

FRI-2G.303-1-CST-01

MATHJAX AND MATHML APPLICATION IN ORDER TO IMPROVE THE PERFORMANCE OF MATHEMATICAL TEXTS IN THE WEB

Senior Lecturer Silviya Varbanova, PhD

Department of Information Technologies

St. Cyril and St. Methodius University of Veliko Turnovo, Bulgaria

Phone: 0878743510

E-mail: hotsilver_bg@abv.bg

Senior Lecturer Dimo Milev, PhD

Department of Information Technologies

St. Cyril and St. Methodius University of Veliko Turnovo, Bulgaria

Phone: 0888282115

E-mail: d_mileff@mail.bg

***Abstract:** The quality of the presentation of mathematical texts in the Web has in many cases worse features than that of similar print editions. To improve the quality, it is recommended to use specialized technologies such as MathJax and MathML. These technologies also provide a semantic description of mathematical formulas and expressions.*

***Key words:** MathJax, MathML, JavaScript, mathematical formulas in Web, mathematical symbols*

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Информацията, публикувана в Интернет, трябва да бъде добре структурирана и подредена. За потребителите е много важно качеството на визуализиране на предлаганите материали, особено на тези с математически текстове. Често математическите формули и изрази се представят в уеб пространството чрез изображения. Това може да доведе до неправилното им разчитане, невъзможност за достъп до кодовата част и добавяне на семантични описания (Doshkova-Todorova, YU., 2010). В други случаи математическите формули и изрази се онагледяват с помощта на езика HTML. При визуализиране в някои от наличните браузъри това може да доведе до разместване на използваните в тях символи. Качеството на математическите текстове в Интернет може да се подобри значително и да стане съизмеримо с това на печатните издания, ако за целта се използват специализирани технологии, каквито са MathML (W3C, 2014) и JavaScript библиотеката MathJax (MathJax Consortium, 2017). Това би улеснило възприемането и разбирането им от потребителите.

В настоящия доклад се разглежда качеството на представяне на математически архиви в уеб пространството и се предлагат начини за подобряването му чрез използване на възможностите на **MathJax** и **MathML**.

2. ПРОБЛЕМИ В КАЧЕСТВОТО НА ПРЕДСТАВЯНЕ НА МАТЕМАТИЧЕСКИ ТЕКСТОВЕ В УЕБ ПРОСТРАНСТВОТО И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ЗА ПОДОБРЯВАНЕ НА ВИЗУАЛИЗИРАНЕТО ИМ С ПОМОЩТА НА MATHML И MATHJAX

2.1. Математика

Уебсайтът „Математика“ (Matematika.bg, 2005) е достъпен за ползване освен на български и на няколко други езици: руски, сръбски, английски. В него са обособени разделите: Алгебра, Геометрия, Висша математика и други. Архивът на сайта включва: различни теми от наличните раздели, основни понятия и определения към тях; задачи и техните решения от учебници по математика, проведени олимпиади и матури.

При визуализиране на част от математическите текстове на сайта „Математика“ се забелязват частични проблеми като: разместване на индекси, граници и символи; замяна на дробната черта с наклонена (Фиг. 1, Без MathML и MathJax). Използването на MathML и

MathJax води до премахването на тези проблеми и значително подобрява представянето на разглеждания текст (Фиг. 1, С MathML и MathJax).

