электронный научно-технический журнал
ИНЖЕНЕРНЫЙ ВЕСТНИК
Издатель ФГБОУ ВПО "МГТУ им. Н.Э. Баумана". Эл No. ФС77-51036. ISSN 2307-0595

Применение свободного и открытого программного обеспечения к обучению дисциплине ТММ в МГТУ им. Н. Э. Баумана

 # 11, ноябрь 2016

Вуколов А. Ю.

УДК: 378.147+004.418

Россия, МГТУ им. Н.Э. Баумана
twdragon@bmstu.ru

Введение

Программные средства — одни из самых полезных инструментов инженерного образования. Однако, проприетарные продукты оказываются очень сложны для применения в постоянно изменяющемся окружении, например, компьютерных классах с общим доступом. Они требуют служб контроля лицензирования, которые трудно поддерживать на множестве ЭВМ. Например, Mathcad требует постоянно работающего выделенного сервера лицензирования, доступного дня любого компьютера, использующего эту программу. Когда в образовательном учреждении используется более 3-4 проприетарных инструментов, поддерживание ЭВМ в готовности к решению задач всегда становится проблемой, так как лицензирующие службы разного происхождения потребляют большой объем вычислительных ресурсов. Например, SolidWorks и ANSYS при одновременном использовании могут требовать специальных средств администрирования только для того, чтобы предотвратить конфликты проверок лицензирования. Особенно актуальными проблемы е лицензией становятся при использовании проприетарных средств разработки ПО. Некорректное наследование ограничений базовой лицензии может лишить разработчика права использовать или разворачивать самостоятельно разработанный инструмент на машине студента, или просто вне сети образовательного учреждения.

Для обхода описанных проблем и ограничений, многочисленными сообществами, развивающими открытое ПО, такими, как проект GNU [3] были разработаны специальные юридические документы — свободные лицензии. Как правило, они позволяют пользователю свободного ПО разрабатывать собственные решения на базе имеющегося исходного текста и/или исполняемых файлов, и помещать их в общественный доступ с некоторыми простыми ограничениями [15]. Уточнение условий и предоставление прав пользования свободными лицензиями регулируют организации: Фонд свободного ПО (FSF) и Инициатива по свободному ПО (OSI). В настоящее время интенсивность использования свобод-

ного ПО растет по всему миру [12], включая МГТУ [21, 24]. Наиболее популярные свободные лицензии перечислены ниже:

GNU General Public License (GNU GPL) [8] позволяет любому ПО, основанному на некотором другом продукте, лицензированном GPL, оставаться в сфере ее действия. Таким образом гарантируется право будущего пользователя получать, модифицировать и распространять исходные тексты [13].

Lesser GNU General Public License (GNU LGPL) [9] позволяет программному продукту, разрабатываемому под любой другой (в. т.ч., проприетарной) лицензией использоваться в рамках LGPL-проекта в неизмененном виде «как есть» без дополнительной проверки правомерности.

BSD License [6] позволяет создавать ПО на базе лицензируемого, и выпускать его под любой другой лицензией, с обязательным упоминанием автора исходного продукта (копилефт).

MIT License [5] дает право конечному пользователю создавать проприетарное ПО на базе свободного. Совместима с GNU GPL [8, 13].

Common Development and Distribution License (CDDL) [1] позволяет конечному пользователю комбинировать проприетарное и свободное ПО в одном решении. Требует обязательного упоминания автора исходного продукта и несовместима с GNU GPL.

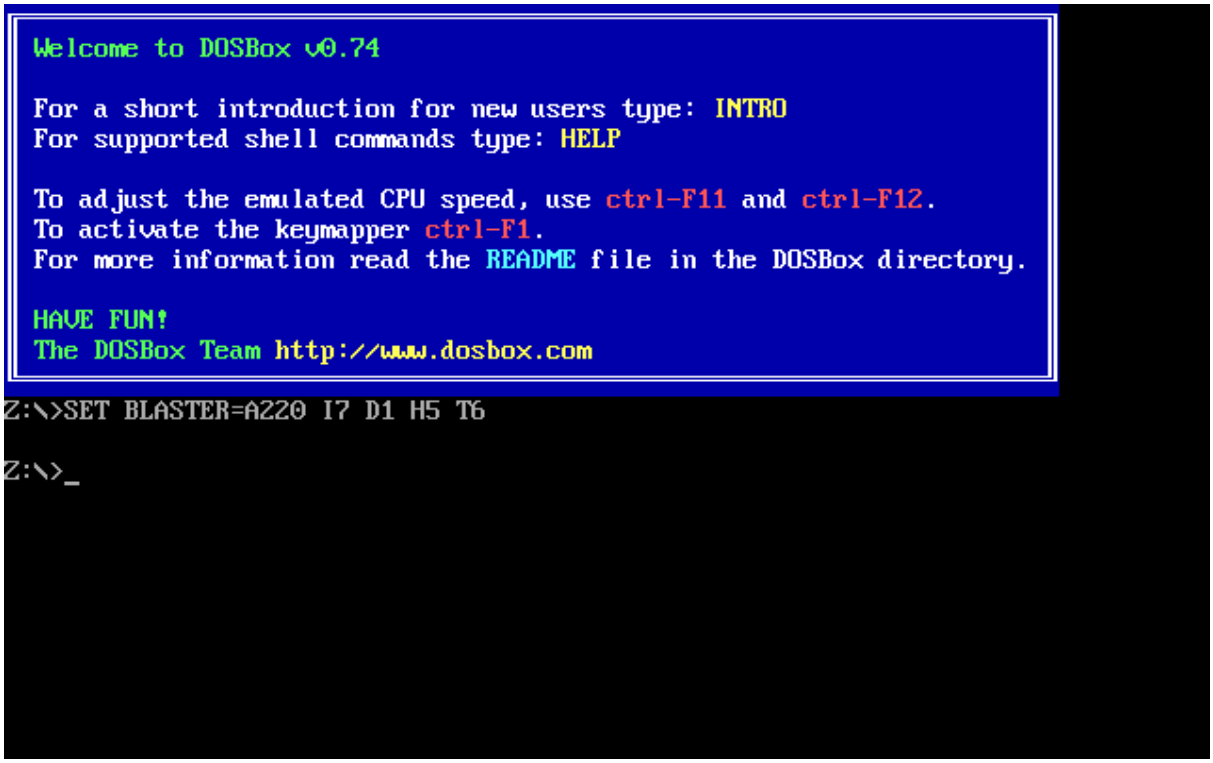
Другие популярные лицензии, такие, как Apache License, Mozilla Public License и Eclipse License [2, 4, 7] расширяют положения лицензий, упомянутых выше, с целью получения специальных прав и преимуществ (например, получения права бесплатного использования патентованных технологий).

