

**Розробка електронних освітніх ресурсів з математики
у середовищі CoCalc
для автоматизованої підготовки контрольних завдань**

Юлія Анатоліївна Мельниченко
Кафедра інформатики та прикладної математики,
Криворізький державний педагогічний університет,
пр. Гагаріна, 54, Кривий Ріг, 50086, Україна
yulia.melnichenko.995@gmail.com

Анотація. *Метою дослідження є висвітлення особливостей проектування електронних освітніх ресурсів з математики у хмаро орієнтованому середовищі математичного призначення CoCalc. Задачами дослідження є аналіз існуючих електронних освітніх ресурсів – математичних генераторів, що можуть бути використані на підтримку здійснення контрольних заходів; реалізація зразків електронних освітніх ресурсів з математики – генераторів багатоваріантних навчальних завдань математичного змісту у хмаро орієнтованому середовищі математичного призначення CoCalc. Об'єктом дослідження є комп'ютерно орієнтоване навчання математики у старших класах загальноосвітніх навчальних закладів та на перших курсах закладів вищої освіти. Предметом дослідження є електронні освітні ресурси з математики для автоматизованої підготовки засобів контролю. У роботі надано практичні рекомендації щодо розвитку інформатичних компетентностей сучасних вчителів/викладачів математики (які на сьогодні, як правило, набувають додаткову спеціальність «учитель інформатики») з метою реалізації можливості власноруч створювати електронні освітні ресурси математичного змісту для автоматизованої підготовки контрольних-перевірочних засобів у середовищі універсальних систем комп'ютерної математики.*

Ключові слова: CoCalc; генератор системи багатоваріантних навчальних завдань; електронні освітні ресурси; хмаро орієнтоване середовище.

Yu. A. Melnichenko. Development of electronic educational resources in mathematics in the CoCalc environment for automated training tasks

Abstract. The aim of the study is to highlight the peculiarities of designing electronic educational resources for mathematics in the cloud-oriented environment of mathematical purpose CoCalc. Objectives of the study are to analyze the existing electronic educational resources – mathematical generators that can be used to support the implementation of control measures; realization

of samples of electronic educational resources in mathematics – generators of multivariate educational tasks of mathematical content in the cloud-oriented environment of mathematical purpose CoCalc. The *object of research* is computer-oriented mathematics training in senior grades of general education institutions and in the first courses of higher education institutions. The *subject of research* is the electronic educational resources in mathematics for the automated preparation of control tools. In this work provides practical recommendations for the development of the informatics competencies of modern teachers/teachers of mathematics (who today usually acquire an additional specialty “informatics teacher”) in order to realize the possibility to create electronic educational resources of mathematical content by themselves for the automated preparation of control and verification tools in the environment of universal systems computer math.

Keywords: CoCalc; system generator for multivariate educational tasks; electronic educational resources; cloud-oriented environment.

Affiliation: Department of Computer Science and Applied Mathematics, Kryvyi Rih State Pedagogical University, 54, Gagarin Ave., Kryvyi Rih, 50086, Ukraine.

E-mail: yulia.melnichenko.995@gmail.com.

Важливим аспектом вивчення математики є набуття предметних компетентностей у розв’язанні практичних задач. Рівень сформованості таких компетентностей визначається шляхом здійснення проміжних та підсумкових контрольних заходів різної періодичності. Для забезпечення систематичності та адекватності результатів проведення таких заходів, зокрема у профільних (математичних) класах та на перших курсах закладів вищої освіти, виникає необхідність на допомогу вчителю (викладачу) математики автоматизувати процес підготовки багатоваріантних контрольних завдань з математики.

І. О. Посов [5] багатоваріантними називає задачі з декількома варіантами умов, для зменшення можливості списування, оскільки останнє знижує ефективність контролю над результатами навчання та спотворює дійсні дані про хід навчального процесу.

На сьогодні деякі генератори систем багатоваріантних задач є у вільному доступі [1; 2; 8]. Основними недоліками існуючих генераторів – Math-o-Gen, <http://generatorzadach.narod.ru/>, «База генерируемых задач» – слід вважати їх російськомовну локалізацію, переважний орієнтир на учнів початкової та основної шкіл та умовну відкритість, розширюваність та варіативність (гнучкість).

Підготовка багатоваріантних завдань власноруч може бути здійснена одним із двох способів – традиційним («ручним») та інноваційним

(автоматизованим, програмованим тощо) [5; 6].