Без MathML и MathJax	с MathML и MathJax
<p>https://www.matematika.bg/algebra/lim.html</p> <p>МАТЕМАТИКА МАТЕМАТИКА</p> <p>Ако редичите a_n и b_n имат реални граници, тогава редичите $a_n + b_n$, $a_n - b_n$, $a_n \cdot b_n$ и a_n / b_n също имат реални граници:</p> <p>$\lim_{n \rightarrow \infty} (a_n + b_n) = \lim_{n \rightarrow \infty} a_n + \lim_{n \rightarrow \infty} b_n$ $\lim_{n \rightarrow \infty} (a_n - b_n) = \lim_{n \rightarrow \infty} a_n - \lim_{n \rightarrow \infty} b_n$ $\lim_{n \rightarrow \infty} (a_n \cdot b_n) = \lim_{n \rightarrow \infty} a_n \cdot \lim_{n \rightarrow \infty} b_n$ ако $b_n \neq 0$ и $\lim_{n \rightarrow \infty} b_n \neq 0$ то $\lim_{n \rightarrow \infty} (a_n / b_n) = \lim_{n \rightarrow \infty} a_n / \lim_{n \rightarrow \infty} b_n$</p>	<pre><script type="text/javascript" async src="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/mathjax/2.7.1/MathJax.js?config=TeX-MML-AM_CHTML"> </script> ... <math>a_n + b_n</math> и $a_n - b_n$ имат реални граници, тогава редичите $a_n + b_n$, $a_n - b_n$, $a_n \cdot b_n$ и a_n / b_n също имат реални граници и $\lim_{n \rightarrow \infty} (a_n + b_n) = \lim_{n \rightarrow \infty} a_n + \lim_{n \rightarrow \infty} b_n$ $\lim_{n \rightarrow \infty} (a_n - b_n) = \lim_{n \rightarrow \infty} a_n - \lim_{n \rightarrow \infty} b_n$ $\lim_{n \rightarrow \infty} (a_n \cdot b_n) = \lim_{n \rightarrow \infty} a_n \cdot \lim_{n \rightarrow \infty} b_n$ ако $b_n \neq 0$ и $\lim_{n \rightarrow \infty} b_n \neq 0$ то $\lim_{n \rightarrow \infty} (a_n / b_n) = \lim_{n \rightarrow \infty} a_n / \lim_{n \rightarrow \infty} b_n$</pre>
С MathML и MathJax	
<p>Ако редичите a_n и b_n имат реални граници, тогава редичите $a_n + b_n$, $a_n - b_n$, $a_n \cdot b_n$ и a_n / b_n също имат реални граници и:</p> <p>$\lim_{n \rightarrow \infty} (a_n + b_n) = \lim_{n \rightarrow \infty} a_n + \lim_{n \rightarrow \infty} b_n$ $\lim_{n \rightarrow \infty} (a_n - b_n) = \lim_{n \rightarrow \infty} a_n - \lim_{n \rightarrow \infty} b_n$ $\lim_{n \rightarrow \infty} (a_n \cdot b_n) = \lim_{n \rightarrow \infty} a_n \cdot \lim_{n \rightarrow \infty} b_n$ ако $b_n \neq 0$ и $\lim_{n \rightarrow \infty} b_n \neq 0$ то $\lim_{n \rightarrow \infty} (a_n / b_n) = \lim_{n \rightarrow \infty} a_n / \lim_{n \rightarrow \infty} b_n$</p>	<pre><math>a_n + b_n</math> и $a_n - b_n$ имат реални граници, тогава редичите $a_n + b_n$, $a_n - b_n$, $a_n \cdot b_n$ и a_n / b_n също имат реални граници и $\lim_{n \rightarrow \infty} (a_n + b_n) = \lim_{n \rightarrow \infty} a_n + \lim_{n \rightarrow \infty} b_n$ $\lim_{n \rightarrow \infty} (a_n - b_n) = \lim_{n \rightarrow \infty} a_n - \lim_{n \rightarrow \infty} b_n$ $\lim_{n \rightarrow \infty} (a_n \cdot b_n) = \lim_{n \rightarrow \infty} a_n \cdot \lim_{n \rightarrow \infty} b_n$ ако $b_n \neq 0$ и $\lim_{n \rightarrow \infty} b_n \neq 0$ то $\lim_{n \rightarrow \infty} (a_n / b_n) = \lim_{n \rightarrow \infty} a_n / \lim_{n \rightarrow \infty} b_n$</pre>

Фиг. 1. Математически текст от сайта „Математика“ без и с използване на MathML и MathJax и част от кодовата му реализация

2.2. Банк Задач

Сайтът „Банк Задач“ (Bankzadach.ru, 2008) предлага задачи и техните решения в областите: математика, икономика, програмиране, дискретна математика и кибернетика. Потребителите могат да добавят самостоятелно нови задачи, техните решения, както и да оказват помощ при решаването на чужди задачи.

