

МАТЕМАТИКА И МАТЕМАТИЧЕСКО ОБРАЗОВАНИЕ, 2020
MATHEMATICS AND EDUCATION IN MATHEMATICS, 2020
Proceedings of the Forty-ninth Spring Conference
of the Union of Bulgarian Mathematicians
2020

АКАДЕМИК БЛАГОВЕСТ СЕНДОВ
(1932 – 2020)

Петър Кендеров, Андрей Андреев



На 19 януари 2020 г. България бе сполетяна от огромна загуба. Завинаги си отиде от този свят академик Благовест Христов Сендов – световно известен български учен, талантлив математик, прозорлив и успешен ръководител и реформатор, радетел за развитие на образованието, общественик, държавник и родолюбец. Загубата е болезнена не само заради неочакваната смърт на акад. Сендов, който буквално до последните си дни водеше успешна изследователска дейност, споделяше въодушевлението си от очертаващите се нови научни постижения и участваше активно в академичния и обществения живот. Боли и от това, че българската математика и информатика, науката в България, цялото българско общество завинаги бяха лишени от многостранната експертност, от авторитета и неизтощимата енергия на една многопластова и сложна личност. Личност с ярко и незабравимо присъствие в

цялата палитра от дейности, с които акад. Сендов участваше в живота на българската наука и българското общество. С неговата смърт добрите нрави в обществено-политическия живот на страната губят един от стожерите си. Онази част от българското общество, за която на първо място стои просперитетът на България, загуби един от най-ярките си представители и поддръжници.

Благовест Сендов е роден на 8 февруари 1932 г. в гр. Асеновград, в заможното многодетно семейство – трима братя и две сестри, от които Благовест е вторият по възраст. Баща му, Христо Сендов, е преуспяващ търговец, а майка му, Марушка Сендова, е възпитаник на Американския колеж в Самоков. Има 2 дъщери (Марушка и Ана) от първата си съпруга, Лилия Сендова, и един син (Благовест) от втората съпруга, Анна Сендова.

Още преди да тръгне на училище, той е наясно с аритметичните действия и не случайно първата в живота му „официална“ работа е на 12 години – във фирмата на баща си. Отговорник е на приемателен пункт с 40 души работници. На това място се е изисквало боравене с числа, а това е негово любимо занимание.

На 17 години през 1949 г. завършва с отличие Асеновградската гимназия, но за да стане студент по математика в Софийския университет, му се налага да преодолее политически пречки – властите в Асеновград не го пускат да следва поради буржоазния му произход. Пречките са преодоляни с находчивост и много труд. Напуска родния си град, работи около три години в отдел *Чистота* на Благоевски райсъвет в София и получава софийско жителство. Това му дава възможност да постъпи през есента на 1952 г. във Физико-математическия факултет на Софийския университет, специалност математика – производствен профил. Завършва висше образование предсрочно и с отличен успех през 1956 г. Още като студент публикува първите си научни резултати. Въпреки острата нужда от преподаватели в университета и въпреки че е издържал конкурсен изпит за аспирант (докторант по съвременната терминология), той е изпратен на работа като гимназиален учител по математика в Бобошево (време, за което си спомня с най-добри чувства). Причината е политическа. Децата, родени и възпитани преди 9 септември 1944 г. в заможни семейства, носят клеймо „неблагонадеждни“ и са държани настрана от преподавателската дейност в университета. Но неговият талант и лични качества са вече забелязани от най-изтъкнатите представители на математическата колегия по онова време. През 1958 г. по инициатива на проф. Благовест Долапчиев (на когото Сендов е бил аспирант), е образувана подписка, подкрепена от професори от Софийския университет, между които Никола Обрешков, Любомир Илиев, Любомир Чакалов. Те изпращат писмо до ръководителите на държавата с предложение Благовест Сендов да бъде назначен за асистент в университета. Така от 1958 година Софийският университет се сдобива с талантлив математик, който в бъдеще:

- ще създаде световно известна школа по Теория на апроксимациите;
- ще бъде избран за Декан на Факултета по математика на СУ (1970–1973);
- ще бъде избран за Ректор на СУ (1973–1979);
- ще бъде избран за Председател на БАН (1988–1991);
- ще провежда дълбоки реформи в областта на образованието и науката;

- ще е активен и нестандартен представител на политическия елит – Председател на Народното събрание (1995–1997), Посланик в Япония (2004–2009);
- ще представя България в редица влиятелни международни обществени и научни организации и в много от тях също ще се озове на отговорни ръководни позиции.