Педагог, готуючи систему багатоваріантних задач «вручну», самостійно придумує можливі варіанти умов і розв'язує кожен для отримання відповіді. Частково цей процес можна автоматизувати, зробивши елементи умови й результату залежними від параметрів – номеру варіанта, кількості літер в імені або прізвищі виконавця та ін.

Альтернативний варіант, доступний лише тим викладачам, у яких сформовані компетентності у програмуванні, – це написання програми-генератора, використання якої автоматично створює всі варіанти умови задачі разом із відповідями [7].

Власноручне написання генератора багатоваріантних задач математичного змісту вчителем математики є оптимально вирішуваною задачею у середовищі універсальних систем комп'ютерної математики, адже без потужних математичних бібліотек та символічних аналізаторів дана задача може залишитись нерозв'язаною.

Однією із найпотужніших універсальних систем комп'ютерної математики на сьогодні є SageMath, хмаро орієнтований варіант якої є складовою середовища CoCalc і розміщений на серверах Google за посиланням <http://cocalc.com>.

Проектування та програмна реалізація електронних освітніх ресурсів у середовищі CoCalc вчителями математики, у яких сформовані базові компетентності у програмуванні, є найбільш доцільною й прийнятною, адже достатньо опанувати основи:

- комп'ютерної математики у SageMath;
- програмування базових алгоритмічних структур мовою Python;
- проектування графічних інтерфейсів у CoCalc;
- HTML та LaTeX.

Перелік предметних компетентностей з комп'ютерно орієнтованого розв'язання основних математичних задач у CoCalc включає:

- створення, відкриття та редагування складових CoCalc-проектів;
- основні прийоми організації обчислень на робочих аркушах Sage;
- розв'язання основних задач елементарної математики, що передбачає використання основних функцій для роботи з алгебраїчними та трансцендентними виразами (factor, expand, simplify, simplify_full тощо), функцій для здійснення графічних побудов (plot, point, line та ін.) функцій для розв'язання рівнянь та їх систем (solve, find_root тощо);
- розв'язання основних задач вищої математики, зокрема лінійної алгебри (з використанням функцій SageMath vector, dot_product, matrix, transpose, ...), математичного аналізу (limit, diff, integrate, ...), дискретної математики (permutations, arrangements, combinations, graph, ...), статистики (variance, moda, median, line_regress, ...) тощо [4].

Перелік базових предметних компетентностей з програмування мовою Python, достатніх для реалізації генераторів, включає знання та уміння з побудови та реалізації лінійних, розгалужених та циклічних алгоритмів.

Для демонстрації достатнього для реалізації освітніх ресурсів з математики у CoCalc обсягу предметних компетентностей щодо мов HTML і LaTeX (та вищезазначених) наведемо вихідний код генератора математичних завдань на розкладання многочлена третього порядку на множники (без реалізованої можливості для користувача змінювати певні параметри):

```
s=""
for i in range(1,11):
    s+="<h3>Варіант №%d</h3></i>"% (i)+\
        "Розкласти на множники многочлен "
    a=randint(1,5)
    if randint(0,2)==1:
        a=-a
    [x1,x2,x3]=[randint(-6,6) for _ in range(3)]
    eq=expand(a*(x-x2)*(x-x2)*(x-x3))
    s+=" $f(x)=%s$"%(latex(eq))
html(s)
```

Результат роботи ресурсу-генератора (рис. 1) готовий до друку й подальшого використання вчителем за основним призначенням.

Для реалізації можливостей користувача ресурсу змінювати певні параметри генерування багатоваріантних завдань доцільно спроектувати графічний інтерфейс, використовуючи візуальні стандартні елементи управління типу «текстове поле», «повзунок», «прапорець», «меню вибору» тощо, теорія та практика роботи з якими докладно представлена у [4].

На продовження матеріалів [3], дотримуючись вищезазначених практичних рекомендацій щодо проектування та програмної реалізації електронних освітніх ресурсів з математики у середовищі CoCalc, було розроблено генератор з теми «Невизначений інтеграл» (рис. 2). Режим доступу до сторінки генератору – <https://cocalc.com/projects/596ababf-787f-48f1-aea8-233f7529544d/files/Generate.sagews?session=default>

Інтерфейс генератора спроектовано за принципами інтуїтивної зрозумілості, але для початку роботи із ним доведеться зареєструватися у середовищі CoCalc, увійти до нього та додати сторінку із генератором до власного проекту.

