v tříleté aspirantuře, kde prohlubují své vědomosti ve vybraném oboru pod vedením profesora a připravují se na samostatný výzkum, jímž je disertace k získání prvního vědeckého stupně kandidáta věd.

V naší době bouřlivého vědeckého pokroku a všeobecného zvýšení úlohy matematiky, v době matematizace vědomostí, podléhají učební plány matematických fakult nejvíce změnám. Před několika lety

v souvislosti s rostoucí úlohou aplikací matematické vědy vzplanula na mnohých universitách SSSR diskuse o tom, jaké reformy jsou nutné ve výuce matematiky.

V naší zemi, tak jako zřejmě na celém světě, nejschopnější mladí lidé, snažící se vidět do šíře a schopni hlubokých zobecnění, usilovali až dosud pěstovat matematiku v odtržení od aplikací; tomu napomáhalo i to, že v mnohých oblastech matematiky, dodnes málo spojených s ostatními vědami, bylo snadnější získat zásadně nové výsledky, vynalézt nebo objevit nové metody výzkumu. A k tomu ještě společenské hodnocení konkrétních, užších, byť i velmi nesnadných výsledků, bylo nižší než hodnocení širokých, možná značně banálnějších zobecnění.

Mezi studentskou mládeží se proto vyvinulo jakési přehlížení takových otázek, kde lví podíl úsilí a času pohlcovала technika výzkumu a výsledky měly konkrétní charakter. Nevyhnuli se tomu téměř nikde, nepočítáme-li zaostalá konzervativní učeliště, kde konkrétnost výsledku se třeba cenila i vysoko, ale samy výsledky byly slabé.

Ani na leningradské universitě, která se pyšnila svými starými tradicemi v oblasti aplikací matematiky, kde pracovali ve své době ČEBYŠEV, MARKOV (starší), LJAPUNOV, STEKLOV, se toho nedovedli uchránit.

K takovému odtržení matematiky od aplikací přispívaly i některé historické příčiny. V minulosti bylo největší množství aplikací matematiky v oboru mechaniky: mechanika soustav hmotných bodů, mechanika tuhých těles a mechanika kontinua. Často se na mechaniku dívali téměř jako na část matematické vědy, přičemž úloha experimentu se brala v úvahu velmi málo. Na velkých universitách

(leningradské, moskevské a dalších) existovaly spojené matematicko-mechanické fakulty s dvěma odděleními matematiky a mechaniky.

Mezi jinými aplikacemi matematiky byl také kurs aproximativních výpočtů. Obsah tohoto kursu se omezoval na některé, většinou triviální otázky odhadu chyb počítání a na výčet různých početních metod vypracovaných během dávných dob. Žádné obecné otázky, tvořící současnou teorii výpočtů, se tam neprobíraly.

V mechanice nastoupilo po význačných objevech LJAPUNOVA, ČAPLYGINA a ŽUKOVSKÉHO období klidného pomalého hromadění faktů. A tak z generace na generaci vzrůstalo toto postupně vzniklé rozštěpení mezi matematikou a jejími aplikacemi.

Objevení nových úkolů a myšlenek, např. lineárního programování, teorie her, teorie řízení atd., nezměnilo situaci.

Za takových okolností vznikla u některých matematiků – „aplikátorů“ – myšlenka na rozdělení výuky na „čistou“ a „aplikovanou“ matematiku, na zřízení fakult aplikované matematiky, inženýrské matematiky, numerické matematiky, kybernetiky atd. Bude-li přivedena podle názoru těchto vědců část studentů hned ze začátku k významným dnešním aplikacím matematiky a odložili se studium obecných abstraktních disciplín na pozdější dobu, kdy se u mladých lidí už projeví chuť k aplikacím, bude možno dosáhnout obratu v tomto smýšlení.

Pro vytvoření zvláštních fakult aplikací matematiky hovořily nejen psychologické nebo sociologické argumenty. Rozsah matematických vědomostí se za poslední dobu podstatně rozšířil. V průběhu pětiletého studia není možné seznámit studenty se všemi novými myšlenkami, metodami a teoriemi, zůstává-li všechn dřívější

materiál. Výsledkem dlouhých debat na moskevské a leningradské universitě bylo otevření nových fakult. Jednotná fakulta členěná na matematiku a inženýrskou matematiku zůstala po dlouhých diskusích v Novosibirsku. Absolventi nových fakult ještě málo pracovali a není jich mnoho, takže není možno posuzovat úspěch tohoto rozhodnutí.