В основата на яркото присъствие на Сендов в научния и обществения живот, на неговите изяви и успехи са изключителните му лични качества. В научен план нещата са ясни – Благвест Сендов е просто твърде талантлив математик. Талантът му обаче е съчетан и с уникална способност:

- да улавя бързо и точно тенденциите в развитието на света;
- бързо да се добира до същността и сърцевината на проблемите;
- да предлага (и успешно да прилага) практически реализуеми решения, които въздействат върху решавания проблем в дългосрочен план.

За разлика от други талантливи математици, които предпочитат спокойните води на класическата наука, Благвест Сендов не се страхува да се озове във водовъртежа на бурно развиващите се нови клонове на науката. Противопоставянето на двете световни политически системи по онова време, Изток – Запад, е изкарало на преден план предимствата на информатиката за ускоряване на развитието на икономиката и науката. Държавното ръководство у нас е започнало да осъзнава необходимостта от подготовка на кадри в областта на информатиката, която в България се ражда и развива в лоното на математиката. Вдъхновител на тези промени е акад. Любомир Илиев, който по онова време е директор на Института по математика към БАН и ръководител на катедрата по Висш анализ във Факултета по математика на СУ. Тъкмо той издига и прилага принципа: „Новите дейности – с нови хора“. Новият човек е Благвест Сендов. Обновителните процеси обхващат цялата математическа колегия в БАН и Софийския университет и дават възможност на много млади хора да изявят качествата си. С особена сила това важи за Благвест Сендов, който постепенно от участник в процеса се превръща в основен двигател и инициатор на промените. Реформаторските усилия са всекидневие в дейността на Сендов и като учен, и като ръководител. Необходимо е много повече място и време, за да бъдат описани, анализирани и оценени всичките му инициативи. Споменаваме тук накратко само четири, като всяка една от тях, сама по себе си, е достатъчна, за да предизвика уважение към личността му и да ни накара да се гордеем, че България е отгледала такава личност. Повече подробности могат да се намерят в статията по случай 80-годишния юбилей на акад. Благвест Сендов¹.

Нов модел за висше образование по математика и механика в България. През 1970 г., когато Сендов е декан на Факултета по математика и механика на СУ, влиза в действие „Нов модел за висше образование по математика и механика“, който съществено се отличава от всичко, практикувано в България до онзи момент. Новото образование е „степенувано и профилирано“. Степените са наречени „Блок А“, „Блок В“ и „Блок С“. След успешно завършване на „Блок А“,

¹ П. Кендеров, А. Андреев, С. Димова, С. Марков, Академик Благвест Сендов на 80 години, Доклади на 41. пролетна конференция на Съюза на математиците в България, Боровец, 9–12 април, 2012, 7–22.

където обучението продължава 3,5–4 години, се получава диплома за завършено висше образование. След „Блок В“ (с продължителност 1,5–2 години) дипломата е за „магистър“, а след „Блок С“ (3 години) и успешна защита на дисертация се дава научната степен „Кандидат на науките“. По-късно последната е преименувана в „Образователна и научна степен доктор“. Лесно е, дори само по тези формални белези, да се разпознае приликата между този *Модел на образование* и действащата днес у нас система за висше образование, описвана с ключовите думи „бакалавър – магистър – доктор“ и „Болонски процес“. Нека веднага напомним, че поради широчината се по нашите географски ширини късогледство, в края на 80-те години на миналия век този прогресивен модел на образование е изоставен и висшето ни образование по математика се връща към корените си от преди 1970 година. А днешната система, която има англосаксонски произход, е наложена с големи усилия и огромни средства в континенталната част на Европейския съюз, включително и в България, едва в края на 90-те години на миналия век, т.е. повече от 25 години след като е започнало използването ѝ в България.