Пользуясь свободными лицензиями, разработчики могут распространять свои продукты без дополнительных договоров и запросов прав. Некоторые производители, например, Autodesk и Borland предоставляют бесплатные версии своего ПО при условии соблюдения специальных условий использования (например, только некоммерческое использование, или оставление ПО в исключительной собственности образовательного учреждения после окончания обучения). Далее будет приведено описание основных свободных и несвободных программных инструментов, используемых при обучении ТММ в МГТУ.

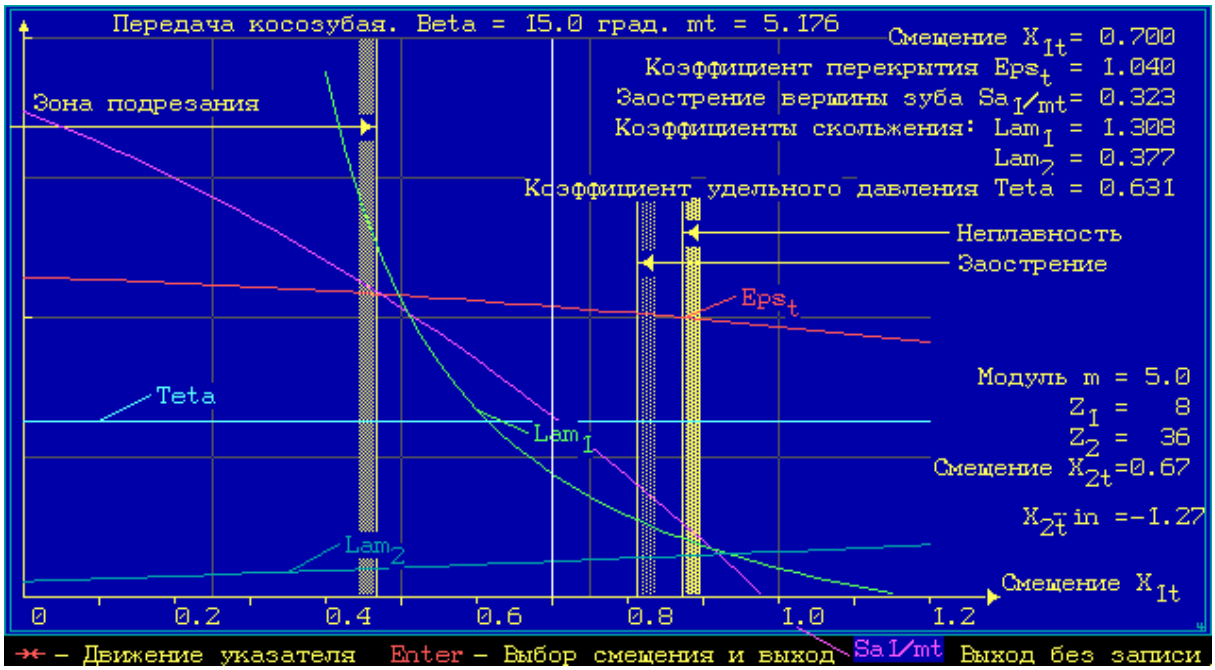
1. Операционные системы (ОС) и эмуляторы

Наиболее распространенная в МГТУ операционная система — Windows XP. Некоторые старые ЭВМ содержат установленную MS-DOS 5.22. Кафедра ТММ использует специальную корпоративную сборку Windows XP от Microsoft, предназначенную для свободного распространения внутри университета. Эта система имеет проприетарное ядро, что исключает возможность построения специализированного дистрибутива с предустановленными версиями всего ПО, применяющегося в курсе. Также многие студенты время от времени испытывают трудности в работе по причине несовместимости продуктов, разработанных для разных версий Windows. Обычно такие трудности заклю-

чаются в невозможности запуска старых DOS-программ (DIADA, Digital Constructor). Преподаватели в этой ситуации вынуждены использовать при обучении эмуляторы и ПО виртуализации (гипервизор), позволяющее запустить нужную версию MS-DOS под управлением другой ОС (рис. 1, а).



а)

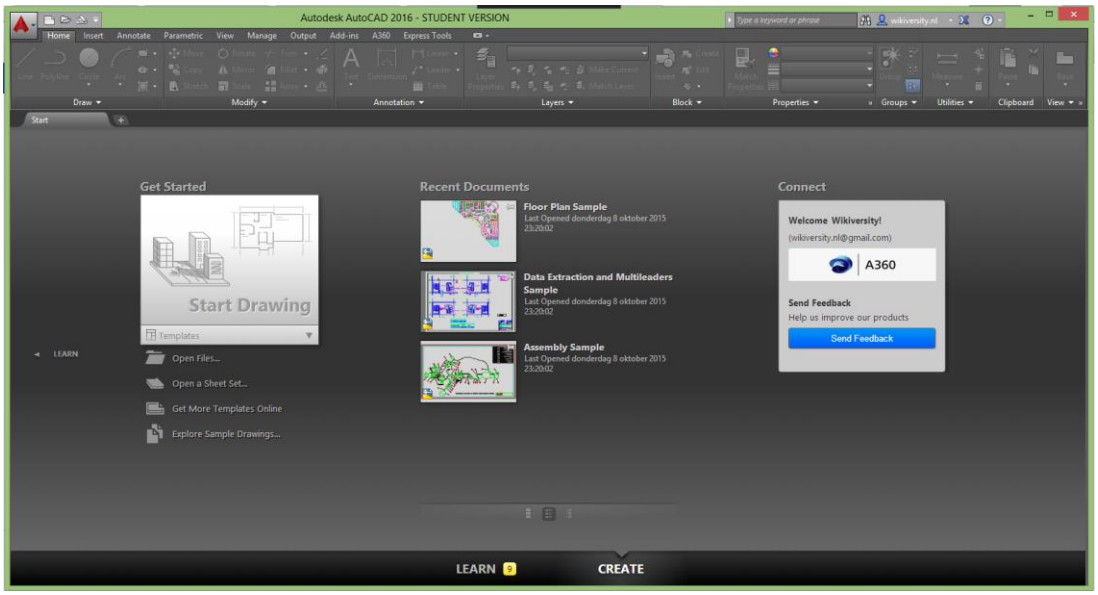


б)