Варіант №1

Розкласти на множники многочлен $f(x) = 5x^3 + 45x^2 + 75x - 125$

Варіант №2

Розкласти на множники многочлен $f(x) = 3x^3 + 15x^2 + 21x + 9$

Варіант №3

Розкласти на множники многочлен $f(x) = 5x^3 - 60x^2 + 225x - 270$

Варіант №4

Розкласти на множники многочлен $f(x) = 4x^3 - 44x^2 + 140x - 100$

Варіант №5

Розкласти на множники многочлен $f(x) = -2x^3 + 36x^2 - 216x + 432$

Варіант №6

Розкласти на множники многочлен $f(x) = 4x^3 - 40x^2 + 128x - 128$

Варіант №7

Розкласти на множники многочлен $f(x) = -5x^3 + 50x^2 - 160x + 160$

Варіант №8

Розкласти на множники многочлен $f(x) = 2x^3 - 14x^2 + 22x - 10$

Варіант №9

Розкласти на множники многочлен $f(x) = x^3 - 13x^2 + 48x - 36$

Варіант №10

Розкласти на множники многочлен $f(x) = -3x^3 - 36x^2 - 108x$

Рис. 1. Сторінка із результатами роботи генератора багатоваріантних задач на розкладання многочлена на множники

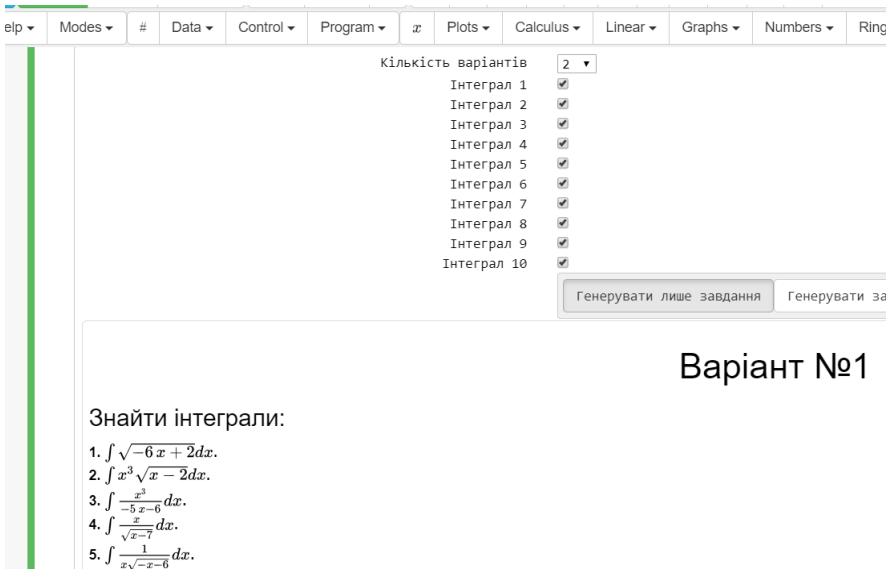


Рис. 2. Сторінка генератора багатоваріантних завдань з теми «Невизначений інтеграл»

Даний ресурс може бути використаний для генерування до 20 варіантів завдань (до 10 інтегралів у варіанті) з теми «Інтегрування функції від однієї змінної» для здійснення поточного тематичного контролю, тренування умінь знаходити невизначені інтеграли під час домашньої самостійної роботи, а також при підготовці до ДПА чи ЗНО з математики в 11-х класах.

Список використаних джерел

1. Генератор задач [Електронний ресурс] / Антон Финогенов. – Режим доступа : <http://generatorzadach.narod.ru/>.
2. Генератор заданий для школы онлайн [Электронный ресурс] / [Varlamov Dmitry]. – Режим доступа : <http://www.abakbot.ru/online-16/191-generator-zadaniy-onlajn>.
3. Корольський В. В. Моделювання та генерування системи багатоваріантних задач на обчислення квадратури парабол / Володимир Вікторович Корольський, Світлана Вікторівна Шокалюк // Новітні комп'ютерні технології. – Кривий Ріг : Видавничий центр ДВНЗ «Криворізький національний університет», 2017. – Том XV. – С. 63-67.
4. Попель М. В. Організація навчання математичних дисциплін у SageMathCloud / М. В. Попель // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики. – Кривий Ріг : Видавничий відділ ДВНЗ

«Криворізький національний університет», 2015. – Том XIII. – Випуск 1 (35) : спецвипуск «Навчальний посібник у журналі». – 111 с.

5. Посов И. А. Web-сайт для создания и обмена генерируемыми задачами по математике / Посов И. А. // Образовательные технологии и общество. – 2010. – Т. 13. – № 3. – С. 360-373.