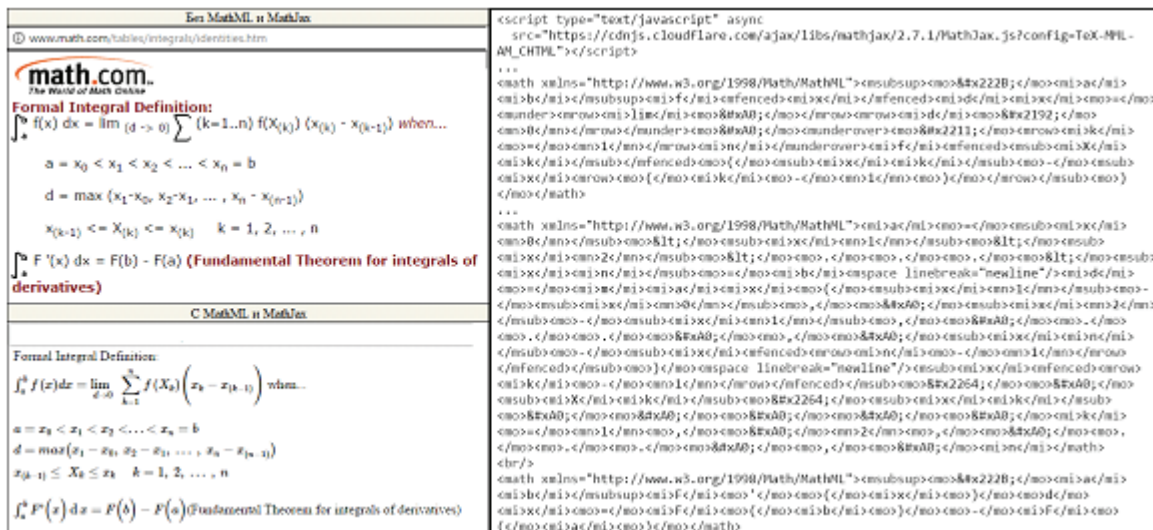
Без MathML и MathJax	с MathML и MathJax
<p>bankzadach.ru/kombinatorika/chislo-sposobov-000144.html</p> <p>Банк задач</p> <p>Первый учитель может выбрать два класса из шести C_6^2 различными способами. После выбора первого учителя второй может выбрать два класса из четырех оставшихся C_4^2 различными способами. Тогда два учителя могут выбрать по два класса $C_6^2 \cdot C_4^2$ различными способами. Если они уже сделали выбор, то третий может взять только оставшиеся два класса. Поэтому искомое число</p> <p>$C_6^2 \cdot C_4^2 = 6! / (2! \cdot 4!) \cdot 4! / (2! \cdot 2!) = (6 \cdot 5 / 1 \cdot 2) \cdot (4 \cdot 3 / 1 \cdot 2) = 6 \cdot 5 \cdot 3 = 90$</p>	<pre><script type="text/javascript" async src="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/mathjax/2.7.1/MathJax.js?config=TeX-MML-AM_CHTML"> </script> ... <math>C_6^2 \cdot C_4^2</math> ... <math>C_6^2 \cdot C_4^2 = \frac{6!}{2! \cdot 4!} \cdot \frac{4!}{2! \cdot 2!} = \frac{6 \cdot 5}{1 \cdot 2} \cdot \frac{4 \cdot 3}{1 \cdot 2} = 6 \cdot 5 \cdot 3 = 90</math></pre>
С MathML и MathJax	
<p>Первый учитель может выбрать два класса из шести C_6^2 различными способами. После выбора первого учителя второй может выбрать два класса из четырех оставшихся C_4^2 различными способами. Тогда два учителя могут выбрать по два класса $C_6^2 \cdot C_4^2$ различными способами. Если они уже сделали выбор, то третий может взять только оставшиеся два класса. Поэтому искомое число</p> <p>$C_6^2 \cdot C_4^2 = \frac{6!}{2! \cdot 4!} \cdot \frac{4!}{2! \cdot 2!} = \frac{6 \cdot 5}{1 \cdot 2} \cdot \frac{4 \cdot 3}{1 \cdot 2} = 6 \cdot 5 \cdot 3 = 90$</p>	<pre><math>C_6^2 \cdot C_4^2</math> ... <math>C_6^2 \cdot C_4^2 = \frac{6!}{2! \cdot 4!} \cdot \frac{4!}{2! \cdot 2!} = \frac{6 \cdot 5}{1 \cdot 2} \cdot \frac{4 \cdot 3}{1 \cdot 2} = 6 \cdot 5 \cdot 3 = 90</math></pre>

Фиг. 2. Математически текст от сайта „Банк Задач“ без и с използване на MathML и MathJax и част от неговата кодова реализация

В сайта „Банк Задач“ има съществени проблеми при визуализирането на математически формули, които много често се представят чрез изображения с ниско качество. В други случаи не е издържан техният естествен математически вид: има разместване в степените и индексите, дробната черта се задава със знака „/“. Както се вижда от Фиг. 2 (Без MathML и MathJax) това затруднява проследяването на формулата. При подобно изписване е лесно да се забрави знак или скоба, което може да направи самата формула грешна. Тези недостатъци се дължат на факта, че в сайта „Банк Задач“ не се използват специализирани средства за изобразяване на математически текстове в Интернет. Изброените проблеми могат да се решат, ако се използват възможностите на MathML и MathJax (Фиг. 2, С MathML и MathJax). На Фиг. 2 се представя и част от кодовата реализация на математическия текст с използване на MathML и MathJax.