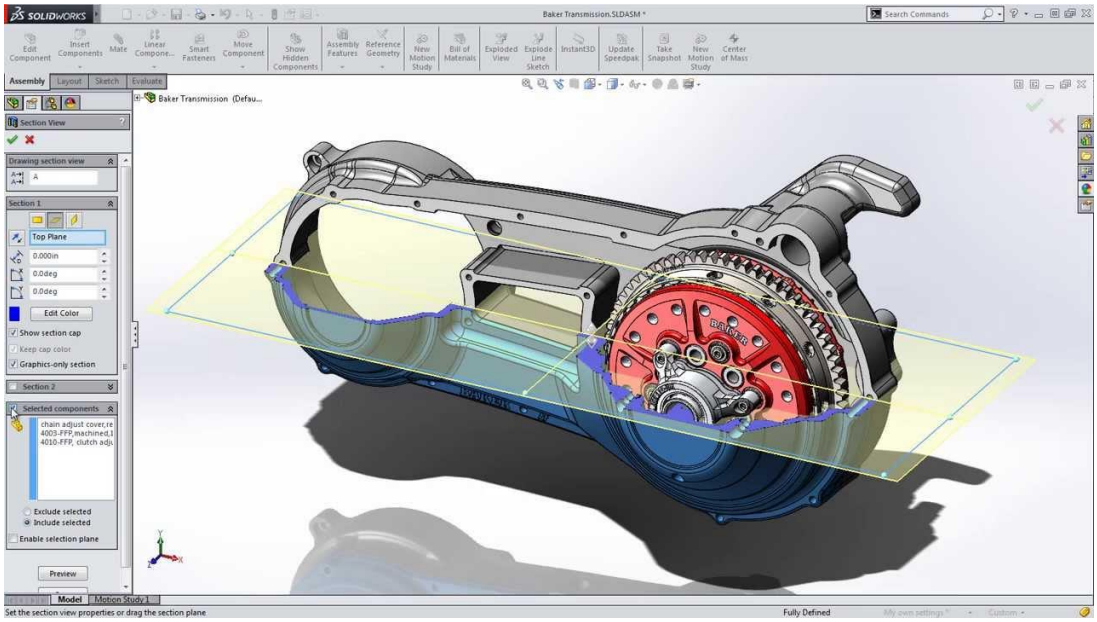
Рис. 1. MS-DOS приложение, запущенное в средах: а) DOSbox и б)VirtualBox

Главное преимущество виртуализации заключается в том, что гипервизоры сами по себе часто выпускаются под свободной лицензией, например, VirtualBox (рис. 1, *б*). Для старых программ также доступна FreeDOS — свободная ОС, совместимая на уровне ядра с MS-DOS. Однако, различия в окружении требуют от преподавателей дополнительных усилий по установке шрифтов, кодовых таблиц и т.п., и не позволяют распространять готовый к запуску образ системы, совместимый с некоторым гипервизором.

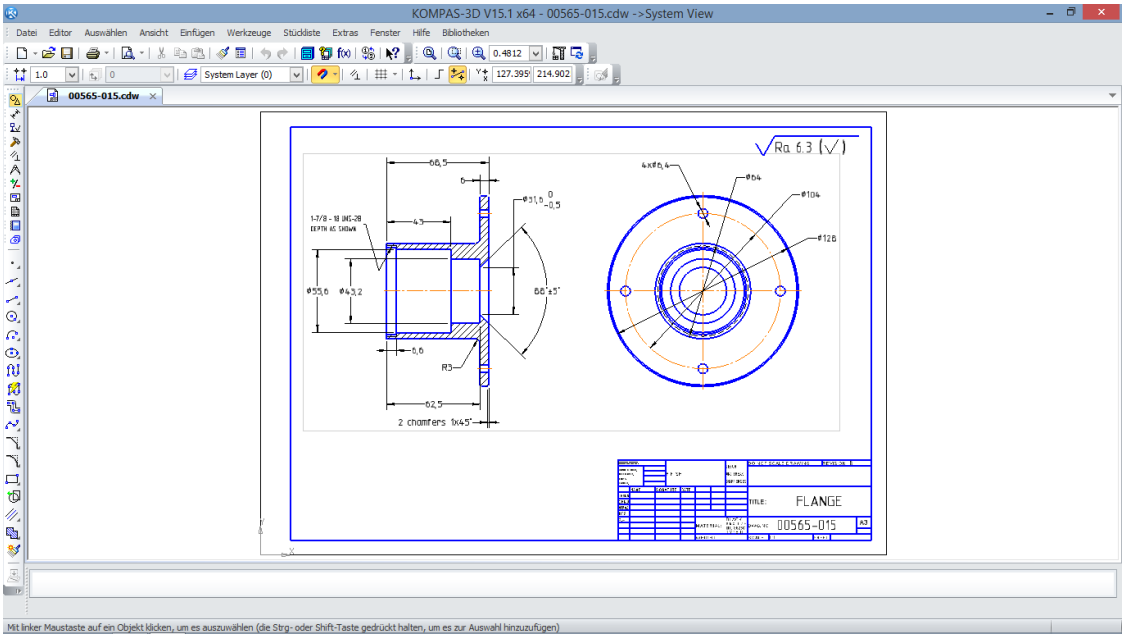
Доступ к таким программам предоставляют студентам специализированные компьютерные классы. В настоящее время также прилагаются определенные дополнительные усилия по портированию и рефакторингу основных ТММ-ориентированных программных продуктов в среде Linux.



