



ПРИМЕНЕНИЕ СЕРВИСА MATHPARTNER В ОБРАЗОВАНИИ

Малашонок Г.И.¹

¹ТГУ, Тамбов, Россия

Аннотация

В статье дано краткое описание облачной системы символьных вычислений MathPartner и тех возможностей, которые она предоставляет для совершенствования образовательного процесса в высшей школе. Показано использование веб-сервиса GitHub для хранения текстов лекций. Делается вывод о том, что с применением MathPartner образование в точных науках может существенно интенсифицироваться.

Ключевые слова: система символьных вычислений, обучение математике, обучение точным наукам, современные технологии обучения.

Цитирование: Малашонок Г.И. Применение сервиса MathPartner в образовании // Компьютерные инструменты в образовании. 2017. № 3. С. 29–37.

1. ВВЕДЕНИЕ.

ОБЛАЧНАЯ МАТЕМАТИКА КАК ТРЕТЬЕ ПОКОЛЕНИЕ СИСТЕМ СИМВОЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Облачные сервисы всюду вытесняют прикладные пакеты программ. Этот же процесс идет и в такой области, как системы символьных вычислений.

Первое поколение систем символьных вычислений появилось еще в семидесятые годы. Второе — в начале девяностых годов и связано с появлением систем Mathematica и Maple, которые приобрели графическую оболочку. А третье поколение — это облачные системы. Оно связано с появлением облачных систем MathPartner, Sage, Wolfram Alpha и Wolfram Cloud, появившихся в последнее десятилетие.

Основной областью приложения для первого поколения систем были символьно-численные расчеты в теоретической физике и небесной механике. С приходом второго — этими системами стали пользоваться многие преподаватели и студенты, инженеры и научные работники. Компания Wolfram Research Inc. начала проводить эксперименты по применению системы Mathematica в школьном образовании. Современное состояние этих систем представлено на сайтах www.maplesoft.com и www.wolfram.com.

Однако и сегодня доля пользователей систем символьных вычислений в общем числе тех, кто изучает и применяет математику, остается незначительной. Главные причины — это сложность в освоении и необходимость покупки лицензии на использование.

Эти трудности могут быть преодолены с приходом третьего поколения. Выделим главные особенности нового поколения.

- Облачные системы доступны из любого компьютера или гаджета, который имеет выход в Интернет.

- Они обеспечивают пользователя развитым сервисом и комфортом в организации работы.
- Математические алгоритмы в виде текстов программ для облачных систем могут сохраняться в общедоступных библиотеках. Решение любой известной задачи может быть получено в результате загрузки текста из такой библиотеки в облачную тетрадь.
- Математические учебники, задачки и справочники могут дополняться библиотеками, содержащими текстовые файлы с соответствующими алгоритмами, которые предназначены для вычислений в облачной тетради.
- В облачную систему символьных вычислений можно добавлять образовательный сервис.

2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О MATHPARTNER

Среди облачных систем компьютерной алгебры одной из первых была система MathPartner [1, 2]. Этот пакет программ начал развиваться в 2002 году в Тамбове рабочей группой по компьютерной алгебре. В его основу легли алгоритмы, которые разрабатывались во Львовском, Киевском и Тамбовском государственных университетах. С 2011 года проект развивается в рамках компании Mathparca. Сегодня эта система компьютерной алгебры доступна на сайте по адресу mathpar.cloud.unihub.ru. Ее язык mathpar является процедурным языком. Для подробного знакомства с ним можно пользоваться страницами «Помощи» на сайте, можно загрузить «Руководство по языку» или воспользоваться литературой [3–8].

