

МАТЕМАТИКА И МАТЕМАТИЧЕСКО ОБРАЗОВАНИЕ, 2025
MATHEMATICS AND EDUCATION IN MATHEMATICS, 2025
Proceedings of the Fifty-Fourth Spring Conference
of the Union of Bulgarian Mathematicians
Varna, March 31 – April 4, 2025

**JENNY SENDOVA – AN ONGOING
MATHEMATICAL SUITE**

Konstantin Delchev

Institute of Mathematics and Informatics, Bulgarian Academy of Sciences
e-mail: kdelchev@math.bas.bg

**ЖЕНИ СЕНДОВА – МАТЕМАТИЧЕСКА СЮИТА
С ПРОДЪЛЖЕНИЕ**

Константин Делчев

Институт по математика и информатика, Българска академия на науките
e-mail: kdelchev @math.bas.bg



Доц. Евгения Сендова, или Жени, както всички я знаят, е един от хората, чиято дейност много трудно може да бъде описана в рамките на доклад, защото огромната част от нея не се побира в стандартизираните формални критерии, по които често

<https://doi.org/10.55630/mem.2025.54.225-232>

2020 Mathematics Subject Classification: 01A70.

описваме науката. Като един от доайените на математическото образование, тя е оставила своята следа в редица дейности и структури – от Проблемната група по образованието (ПГО), ръководена от акад. Сендов, през самото начало на обучението по информатика в средното образование у нас, до дългогодишното ѝ участие в Research Science Institute (RSI), изключително успешният Ученически институт по математика и информатика и множество европейски образователни инициативи под шапката на Scientix. Тя е неизчерпаем източник на знания и житейски опит, който е прилагала щедро за подкрепата на математическата колегия в България и чужбина.

Въпреки това, обаче, най-важното сред този списък остава скрито. А именно – способността ѝ да свързва хората, да мотивира и да вдъхновява. Нейните успехи са не само в собствената ѝ дейност, но и в стотиците колеги, които е вдъхновила да започнат и да продължават да се занимават с математика и информатика. Тази нейна способност да създава общност и да насърчава сътрудничеството между различни поколения учени я прави неоценим партньор и ментор. Жени е пример за това как един човек може да се отличи не само чрез собствената си работа, но и чрез влиянието си върху други хора, което продължава да расте и да се развива във времето. Жени Сендова произхожда от семейство, чиято история е в сърцето на Балканския въпрос, и може би това е едно от нещата, което е спомогнало тя да бъде толкова интернационална и отдадена на работата между хора от различни държави и потекла.

Майка ѝ, Мария Стефанова Коларова (по баща Трайкова), е родена в Битоля в многолюдно семейство, в което (както често е споделяла) са се пеели български песни и рецитирали български стихотворения. А баща ѝ, Йовко Тодоров Коларов, е офицер от зенитната артилерия, пенсиониран на 37 годишна възраст (с поколението на последните царски офицери). Атмосферата, в която Жени и брат ѝ Тодор отрасват – всяка година (до прогимназиална възраст) в различни градове (Асеновград, Шумен, Пловдив, София), а през лятото – в малки села (Галата, Корен), в които се провеждат военни лагери, е много стимулираща като отношение към образованието. Според родителите ѝ то трябва да включва задължително музика, изобразително изкуство и спорт, да развива любознателност към науката, пълноценното общуване и любов към живота. От тях тя наследява най-важното послание – да изживяваш ученето като привилегия и радост цял живот и да не се боиш да почнеш нови неща и след пенсионирането си. . . И дори още по-важното – да споделяш любовта си към това, което правиш, с другите!

Ранните изследвания на Жени Сендова – моделирането на клетката и алгоритмичното създаване на музика са пример за тематика, изпреварила времето си. Петдесет години преди „готовият за употреба“ генеративен изкуствен интелект и системи като Алфа Фолд или Ево 2, тя е работила върху подобни въпроси, с наличните за времето си методи и материали. Именно заради това, и до днес, тя продължава да съчетава визията на образователния деец с визията на учения и иноватора. В лицето на учителите тя вижда колеги, готови да споделят идеи и опит в общност, а в лицето на средношколците – „ученик, въоръжен с компютър“ (по думите на Б. Сендов), а не обект на образование, на когото технологиите непрекъснато пречат и го разсейват.