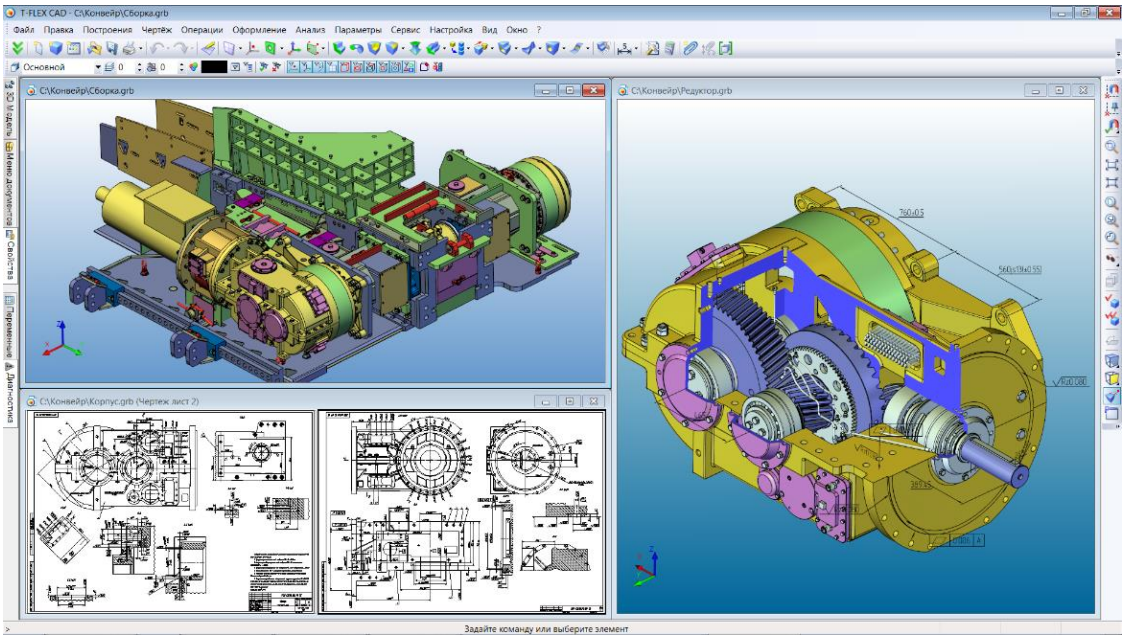
а)



б)



в)



г)

Рис. 2. Набор САПР общего назначения, применяемых на кафедре ТММ:
а) AutoCAD, б) SolidWorks, в) KOMPAS 3D, г) T-FLEX CAD 3D

2. САПР

Типичный набор САПР, применяемых на кафедре ТММ МГТУ включает AutoCAD, SolidWorks и KOMPAS (рис. 2 а, б, в, соответственно). Некоторые студенты используют также T-FLEX CAD (рис. 2 г) в качестве комбинированной 2Б/3Б-САПР общего назначения. Так как все эти продукты проприетарные, проблемы лицензирования вынуждают студентов вести свои разработки только на территории университета и на ЭВМ, подключенных к сети университета [19]. Большинство основных работ кафедры также готовятся

к публикации с использованием проприетарного ПО [11, 17, 18]. Производители предоставляют специальные версии своих продуктов для студентов и образовательного применения, но налагают на них существенные ограничения в функционале, например, AutoCAD LT не имеет функции создания новых документов.

Существует несколько свободных программных инструментов, позволяющих обойти ограничения лицензирования в сфере проектирования, но их разработка идет крайне медленно. Это связано с тем, что вычислительные ядра САПР содержат развитую, сложную математику. Большинство известных свободных решений (FreeCAD, OpenCASCADE) находятся в активной разработке и не имеют легко читаемой документации. Однако, «Русский метод» [10, 22] инженерного образования требует использования в реальной практике тех же инструментов, что и в обучении, так что набор свободных САПР, пригодных для применения в МГТУ состоит только из законченных систем BRL-CAD (3D), LibreCAD (2D) и QCAD (2D). BRL-CAD предоставляет только окно командной строки для ввода и графический вывод (рис. 3). Такой интерфейс пользователя требует большого опыта для эффективной работы. Курс ТММ, включающий всего 2 семестра, не позволяет применить систему с таким сложным рабочим процессом.