Myšlenku oddělit fakulty aplikované matematiky nesdílejí všichni vědci naší země (hovořím o matematicích). Má i své odpůrce – přívržence jednoty matematiky a jejích aplikací. Životní nezbytnost reforem stěží zároveň vyvolává u někoho vážné pochyby. Matematika vyrostla, zrodily se v ní nové otázky, nové úkoly, které musí najít své místo ve výuce. A tu zároveň se zřizováním nových fakult probíhá nezávisle na tom proces přestavby starých matematicko-mechanických a matematicko-fyzikálních fakult. Tento proces začal na universitách, v jejichž profesorských sborech jsou nejtvůřivější vědci aktivně pracující na současných úkolech vědy. Mění se učební plány, objevují se nové kursy, zřizují se nové katedry. Podstatně se mění i programy starých zavedených předmětů.

Podstata názorů těchto matematiků, kteří hájí jednotu matematického vzdělání, vyúsťuje v tom, že tato jednota musí odrážet jednotu samotné matematické vědy. Abychom byli schopni vyrovnat se s novými úkoly, novými situacemi, s nimiž se střetávají v životě absolventi našich universit, je třeba ovládat matematiku v celé její šíři. Z těchto důvodů nepovažují mnozí sovětsí matematici za účelné dávat studentům vzdělání zaměřené příliš úzce. Podle názorů této části vědců je za této situace zřizování fakult pro aplikace na universitách neopodstatněné. Inženýrsko-matematiky, řešící aktuální úlohy, stejně

tak jako techniky-programátory je třeba vychovávat na vysoké nebo střední škole technického směru.

Výsledkem činnosti těchto profesorů je to, že staré matematicko-mechanické a mechanicko-matematické fakulty univerzit, které existují někde zároveň s fakultami aplikací, se mění a už se změnily. Do jejich učebních plánů byly zařazeny nové matematické disciplíny s tímž právy a na témže podkladě, na němž byly dosud zařazeny analýza, algebra, geometrie, teorie množin, topologie atd.

Chtěl bych se zastavit poněkud podrobněji u nových učebních plánů. Tyto učební plány a osnovy matematicko-mechanických a mechanicko-matematických fakult různých universit jsou si v podstatě blízké, ale různé v podrobnostech v souvislosti s určitým možným rozlišením vědeckých zájmů vedoucích profesorů.

V oddělení matematiky, o kterém budu hovořit, se všechny vědecké předměty rozdělují na dvě části: na obecnou, povinnou pro všechny matematiky nezávisle na úzké specializaci, a na speciální, kterou určuje katedra, k níž se student přiděluje obyčejně od III. ročníku.

Účelem obecné části je dát studentu zásobu vědomostí a návyků, dostatečnou pro možnost dalšího zdokonalování samostatnou prací založenou na moderních pramenech. Tyto znalosti musí být dostatečně rozsáhlé, ale nesmějí být přetíženy podrobnostmi. Žádný profesor se nesmí dívat na svůj předmět jako na něco, co je nejdůležitější a nejvýznačnější, ale musí jej považovat jen za podstatnou část jediného celku. Na druhé straně však dobrovolné omezení vyvolané tímto stanoviskem nesmí být překážkou tvůrčího vztahu k jeho předmětu.

Obecná část sestává z těchto disciplín:

1. Matematická analýza se přednáší v prvních pěti semestrech. Zahrnuje klasický diferenciální a integrální počet, teorii Fourierových řad, křivkové a násobné integrály. Zároveň se přednáší teorie vnějších diferenciálních forem, teorie funkcí komplexní proměnné. Kromě kursových přednášek vedou asistenti cvičení. Po mnohá léta je forma výuky určována překrásnou učebnicí G. M. FICHTENGOLCE. V poslední době byl kurs analýzy značně zmodernizován, vykládají se širě myšlenky funkcionální analýzy a obecné topologie. Určitý vliv měly knihy BOURBAKIHO a kurs analýzy DIEUDONNÉ.

