

В заключение отметим, что современное общество находится в постоянном развитии, это касается всех сфер жизни, а значит и система образования должна этому соответствовать. Безусловно, будут появляться новые или совершенствоваться уже существующие методики обучения и создаваемый кафедрой электронный образовательный ресурс не является здесь исключением: это «живая» развивающаяся структура, которую нужно дополнять и обновлять, при необходимости корректировать скорость и глубину изучения материала, а также этапы самоконтроля студентов.

### Список литературы

1 Активные и интерактивные образовательные технологии (формы проведения занятий) в высшей школе : учеб. пособие / сост. Т.Г. Мухина. – Н. Новгород : ННГАСУ, 2013. – 97 с.

2 Реализация блочно-модульного подхода для дистанционного обучения математике в СЭО БГУИР на платформе MOODLE / Дайняк И.В. [и др.] // Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века. : тез. XI Междунар. науч.-метод. конф. – Минск : БГУИР.

УДК 378.147:51

## СИМВОЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ В СИСТЕМАХ КОМПЬЮТЕРНОЙ МАТЕМАТИКИ

*В.Э. ГАРИСТ*

*Белорусский государственный университет  
пищевых и химических технологий, г. Могилёв*

Качественное образование студента очевидно предполагает значительную удельную компоненту самообразования. По мнению автора, важную роль в этой компоненте могут и должны играть СКМ – системы компьютерной математики. Системы компьютерной математики (именно в современном понимании) начали бурно развиваться с конца 60-х годов 20 века. В настоящее время многие из них, изначально возникшие как коммерческий проект, доступны для свободного использования. Развёрнутый обзор возможностей наиболее распространённых СКМ приведён, например, в [1].

С точки зрения современного пользователя-математика (и студента, в частности), важнейшие качества СКМ – внутренняя самодостаточность, традиционный интерфейс, интерактивная справочная система по встроенным функциям с шаблонами решения типовых задач. Немаловажными также представляются наличие русскоязычной литературы по СКМ, легальность её использования, возможность удалённого доступа к онлайн-ресурсам системы и интеграция с офисными программами.

Отличительной особенностью наиболее развитых СКМ является возможность символьных (иногда – аналитических) вычислений. Символьные вычисления – это преобразования и работа с математическими равенствами и формулами как с последовательностью символов. СКМ с возможностью символьных вычислений часто называют системами компьютерной алгебры (СКА).

Опыт работы автора с такими системами позволяет говорить о некоем паритете систем компьютерной алгебры с «учебно-пользовательской» точки зрения. Конечно, СКА – ветераны, имеют и более разнообразный инструментарий по различным разделам математики.

Некоторые аспекты использования СКМ SMath-Studio при решении типовых задач линейной алгебры и аналитической геометрии изложены, например, в [2, с. 53–56].

СКА Maxima [3] имеет современный графический русскоязычный интерфейс. Проиллюстрируем на примере этой СКА некоторые встроенные символьные возможности, интересные в широком учебном смысле и не требующие привлечения навыков программирования. Типичный студенческий запрос, связанный с обращением именно к символьным вычислениям, включает вычисление пределов, нахождение производных, неопределённое интегрирование, интегрирование обыкновенных дифференциальных уравнений, разложение в степенной ряд функций. Рассмотрим особенности решения некоторых из перечисленных типов задач в СКА Maxima.

Вычисление пределов возможно по различным сценариям (в зависимости от опций – списка аргументов).

На рисунке 1 отображаются типичные ситуации, возникающие при вычислении пределов в СКА Maxima.

```
limit(1/(1-x), x, 1, plus);
-inf
limit(abs(sin(x-1))/(x-1)), x, 1);
1
```

Рисунок 1

Рисунок 2 демонстрирует технику неопределённого интегрирования.

```
Integrate (1/(x^2-4), x);
log (x-2)/4-log(x+2)/4
```

Рисунок 2

При этом легко организовать как процедуру проверки, так и упрощение различных промежуточных результатов (рисунок 3).

```
diff(log(x-2)/4-log(x+2)/4,x,1);
1/(4*(x-2))-1/(4*(x+2))
ratsimp(1/(4*(x-2))-1/(4*(x+2)));
1/(x^2-4)
```

Рисунок 3

Применение встроенных символьческих подстановок даёт возможность проверки правильности и численных вычислений (рисунки 4, 5).

```
integrate(1/(x^2-4), x, 5, 6);
-log(8)/4+log(7)/4+log(4)/4-log(3)/4
```

Рисунок 4

```
float(%), numer;
0.03853766995681462
```

Рисунок 5

Рассмотрим процедуру интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений первого и второго порядков.

Аргументами функции «ode 2» является заблокированная для вычислений производная «y'», функция и аргумент. Возникающие константы интегрирования начинаются с символа «%» (рисунки 6, 7).

```
ode2('diff(y,x)=x^2-1, y, x);
y=x^3/3-x+%c
```

Рисунок 6

```
ode2('diff(y,x,2)+2*'diff(y,x)+y=0, y, x);
y=(%k2*x+%k1)*%e^(-x)
```

Рисунок 7

Применение функции «ic2» с параметрами начальных условий для искомого решения и её производной выводит решение задачи Коши для этих начальных условий (рисунок 8).

```
ic2(y=%e^x/4+(%k2*x+%k1)*%e^(-x),x=0,y=1,'diff(y,x)=0);
y=%e^x/4+(x/2+3/4)*%e^(-x)
```

Рисунок 8

Отмеченные технические возможности СКА Maxima, несомненно, позволяют пользователю видеть в этой системе одновременно решебник, справочник и многофункциональный инструмент. Это серьёзное дополнение к традиционному образованию. При правильной организации работы с подобной СКА учёба становится содержательнее и интереснее.

### Список литературы

1 **Таранчук, В.Б.** Основные функции систем компьютерной алгебры / В.Б. Таранчук. – Минск : БГУ, 2013. – 59 с.

2 **Гарист, В.Э.** Применение системы компьютерной математики SMath-Studio при обучении аналитической геометрии и линейной алгебры в вузе / В.Э. Гарист // Актуальные проблемы теории и практики обучения физико-математическим и техническим дисциплинам в современном образовательном пространстве : сб. ст. V Всерос. науч. конф. – Курск : 2021. – 313 с.

3 Официальный сайт программы Maxima [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://maxima.sourceforge.io/download.html>. – Дата доступа : 23.02.2022.

УДК 378.016:51-057.875

## ОБ ОРГАНИЗАЦИИ УПРАВЛЯЕМОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

*Ю.М. ГРЕБЕНЦОВ, С.В. ПОДОЛЯН, Г.М. ГРЕБЕНЦОВА*  
*Белорусский государственный университет*  
*пищевых и химических технологий, г. Могилев*

Одной из задач высшего образования является повышение качества подготовки специалиста и его востребованности на рынке труда. Решение этой задачи требует постоянного поиска новых и совершенствования уже существующих форм организации образовательного процесса при профессиональной подготовке студентов инженерных специальностей.

На кафедре высшей математики при разработке учебных программ нового поколения по дисциплине «Высшая математика» особое внимание уделено формированию содержания учебного материала на основе проблемно-ориентированного междисциплинарного подхода, с глубоким анализом существующих междисциплинарных связей. При реализации таких практико-ориентированных учебных программ остро встаёт вопрос «временных рамок» как для студента, так и для преподавателя. В этой связи необходима организация образовательного процесса, позволяющая в рамках предусмотренных учебных часов эффективно реализовать практико-ориентированную подготовку студентов. Такой технологией является, в