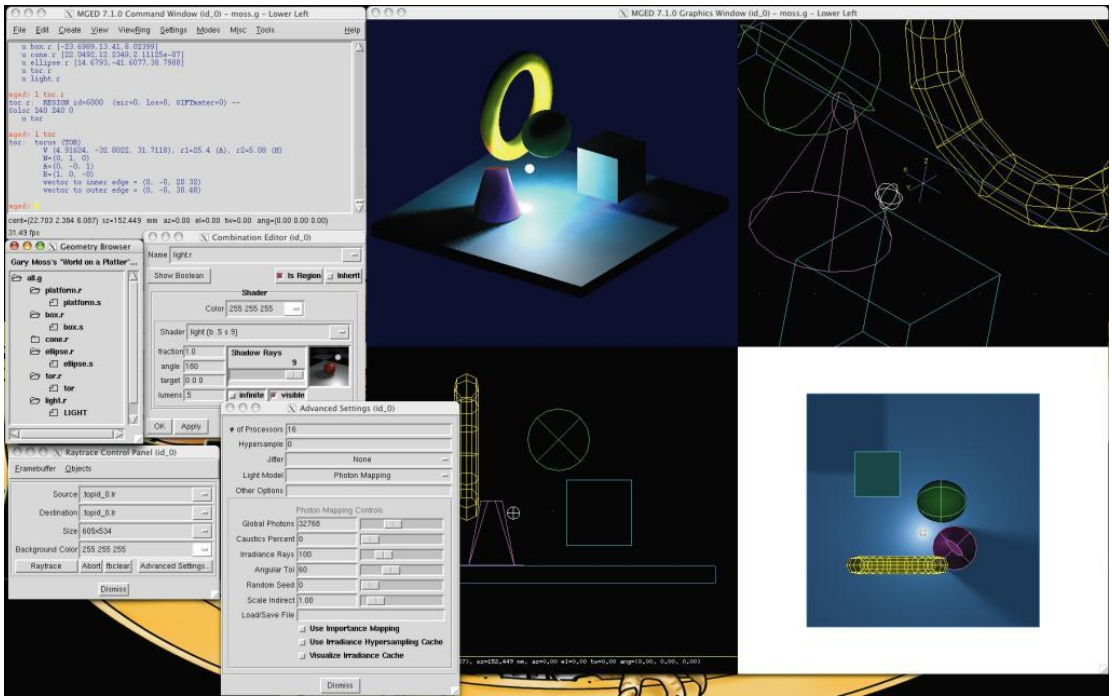


Рис. 3. Пример интерфейса BRL-CAD

QCAD предоставляет базовый функционал САПР, однако, не имеет версии, доступной для самостоятельной сборки студентами и не фигурирует в свободных депозитариях, поддерживаемых разработчиками ОС.

Единственная полнофункциональная САПР, доступная в публичных депозитариях Linux и в виде установочного пакета Windows — LibreCAD (рис. 4). Она предоставляет интерфейс, подобный AutoCAD, со схожими методиками редактирования. Основные при-

митивы (линии, полилинии, сплайны и т.п.) описываются в координатной системе AutoCAD. Существует, таким образом, реальная возможность заменить AutoCAD на LibreCAD в курсе ТММ, так как создаваемые в процессе обучения чертежи достаточно просты для студента, прошедшего обычный вводный куре AutoCAD в МГТУ. Кроме того, «родной» формат хранения данных DXF в LibreCAD был изначально разработан Autodesk, и обеспечивает простой вывод чертежей на плоттер.

Сейчас LibreCAD активно используется в курсе ТММ МГТУ в качестве замены всех 2D САПР, базирующихся на ядре AutoCAD. Для трехмерного проектирования студенты вынуждены использовать SolidWorks.

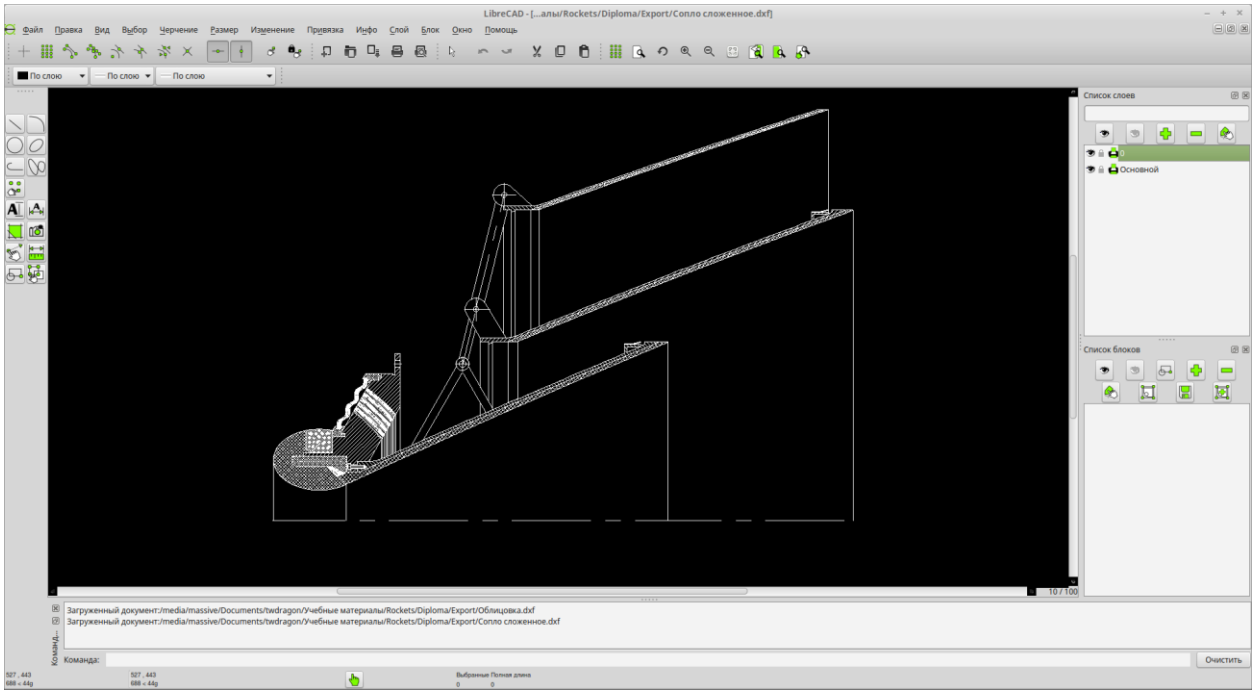


Рис. 4. Пример интерфейса LibreCAD

3. Компьютерная математика и алгебра

Системы компьютерной математики и алгебры, возможно, являются самыми сложными объектами в практическом программировании. Создание дружественного интерфейса пользователя для них не менее сложно, чем сама разработка. Коммерческое ПО, такое, как MATLAB, Mathcad, Wolfram Mathematica, Maple, разрабатывается с упором на интерфейс, так что у пользователя не возникает необходимости в изучении входного языка и документации.

Основной системой компьютерной математики на кафедре ТММ является Mathcad [23]. Этот проприетарный продукт предоставляет очень простой и математически корректный интерфейс (рис. 5) типа «блокнот» с интерпретацией в реальном времени. Mathcad имеет множественные проблемы с лицензированием, в частности, лицензионные версии МГТУ недоступны за его пределами, в том числе, на компьютерах студентов. Отдельной проблемой является контроль версий, так как их разнообразие, применяемое в МГТУ, очень

велико (от 11 до Prime 3.0). Кроме того, Mathcad требует для запуска библиотек Microsoft .NET, что исключает его использование в Linux.