2. Algebra se přednáší tři semestry, počínaje prvním semestrem. Studuje se teorie determinantů a maticový počet, teorie dělitelnosti mnohočlenů, věty o rozložení kořenů mnohočlenů v rovině komplexní proměnné a na reálné ose, základy teorie grup, teorie lineárních transformací konečně rozměrného vektorového prostoru včetně kanonické Jordanovy formy, základy algebry tenzorů. Do tohoto kursu se zavádějí nejjednodušší poznatky z teorie čísel — teorie dělitelnosti a teorie kongruencí organicky splývají s algebraickým materiálem.

3. Geometrie se obvykle přednáší čtyři semestry počínaje prvním semestrem. První část (1. semestr) je nevelký kurs analytické geometrie a vektorové algebry; jeho hlavní částí jsou cvičení. Někde se dělají pokusy spojit analytickou geometrii s lineární algebrou. Druhou částí (II. semestr) je diferenciální geometrie křivek a ploch. Někdy se do této kapitoly zařazuje matematická analýza. Třetí a čtvrtá část jsou základy obecné a kombinatorické topologie a teorie Riemannových prostorů. Připomeňme, že nejsou na všech universitách.

4. Obyčejné diferenciální rovnice se přednášejí v III. a IV. semestru. Zde se zároveň s tradičním materiálem – studiem metod integrování různých tříd rovnic – přednášejí základy kvalitativní a analytické teorie a teorie speciálních funkcí.

5. Funkcionální analýza se přednáší v V. a VI. semestru. Obsah kursu: metrické prostory, lineární normované prostory, Hilbertův prostor včetně spektrální teorie omezených operátorů.

6. Rovnice matematické fyziky (VI. a VII. semestr, někdy V. a VI. semestr) obsahují studium základních úloh pro parciální diferenciální rovnice s použitím v úlohách matematické fyziky. Vykládají se s širokým využitím metod funkcionální analýzy, přičemž některé její kapitoly jsou těsně spjaty s teorií rovnic vykládanou v tomto kursu.

7. Teorie pravděpodobnosti (V. nebo VI. semestr) – nepřilíš rozsáhlý kurs zahrnující teorii náhodných veličin, limitní věty a základní pojmy teorie náhodných procesů.

8. Numerická matematika probíhá někdy nadvakrát. Zpočátku se v I. kursu (I. a II. semestr) studují základy programování a studenti se seznamují s jazykem ALGOL. Na cvičeních sestavují programy pro řešení úloh z algebry a analýzy. Potom se ve vyšších ročnících (V. a VI. semestr) studují metody výpočtů a ve zvláštním praktiku se sestavují řešení a programy pro úlohy souvisící s diferenciálními rovnicemi, teorií pravděpodobnosti atd.

Na výpočetní metody navazuje nepřilíš rozsáhlý kurs optimálního programování, věnovaný lineárnímu programování, teorii her a dalším metodám řešení optimálních úloh.

9. Ve vyšších ročnících (IV. až VIII.

semestr) jsou rozsahem nevelké kursy teoretické mechaniky a fyziky. Pozdější studium těchto disciplín umožňuje použití při jejich výkladu velký matematický aparát.

Obecné kursy v podstatě končí v VII. semestru. Už od V. semestru (a někdy i dříve) začínají studenti navštěvovat speciální kursy, organizované katedrami, a účastní se speciálních seminářů. Například na leningradské universitě musí student poslouchat tři roční speciální kursy a zúčastnit se po dobu dvou let speciálního semináře. Katedry zpravidla organizují velké množství kursů i seminářů a studenti mají možnost výběru.

V. ročník (IX. a X. semestr) je věnován speciálním kursům, účasti na speciálních seminářích, praktikům před diplomovou prací a sepsání diplomové práce, která zpravidla znamená samostatný výzkum. Ukazuje se, že nemalý počet diplomových prací si zasluhuje uveřejnění ve vědeckých časopisech.

Pedagogickou práci konají na všech velkých universitách katedry, a to jak teoretické, tak i aplikační. Studenti matematicko-mechanických a mechanicko-matematických fakult získávají značnou teoretickou přípravu a seznamují se s problémy aplikací.