3. БИБЛИОТЕКА ТЕКСТОВ НА ЯЗЫКЕ MATHPAR

Второй необходимый нам Интернет ресурс — это библиотека текстов на языке mathpar. Он располагается на веб-сервисе GitHub, который предназначен для хостинга и совместной разработки проектов. Здесь можно размещать тексты, общаться, комментировать правки друг друга, а также следить за новостями. Есть личные страницы, небольшие Wiki и система отслеживания ошибок. Прямо на сайте можно просматривать текстовые файлы. Тексты из библиотеки можно не только получать через git-сервис, но и скачать в виде обычных архивов с сайта. Кроме Git сервис поддерживает получение и редактирование кода через SVN и Mercurial.

Библиотека текстов на языке Mathpar доступна по адресу <http://github.com/mathpar>. Можно зарегистрироваться на веб-сервисе GitHub и после этого можно размещать свои тексты и получать тексты, размещенные другими участниками. Можно, кроме того, получить архив всей библиотеки по адресу <https://github.com/mathpar/mathpar/archive/master.zip>.

Легко выбирать нужный раздел по дереву вложенных папок, если ввести такой адрес: <https://github.com/mathpar/mathpar/tree/master/LIBRARY/mathpar>.

Например, если выбрать путь [EUROPE/Russia-ru/UNIVERSITY/MATH/Computer_Algebra/Malaschonok/Computer_Algebra_Chap_02](https://github.com/mathpar/mathpar/tree/master/LIBRARY/mathpar), то будут доступны все параграфы второй главы учебника по компьютерной алгебре. Можно открыть и читать. Чтобы редактировать текст в верхнем меню, есть карандаш. Если в режиме редактирования исполнить «Ctrl»+«A», «Ctrl»+«C», то можно скопировать весь текст, а затем сохранить его у себя в любом редакторе.

Вот так, например, адресуется первый параграф второй главы учебника: github.com/mathpar/mathpar/blob/master/LIBRARY/mathpar/EUROPE/Russia-ru/UNIVERSITY/MATH/Computer_Algebra/Malaschonok/Computer_Algebra_Chap_02/201_Henzl_Lift.txt. Ниже приведен фрагмент начала первой страницы этого параграфа:

```


$$\mathbb{Z}[x] \cong \mathbb{Z}[x^2] \times \mathbb{Z}[x^3] \times \dots \times \mathbb{Z}[x^n] \times \mathbb{Z}$$

SPACE = Z[x];
"ЗАДАЧА"
"Требуется найти два полинома с целыми коэффициентами, произведение которых равно"
f=x^6+25x^5+38x^4+977x^3+350x^2+494x+182".
«Если известно, что образ полинома $f$ при отображении $Z \to Z_p$ в простое поле по модулю "
p=11 ", будет полином "
F_0=x^6+3x^5+5x^4+9x^3+9x^2-x+6 ",
который раскладывается в $Z_p[x]$ на взаимно простые множители со старшими коэффициентами 1:"
a_0=x^3+3x^2+2; b_0=x^3+5x+3".
Проверим это:"
c_0=a_0 b_0; c_{map}=\text{mod}(c_0,11); f_{map}=\text{mod}(f,11); sub=\text{mod}(f-F_0,11);
\print(c_0, c_{map}, f_{map}, sub);

```

Весь файл можно целиком сохранить, а потом загрузить в окно рабочей тетради на сервисе MathPartner. Но можно и с помощью копи-паста перенести только этот фрагмент. После исполнения этого фрагмента будет выведено следующее:

```

c_0 = x^6+3x^5+5x^4+20x^3+9x^2+10x+6
c_{map} = x^6+3x^5+5x^4-2x^3-2x^2-x-5
f_{map} = x^6+3x^5+5x^4-2x^3-2x^2-x-5
sub = 0

```

И изображение в окне вывода станет таким, как на рис. 1.

4. ПОДГОТОВКА ЛЕКЦИЙ НА ЯЗЫКЕ MATHPAR

В 2016–2017 учебном году на третьем курсе математического факультета педагогического университета читался курс компьютерной алгебры. Ему предшествовал курс алгебры, который читался три семестра.

