

МАТЕМАТИКА И МАТЕМАТИЧЕСКО ОБРАЗОВАНИЕ, 2013
MATHEMATICS AND EDUCATION IN MATHEMATICS, 2013
*Proceedings of the Forty Second Spring Conference
of the Union of Bulgarian Mathematicians
Borovetz, April 2–6, 2013*

**МАТЕМАТИЧЕСКИЯТ ПЪРФОРМАНС – СОЦИАЛНА
ИГРА ИЛИ ОБРАЗОВАТЕЛНА ТЕХНОЛОГИЯ**

Тони Чехларова, Евгения Сендова

I. Малко предистория. Ако заглавието ви озадачава, това не е случайно – доста време ни отне докато се спрем на понятието *математически пърформанс* като обхващащо спектъра от дейности, които искаме да споделим. Минахме през *математически щанд*, *математически кът*, *математическо шоу*, но те вече имаха смислова натовареност, изместваща акцента от активното участие на публиката, което винаги сме стимулирали и очакваме и в рамките на тази конференция. Самото понятие *пърформанс*, транслитерация на английската дума *performance* (*представление*), започва да се използва през 70-те години на миналия век в САЩ, Европа и Япония като название на синтез от определени културни и художествени практики, например музикални и спортни изпълнения, театрални и танцови постановки, включващи специални аудио-визуални ефекти. Характерно за пърформанса е, че в някакъв смисъл се противопоставя на традиционния театър – може да се провежда не само на сцена, но и на по-нетрадиционни места (като улицата и парка) и е събитие, което не може да бъде точно възпроизведено поради импровизационния си характер и активното участие на публиката. Критичен преглед на съвременните интерпретации на понятието *пърформанс* и развитието му в различни области е направен от Марвин Карлсон в [1]. Никъде обаче не бяхме срещали това понятие в съчетание с математически дейности и когато обяснихме на проф. Радослав Павлов какъв тип дейности искаме да представим на математическата колегия, която се интересува от популяризиране на математиката пред по-широка публика, той възкликна: *Това, което правите, е математически пърформанс! Остава да обясните дали го разглеждате като социална игра или като образователна технология...* На въпроса ни дали има предвид „изключващо или“, той отговори: *Не, дизюнкция!* Така се роди и заглавието...

II. Фестивалите на науката – естествен форум за популяризиране и на математиката. Ефективно средство за разпространение на съвременни постижения на науката пред разнообразна и многобройна аудитория са фестивалите на науката. В рамките на няколко издания на европейската *Нощ на учените* и на панаири на науката сме организирали *математическите щандове* (свързани с разнообразни представления), където сме поставяли два акцента:

- съчетаване на материални и виртуални средства за организиране на изследователския процес в математическото образование;
- изява на връзката между математика и изкуство.

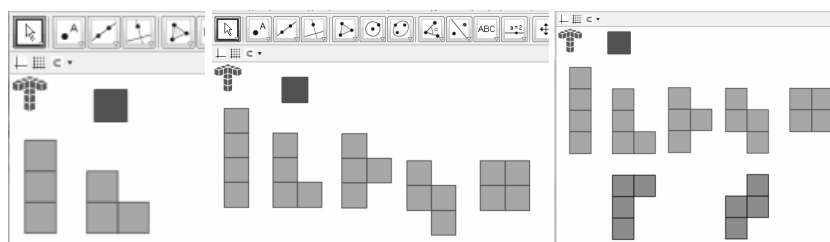
Представяме няколко математически представления в стил „пърформанс“ и резултати от реализациите им в: *Нощ на учените 2011*, София [2]; *Нощ на учените 2012*, София [3]; *Първи югоизточно-европейски фестивал на науката*, Солун, 2012 [4].

Дейностите включват информационно-демонстрационна част и организиране на математическа лаборатория за широката публика.

1. Математически пъзели. Тук водеща е идеята за съчетаване на класика и иновации по отношение на дидактическите материали и целенасоченото им използване за мотивиране, формиране на изследователски умения, формиране и приложение на математически знания.