2.3. Math

„Math“ (Math.com, 1998) е английски уебсайт, чиято цел е да оказва помощ при подготовката по математика. В архива му има раздел с формули и кратки обяснения към тях, както и подраздел, включващ калкулатори и инструменти с разнообразно приложение. На сайта се предлагат и подготвителни задачи за явяване на американските тестове SAT и ACT.

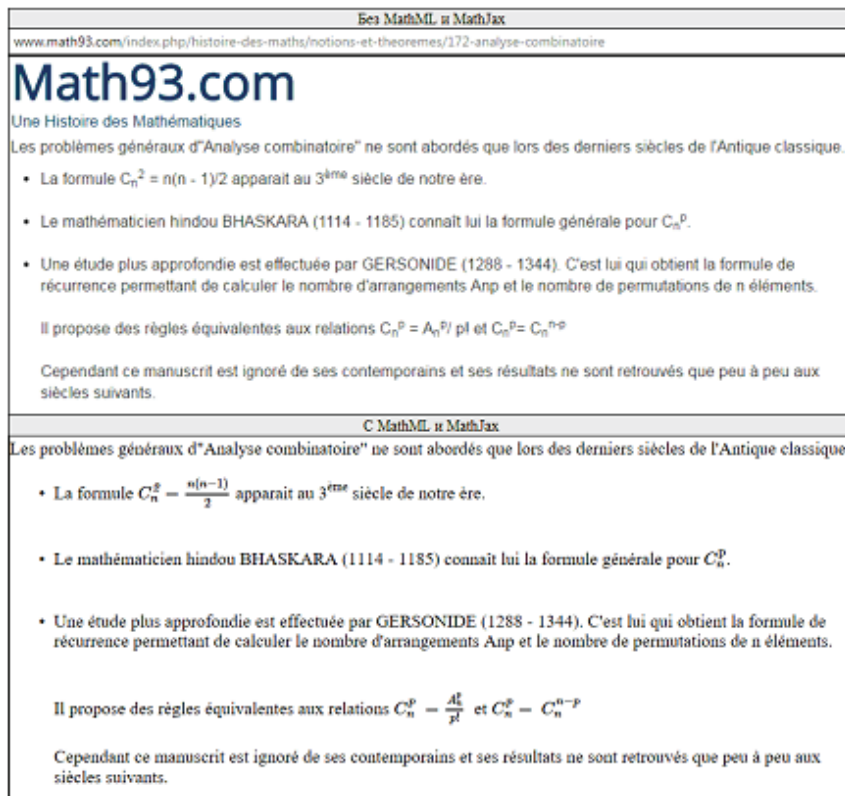


Фиг. 3. Математически текст от сайта „Math“ без и с използване на MathML и MathJax и част от неговата кодова реализация