При подготовке лекций курса компьютерной алгебры, а затем во время чтения лекций и проведения практических занятий привлекался сервис MathPartner. Тексты лекций были выложены на GitHub.

Обратимся к фрагменту текста на языке mathpar, который приведен выше, и сравним его с полученным изображением. Легко видеть три простых правила, которые используются для записи математических выражений:

- перед нижним индексом стоит знак «подчеркивание»,
- перед степенью стоит знак «шапочка»,
- перед названием функции стоит «косая».

```

▶ ↺ +
Факторизация полиномов: Линейный подъем по Гензелю:
      Z_p → Z_{p^2} → Z_{p^3} → ... → Z_{p^n} → Z

SPACE = Z[x];
ЗАДАЧА
Требуется найти два полинома с целыми коэффициентами, произведение которых равно
f = x^6 + 25x^5 + 38x^4 + 977x^3 + 350x^2 + 494x + 182.
Если известно, что образ полинома f при отображении Z → Z_p в простое поле по модулю
p = 11, будет полином
F_0 = x^6 + 3x^5 + 5x^4 + 9x^3 + 9x^2 - x + 6,
который раскладывается в Z_p[x] на взаимно простые множители со старшими коэффициентами 1:
a_0 = x^3 + 3x^2 + 2; b_0 = x^3 + 5x + 3
Проверим это:
c_0 = a_0 b_0; c_map = mod(c_0, 11); f_map = mod(f, 11); sub = mod(f - F_0, 11);
  print(c_0, c_map, f_map, sub);
out :

c_0 = x^6 + 3x^5 + 5x^4 + 20x^3 + 9x^2 + 10x + 6
c_map = x^6 + 3x^5 + 5x^4 + 9x^3 + 9x^2 + 10x + 6
f_map = x^6 + 3x^5 + 5x^4 + 9x^3 + 9x^2 + 10x + 6
sub = 0

```

Рис. 1

Для разметки предложений в тексте приняты такие правила:

- формулы надо окаймлять знаками доллара,
- если окаймлять двойными долларами, то выражение разместится в центре строки,
- если внутри добавить знак «`\bf`», то текст будет написан жирным шрифтом, отделение слов при этом можно делать знаками «`\`» или же окружить «`\hbox{}`».

Главное правило, которое отличает язык `mathpar`, состоит в том, что все написанное в двойных кавычках — это просто текст, а все, что остается вне кавычек — это одновременно и текст и оператор в языке `mathpar`.

Все операторы выполняются последовательно, и результат последнего оператора появляется после текста. Если же встречаются команды печати, то выводится не последний оператор, а результаты этих команд.

Таким образом, появляется возможность не только излагать учебный материал, но и сопровождать его живыми примерами. А эти примеры становятся сразу готовым инструментом, которым можно пользоваться для практического освоения нового материала и самостоятельного решения задач.

5. ЧТЕНИЕ ЛЕКЦИЙ

В аудитории, где проходит лекция, должен быть доступ к Интернету. Нужно выйти на сервис Math Partner по адресу <http://mathpar.cloud.unihub.ru> и перейти в рабочую тетрадь. В левом поле открыть меню «Файлы» и выбрать верхнюю строчку «Загрузить текст».