Особено интересен кръговрат преживяват интересите на Жени към музиката

в компютърен контекст. Дипломната ѝ работа (1969) е Алгоритмично композиране на 8-тактови мелодии – тема, не само одобрена, но насърчена от проф. Благовест Сендов като първи опит в България. В алгоритъма, реализиран програмно на компютъра Минск-2, намират отражение закономерности, свързани с ритъма, музикално-височинните отношения, ладово-хармоничната структура и мащабната структура на една мелодия. С научния си ръководител, Стефка Димова, впоследствие (1970 – 1971) Жени обогатява алгоритъма за композиране с нейния алгоритъм за четиригласна хармония, при което двете стъпват на алгебрична формализация на тоналната музика, предложена от Пиер Барбо въз основа на свойствата на една крайна адитивна група. По-късно, като елемент от докторската си дисертация на тема „Компютърни микросветове и модели за интегриране на учебния и творческия процес“ (2000) Жени разработва образователен музикален микросвят на няколко диалекта на Лого (Logo Writer и Comenius Logo), в който са дефинирани традиционните музикални обекти и операции върху тях.

Един от нейните ученици, Христо Стайков, наследява тематиката (с проект на RSI'15 върху генериране на джазова импровизация с помощта на невронни мрежи). На конференцията, посветена на 80-годишнината на рождението на проф. Петър Бърнев, двамата изнасят съвместен доклад на тема: „Компютърното творчество – вчера, днес и утре“, където в заключителните си думи тя благодари на първия си учител по програмиране, проф. Бърнев, и на първия български изследовател на компютърното творчество в музикален контекст, проф. Стефка Димова.

Друг млад учен, когото Жени Сендова вдъхновява да поеме щафетата, е Цветелин Андреев, с когото двамата разработват образователни сценарии за вариации върху музикална тема в блоков език за програмиране SNAP!, предназначени за горния курс по информатика. Подобни интегрирани сценарии, част от т. нар. STEAM (разширение на природоматематическите и инженерните науки с изкуство) са потенциално решение на проблема с малкия хорариум на различни предмети и също така – на общата нужда за образование чрез правене и чрез експеримент.

Едно от важните послания на самата Жени към учениците ѝ е да не приемат временните си неуспехи като провали, а като житейски уроци. Тя дава пример с редица свои „провали“ (неуспешно кандидатстване в Музикалната гимназия, презаписване в първи курс математика във Факултета по математика и информатика (тогава ФМФ) на Софийския университет, неуспешно явяване на конкурс за научен сътрудник, двукратно неуспешно кандидатстване за Фулбрайт), като подчертава, че от дистанцията на времето тези провали са се оказали предпоставка за най-прекрасните професионални и житейски радости, включително срещата със съпруга ѝ Божидар Сендов като състудент (1963), дипломната ѝ работа под ръководството на Стефка Димова на тема алгоритмична музика, работата ѝ в екипа на проф. Благовест Сендов и проф. Румен Цанев върху един математически модел на диференциация на клетката, работата като преподавател по изчислителна математика в Националната математическа гимназия, по-късно като асистент по анализ на проф. Владимир Чакалов и на проф. Иван Проданов в рамките на Единния център по математика и механика, работата с учители и ученици в Проблемната група по образование, участието в редица международни проекти, свързани с иновации в образованието с акцент върху изследователския подход, довели до поканата да преподава в RSI като тютор (от 1997 до днес)...

Както е споделяла с приятели, още от основаването на Проблемната група по образованието Жени се вълнува от създаването на Буквара (за който Благвест Сендов говори на сътрудниците си от сектора Математическо моделиране) на всяка обедна почивка. А първото ѝ официално участие е като редактор на първия учебник по Лого (написан от Румен Николов като част от интегрирания предмет „Език и математика“, 1984), а впоследствие – негов съавтор в „Информатика за начинаещи“, с основен принос във връзката на информатиката с музиката и изобразителното изкуство. По-късно тя ще ръководи и списание Информатика и математика, предназначено за учителите от ПГО. Обезателно следва да се спомене и значението на Жени Сендова за навлизането в България на един от най-устойчивите образователни инструменти по информатика – езикът Лого. Целта на обучението по информатика в общообразователната система не е да създаде програмисти, а да възпита базова грамотност за писане на код и способност за алгоритмично мислене. Посредством Лого могат да бъдат постигнати и двете цели, като в допълнение се осъществяват множество междупредметни връзки с математиката, а в днешно време – и с началното образование по роботика. Нещо повече, идеите на това обучение спокойно могат да бъдат приложени в среден курс и дори по-надолу.