Проблемна група по образованието (ПГО). В края на август 1979 година, със заповед на Министерството на народната просвета, на малък колектив, оглавяван от Благовест Сендов, е възложено написването на „експериментален буквар и математика за 1. клас“. В колектива са имената на изтъкнати дейци на българската култура и наука, поети, езиковеди, психолози, опитни педагози. Колективът разработва и представя учебно помагало от свършено нов и непривичен за онзи момент тип. В него са заложени и реализирани идеите за образование, при което любопитството и познавателната потребност на детето, а не принудата, са двигатели на образователния процес. Поощрява се въображението и творческото начало. Всичко е насочено към изграждането на навици за самостоятелно учене. Впоследствие, под ръководството на Сендов, между Министерството на народната просвета и БАН е формирана „Проблемна група по образованието“ (ПГО), която да разработи „един от вариантите за реформа на образованието“. Работата продължава повече от 10 години. Групата създава добре структурирана цялостна образователна система с внушителна по обем, замисъл и оригиналност учебна документация, с добре поднесено и интересно учебно съдържание, в което компютърните технологии са естествен елемент, с нови взаимоотношения между учител и ученик, със стимулиране на самостоятелната работа на учениците. Образователният процес се фокусира не върху преподаването на готови знания, а върху усвояването на навици за самостоятелно придобиване (откриване) на необходимата информация и проникване в същността на изучавания материал. Образователната система на ПГО съдържа основните белези на нещо, което днес се нарича *Изследователски подход в образованието* (Inquiry Based Education). Този подход се характеризира с усвояване от страна на обучаемите на изследователско отношение към обкръжаващия свят. Това се постига чрез фокусиране върху решаването на задачи (а не върху запомняне на факти) и активно участие на ученика в учебния процес – със задаване на въпроси, формулиране и проверка на хипотези, изпробване на различни възможности, провеждане на експерименти, работа в екип и т.н. Достоеен за съжаление е фактът, че през 1992 г. ПГО е закрыта. През последните 15 години Европейският съюз инвестира десетки милиони евро за разпространението на *Изследователския подход* в европейските училища, включително и в България. Отново се налага да внасяме от-

вън неща, в развитието на които България има международно признат оригинален принос.

Проектно финансиране в науката. Проектното финансиране от Фонда за научни изследвания и по линия на Европейските програми за развитие на науката днес се приема като нещо съвсем естествено. Това обаче съвсем не е така през далечната 1986 година, когато Държавния комитет за наука въвежда финансирането на научни разработки на конкурсен принцип. Инициативата идва от Благвест Сендов, който по това време е председател на комитета, а процедурата следва модела на Националния научен фонд на САЩ. Този начин на финансиране не замества, а върви паралелно с институционалното финансиране на научните организации. За пръв път голям брой учени започват самостоятелно да управляват научни проекти и финансови средства, да купуват апаратура и литература, да пътуват и да участват в конференции в чужбина. Така демократизацията в сферата на науката изпреварва с няколко години демократизацията на българското общество, която започва през 1989 г. Опитът, придобит в управлението на проектите и работата по тях, се оказва много полезен за българската научна общност, когато се отворят възможностите за разработка на проекти в рамките на многобройните европейски програми, където финансирането е също на проектен принцип.

Включване на България в международното научно и културно сътрудничество. Реформаторските и лидерските качества на Сендов успешно съдействат за преодоляването на изолацията на България от международния научен и културен живот. И тези качества са признати и оценени в чужбина. Като ректор на Софийския университет Сендов участва активно в дейността на Международната асоциация на университетите (IAU) и се издига до президент на тази организация. Мандатът му на президент е толкова успешен и впечатляващ, че е избран за пожизнен Почетен президент. Изключително успешно е и участието му в друга престижна и влиятелна организация – Международната федерация по обработка на информацията (IFIP), в която той реализира успешен президентски мандат. Участвал е и в ръководството на Международния съвет на научните съюзи (ICSU), както и в ръководството на Световния съвет на мира.

Благвест Сендов – живот, отдаден на математиката, информатиката и не само... Обикновено е прието да се казва след смъртта на даден човек, че ни е напуснал. В случая с акад. Сендов едва ли това е подходящо. Няма как да се приеме като нормално, че ни е напуснало „нещо“, което Сендов е изграждал в продължение на 60 години. Това нещо е било около нас, с него редица математици са свързали творческите стимули в живота си. Идеите и резултатите на Сендов в Теорията на апроксимациите, Числените методи, Математическия анализ и други клонове на математиката и информатиката не само са увеличали и стимулирали голям брой талантиливи български математици, но и немалко чуждестранни учени, които са се трудили върху проблеми, поставени от него. В потвърждение на казаното е и фактът, че от 1959 г. до сегашната 2020 г., стотици статии са публикувани върху „хипотезата на Сендов“ и усилията за доказването ѝ продължават. Подробностите за тази хипотеза са по-долу.

Благвест Сендов е до голяма степен универсална личност в математиката заради блестящите резултати в различни нейни клонове като Числени методи, Нули на полиноми, Интервален анализ, Математическо образование, Математическа био-

логия и др. Все пак голямата му любов е Теорията на апроксимациите. И въпреки, че любовта едва ли се поддава на рационално обяснение, то в случая съществуват факти, които поне минимално могат да хвърлят светлина върху нея. Участвайки активно като студент в известния семинар по функционален анализ на проф. Ярослав Тагамлицки през 50-те години на миналия век, където подробно са изучавани работите на световноизвестния в Теорията на апроксимациите академик С. Н. Бернщайн, все още активен математик по това време, Сендов в 4. курс пише под ръководството на проф. Тагамлицки първата си курсова работа. И тъй като е завършил следването си за 4 вместо за 5 години, тази курсова работа е и неговата дипломна работа. Тя е и първата му научна статия, представена за публикуване от Бернщайн – “*On a class of regular-monotone functions*”, *Dokl. AN SSSR*, 110, № 1 (1956), 27–30. Сендов е на 24 години.