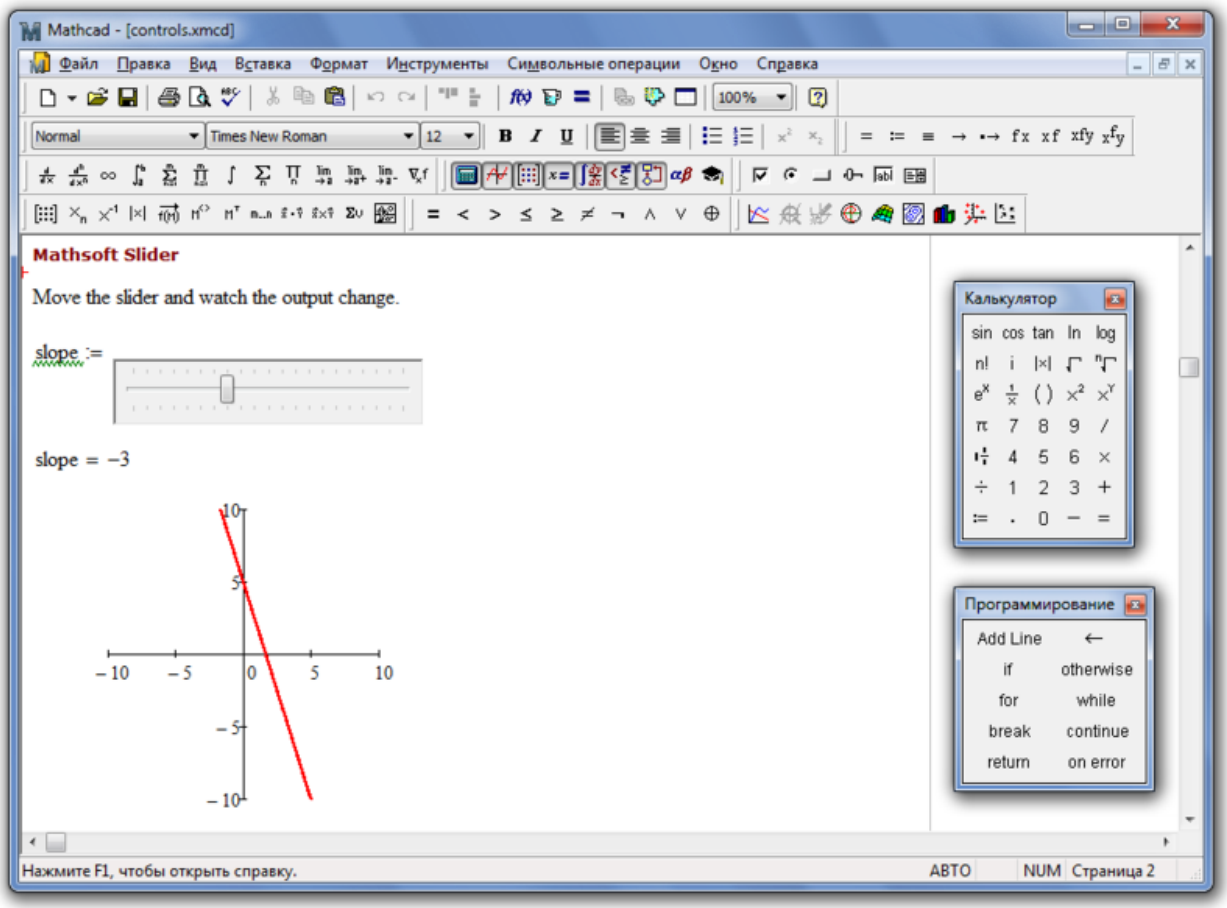


Рис. 5. Mathcad 15 Russian

Для обхода ограничений проприетарных систем компьютерной математики могут быть использованы многочисленные свободные продукты. Однако, большинство из них [16] базируется на тех же проприетарных ядрах MATLAB, Wolfram Mathematica и др. Только 3 свободных системы могут использоваться в инженерном образовании и полностью заменять проприетарные: Sage, SCILAB [14, 20] и Maxima. Sage и SCILAB требуют пользовательского ввода на специальном языке программирования (Python и C-подобный язык MATLAB соответственно). В связи с обстоятельствами, уже описанными выше, в курсе ТММ эти решения успешно использовать невозможно. Maxima предоставляет сервер с текстовым входным портом, режим работы которого можно настраивать. Входной язык базируется на линейной математической нотации. Существует множество внешних интерфейсов, использующих сервер Maxima, такие, как Emacs, TEXmacs, xMaxima и wxMaxima. Последний (рис. 6) использует вывод в стиле LATEX палитры команд в стиле Mathcad и имеет предварительно скомпилированные пакеты для большинства ОС. В МГТУ Maxima применяется как свободный заменитель Mathcad. Их главное различие заключается в том, что Maxima разработана для символьных вычислений, а режим численных расчетов является опцией. В курсе ТММ символьные вычисления предпочтительны,

так как необходимо проверять рабочие формулы перед подстановкой значений. Все вышеописанное делает Maxima хорошим инструментом компьютерной математики для кафедры. Студенты Аэрокосмического факультета используют Maxima для выполнения самостоятельных работ по ТММ.