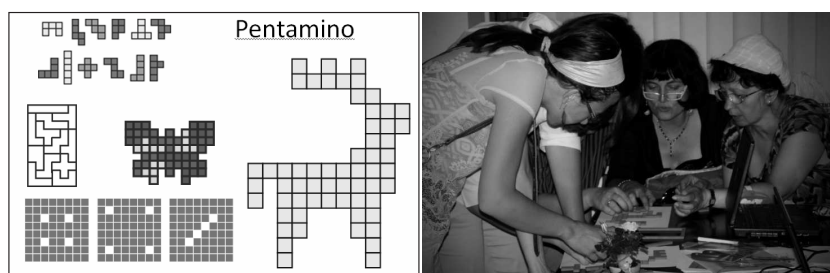
1.1. Полиомино. Повечето от участниците са запознати с два конкретни вида полиомино – доминото и виртуалната игра *Тетрис*. Основните дейности, които предлагаме, са:

- Демонстрация с динамичен софтуер на изследователски процес за получаване на полиомина с акцент върху подреждането при разсъжденията и записването (фиксирането) на обектите (Фиг. 1), пълнота на отговора, промяна на условията по отношение на изискването за вид еднаквост (т.е. на аксиоматиката)...



Фиг. 1. Преоткриване на полиомина

- Работа с материални модели на пентамина (Фиг. 2).

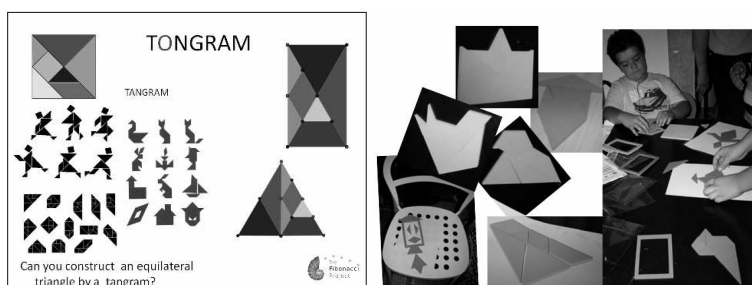


Фиг. 2. Фигури със специфични елементи като част от стратегия за подреждане на плочките от пентамино

- Представяне на динамично пентамино с акцент върху необходимостта да се осигури „обръщане“ на някои от плочките.
- Представяне на задачи с полиомино и числова таблица.

1.2. Тонграм. Тази игра е разновидност на известния *Танграм*, но притежава нови свойства, например допуска построяване на равностранен триъгълник (Фиг. 3). Дейностите отново предвиждат кратка демонстрационна част и творчески задачи за публиката:

- От *Танграм* към *Тонграм* – причина за създаването и представяне на идеи за използване
- Работа с динамичен и материален *Тонграм*, включваща създаване на авторска фигура.



Фиг. 3. Фигури, получени от елементите на танграм и тонграм (във виртуална и материална реализация)

1.3. Паркетони. Така вторият автор предложи да наричаме паркетиращите плочки, създадени по дизайн на първия и изработени от материя, подходяща за работа на деца (Фиг. 4).



Фиг. 4. Необичайните плочки (*паркетони*) за паркетиране на равнината са добро предизвикателство

С изненада учениците откриват, че с тези особени плочки може да се покрие равнината. Паркетоните са естествен преход към творчество в стил Ешер.

2. Математика и изкуство – моделиране в стил на Ешер и на Мондриан. Ешер и Мондриан са художници, чието творчество може да вдъхнови с математическите си идеи и *онези, които мислят, че не обичат математиката* [5].

В зависимост от условията информационната част може да се представи в началото на пърформанса за цялата публика или на отделни групи. В демонстрационната част представяме творчеството на Ешер и основни идеи за създаване на картини в стил Ешер, включително и чрез използване на динамичен софтуер (Фиг. 5).



Фиг. 5. В постерите участниците се приканват да творят в стила на Ешер и Мондриан

Предоставяме на публиката разнообразни материали за създаване на модели – готови шаблони, печатни материали с правилни мрежи, картон, ножици и тиксо, компютърни файлове с динамични модели.