Сендов и българският принос в Теорията на апроксимациите. Без преувеличение може да се каже, че ако се говори за български принос в Теорията на апроксимациите, името на Сендов е първото, което трябва да се спомене. Не, че не е имало и има талантиливи и известни други български учени в тази област. Българската математика не е останала встрани от бурното развитие на Теорията на апроксимациите в първата половина на миналия век и в лицето на академиците Никола Обрешков и Любомир Чакалов оставя забележими следи. Като студент по математика през 50-те години на миналия век Благовест Сендов изпитва директно влиянието им, както и това на други изявени личности в българската математика като Я. Тагамлицки, Л. Илиев, К. Попов и др. Той е техен студент, а те, освен че са блестящи учени, са преди всичко личности.

Теорията на апроксимациите, като част от Математическия анализ, има дългогодишна история, може би започвайки с основополагащите резултати на Карл Вайерщрас и на Пафнутий Чебишов. По-точно, Вайерщрас доказва, че всяка непрекъсната функция в краен интервала $[a, b]$ може да бъде приближена с алгебричен полином в равномерната метрика с произволна точност, а теоремата на Чебишов за алтернанса характеризира напълно полинома на най-добро равномерно приближение. С развитието на изчислителната техника тези идеи се превръщат в мощен и удобен изчислителен инструмент.

Повратен момент в живота на Сендов е специализацията му в катедрата по изчислителна математика на Механо-математическия факултет на Московския държавен университет от есента на 1960 до пролетта на 1961 г. Попадайки под влиянието на идеите на А. Колмогоров, дейността на семинарите на С. М. Николски, С. Б. Стечкин, Д. Е. Меншов и др., където се поставят нови проблеми в теорията на апроксимациите, Бл. Сендов се оказва потопен в една среда, събрала немалка част от цвета на световната математическа мисъл. Докладвайки върху проблем, свързан с ε -ентропията и ε -капацитета в класа на непрекъснатите функции, той стига до извода, че предложено от него ново разстояние е естествена метрика в пространството на ограничените функции. Лично А. Колмогоров му обръща внимание, че това разстояние в теорията на множествата е въведено от Felix Hausdorff в книгата му „*Grundzüge der Mengenlehre*“, издадена през 1914 г., и измерва близостта на две подмножества на дадено метрично пространство. По-точно, ако X и Y са две непразни подмножества на метричното пространство M с метрика d , то хаусдорфовото

разстояние $r(X, Y)$ между множествата X и Y се дефинира с

$$r(X, Y) = \inf_{\varepsilon > 0} \{X \subseteq Y_\varepsilon, Y \subseteq X_\varepsilon\},$$

където

$$X_\varepsilon = \bigcup_{x \in X} \{z \in M; d(z, x) \leq \varepsilon\}.$$

С използването на хаусдорфовото разстояние се поставят основите на самостоятелен клон в теорията на апроксимациите – българският клон.

Официално Сендов няма научен ръководител на докторската си дисертация, защитена в България през 1964 г., но очевидно неин вдъхновител е А. Колмогоров, който още в Москва помага на Сендов да публикува няколко статии в тази област. Един от основните и красиви резултати от докторската му дисертация е, че в интервала $[-1, 1]$ функциите

$$s(x) = \begin{cases} 1, & x \geq 0, \\ 0, & x < 0, \end{cases} \quad \delta(x) = \begin{cases} 1, & x = 0, \\ 0, & x \neq 0, \end{cases}$$

(а и всяка ограничена функция) могат да бъдат приближени в хаусдорфова метрика с алгебричен полином от степен n с точност $\text{const} \frac{\log n}{n}$ и че тази оценка не може да бъде подобрена. За силата на тези резултати говори поканата към Сендов да ги представи в руското списание „Успехи Математических Наук“ през 1969 г.

През 1973 г. в *Journal of Approximation Theory*, **9** (1973), Бл. Сендов заедно с първия си ученик, Васил Попов, (може би най-талантливият измежду многобройните му ученици) доказва следната теорема:

Съществува абсолютна константа C , такава че за всяка ограничена функция f в интервала $[a, b]$ и всяко $\alpha > 0$, най-доброто хаусдорфово приближение $r_n([a, b], \alpha; f)$ на f с полиноми от степен n в интервала $[a, b]$ с параметър α удовлетворява неравенството

$$r_n([a, b], \alpha; f) \leq C \omega(f; n^{-1}) \frac{\ln(e + \alpha \cdot n \cdot \omega(f; n^{-1}))}{1 + \alpha \cdot n \cdot \omega(f; n^{-1})},$$

където $\omega(f; n^{-1})$ е класическият модул на непрекъснатост на функцията f .