Лого е един от малкото езици, който може да се похвали с подобно дълголетие – създаден е в края на 60-те години от Сиймур Пепърт и негови колеги в BBN, сега позната като Raytheon. Първоначално малко повече от диалект на Лисп, визията на Пепърт за костенурковата геометрия го превръща в изключително обучително пособие. Нещо повече, оригиналните парадигми за преподаването с негова помощ силно наподобяват изследователското обучение, формализирано като концепцията за изследователски подход в образованието (inquiry-based learning) доста по-късно, и са в голямо съгласие с вижданията на Дьорд Пойа за обучението по математика. В България езикът получава български превод и успява отлично да се интегрира в концепцията на „Сендовската система“. Жени Сендова разшири неимоверно обхвата на Лого за българското образование. Тя е човекът, „виновен“ както за лесния и елегантен увод в програмирането с Лого, достъпен дори за деца от втори клас, така и за най-сериозния материал който е бил презентиран и преподаван с него – фрактална геометрия и случайни процеси. Тези теми излизат далеч извън обхвата на средното образование (и по принцип от възможностите на Лого), но с помощта на съвсем прости алгоритми, Жени Сендова успя да предизвика интерес към тях у много от участниците в УЧИМИ, а вероятно – и в RSI.

Този подход – на простия и ефектен увод, с достъпни инструменти, в иначе сериозен математически апарат, изигра голяма роля за поддържането на интереса на учениците в ранните години на УЧИМИ и за ориентирането им в плодотворни теми на работа. Той не трябва да се бърка с концепцията за edutainment, която по-скоро създава илюзия за разбиране. Скриптовете на Лого, математическите пъзели и генеративните алгоритми, които Жени продължава да демонстрира, по-скоро създават усещането за любознание и подтиква учениците самостоятелно да се насочат към учене и изследване на материала, до нивото, до което те се чувстват мотивирани да стигнат.

Една от програмите, с които най-много се свързва името на Жени Сендова, е Research Science Institute. RSI е създаден през 1984 г. от адмирал Хаймън Риковър, влиятелна фигура във флота на САЩ през Студената война, известен като

„бащата на ядрения флот“. Визията на Рикоувър за RSI е да насърчи по-задълбочено разбиране и по-професионалното занимание на гимназистите с изяви способности и интерес към природоматематическите и инженерните науки (STEM). В неговите възгледи, предоставяйки на тези ученици интензивен и реален изследователски опит, те ще бъдат по-добре подготвени да допринесат за научния напредък и да се справят със сложните предизвикателства на бъдещето. Над 40 години по-късно, ние знаем, че тези негови възгледи се потвърдиха и през RSI са минали редица бележити лица на съвременната наука, като Терънс Тао и Фенг Джанг, създателят на CRISPR/Cas9. Управлявана от създадения от адмирал Рикоувър Center for Excellence in Education (CEE), RSI е силно конкурентна лятна програма, която в днешно време се провежда в Масачузетския технологичен институт (MIT) под ръководството на Джоан Дидженаро, близък сътрудник и съратник на адмирал Риковер. Програмата събира ученици от цял свят, създавайки международна среда, в която те могат да участват в иновативни изследователски проекти под ръководството на лични ментори и опитни тюттори. България започва да изпраща участници в RSI, благодарение на Международна фондация „Св. св. Кирил и Методий“. Жени Сендова става част от програмата като тюттор в края на миналия век.