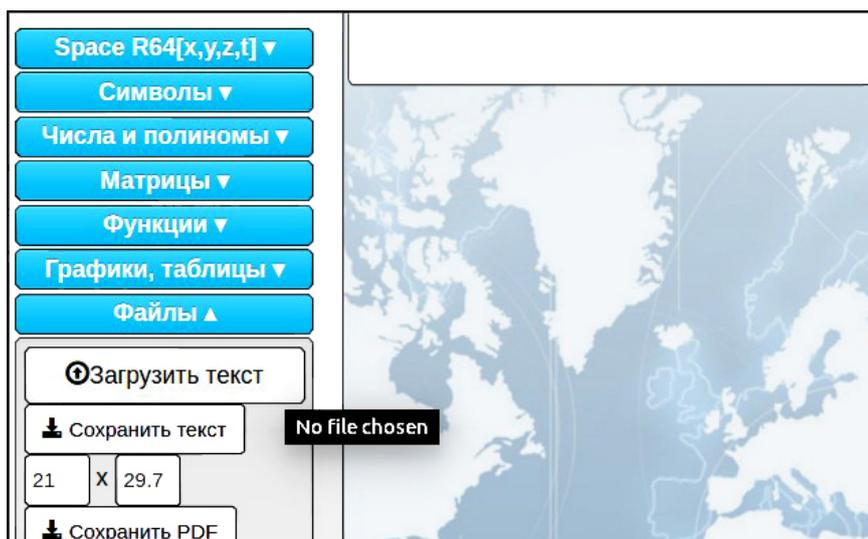


Рис. 2

Откроется путь к файлам на компьютере, и нужно указать нужный файл с текстом лекции. Указанный текстовый файл загрузится в виде последовательности окон. Над каждым окном слева имеются три управляющих знака: «треугольник» — запустить исполнение, «переключатель» — переключить режим изображение на режим текст, «плюс» — добавить ниже новое пустое окно.

После запуска на исполнение происходит вывод результата, и режим текст меняется на режим изображение. Чтобы вернуть режим редактирования текста, достаточно воспользоваться «переключателем» или просто кликнуть мышкой в этом окне.

Лектор может последовательно демонстрировать фрагменты лекции, разделенные по окнам, последовательно нажимая кнопки «Исполнить» и комментируя получаемые результаты. Он может менять готовые примеры на новые и получать другие результаты. При этом студент учится решению подобных задач.

Имеется возможность сопровождать лекцию построением рисунков, графиков, изображением поверхностей и графических объектов. Все это можно делать операторами языка `mathpar`. Подробности построения графиков изложены на сайте MathPartner.

Удобно использовать такие лекции и для удаленного обучения. Например, лектор открывает у себя на персональном компьютере изображение лекции и демонстрирует свой экран по Skype в учебную аудиторию. В аудитории изображение демонстрируется на экране, и слышны комментарии лектора.

6. ОСВОЕНИЕ НОВОГО МАТЕРИАЛА СТУДЕНТОМ

Студент получает все файлы с текстами лекций. Прослушав лекцию в университете, он может прочитать ее дома и запустить все примеры, которые демонстрировались в лекции. Для освоения нового материала он должен самостоятельно решать задачи. Именно успешное решение новых задач и обеспечивает усвоение нового материала.

Студента необходимо обеспечить задачиком, из которого он будет брать условия задач. Для решения задач он может воспользоваться сервисом MathPartner, как это делал лектор. Необходимые операторы он может просто копировать из лекций. Выполнения

рутинных арифметических действий и действий с громоздкими выражениями он может избежать, используя встроенные в MathPartner возможности.

Все тексты решения задач и их результаты он может сохранить в виде текстового файла. Для этого в левом поле надо открыть меню Файлы и выбрать вторую строчку Сохранить текст. Текст сохранится в папке загрузки. Надо только проследить, чтобы браузер разрешил всплывающие окна с сайта MathPartner.

Если что-то остается не решенным, то такой файл можно послать по почте преподавателю и попросить о помощи и разъяснениях. Преподавателю не сложно указать на ошибки, так как он загружает этот файл в своем компьютере и легко находит ошибки студента, используя MathPartner. Преподаватель освобождается от рутинных действий при проверке работы студентов.

Конечно, в таком же режиме можно проводить и контрольные работы, когда по окончании работы студенты пересылают текстовые файлы с решениями преподавателю.

7. ВЛИЯНИЕ MATHPARTNER НА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС: СТУДЕНТ

Подведем итоги. Как изменился образовательный процесс с применением сервиса MathPartner, что новое получил студент?