Това е силен резултат сам по себе си, но е забележителен и защото обобщава един от основните резултати в Теорията на апроксимациите при $\alpha \rightarrow 0$, а именно знаменитата теорема на Jackson от 1911 г. за скоростта на приближаване на непрекъснати функции с полиноми.

Базов източник на информация за приближенията на функции в хаусдорфова метрика е монографията на Бл. Сендов *“Hausdorff approximations”*, Kluwer Acad. Publ., 1990.

В резултат на изследванията върху хаусдорфовите приближения Бл. Сендов и учениците му въвеждат нова характеристика на функциите, така наречения τ -модул (усреднен модул на гладкост)

$$\tau_k(f; \delta) = \left\{ \frac{1}{b-a} \int_a^b (\omega_k(f, x; \delta))^p dx \right\}^{\frac{1}{p}}, \quad p \geq 1,$$

където

$$\omega_k(f; x; \delta) = \sup \left\{ |\Delta_h^k f(t)| : t, t + kh \in \left[x - \frac{k\delta}{2}, x + \frac{k\delta}{2} \right] \cap [a, b] \right\}.$$

Модулът намира естествено приложение при оценката на скоростта на сходимост на линейните положителни оператори, използващи дискретни стойности (от такъв тип е класическият оператор на Бернщайн,

$$B_n(f; x) = \sum_{k=0}^n f\left(\frac{k}{n}\right) \binom{n}{k} x^k (1-x)^{n-k},$$

важен инструмент в теоретичен и практически аспект, особено приложенията му в компютърната графика), както и при оценки на грешката в числените методи за диференциални уравнения.

Резултатите, свързани с τ -модулите, са изложени в монографията „Усреднени модули на гладкост“, БАН, 1983 г., написана съвместно с В. Попов и издадена 5 години по-късно от издателствата *МИР, Москва* и *John Wiley&Sons, New York*.

В редица математически модели се налага да се работи с *на части непрекъснати функции*². Интересът на Бл. Сендов към такива функции без съмнение е възникнал при изследванията му в областта на хаусдорфовите приближения, където важна роля играят т. нар. *хаусдорфово непрекъснати функции*, частен случай на които са интервалните функции. Една такава е функцията „скок“, известна още като функцията на Хевисайд. Тя е една от първите, атакувана от Сендов при намирането на скоростта на приближаването ѝ с полиноми в хаусдорфова метрика. В следващите няколко години той се занимава активно с интервален анализ, стремейки се да предефинира основни понятия от класическия анализ в термините на интервалния, като въвежда т. нар. *S*-граница и *S*-производна на интервална функция. В серия от статии през 1977/80 г. Сендов изгражда основите на интервалния анализ. Тези изследвания бяха продължени у нас от негови ученици и последователи (С. Марков, Н. Димитрова, Р. Ангелов и др.). Въвеждането на алгебрични операции с хаусдорфово непрекъснати функции направи удобно и полезно тяхното приложение в числените пресмятания, например, компютърни пресмятания с неточни данни.

Сендов – съмнение и интуиция в математиката. Да се съмнява човек е естествено, но в математиката съмнението, че даден резултат не е това, което трябва да бъде, понякога е удивително плодотворно. В този смисъл интуицията на Бл. Сендов тласка творческите му търсения в две направления:

- първо направление – да предлага нови клонове в теорията на апроксимациите, които съществено я обогатяват и същевременно се оказват привлекателни за редица математици;
- второ направление – да подлага на съмнение резултати, които на пръв поглед са неподобряеми и са били приети от математическата общност като завършен резултат.

Към първата група, освен хаусдорфовите приближения, спадат и въведените през 1971 г. от Сендов „параметрични приближения“. Той доказва, че параметричното приближение на функцията $|x|$ на интервала $[-1, 1]$ е от порядъка $(3 + 2\sqrt{2})^{-n}$. Та-

²бел. ред. наричани още *частично непрекъснати функции*

зи оценка подобрява на порядък знаменития резултат на американския математик Donald J. Newman от 1979 г. за рационалното приближение на $|x|$, а именно оценката $e^{-c\sqrt{n}}$. И двата подхода, на Сендов и на Newman, използват като апарат за приближаване два полинома от степен n .