Работата на тюттора/наставника в една интензивна научна програма за ученици е изключително многолика и в известен смисъл – неблагодарна. Докато научните ръководители работят с 1-2, много рядко трима и повече ученици, тютторите работят с групи от 12, понякога до над 20 ученици. Тяхната отговорност е основно педагогическа. Те помагат както с усвояването на научни познания, така и с меки умения, необходими за една научна кариера – комуникационни умения във формална и неформална среда, работа в екип с хора от различни етноси и култури, критическо мислене, справяне със стреса. Жени Сендова донася опита и уменията на хора като проф. Джон Рикърт и д-р Марк Соул в България и сама става пример в тази роля на много колеги, както в България, така и в САЩ, вече повече от 25 години. Особено внимание заслужава и фактът, че тя е сред малцината жени образователни дейци от Европа, които помогнаха за създаването на интензивни и научни летни програми в Саудитска Арабия, когато страната постепенно започна наченки на реформи в средата на миналото десетилетие.

От 90-те години насам Жени не само е работила със стотици ученици върху техните умения и професионална етика, но и е подготвила много други млади ментори и тюттори, които да продължат делото ѝ. Нейна е и една от главните заслуги RSI да не прекъсне по време на пандемията от коронавирус, съумявайки да създаде онлайн организация, обхващаща участници от пет континента и над 15 часови зони. Безупречните ѝ организационни умения и широката мрежа контакти направиха така, че в условия, в които някои ученици едва можеха да излизат от къщи, те все пак можах да изпитат усещането от това да правиш наука и да търсиш отговора на отворени научни въпроси. Всяка година България изпраща двама участници в RSI, като първоначално тяхната селекция е била през инициативите на МФ „Св. св. Кирил и Методий“, а след това – чрез УЧИМИ, в чието създаване, освен МФ „Св. св. Кирил и Методий“, участват още Фондация „Еврика“, СМБ и ИМИ-БАН. Дори след отварянето на селекцията към науки, различни от математиката и информатиката, традиционният процес на селекция, създаден от Жени Сендова, се запази. Интервюто, на което са поканени участниците, лауреати на различни науч-

ни конкурси, представлява целодневно събитие, в рамките на което те демонстрират както научната и езиковата си подготовка, така и социални си умения и обща култура. Когато през 2018 г. СЕЕ предприе мерки по създаване на стандарти за избора на международни участници, българският подход се оказа един от най-строгите и взискателните в света.

Строгата селекция и подкрепата на Жени са и основна причина за успешното представяне в школата – традиционно високите научни постижения на българските участници в RSI включват петнадесет пъти признанието „top 5” (сред петте най-добри във всички STEM области, което означава – най-добрите писмени и устни презентации по математика/информатика). Но нейната основна гордост е учениците ѝ да чувстват като най-голяма награда принадлежността си към международна научна общност, в която ще творят съвместно с приятели през целия си професионален живот и ще наставяват следващите поколения – както в България, така и от разстояние.



Жени активно поддържа мрежата български алумни на RSI и УЧИМИ, мнозина от които днес са активни и перспективни български математици и информатици, учени, преподаватели, ментори – Станислав Харизанов, Калоян Славов, Ива Рапкова, Веселин Димитров, Тодор Колев, Антони Рангачев, Веселин Кулев, Тодор Биларев, Боян Петров, Никола Чипев, Катрина Евтимова, Георги Керчев, Катерина Велчева, Рафаел Рафаилов, Станислав Атанасов, Калина Петрова, Валерия Станева, Яница Пехова, Румен Данговски, Петър Гайдаров, Христо Стоянов, Дона-Мария Иванова, Кристиан Георгиев, Димитър Карев, Таня Оцетарова, Димитър Чакъров, Виктор Колев, Ангел Райчев, Илияс Номан, Радостин Чолаков и др.

Структурата в България, която извършва дейности, сходни с тези на СЕЕ, е учреденият през 2000 г. Ученически институт по математика и информатика, а от

