

Martina Štěpánová: Počátky teorie matic v českých zemích (a jejich ohlasy)

Posudek oponenta disertační práce

Předložená disertace byla sepsána během doktorského studia v oboru *Obecné otázky matematiky a informatiky*. Zabývá se historií prací českých matematiků z teorie matic a přijetí jejich výsledků doma i v zahraničí.

Úvodní přehledová kapitola popisuje vznik a vývoj teorie matic ve světě. Upozorňuje kromě jiného na skutečnost, že teorie matic jako samostatná disciplína vznikla mnohem později, než teorie determinantů. Přestože historie maticového počtu ve světě byla již dříve zpracována jinými autory, považují tuto kapitolu za užitečnou, neboť usnadňuje čtenáři zasazení prací českých matematiků do širšího kontextu.

Podstatnou část disertace tvoří druhá kapitola, která podrobně rozebírá práce Eduarda Weyra. Zvláštní pozornost je věnována tzv. Weyrově charakteristice a Weyrovu kanonickému tvaru matice. Tyto pojmy jsou v jistém smyslu ekvivalentní se Segreovou charakteristikou a Jordanovým tvarem matice, v řadě situací jsou dokonce výhodnější. Přestože Weyr dospěl ke kanonickému tvaru dříve než Jordan, jeho práce byly dlouhou dobu zapomenuty a i dnes se v základních kurzech lineární algebry obvykle dává přednost Jordanovu kanonickému tvaru. Autorka nejprve sleduje obsah Weyrových prací, poté pro snazší pochopení uvádí ještě přehled Weyrovu teorie psaný jazykem současné matematiky. Pojmy jsou vhodně ilustrovány na příkladech. Vzhledem k rozsahu práce je pochopitelné, že autorka neuvádí důkazy jednotlivých tvrzení. Přivítal bych ale odkazy na zdroje (vhodné pro současného čtenáře, nikoliv historické práce), ve kterých lze důkazy najít.

V dalších dvou kapitolách autorka rozebírá některé další práce českých autorů z teorie matic a všímá si ohlasů na Weyrovu teorii v díle Otakara Borůvky a dalších matematiků působících v Brně.

Další podstatnou částí disertace je pátá kapitola, která sleduje zahraniční odezvy od vydání Weyrovu práce až do současnosti. Z velké části se jedná o zkoumání souvislostí mezi maticemi a jim přiřazenými grafy, konkrétně o vztah mezi Weyrovou charakteristikou dané matice a vlastnostmi příslušného grafu. Tato kapitola je z matematického pohledu nejnáročnější. Autorka sice podává jen výčet nejdůležitějších výsledků z příslušných prací (a ilustruje je na konkrétních příkladech), i tak je ale pro čtenáře obtížné neztratit orientaci v tak velkém množství pojmů a tvrzení. Je to patrně nezbytná daň za to, že se autorka snažila o co nejuplněnější přehled prací spjatých s Weyrovou teorií. Z textu není zcela zřejmé, nakolik jsou citované výsledky závažné. Rozumím ovšem tomu, že není snadné význam výsledků posoudit, neboť se jedná o poměrně nové práce. V závěru páté kapitoly pak nalezneme zajímavá osobní svědectví některých matematiků, se kterými autorka disertace navázala korespondenci.

Poslední kapitola přináší stručný přehled dalších domácích ohlasů na Weyrovu teorii.

Práce je založena na pečlivém studiu primárních zdrojů. Seznam literatury je mimořádně rozsáhlý; prostudování tak velkého počtu prací představovalo obtížný úkol, který autorka velmi dobře zvládla. Orientace v moderních pracech jistě není snadná ani pro specialisty zabývající se lineární algebrou. Kromě samotné teorie si autorka všímá také vývoje terminologie a označení.

Disertaci považují za velmi zajímavou nejen z pohledu historického, ale i matematického. Weyrova teorie představuje málo známou, přitom však elegantní a poměrně elementární partii lineární algebry. Případné čtenáře jistě zaujme jak vztah mezi Weyrovou a Jordanovou teorií, tak i souvislosti mezi maticovým počtem a teorií grafů.

K práci mám několik drobných připomínek odborného, resp. terminologického charakteru:

- s. 65: Z jaké množiny jsou koeficienty a_ν ? Jedná se o komplexní čísla, nebo prvky obecného tělesa? Jak je v algebře definována konvergence řady? (Po složkách vzhledem k nějaké bázi?)
- s. 73, poslední odstavec: Jaký je význam φ ? Jedná se opět o polynom?
- s. 86 uprostřed: Podle současné terminologie není $\sum_{\nu=-\infty}^{\infty} a_\nu M^\nu$ mocninná řada, ale Laurentova řada.
- s. 102, paragraf 22: Je zavedeno označení (ξ_1, \dots, ξ_q) pro Segreovu charakteristiku, ale ve zbytku paragrafu není nikde použito.
- s. 116: Věta 28 říká, že Weyrův tvar je určen jednoznačně. V poznámce 29 je pak uvedeno, že jednoznačnost platí až na pořadí bloků – bylo by tedy vhodné větu 28 formulovat přesněji.