Като типичен представител на втората група научни резултати са тези, получени в резултат на изследванията на Бл. Сендов и учениците му върху константата на Whitney. През 1957 г. американският математик Whitney доказва, че за всяко цяло $n > 0$ съществува константа W_n , такава че за всяка ограничена функция $f : [a, b] \rightarrow \mathbb{R}$ съществува алгебричен полином P_{n-1} от степен $n - 1$, за който е изпълнено

$$\|f - P_{n-1}(f)\| \leq W_n \omega_n \left(f; \frac{b-a}{n} \right),$$

където $\omega_n(f; \delta)$ е n -тият модул на непрекъснатост на функцията f . Преди около 60 години първата оценка е $W_n \sim n^n$ и въпреки, че W_n участва в оценката на грешката във важни за практиката числени методи, в математическите среди се е считало, че порядъкът не е по-малък от C^n . През 1982 г. Бл. Сендов изказва хипотезата, че $W_n = 1$. По думите на Ю. В. Крякин (Mat. Sb., 1994, Volume 185, Number 3, 25-40) – *По това време хипотезата на Сендов изглеждаше достатъчно смела – съществуващите оценки за константата бяха при големи n достатъчно груби*. Тази характеристика на математическото чувство и интуиция на Сендов не се нуждае от коментар. Долната таблица е показателна за историята и борбата с константата на Whitney, как и от кого във времето е подобрявана.

година	учен	W_n
1961	Врудnyi	$C.n^{2n}$
1985	Иванов, Такев	$C.n \ln n$
1985	Бинев	$C.n$
1985	Сендов	C
1986	Сендов	6
1989	Крякин	3
1995	Крякин	2

Сендов – как понякога и от грешна политика се получава нещо положително... След дипломирането си през 1956 г. Сендов полага успешно изпитите за аспирант и едновременно с това преподава половин семестър като асистент по математика. Но унгарските събития през 1956 г. сплотяват „здравите сили“ в управляващата комунистическа партия и за „враговете на народа“ настъпва нелесно време. Очевидно, политиката на управляващите е грешна. Както беше споменато по-горе, Сендов е принуден да напусне университета и той става учител по математика в Бобошево и Елин Пелин. През 1958 г. акад. Обрешков, най-авторитетният академик по математика по това време, народен представител, макар и безпартиен, поддържан от колегите си, взима Сендов като асистент в катедрата по алгебра, на която е ръководител. В отговор, Сендов се чувства длъжен да се впише в тематиката на катедрата по алгебра. И така, през 1959 г. Бл. Сендов, като асистент на академик Н. Обрешков, изказва пред него една хипотеза, която става известна през следващите 60 години като „Хипотезата на Сендов“. Тази хипотеза изследва взаимното

разположение на корените на алгебричен полином и корените на производната му. Хипотезата гласи, че за полинома $P(z) = (z - r_1)(z - r_2) \cdots (z - r_n)$, чиито корени r_1, \dots, r_n са в единичния кръг $|z| \leq 1$, всеки от n -те корена на P е на разстояние не повече от 1 от някой корен на производната на полинома. От класическата теорема на Gauss-Lucas, която е естествено обобщение на добре известната теорема на Rolle от 1691 г., следва, че всички корени на P' са в единичния кръг, но хипотезата на Сендов очевидно прецизира разположението на корените на полинома и производната му³. За интереса към хипотезата говори фактът, че досега са публикувани над 150 статии по този въпрос, включително и от редица български математици. Въпреки, че хипотезата е „почти“ доказана, този математически проблем, който изпъква с простата си формулировка, заради която може би е и така привлекателен, остава недоказан. През последните 5–6 години Сендов продължи да работи активно върху проблема за взаимното разположение на нулите на даден полином и производната му. Подробности могат да се видят в Приложението (на английски език) от Христо Сендов към настоящата статия, в което авторът споделя най-значимите резултати от съавторството си с Благовест Сендов.

Благовест Сендов – приноси в биоматематиката. В периода 1965–1976 година Благовест Сендов разработва активно математически модели, описващи редица биологични процеси. Той работи в тясно сътрудничество с известния специалист по молекулярна биология акад. Румен Цанев. В 10 публикации двамата учени изследват механизма на деление, диференциация и карциногенеза на клетки в многоклетъчни организми. Резултатите от тези 10 публикации са публикувани в *J. Theoret. Biol., New York*, през 1966, 1968, 1969, 1971 г., а през 1975 г. са докладвани на семинара на Петровски по Диференциални уравнения и Математически проблеми на физиката в Московския държавен университет и са публикувани на следващата година в престижното списание *Успехи Математических Наук*. Създадените математически модели се базират на съвременните постижения на биохимията на клетката по онова време и някои хипотези, които двамата учени си поставят за цел да проверят. Основният математически апарат на модела е система нелинейни диференциални уравнения с прекъснати коефициенти, но главната особеност е, че броят на уравненията зависи от времето. Изследването на такъв тип системи диференциални уравнения е било възможно само с помощта на компютър и в този смисъл компютърните умения на проф. Сендов са били изключително важни за успеха на изследванията (по това време се използва компютърът Минск-2 в Института по математика на БАН). Изучаването на устойчивостта на системата по отношение на броя на уравненията е ключовият елемент, обясняващ зараждането и развитието на раковите клетки.