2014 г. насам и Ученическият институт на БАН, създаден по подобие на УчИМИ. УчИМИ има две научни сесии годишно и собствена международна лятна школа, в рамките на три седмици, инспирирана от модела на RSI и изградена с неоеценитата помощ на Жени Сендова, чиито опит и контакти помогнаха неимоверно за издигането на нивото до една от най-добрите научни школи по математика в Европа. Школата също така придоби собствен облик и структура, с разделяне на длъжността на тютора между научните ръководители и т.нар. „съветници“, студенти – бивши възпитаници на УчИМИ, като така самите те имат възможност да получат опит и обучение в наставничеството на ученици. Жени продължава да има неоеценимо значение за привличането на международни партньори на школата и остава един от основните съветници за нейното провеждане, както и активен участник и лектор в нейната заключителна седмица. В България дейността на Жени Сендова се простира далеч отвъд работата с ученици с повишен интерес към STEM и много след приключването на дейността на Проблемната група по образованието. С включването на България в рамковите програми за наука на Европейския съюз, Жени Сендова и акад. Петър Кендеров са сред пионерите, които започват да създават трайни педагогически връзки с колеги от Германия, Австрия, Италия и др. Натрупаният у нас опит отлично се комбинира с концепцията за изследователския подход в образованието, развивана първоначално в Швейцария и Германия, и постигнала бързи успехи в редица държави, а геометричният софтуер като Геонекст и в последствие – Геогebra се оказва изключително подходящ за илюстриране и „раздвижване“ на геометричния материал в средното образование. Огромно количество подобни ресурси бяха създадени от Жени Сендова и нейни съавтори и сътрудници – доц. Любомир Давидов, проф. Тони Чехларова, Деси Димкова, Албена Василева и други.

Особено важни са материалите, обхващащи теми, попадащи както извън стандартния гимназиален материал, така и извън „олимпиадната математика“ – симетрии, покрития и паркетирания, движения, фрактали, класически пъзели, известни основно от преводните статии на Мартин Гарднър и вече трудни за намиране. Успоредно с тях бяха обучени и преподаватели, способни да работят с тях по креативен и адаптивен начин, съгласно нуждите на собствените си ученици и нивото на материала, подходящо за тяхната възраст. Един от най-ценните принципи в тези обучения беше наблягането на задачи без праг и таван, т.е. въпроси, които могат да бъдат зададени на много базово ниво, на ученици с малък багаж и умения и въпреки това да бъдат интересни на онези с повишен интерес и практика, които дори могат да достигнат до отворени въпроси при изследването им. Училищната геометрия се счита за особено трудна при тези проблеми, защото евклидовата геометрия е принципно решена. Задачите, които Жени Сендова представи, обогатявайки чисто геометричната тематика с комбинаторни, игрови или алгебрични елементи, предоставиха елегантно решение на този въпрос и също така – възможност за учениците да погледнат на геометрията по нов начин.

Много от тези ресурси бяха създадени в рамките на активно международно сътрудничество, като Жени Сендова беше активен участник в едни от първите български проекти, финансирани от рамковите програми за наука и иновации на ЕС. Първоначалните партньорства, в сравнително камерни консорциуми (като например ObDiMat) се превърнаха в непрекъсната дейност, чрез участие в редица големи

европейски проекти като Fibonacci, MaSciL, KeyCoMat и др., често в рамките на European Schoolnet и в последствие – Scientix. В ролята си на посланик на Scientix, Жени изгради голяма мрежа от талантиливи и мотивирани учители и ментори в прогимназиален, в гимназиален и дори в начален курс на средното образование. Дейността ѝ намери и отражение в инициативата за създаване на иновативни училища, където тя успешно продължава да защитава тезата, че чисто материалните иновации, като електронни дъски, бележници и табла, не са критерий за иновативно училище, а това са единствено иновациите в самия начин на преподаване. Който след това би могъл да има нужда или не от съответната логистика и инвентар.

В днешно време смело можем да кажем, че възможностите за изследователско и проектно-базирано обучение никога не са били по-добри. Достъпните настолни компютри и мобилни устройства, системите за виртуална и добавена реалност, изкуственият интелект, тримерното принтиране са технологии с перфектна приложимост в една динамична и иновативна класна стая. Повечето от тях са били едва в зародиш, когато Евгения Сендова започва своята активна педагогическа дейност. Няма по-голямо свидетелство за нивото и принципната важност на постиженията ѝ от теста на времето – от това, че огромният технологичен ръст не ги направи морално остарели. Напротив, новите технологии само подобриха приложимостта на нейните методи и позволиха повече ученици и преподаватели да имат достъп до тях. А общността от учени и изследователи, която Жени съумя да създаде около себе си, продължава да подкрепя развитието на млади учени, мотивирани от нея и нейните дейности да направят първите стъпки в научната си кариера.

Честита 80-годишнина, Жени! Желая ти още дълги години да ни вдъхновяваш с неизчерпаемата си енергия!