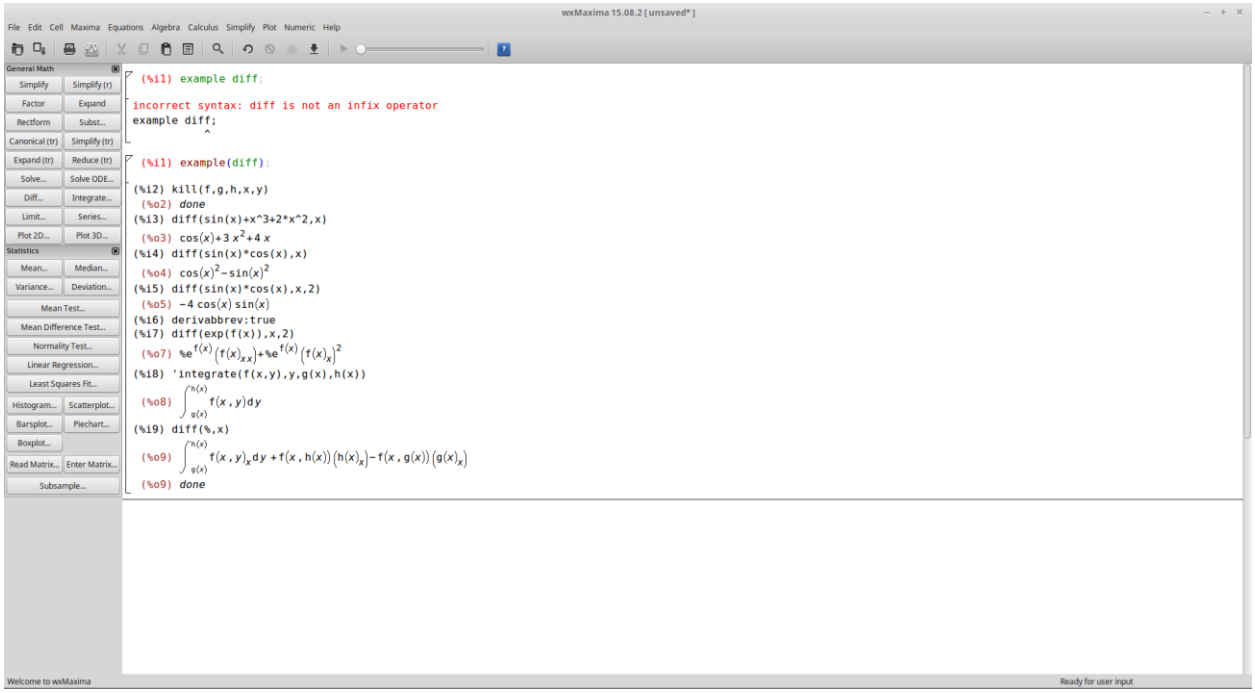


Рис. 6. Maxima, запущенная в среде Linux под управлением wxMaxima

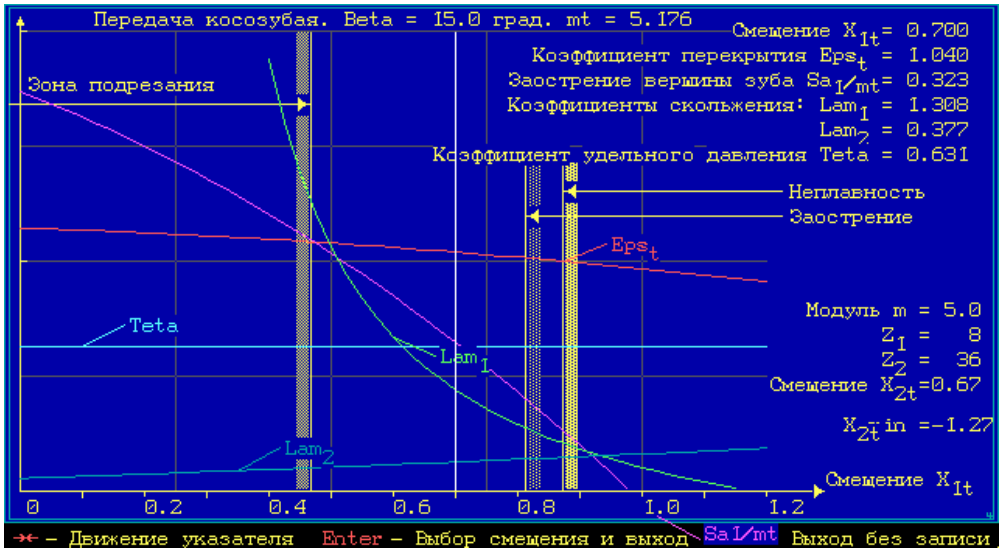
4. Среды разработки и специальное ПО

Выбор свободной среды разработки не является проблемой — существует огромное множество разнообразных вариантов. Основной задачей разработки на кафедре ТММ сейчас является портирование старых специальных программ, написанных на ассемблере, Fortran и Pascal в современные приложения, запускающиеся под управлением Linux. Большинство этих программ сейчас находится в частной собственности, так что возникает и задача их перелицензирования.

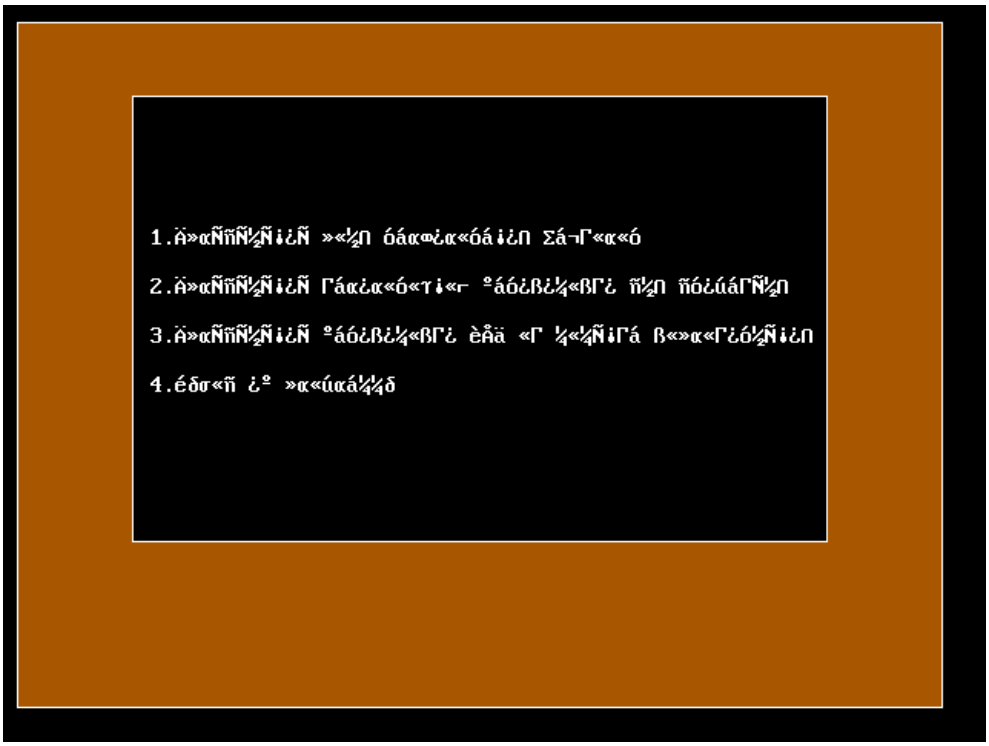
Некоторые старые программы возможно запустить в Linux с применением виртуализации, как например, ZUB3 (рис. 7 а), решение для расчет параметров эвольвентной зубчатой передачи, заменяющее проприетарный ADAMS. В лаборатории кафедры используется VirtualBox для запуска ZUB3 под управлением FreeDOS. Однако, другие решения, например, LABKPD5, не в состоянии выводить кириллические символы в окружении, отличном от MS-DOS (рис. 7 б), даже при предварительном запуске резидентных средств перезаписи кодовых таблиц. В таком случае единственным путем к успешному использованию этих программ является перенос их исходного текста на другую платформу.