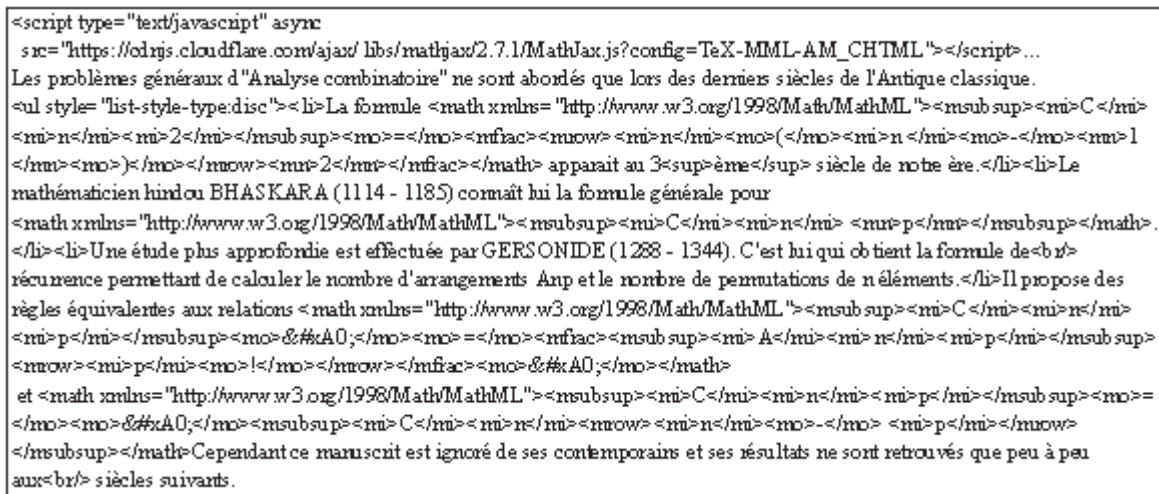
В уебсайта „Math“ не се използват специализирани технологии за представяне на математическите текстове. Затова при визуализирането им се наблюдава разместване на символи и индекси, а за представянето на символи като „ \int “ и „ \sum “ се използват изображения. Фиг. 3 предлага част от страница на сайта „Math“, алтернативната ѝ визуализация с използване на специализираните технологии MathML и MathJax, както и част от кодовата реализация на съответния математически текст. В частта без MathML и MathJax, формалната дефиниция за интеграл е трудна за проследяване и разбиране. Прилагането на MathML и MathJax решава тези проблеми.

2.4. Math93

Уебсайтът „Math93“ (Math93.com, 2004) поддържа материали по предмета „Математика“, изучаван в средните училища на Франция. В някои от неговите раздели при визуализирането на математически текстове се използват специализирани технологии (като MathJax). Остава обаче проблемът с разделите, при които това не е направено. На Фиг. 4 (Без MathML и MathJax) се представя част от страница на сайта „Math93“, за реализацията на която не се използва специализирана технология за визуализиране на математически текстове. При формулите на тази страница има разместване на степените и индексите, а дробната черта е заменена с наклонена. Алтернативната визуализация (Фиг. 4, С MathML и MathJax) подобрява цялостното представяне на математическия текст. Фиг. 5 предлага кодовата реализация, с която се постига тази алтернативна визуализация.



Фиг. 4. Математически текст от сайта „Math93“ без и с MathML и MathJax



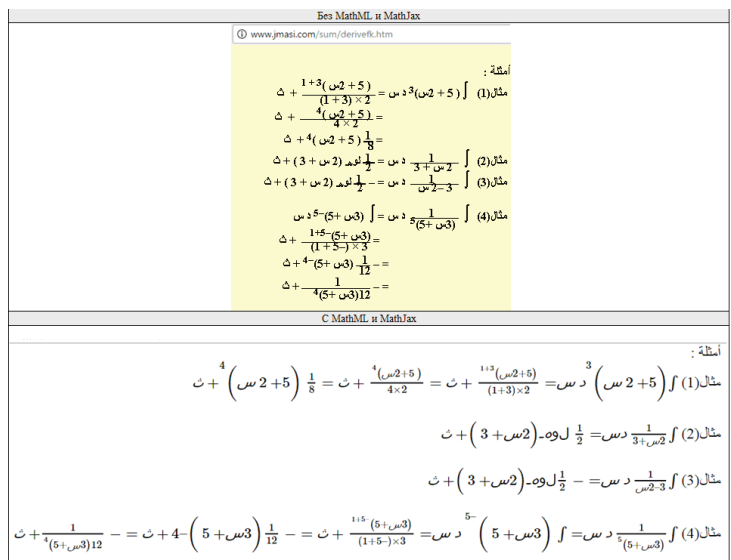
Фиг. 5. Кодова реализация на математическия текст от сайта „Math93“ с използване на MathML и MathJax

2.5. Jmasi

„Jmasi“ (Jmasi.com, 2006) е сайт, който се поддържа на арабски език. Архивът му включва примерни решения на различни типове математически задачи и съответни обяснения към тях. При реализацията му не се използват специализирани технологии за визуализиране на математически текстове, а формулите и изразите се представят с изображения и HTML тагове. Това води до разместване и припокриване на различните им елементи (Фиг. 6, Без MathML и MathJax). Формулите с дроби се изписват на три реда, като за позициониране на елементите над и под дробната черта се използват множество празни позиции. Уравненията, които се визуализират по този начин са трудни за проследяване и възприемане. Алтернативната визуализация (Фиг. 6, С MathML и MathJax) значително

подобрява качеството на предлагания математически текст, което го прави лесен и разбираем при четене.