- Он имеет полный конспект лекций, и ему не надо конспектировать.
- Он имеет набор решенных задач, и ему не нужно искать примеры по учебникам.
- Для решения задач по новому материалу может просто копировать фрагменты из лекций и сократить время на переписывание.
- Рутинные действия выполняет сервис, и это во много раз ускоряет решение задач.
- Ускоряется обратная связь с преподавателем за счет отсылки текста решения задачи с вопросом преподавателю.
- Он может сохранить все решения и применять их в последующих курсах.
- Он получает опыт решения задач на MathPartner и применяет его в других областях.
- Он применяет сервис при выполнении курсовых и дипломных работ, сокращая время на выполнение этих работ.

8. ВЛИЯНИЕ MATHPARTNER НА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС: ПРЕПОДАВАТЕЛЬ

Подведем итоги. Как изменился образовательный процесс с применением сервиса MathPartner, что нового получил преподаватель?

- MathPartner позволяет ускорить решение прикладных задач за счет выполнения символично-численных вычислений и построения графиков.
- Преподаватель имеет удобный инструмент для создания курса лекций: он набирает текст в окне редактора MathPartner и сразу проверяет правильность текста, формул и результатов вычислений, используя сервис.
- Это существенно ускоряет процесс разработки и проверки новых лекций.
- Преподаватель может воспользоваться готовыми лекциями, которые уже разработали ранее, и сохранили в библиотеке GitHub.
- Он может воспользоваться лекциями, которые уже разработали ранее, доработать их и сохранить в библиотеке GitHub.
- Он может ускорить обратную связь со студентами, которые присылают тексты своих решений задач и просят разъяснений. Он проверяет их на сервисе MathPartner.

- Он может упростить итоговый контроль, собирая тексты контрольных работ и проверяя их с помощью сервиса MathPartner.

9. ДРУГИЕ ОСОБЕННОСТИ СЕРВИСА MATHPARTNER

MathPartner относится к классу универсальных систем компьютерной алгебры, он имеет процедуры, функции, операторы ветвления. Рамки настоящего сообщения не позволяют рассмотреть детально все возможности этого сервиса, но необходимо обозначить, хотя бы некоторые из них.

На сервере mathpar.cloud.unihub.ru обеспечивается интерфейс сервиса MathPartner с суперкомпьютером. Конструкции языка и объектов данных в языке mathpar позволяют осуществлять вычисления на суперкомпьютере с распределенной памятью, отправлять задания и принимать результаты. Таким образом, у пользователей этого ресурса имеется возможность решать задачи, которые недоступны персональным компьютерам.

Сервис использует самые современные символьные матричные алгоритмы и на некоторых классах задач обгоняет другие известные системы.

Сервис можно использовать для проведения вычислений в тропической математике, а также для манипуляции с некоммутующими переменными.

Вычислительное окружение можно настраивать на точные вычисления в целых числах, в конечных полях и в рациональных числах. Можно настраивать на приближенные вычисления с фиксированной точностью, а можно задавать произвольную точность приближенных вычислений и значения машинного нуля. Все эти множества чисел допускают комплексификацию.

Графические средства позволяют создавать красивые рисунки и анимации, позволяют сохранять их в компьютере пользователя и воспроизводить независимо. Можно делать комбинации графиков, делать подписи, менять размер шрифта и наклон, делать подписи под произвольным углом. Для табличных графиков, которые получены с физических приборов, имеются графические средства для обрезания интервала по оси абсцисс, для выделения точки на графике, вывода ее координат и другие.

10. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

ВЛИЯНИЕ MATHPARTNER НА РАЗВИТИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

С применением MathPartner образование в точных науках в целом существенно интенсифицируется. Ускоряется процесс изучения точных дисциплин и появляется доступный универсальный инструмент применения полученных знаний. Роль новой логарифмической линейки играет сервис MathPartner, а все накопленные знания сохраняются в библиотеке GitHub и могут неограниченное число раз использоваться.

