

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ SAGE В МАТЕМАТИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ**

**Аннотация.** В работе представлен анализ возможностей использования программного обеспечения SAGE в математическом образовании. Перечислены основные математические задачи, решаемые с помощью SAGE. Приведены примеры возможностей SAGE. Показана возможность интеграции SAGE с информационными программными средствами, используемыми в образовании.

**Ключевые слова:** математические задачи, математическое образование, проектно-исследовательская деятельность, самостоятельное изучение математики, самостоятельная работа студентов, символьная математика, SAGE.

**Введение.** На современном этапе образовательные процессы тесно связаны с использованием информационных технологий. Последнее приводит к росту требований к возможностям программного обеспечения, используемых при обучении.

Широкое применение информационных технологий также способствует изменению методики преподавания математических дисциплин, изменению содержания и сложности математических заданий, форм самостоятельной работы обучающихся, пропорций между объемами ручных и компьютерных расчетов при вычислениях [1-12].

Ушли в прошлое расчеты с использованием абаксов и счетов. С увеличением объемов использования компьютерных технологий изменяются требования к знаниям по математике. Будут предлагаться более сложные проектные индивидуальные задания. Основным трендом использования компьютерных технологий в процессе обучения математике может стать появившаяся возможность решения сложных прикладных реальных задач, вариативность применения различных методов и сценариев решения задачи, возможность получения конечного результата для вычислительно-сложных задач, визуализация решений, возможность сохранения процедуры решения для дальнейших проектов.

**Проблема исследования.** Проблема исследования состоит в выборе эффективного бесплатного средства для использования непосредственно в образовательном процессе при обучении математике или в качестве компоненты образовательных платформ для управления процессом обучения.

**Материалы и методы.** SageMath или просто SAGE является программным обеспечением для проведения решения задач по алгебре, вычислительной математике, математической статистике и т. д. Продукт появился в 2005 году, представляет собой свободное программное обеспечение, распространяемое на условиях GNU General Public License. SageMath настроен на использование различных имеющихся библиотек с открытым исходным кодом, в этом и состоит его преимущество.

Пакет Maxima интегрирован в Sage, что позволяет производить символические манипуляции доступные в Maxima. Можно интегрировать, находить производные, решать символично обыкновенные дифференциальные уравнения, использовать специальные функции.

Отметим, что Sage имеет удобный веб-интерфейс, можно использовать в настоящее время без регистрации и установки, можно интегрировать в другие программные средства (например, в LMS MOODLE), поддерживается работа с буфером обмена, поддерживает работу с графикой, имеет большие возможности для решения дифференциальных уравнений, синтаксис простой, можно легко применять коды примеров.

Остановимся на некоторых возможностях SAGE. Рассмотрим построение графиков.

Пример кода для построения графика в среде SAGE:

```
v = 400*e^(-100*x)*sin(200*x)
show(plot(v,0,.1),xmin=0, xmax=.05, figsize=[3,3]).
```

Результат построения графика на рис. 1.

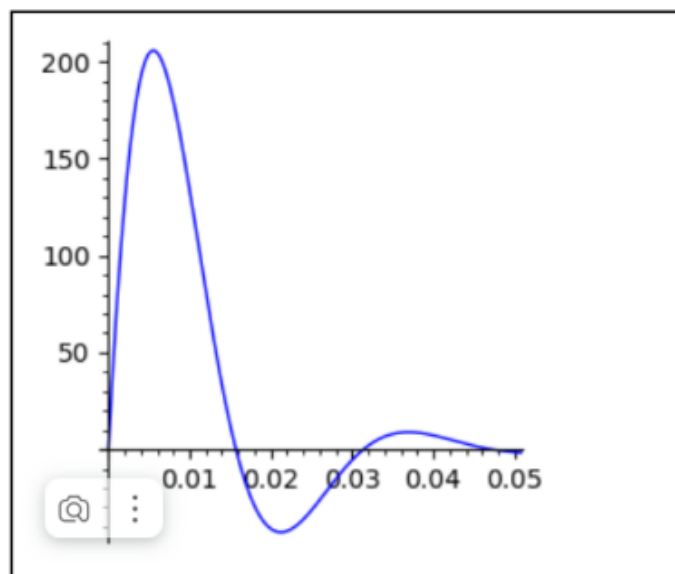


Рис. 1. Пример графика в SAGE, построено на странице SageMathCell

SAGE удобно интегрировать в образовательные платформы. Далее приведен пример интеграции в LMS MOODLE. Рассмотрим интеграцию на примере создания тестового вопроса с выводом графика, реализуемого с помощью SAGE.

Создаем тестовый вопрос вида верно/неверно.

Формулируем текст вопроса: «Верно ли, что в диалоговом окне представлен график параболы?». Дать ответ верно/неверно.

Текст вопроса с вызовом SAGE имеет следующий вид в редакторе вопросов:

Верно ли, что в окне представлен график параболы? Дать ответ верно/неверно

**[sage] plot(x^2,x,-2,2) [/sage]**

Вид вопроса на рис. 2, график генерируется с помощью SAGE.

Внизу окна с графиком появляется текст Help | Powered by SageMath. Для использования SAGE надо произвести соответствующие настройки, не все последние версии Moodle пока готовы к интеграции с SAGE.

Обоснуем целесообразность выбора SAGE. Используем упрощенный метод принятия решения с использованием оценки пакетов на основе полученных весов для выбранных критериев. В качестве критериев для сравнительного анализа при оценке программных средств

(бесплатных) выберем следующие критерии: функциональность (Ф), удобство (У), интегрируемость (И).