Част от кодовата реализация на математическия текст от Фиг. 6 с използване на MathML и MathJax се представя на Фиг. 7. В сайта „Jmasi“ посоката на изписване на текстовете е от дясно наляво. За да се постигне това към тага <body> се добавя атрибута dir="rtl". Зададен по този начин, dir обръща огледално текста, така че да се чете от дясно наляво.



Фиг. 6. Математически текст от сайта „Jmasi“ без и с MathML и MathJax

```
<script type="text/javascript" async src="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/mathjax/2.7.1/MathJax.js?config=TeX-MML-AM_CHTML"></script></head>
<body dir="rtl">
<math xmlns="http://www.w3.org/1998/Math/MathML">
<math display="block">\int (s+5) ds = \frac{1+3}{(1+3)\times 2} (s+5) + \frac{1}{4 \times 2} (s+5)^4\int \frac{1}{(s+2)^2} ds = -\frac{1}{s+2}\int \frac{1}{(s+2)^3} ds = \frac{1}{2(s+2)^2}\int \frac{1}{(s+3)^5} ds = -\frac{1}{4(5+s^3)12}

```

Фиг. 7. Част от кодовата реализация на математическия текст от сайта „Jmasi“ с използване на MathML и MathJax

При разработката на разгледаните в настоящия доклад електронни архиви се използват езици за маркиране и програмиране, и стандарти като HTML, CSS, JavaScript, PHP, SQL, C/C++.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

MathML и MathJax като съвременни специализирани технологии допринасят за подобрената визуализация на математически текстове в интернет пространството. Те дават възможност за по-добро представяне и семантично описание на математическите формули и изрази (Doshkova-Todorova, YU.&Varbanova, S., 2015). С бурното развитие на мобилните

технологии и масовото им използване възниква необходимостта от разработване на архиви с математически текстове, които да се визуализират правилно на всяко мобилно устройство. За разлика от MathML, MathJax се поддържа от най-новите версии на почти всички съвременни браузъри. Това превръща комбинираното използване на JavaScript библиотеката MathJax и MathML в много важно средство, чрез което се повишава качеството на визуализиране на математически текстове в повечето браузъри на всички съвременни настолни и мобилни устройства.

REFERENCES

Doshkova-Todorova, YU. (2010). Novite tehnologii za matematicheski ueb saytove. Sbornik dokladi „Inovatsii v programnite tehnologii, algoritmi i obuchenieto vav visshite uchilishta, svarzano s tyah”, V. Tarnovo, pp. 79-84. (**Оригинално заглавие:** Дошкова-Тодорова, Ю., Новите технологии за математически уеб сайтове, Сборник доклади „Иновации в програмните технологии, алгоритми и обучението във висшите училища, свързано с тях”, Велико Търново, стр. 79-84).

Doshkova-Todorova, YU. & Varbanova, S. (2015). Analiz na semantichni tehnologii za matematicheski tekstove. Sbornik nauchni trudove na Rusenskiya Universitet, Ruse, pp. 51-54. (**Оригинално заглавие:** Върбанова, С., Дошкова-Тодорова, Ю., 2015. Анализ на семантични технологии за математически текстове, Сборник научни трудове на Русенския Университет, Русе, стр. 51-54).

Bankzadach.ru, (2008). Бесплатные решения задач. Примеры решения задач по экономике, математике, кибернетике, программированию. [online] Available at: <http://bankzadach.ru> [Accessed 22 Aug. 2017].

Matematika.bg, (2005). Математика, Задачи по математика. [online] Available at: <https://www.matematika.bg> [Accessed 22 Aug. 2017].

Jmasi.com, (2006). ونهديكم الدعاء نسألكم. [online] Available at: <http://www.jmasi.com> [Accessed 22 Aug. 2017].

Math.com, (1998). Math.com - World of Math Online. [online] Available at: <http://www.math.com> [Accessed 22 Aug. 2017].

Math93.com, (2004). Actualités Mathématiques!. [online] Available at: <http://www.math93.com> [Accessed 22 Aug. 2017].

MathJax Consortium, (2017). MathJax Documentation — MathJax 2.7 documentation. [online] Available at: <https://docs.mathjax.org/en/latest/index.html> [Accessed 22 Aug. 2017].

W3C, (2014). Mathematical Markup Language (MathML) Version 3.0 2nd Edition. [online] Available at: <https://www.w3.org/TR/MathML3/> [Accessed 22 Aug. 2017].