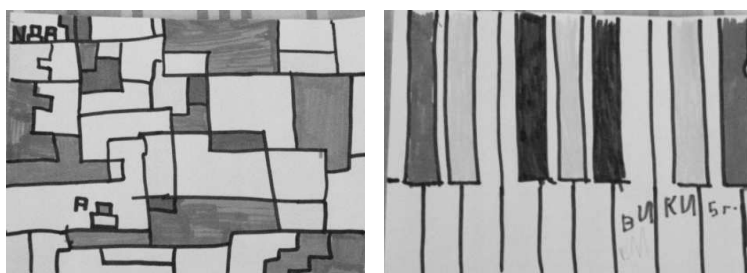
Участващите установяваха, че могат да си направят и сами паркетирална плочка, при това по няколко начина. Споделяха, че най-впечатляваща е работата с динамичния компютърен модел (Фиг. 6).



Фиг. 6. Паркетиране на равнината в стил Ешер с помощта на динамичен софтуер

За пореден път се потвърди схващането, че съчетаването на материални и виртуални дидактически средства е особено ефективно за разбирането на важни математически идеи.

Аналогично участниците се потапят в стил Мондриан и успяват да открият аксиоматиката му, както и да създадат и използват стил „а ла Мондриан“. Най-силно впечатление ни направи съчетаването на две или повече идеи: Полиомино и Мондриан, пиано и Мондриан, Фибоначи и Мондриан (Фиг. 7) ...



Фиг. 7. Съчетаване на няколко творчески идеи

Комуникацията ни с някои от участниците обикновено продължава и след пърформанса. Екипът ни получава календарчета, книгоразделители и динамични реализации на новогодишни картички в стил Ешер и Мондриан.

3. Динамична викторина *Имате ли въображение на математици?* Викторините са обичаен елемент от математическите празници, но динамиката (подкрепена в случая с динамичен софтуер) се оказва съществена за активното участие на малки и големи. Ето регламента, с който осигурихме възможност за всеки от присъстващите да стане част от отбора:

Задача 1 определя капитана на първи отбор. *Задача 2* определя капитана на втори отбор. Капитаните избират последователно по 3 ученика за своя отбор. Поставят се 5 задачи за отборно класиране. При *Задачи 3–6* за верен отговор се получават по 3 точки от отбора, който първи го е посочил. Ако първият пожелал отбор не даде верен отговор, дава се възможност за отговор на другия отбор. Ако остане нерешена задача, тя се дава на публиката. За *Задача 7* се работи с посочено ограничение на времето и 3 точки получава отборът, посочил отговор с по-голяма точност. При равен резултат – двата отбора получават по 1 точка. Победител е отборът, събрал повече точки. При равен резултат се поставя допълнителна задача.



Фиг. 8. Динамичната викторина *раздвижва* малки и големи

Всяка от задачите бе свързана с динамичен софтуер, който се използва за решаване, за предлагане на помощ при необходимост или за демонстрация на отговора, решението, изследването. За публиката има и специални задачи. Те са от областта на занимателната математика и проверяват не толкова знанията, колкото съобразителността и въображението (Фиг. 8).

4. Математически етюди. Един *математически пърформанс* не може да защити името си, ако в него не се намесят и елементи от театралното изкуство и танца. Затова в рамките на семинари с учители и срещи с ученици по случай математически празници им поставяме задачи, в които очакваме от тях да представят математически обект(и) чрез етюди [6]. Примерни задачи са следните:

1. *Направете квадрат с ръце. Покажете перпендикулярност. Направете окръжност.* Тук се очаква разнообразие от идеи, индивидуални и групови реализации, представяния без уред и с уред. Представянето на тези обекти не затруднява участниците, стимулира самочувствието им и играе ролята на „загрявка“ (Фиг. 9) за по-сериозни задачи.

Наблюденията показаха, че преобладават статичните изображения и едва след насочване към динамични се отрицат идеите. При динамичните изображения се наблюдава използване на двете ръце при симетричност на фигурата, като разбира



Фиг. 9. Математически обекти, представени само с тяло

се, има и весели изключения на използване на двете ръце за „начертаване на квадрат във въздуха“.

2. Представете с въженца и тяло.

- **Елипса** по описанието: *Геометрично място на точки, за които сумата от разстоянията до две дадени точки е постоянна, се нарича елипса.*
- **Парабола** по описанието: *Геометрично място на точки, които се намират на равни разстояния от фиксирана точка и неминаваща през нея права, се нарича парабола.*

Тук предоставяме въженца. За елипсата изпълнителите трябва да подберат въженца с равна дължина. Двама изпълняват ролята на фокуси и държат по един край на всяко от въженцата. Останалите изпълнители изпълняват ролята на точки от елипсата, като опъват с тялото си въженце. Може да се използва симетрията и да се увеличи броят на „точките“ чрез заставане симетрично относно правата, определена от „фокусите“, на вече фиксирана „точка“. Подходящо е да се наблюдава ефектът при скъсяване на разстоянието между „фокусите“, докато се слоят.