Резултатите от съвместната работа на Сендов и Цанев са ярко доказателство за предимствата, които математиката предоставя като апарат за описание на процесите в другите науки, когато проблемите са атакувани от ерудирани учени, от различни области.

³Динамичен аплет, демонстриращ разположението на нулите на полинома и неговата производна при различни стойности на n , е разработен от Bruce Torrence (2011) в рамките на Wolfram Demonstrations Project: “Sendov’s Conjecture” <http://demonstrations.wolfram.com/SendovsConjecture/> 21.02.2020 г. (бел. ред.)

Благовест Сендов и изчислителната математика в България. Когато става дума за изчислителната математика в България, то веднага асоциациите водят до името Бл. Сендов, защото за повечето хора, той “откри” бащата на съвременния компютър Джон Атанасов за българската общественост и популяризирайки приносите му в международен план, постави името на този американски учен с български произход до имената на Блез Паскал, Готфрид Лайбниц, Чарлз Бабедж и Джон фон Нойман. Дали на него за пръв път в България е минала мисълта, че светът навлиза в компютърната ера (а там изчислителната математика има привилегировано положение) или този, който ясно си е давал сметка за това, академик Любомир Илиев, търсейки специалист, способен да изгради този клон на математиката у нас, се е спрял на Сендов. Той едва е постъпил като асистент в катедрата по Алгебра през 1958 г., но това не пречи на Л. Илиев да предложи на Сендов да чете през учебната 1959/60 г., първата двугодишна специализация по Изчислителна математика към ръководената от него Катедра по висш анализ във Физико-математическия факултет на СУ. Очевидно акад. Л. Илиев е преценил добре и е направил удачен избор. Сендов се съгласява, подготвя и чете курс по Числени методи. Пак по предложение на Л. Илиев, Сендов е изпратен на стаж през 1960/61 г. в катедрата по Изчислителна математика в Мехмата на МГУ и по негови думи животът му коренно се е обърнал след този стаж. По това време в Мехмата на МГУ Сендов посещава лекциите по Числени методи на Березин и Жидков, семинара на Н. Бахвалов по Квадратурни формули и други известни специалисти по изчислителна математика, а посещава и курс по програмиране. В Москва Бл. Сендов програмира на руския компютър „Сетунь“, който използва троична бройна система. След завръщането си в България той чете през летния семестър на 1961/62 г. лекции по програмиране. Без преувеличение може да се каже, че от слушателите на изброените курсове по-късно се формират бъдещите специалисти по изчислителна математика и информатика в България. Те са от първите кадри в създадения през 1961 г. Изчислителен център към Математическия институт на БАН, в отделилия се от него Централен институт по изчислителна техника (ЦИИТ), в създадения по-късно КЦИИТ на БАН, във ведомствените и в регионалните изчислителни центрове в България.

През 1962/63 г. Сендов участва активно като отговорник за софтуера в построеното на първия български компютър “Витоша“, показан през 1963 г. на изложба в Москва.

По-късно животът на Сендов е тясно свързан с всичко, което има отношение към изчислителната математика у нас:

- 1963 г. – в ИМ с ИЦ е създадена секция Числени методи с ръководител Бл. Сендов, а ИЦ се превръща в изчислително звено на цялата Академия с наличието от есента на 1964 г. на компютъра „Минск-2“;
- 1968/69 г. – в Математическия факултет е създадена Катедра по изчислителна математика с ръководител Бл. Сендов и специализацията Изчислителна математика вече се ръководи от тази катедра;
- 1970 г. – Любомир Илиев и Благовест Сендов създават Единния център за наука и подготовка на кадри по математика и механика (ЕЦНПКММ, по-късно ЕЦММ). Бл. Сендов е първият ръководител на сектор „Изследване на операциите“ (от 1970 до 1978);

- 1973 г. – Сендов е ръководител на сектор „Математическо моделиране“, обединил секциите „Числени методи“ на ИМ с ИЦ и Катедрата по изчислителна математика на Факултета по математика.