Научные статьи, включающие математическую часть, тоже можно готовить в сервисе MathPartner. Он позволяет сохранить не только текстовый файл в языке mathpar, но еще LaTeX файл и PDF файл. LaTeX файл можно дальше использовать для публикации, а PDF файл можно использовать для включения в другие документы или для презентации. Формат PDF изображения может регулироваться в боковой панели изменением высоты и ширины.

Инженеры, которые используют сервис MathPartner, будут решать научные и технические задачи значительно эффективнее, чем раньше. Они смогут создавать и обмениваться документами в языке mathpar для получения и сохранения технических решений. Важные технические решения по областям знаний можно сохранять в библиотеке GitHub. К библиотекам SCHOOL и UNIVERSITY могут добавиться, например, ENGINEERING, BIOMEDICINE и другие.

Список литературы

1. *Malaschonok G.I.* Way to Parallel Symbolic Computations. International conference «Cloud computing. Education. Research. Development» Moscow, 2011. <http://www.unicluster.ru/conf/2011/docs/TSU.MalaschonokG.I.pdf> (дата обращения: 15.06.2017).
2. MathPartner URL: <http://mathpar.cloud.unihub.ru> (дата обращения: 15.06.2017).
3. *Malaschonok G.I.* Language Guide "Mathpar". Tambov: Publishing House of TSU, 2013.
4. *Малашонок Г.И.* On the project of Parallel Computer Algebra. Вестник Тамбовского университета. Сер. Естественные и технические науки. 2009. Т. 14. Вып. 4. С. 744–748.
5. *Малашонок Г.И.* Project of Parallel Computer Algebra. Вестник Тамбовского университета. Сер. Естественные и технические науки. 2010. Т. 15. Вып. 6. С. 1724–1729.
6. *Malaschonok G.I., Pereslavl'tseva O.N., Ivashov D.S.* Parallel symbolic computation // Supercomputer technologies in science, education and industry / Edited by V.A. Sadovnichiy, G.I. Savina, V.I. Voevodin. Moscow State University, 2013.
7. *Kireev S.A., Malaschonok G.I.* Tropical computing with the web service MathPartner // Tambov University Reports. Series: Natural and Technical Sciences, 2014. V. 19. Issue. 2. P. 539–550.
8. *Малашонок Г.И.* Система компьютерной алгебры MathPartner // Программирование, 2017. № 2. С. 63–71.

Поступила в редакцию 20.04.17, окончательный вариант 15.06.2017.

Computer tools in education, 2017

№ 3: 29–37

<http://ipo.spb.ru/journal>

APPLICATION OF THE MATHPARTNER SERVICE IN EDUCATION

Malaschonok G.I.¹

¹TSU, Tambov, Russia

Abstract

The article presents a brief description of the cloud system MathPartner for symbolic computations and the opportunities this system provides for improving the educational process in higher education. We describe the use of the web service GitHub for storing lecture notes and other materials in the language of this system. It is concluded that education in exact sciences can be significantly intensified with the use of MathPartner.

Keywords: *system of symbolic computations, teaching mathematics, training in exact sciences, modern teaching technologies.*

Citation: G. I. Malaschonok, "Primenenie servisa MathPartner v obrazovanii" [Application of the Mathpartner Service in Education], *Computer tools in education*, no. 3, pp. 29–37, 2017 (in Russian).

Received 20.04.2017, the final version — 15.06.2017.

Gennadi I. Malaschonok, Professor, Professor, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Tambov State University; 392000 Tambov, Internatsionalnaya, 33, Tambov State University, malaschonok@gmail.com

**Малашонок Геннадий Иванович,
доктор физико-математических наук,
профессор, профессор Тамбовского
государственного университета;
392000 Тамбов, ул. Интернациональная,
д. 33, ТГУ,
malaschonok@gmail.com**

© Наши авторы, 2017.
Our authors, 2017.