- s. 122, řádek 6: Označení g' je matoucí, vypadá jako derivace.
- s. 155, 2. a 3. odstavec zdola: Místo o vektorech by bylo vhodnější hovořit o vektorových funkcích (u_{km} je funkce proměnné x).
- s. 180: V prvním a druhém odstavci značí t jednak počet prvků Weyrovy charakteristiky, jednak délku Jordanova řetízku – neměla by být použita odlišná písmena?
- s. 190: Definice úroveň vektoru je matoucí. Místo „největší úroveň singulárního vrcholu i takového, že $v_i \neq 0$ “ by pravděpodobně mělo být „úroveň singulárního vrcholu i , kde i je největší číslo takové, že $v_i \neq 0$ “.
- s. 190, poznámka 239: *support* se běžně překládá jako nosič.
- s. 194, řádek 4: Místo „nalezneme Jordanovu bázi matice ...“ by mělo být „nalezneme Jordanovu bázi $\text{GKer}(-A)$, kde ...“
- s. 203: Začátek definice 38 je poněkud matoucí, spojení „necht symbol Ω_k značí množinu vrcholů“ vyvolává dojem, jako by taková množina existovala právě jedna (tento dojem je umocněn použitím dolního indexu k). Bylo by lepší psát např. „Množina vrcholů Ω grafu G se nazývá k -systémem, pokud ...“
- s. 222: S ohledem na to, že v definici 67 se hovoří o mnohostěnném kuželu, bych v definici 66 navrhoval překládat slovo *face* jako *stěna*, nikoliv *čelo*.
- s. 238: Proč je citována online verze práce [Se1] namísto časopisecké verze?

Text je napsán velmi kultivovaně a pečlivě. Objevil jsem několik překlepů, jejichž počet je s přihlédnutím k rozsahu práce zanedbatelný (jejich seznam přikládám na zvláštním listu – může být užitečný pro případ, že bude práce publikována v edici Dějiny matematiky).

Ve srovnání s dalšími disertacemi obhájenými v oboru *Obecné otázky matematiky a informatiky* považuji tuto práci za nadprůměrnou jak z hlediska rozsahu, tak i hloubky zpracovaného tématu. Upozorňuji rovněž na skutečnost, že autorka již publikovala dílčí výsledky svého bádání v řadě konferenčních sborníků. Zcela jistě tak prokázala schopnost samostatné tvořivé práce v historii matematiky s velkým důrazem na matematiku samotnou.

Vzhledem k uvedeným skutečnostem doporučuji předloženou práci uznat jako disertační.

V Praze dne 19. 3. 2013

RNDr. Antonín Slavík, Ph.D.
Katedra didaktiky matematiky MFF UK

Seznam nalezených překlepů

- s. 14, řádek 16: gratest → greatest
- s. 19, řádek 19: v číši → v říši
- s. 28, řádek 2: $b_{i,j} \rightarrow b_{ij}$
- s. 30, řádek 31: investigate → investigated
- s. 36, řádek 15: vybudovat → vybudován (?)
- s. 38, řádek 11: svoji → svojí
- s. 43, poslední řádek pod čarou: stereotomii → stereotomií
- s. 56, řádek 2: přestaveny → představeny
- s. 62, řádek 12: vzhledem tehdy → vzhledem k tehdy
- s. 87, řádek 19: formulacích → formulací
- s. 104, řádek 13: digramu → diagramu
- s. 117, řádek 12: chybí čárka před slovem což
- s. 127, řádek 5: uryvku → úryvku
- s. 133, 1. a 10. řádek zdola, též 5. řádek na další straně: determinat → determinant
- s. 136, řádek 1: čtyřicestránková → čtyřicetistránková
- s. 137, řádek 3 pod čarou: usilí → úsilí
- s. 139, řádek 3 pod čarou: doteorie → do teorie
- s. 147, řádky 10–11: daného → danému
- s. 147, řádek 17: blokú → bloků
- s. 169, řádek 13: Mathematical Teacher → Mathematics Teacher
- s. 171, 2. řádek nad čarou: recollection → recollection
- s. 193, 3. řádek za maticí: $A^2u \rightarrow A^2v$
- s. 204, 3. řádek nad čarou: všechny → všichni
- s. 216, řádek 14: pulikace → publikace
- s. 216, řádky 16–17: Jordanově kanonickému tvaru, podobnosti → Jordanovým kanonickým tvarem, podobností
- s. 225, 2. řádek za maticemi $A_Z, B_Z: a, b, c, d \rightarrow a, b$
- s. 239 pod čarou: jsou také znázorněny → jsou také znázorněna, studovaná majorizace → studované majorizace
- s. 240 pod čarou: perturbatios → perturbations
- s. 242, poslední řádek: it it → it is
- s. 248, 10. řádek zdola: Hawkinsonova → Hawkinsova
- s. 249, řádek 5: wheather → whether
- s. 251, řádek 18: in the 2007 → In the 2007
- s. 258, 7. řádek zdola: kanonické → kanonickému
- s. 260 pod čarou: Halmos S. → Halmos P. R.
- s. 269, řádek 5: pobdobné → podobné