След това учениците се насочват към използване само на едно въженце: двама участници играят ролята на фокуси, а един се придвижва по елипса.

Аналогично се действа и при изиграване на парабола, като се използват въженца с различна дължина. Тук съобразяват, че трябва да се използва средата на всяко от въженцата. А при изиграването само с едно въженце, чрез средата „се скъсява“ или „удължава“ въженцето.

И в двата случая като подкрепа може да се използва динамичен софтуер (Фиг. 10):

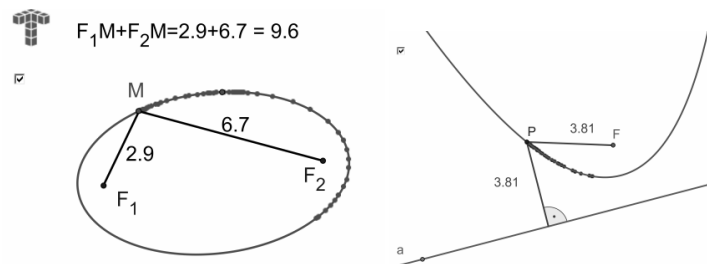
3. Представете с тяло графика на:

- *Линейна функция*
- *Функцията: $y = x$; $y = -x$; $y = |x|$; $y = x^2$; $y = \sin(x)$.*

4. Покажете с тяло любим математически обект.

5. Коя е еднаквостта в първия елемент от „Танц на еднаквостите“ в изпълнение на водещите?

Няколко пъти се предлага „стоп кадър“ или „замръзване“. Обикновено бързо се досещат за централна симетрия; след това – че централната симетрия е всъщност ротация на 180° . В редки случаи сме получавали и отговор – хомотетия. Естествено



Фиг. 10. Конструкции на елипса и параболa с динамичен софтуер

веният въпрос е на колко е равен коефициентът на хомотетията. С малко помощ напредналите в геометрични преобразувания посочват съответния отговор, а водещите имаме готовност за подкрепа с динамичен софтуер.

6. *Открийте геометрични преобразувания в конкретен народен танц.*

7. *Изиграйте танц на еднаквостите по собствена хореография.*

Заклучение. На фестивалите на науката се създава специфична атмосфера, която подтиква към специфична творческа дейност разнообразна, но еднакво мотивирана публика. Всъщност разликата между публика и водещи в организирания от нас математически перформанс е съвсем *размита*, в което се надяваме да се уверите лично.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] M. CARLSON. Performance: A Critical Introduction. Routledge, 2004, с. 103.
- [2] Нощ на учените 2011, <http://www.cys.bg/2012/inclose/>
- [3] Нощ на учените 2012, <http://www.cys.bg/2011/recses/>
- [4] 1st South East Europe Science Festival <https://seescience.eu/festivals>
- [5] Х. ДЖЕЙКЪБС. За всички, които мислят, че не обичат математиката. София, Наука и изкуство, 1987
- [6] Т. ЧЕХЛАРОВА, Е. СЕНДОВА. Семинар: Математически етюди. *Математика и математическо образование*, **40** (2011), 154.

Тони Чехларова
Евгения Сендова
Институт по математика и информатика
Българска академия на науките
ул. Акад. Г. Бончев, бл. 8
1113 София
e-mail: toni.chehlarova@gmail.com
jenny@math.bas.bg

THE MATHEMATICS PERFORMANCE – A SOCIAL GAME OR EDUCATIONAL TECHNOLOGY

Toni Chehlarova, Evgenia Sendova

The *mathematics performance* as an effective means for promoting mathematics achievements to a larger audience is discussed. The focus is on:

- the integration of virtual and material tools in support of the inquiry-based mathematics education
- the relationship between mathematics and arts

Fragments of mathematics performances lead by the authors at the Researchers' Night 2011, Sofia, Researchers' Night 2012, Sofia, and the 1st South East Europe Science Festival, Thessaloniki, 2012, are presented.