6. Семеріков С. О. Генерування математичних завдань засобами Web-СКМ SAGE / Семеріков С. О., Шокалюк С. В., Мінтій І. С., Волошаненко О. С., Кулініч Б. М. // Матеріали п'ятої науково-практичної конференції FOSS Lviv 2015. 23-26 квітня 2015 р. / Львівський національний університет імені Івана Франка, Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова, Брестський державний технічний університет, Проект Linux Vacation / Eastern Europe, Українська академія друкарства, Львівська група користувачів Linux. – [Львів], [2015]. – С. 74-76.

7. Семеріков С. О. Застосування системи комп'ютерної алгебри Махіта для генерування математичних текстів в системі дистанційного навчання / С. О. Семеріков, І. О. Теплицький // Актуальні проблеми психології : Психологічна теорія і технологія навчання. – К. : Міленіум, 2007. – Т. 8, вип. 3. – С. 85-95.

8. Генератор математических задач Math-o-Gen | Сайт Леонида Некина [Электронный ресурс] // Образовательный проект Леонида Некина. – 26.01.2014. – Режим доступа : <https://nekin.info/math/n003.htm>.

References (translated and transliterated)

1. Generator zadach [Task generator] [Electronic resource] / Anton Finogenov. – Access mode : <http://generatorzadach.narod.ru/>. (In Russian)

2. Generator zadaniia dlia shkoly onlain [Task generator for school online] [Electronic resource] / [Varlamov Dmitry]. – Access mode : <http://www.abakbot.ru/online-16/191-generator-zadaniij-onlajn>. (In Russian)

3. Korolskii V. V. Modeling and generating a multiple tasks the calculation quadrature parabolas / V. V. Korolskii, S. V. Shokaliuk // New computer technology. – Kryvyi Rih : Vydavnychiy tsentr DVNZ «Kryvorizkyi natsionalnyi universytet», 2017. – Vol. XV. – P. 63-67. (In Ukrainian)

4. Popel M. V. Organization of teaching mathematical disciplines in SageMathCloud / M. V. Popel // Theory and methods of learning mathematics, physics, informatics. – Kryvyi Rih : Vydavnychiy viddil DVNZ «Kryvorizkyi natsionalnyi universytet», 2015. – Vol. XIII. – No 1 (35) : Special issue "Textbook in the journal". – 111 s. (In Ukrainian)

5. Posov I. A. Web-sait dlia sozdaniia i obmena generiruemyi zadachami po matematike / Posov I. A. // Obrazovatelnye tekhnologii i obshchestvo. – 2010. – Т. 13. – No. 3. – S. 360–373. (In Russian)

6. Semerikov S. O. Heneruvannia matematychnykh zavdan zasobamy Web-SKM SAGE [Generation of mathematical tasks by Web-SCM SAGE] / Semerikov S. O., Shokaliuk S. V., Mintii I. S., Voloshanenko O. S., Kulinich B. M. // Materialy piatoi naukovo-praktychnoi konferentsii FOSS Lviv 2015. 23-26 kvitnia 2015 r. / Lvivskiy natsionalnyi universytet imeni Ivana Franka, Natsionalnyi pedahohichnyi universytet imeni M. P. Drahomanova, Brestskiy derzhavnyi tekhnichnyi universytet, Proekt Linux Vacation / Eastern Europe, Ukrainska akademiia drukarstva, Lvivska hrupa korystuvachiv Linux. – [Lviv], [2015]. – S. 74-76. (In Ukrainian)

7. Semerikov S. O. Zastosuvannia systemy kompiuternoї alhebry Maxima dlia heneruvannia matematychnykh tekstiv v systemi dystantsiinoho navchannia [The application of computer algebra system Maxima to generate mathematical texts in distance learning] / S. O. Semerikov, I. O. Teplytskyi // Aktualni problemy psykholohii : Psykholohichna teoriia i tekhnolohiia navchannia. – K. : Milenium, 2007. – T. 8, vyp. 3. – S. 85-95. (In Ukrainian)

8. Generator matematicheskikh zadach Math-o-Gen | Sait Leonida Nekina [Mathematical problem generator Math-o-Gen | Leonid Nekin's website] [Electronic resource] // Obrazovatelnyi proekt Leonida Nekina. – 26.01.2014. – Access mode : <https://nekin.info/math/n003.htm>.

Received: 08 May 2018; in revised form: 10 May 2018 / Accepted: 11 May 2018