Otázky výuky nových oborů matematiky se řeší na různých universitách různě. Zůstanu u srovnání tří velkých universit.

Fakulta aplikované matematiky a procesů řízení leningradské university má s matematicko-mechanickou fakultou slabé svazky. Její učební plány vypracovala skupina vyučujících, kteří nejsou členy vědecké rady matematicko-mechanické fakulty, a tyto plány nesou pečeť osobních zálib a zájmů autorů.

Fakulta numerické matematiky a kybernetiky moskevské university, která se

oddělila od mechanicko-matematické fakulty, existuje nezávisle na ní. Každá z těchto dvou fakult se snaží rozřešit úkoly současné matematické výuky svým způsobem. Vedle nové fakulty numerické matematiky a kybernetiky existuje na moskevské universitě historicky vytvořené oddělení mechaniky.

Jinak historicky vznikalo oddělení inženýrské matematiky na matematické fakultě novosibirské university, kde jeho základem bylo dřívější oddělení mechaniky s rozšířenými programy, které obsahují nové disciplíny, a s učebním plánem, který je vcelku dosti blízký učebnímu plánu oddělení matematiky. Fakulta si uchovala jednotu matematické výuky, která odpovídá jednotě matematické vědy. Učební plány obou oddělení vypadají v první polovině výuky stejně. Na každé z nich se základní kurs matematické analýzy přednáší po dvě léta. Pokračováním tohoto kursu je kurs základů funkcionální analýzy, který se dříve nazýval „Analýza III“. V obou odděleních má podstatnou úlohu numerická matematika, jejíž studium začíná v I. ročníku a pokračuje ve IV. ročníku. Poněkud odlišná je učební látka v algebře, která je rozsáhlejší a dříve začíná u matematiků. Tomuto rozdílu odpovídá na druhé straně to, že v oddělení inženýrské matematiky jsou posíleny aplikace. Dříve a podrobněji se studuje mechanika včetně mechaniky kontinua. Velká pozornost se věnuje konkrétním metodám výpočtu při řešení různých úloh mechaniky a fyziky.

Specializace, v nichž probíhá příprava ve vyšších ročnících, se v obou odděleních částečně shodují. Tak se v každém z nich rozpracovávají otázky teorie výpočtů (každé má svou katedru numerické matematiky), aerodynamiky, kybernetiky. Rozdíl v těchto specializacích je určen částečně

sestavou profesorů a přednášejících, kteří tvoří dvě paralelní katedry.

Další specializace jsou rozdílné. V oddělení matematiky jsou katedry funkcionální analýzy, algebry, topologie, diferenciálních rovnic, což není v oddělení inženýrské matematiky. Místo toho tam je katedra aerodynamiky, pružnosti a plasticity, geofyzikálních aplikací matematiky atd., které chybí u matematiků.

Nikde na světě není matematická výchova stabilní. Všude se hledají nové cesty. Pravděpodobně je možné řešit základní úkoly výchovy nových generací matematiků mnohými způsoby. Najít nejlepší z těchto řešení je zatím nad lidské síly. V Sovětském svazu, jakož i v jiných vyspělých zemích, se dělají pokusy vybudovat nový, zcela moderní systém matematického vzdělání.

Hovořil jsem už o různých opatřeních, prováděných a částečně již realizovaných, k dosažení harmonie mezi školou a životem. Je nesnadno říci, která cesta k dosažení tohoto cíle se ukáže nejlepší. Podle mého názoru se pravděpodobně ukáže nejuspěšnější nějaká „smíšená strategie“, v níž se uplatní jak speciální matematicko-fyzikální školy, tak i speciální nepovinné kursy na běžných školách a matematické olympiády. Na universitách a vysokých školách technických zřejmě přinesou užitek jak matematické fakulty zreformované v duchu doby, tak i inženýrsko-matematické fakulty. Je třeba jen nalézt optimální vzájemné vztahy mezi všemi těmito formami matematické výuky, které se nyní ověřují. Mnohé přitom bude určeno místními podmínkami. Je samozřejmé, že ještě lépe než my budou řešit všechny tyto otázky ti mladí lidé, které my nyní více méně úspěšně uvádíme do chrámu matematické vědy.