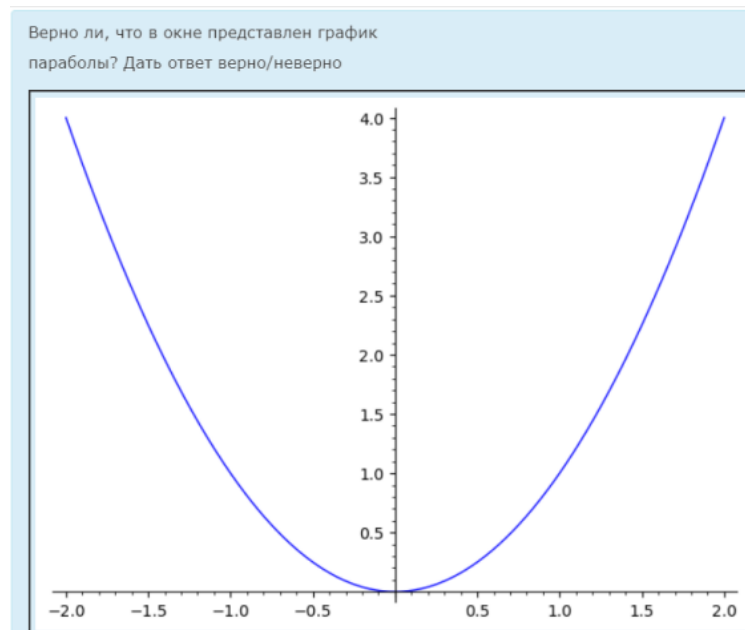


Рис. 2. Вид графика в окне теста, график создан с помощью SAGE

На основе сравнительного анализа получим следующую весовую оценку важности критериев (табл. 1).

Таблица 1

**Весовая оценка важности критериев**

<i>Критерий</i>	<i>Вес критерия</i>
Ф	0,5
У	0,3
И	0,2

Для сравнения выберем следующие программные продукты: Sage, Geogebra, Scilab. Сравним между собой выбранные продукты.

Составим таблицу для сравнения пакетов по выбранным критериям с использованием весов критериев (табл. 2).

Таблица 2

**Таблица для сравнения пакетов**

<i>Критерий</i>	<i>Ф</i>	<i>У</i>	<i>И</i>	<i>Взвешенная сумма</i>
Вес критерия	0,5	0,3	0,2	
Sage (баллы)	3	3	3	3
Geogebra (баллы)	2	2	1	1,8
Scilab (баллы)	2	2	1	1,8

Анализ последней таблицы показывает, что SAGE находится на первом месте среди выбранных инструментальных средств по решению математических задач.

Таким образом, SAGE — математическое обеспечение, которое можно использовать самостоятельно при обучении математики и в качестве компоненты образовательных платформ.

**Заключение.** Исследование возможностей SAGE дает основание заявить о необходимости широкого применения данного продукта непосредственно в учебном процессе при изучении математики, так и в качестве компонентов в образовательных системах для поддержки обучения и контроля уровня усвоенности знаний.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чекардовская И.А., Бакановская Л.Н., Торопова И.А. Эффективная система проектирования производственных процессов // Научное обозрение. — 2015. — № 5. — С. 272-278.
2. Задумкин Л.В. Символьная математика в Moodle. Возможности и проблемы // Актуальные проблемы современного строительства: материалы LXXV Научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. — Санкт-Петербург, 2023. — С. 293-299.
3. Мельников Ю.Б., Суев А.П. Роль и место вычислительного аппарата в современном обучении математике // Бизнес. Образование. Право. — 2021. — № 3 (56). — С. 365-372.
4. Оленев А.А., Корчак К.И. Реализация метода математической индукции в системе компьютерной алгебры Maxima // Научное обозрение. Педагогические науки. — 2021. — № 3. — С. 50-54.
5. Сафуанов И.С., Чугунов В.А. Варианты применения систем компьютерной алгебры в обучении углубленным разделам математики // Информатика и образование. — 2019. — № 1 (300). — С. 50-55.
6. Селякова Л.И., Садовенко Е.О. Обучение числовым системам при подготовке будущего учителя математики // Вестник Донецкого национального университета. Серия Б: Гуманитарные науки. — 2020. — № 1. — С. 224-229.
7. Сотникова О.А., Симоновская Г.А. Особенности изучения алгебраического материала при подготовке учителя математики // Continuum. Математика. Информатика. Образование. — 2021. — № 4 (24). — С. 125-136.
8. Тарасова Т.А., Иващенко Е.В., Козлов В.А. Исследование свойств функций с помощью компьютерной математики // Проблемы современного педагогического образования. — 2022. — № 76-2. — С. 187-191.
9. Уразаева Л.Ю., Дацун Н.Н. Проблемы математического образования и их решение // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. — 2015. — № 3 (30). — С. 57-63.
10. Уразаева Л.Ю., Манюкова Н.В. Использование GEOGEBRA при обучении компьютерному моделированию // Математические структуры и моделирование. — 2022. — № 4 (64). — С. 140-152.
11. Шевченко А.С. Использование систем компьютерной алгебры для повышения качества знаний при изучении дисциплины «Численные методы» // Мир науки. Педагогика и психология. — 2020. — Т. 8, № 4. — С. 36.
12. Шнарева Г.В., Гельфанова Д.Д. Аспекты применения GEOGEBRA в преподавании математических дисциплин бакалаврам экономического направления // Актуальные проблемы и перспективы развития экономики. — Симферополь, 2023. — С. 74-78.