От казаното дотук е ясно, че акад. Бл. Сендов е един от основоположниците на изчислителната математика в България във всичките нейни клонове – научна и административна организация, подбор и обучение на кадри, популяризиране на изчислителната математика. Участва активно в написването на учебни и популярни издания в тази област:

- 1963 г. – „Машини – помощници на човешкия ум“, С., Народна просвета;
- 1966 г. – „Електронни сметачни машини (с описание и инструкция за програмиране на „Минск-2“)“. С., Техника, в съавторство с Д. Богданов, П. Бърнев, В. Василев;
- 1972 г. – „Изчислителна математика – стара и нова“. С., Наука и изкуство;
- 1976 г. – съвместно с В. Попов, учебници по числени методи за студентите от ФМИ на СУ, които излизат през 1976 г. (I част) и 1978 г. (II част). През 1996 г. излиза преработено и допълнено издание на I част.

Бл. Сендов се е стремил постоянно да бъде в крак с новите тенденции в математиката, в частност теорията на апроксимациите и компютърните приложения. Може да се приеме, че изследванията му в последните години в областта на мултирезолуционния анализ, компресията на данни и обработката на образи също са част от съвременните клонове на изчислителната математика, а той има и резултати, които са свързани с класически проблеми на числените методи. Такъв е методът за приближено пресмятане на всички положителни нули на алгебричен полином с реални коефициенти (Изв. ВУЗ, Математика, 1974 г.), базиран на един забравен резултат на Поанкаре, определящ броя на положителните нули чрез броя на вариациите в редицата от коефициентите на един помощен полином.

Сендов – и какво оставя след себе си. Благовест Сендов трябва да е много горд с общественото признание, изразяващо се в редица награди –

- 1969 – Димитровска награда (заедно с акад. Р. Цанев);
- 1978, 1982 – ордени „Народна република България“ – първа степен;
- 1992 – орден „Стара планина“ – първа степен;
- 1995 – френския „Орден на академичните палми“;
- 2009 – японския „Орден на изгряващото слънце“;

и други отличия, но не по-малко може да се гордее със създадената от него българска школа в теорията на апроксимациите (не трябва да се пропускат и изчислителната математика, моделирането и други клонове на науката), която се радва на международно признание, както и създаването и грижата за плеяда свои ученици. Доказателствата за това твърдение са следните факти:

- Организирането в България на 13 международни конференции по теория на апроксимациите в периода 1970–2019 г. В тях са участвали почти всички водещи математици в областта от Европа, Азия и Америка;

- Бл. Сендов подготви десетки математици, които са били или в момента са лидери в областта си както у нас, така и в редица университети в Европа и Америка. Негови докторанти са били: Васил Попов, Васил Веселинов, Тодор Боянов, Борислав Боянов, Светослав Марков, Спас Ташев, Георги Илиев, Панайот Василевски, Таня Костова, Христо Джиджев, Милко Такев;
- Неговият първи ученик, съавтор и близък приятел, Васил Попов, беше определен от известния в Теорията на апроксимациите американски математик D. Newman с думите “*a brilliant young Bulgarian mathematician*”, след като В. Попов откри напълно нов подход и намери скоростта на сходимост при приближаване с рационални функции. През 1995 г. в САЩ се учредява награда на името на Васил Попов, която се дава на всеки 3 години на млади учени в областта на апроксимациите. Досега тя е била присъждана на: 1995 – Albert Cohen (Sorbonne Université), 1998 – Arno Kuijlaars (KU Leuven), 2001 – Emmanuel Candes (Stanford), 2004 – Serguei Denisov (Wisconsin-Madison), 2007 – Mauro Maggioni (Duke), 2010 – Joel A. Tropp (Caltech), 2013 – Andriy Bondarenko (National Taras Shevchenko University of Kyiv), 2016 – Jean-Marie Mirebeau (Université Paris Saclay).

Духът на световноизвестния учен акад. Благовест Сендов, уважаван за таланта си и готовността си винаги да помогне на колегите и приятелите си, а често пъти и на непознати хора, има запазено място в храма на Българската наука. В този храм не се влиза с покровителство и протекция, изявеният талант в дадена област на науката е необходимо условие, но достатъчното условие е наличието на човешки добродетели и обществена ангажираност за доброто на България. Става дума за храма на Българската наука, става дума за човеколюбие и съпричастност към хората.

Петър Кендеров

e-mails: kenderovp@cc.bas.bg, vorednek@gmail.com

Андрей Андреев

e-mail: aandreev@math.bas.bg

Институт по математика и информатика

Българска академия на науките

ул. „Акад. Г. Бончев“, бл. 8

1113 София, България