Эксперимент с портированием был поставлен при участии автора доцента С.Е. Люминарского. Объектом исследования выступала программа ZUBGEOM, изначально разработанная на Pascal в среде Borland Delphi/VCL. Открытая среда разработки Lazarus для

Pascal предоставила функционал обеспечения портирования. Полученная программа (рис. 8) использует блокирующие контуры для расчета вхождения качественных показателей эвольвентной зубчатой передачи в определенные для них границы, и предоставляет пользователю возможность выбрать нужный вариант конструкции на дружественных экранах в стиле Windows. Такое поведение ПО реализуется как в Windows, так и в Linux, поскольку в состав Lazarus включены средства развязывания окружения программы от платформенно-зависимых абстракций.



а)



б)

Рис. 7. ZUB3 (а) и LABKPD5 (б), запущенные под управлением FreeDOS и гипервизора VirtualBox

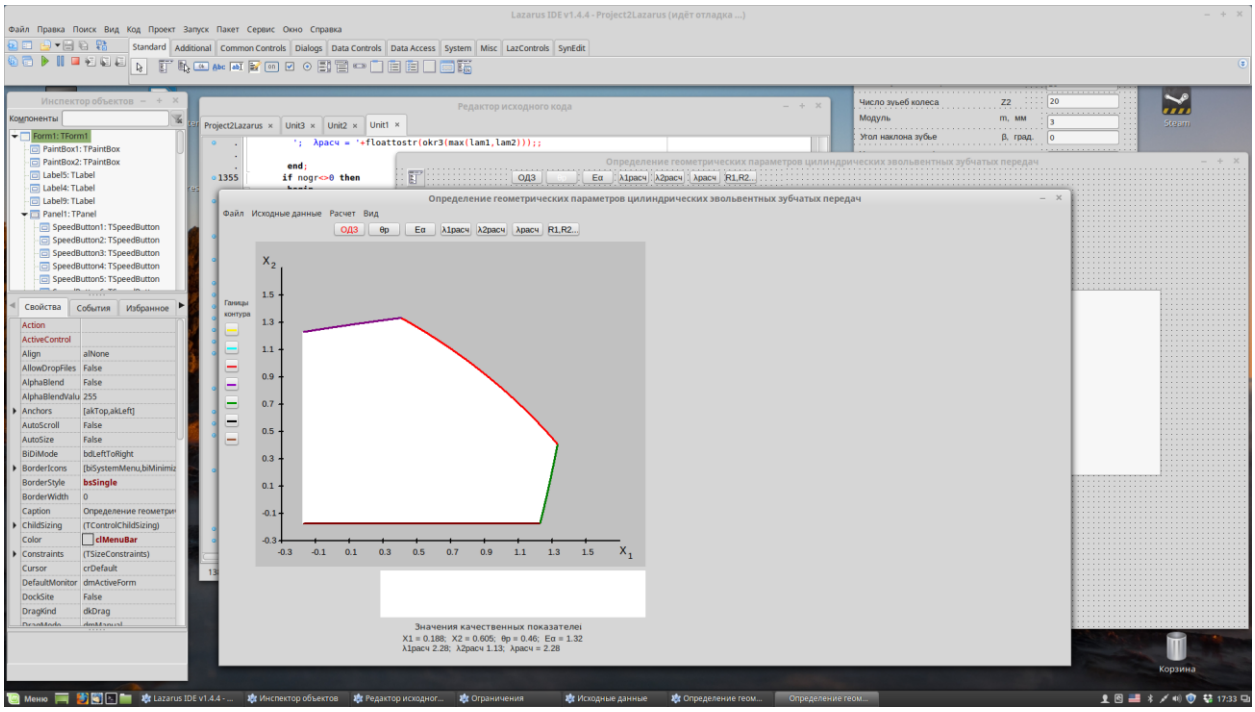


Рис. 8. Программа ZUBGEOM, запущенная под управлением Lazarus IDE в режиме отладки в среде Linux

Заключение

Внедрение свободного ПО в курс ТММ МГТУ им. Н.Э. Баумана находится в настоящий момент на начальной стадии. Свободные продукты и программные решения выглядят отличным выбором для разработки собственного ПО, но они не так хороши в области проектирования. Свободные системы компьютерной математики с успехом заменяют проприетарные продукты. Переход на свободное ПО не требует значительных усилий, опыта и переобучения от студентов. Главной задачей для университета, таким образом, является продолжение исследований в области свободного ПО и повышение доступности образования для всех студентов.

Благодарности

Автор благодарит доцента С.Е. Люминарского за предоставление доступа к исходному тексту и формам Delphi в его программе. Также автор благодарит заведующего кафедрой ТММ Г.А. Тимофеева за помощь в портировании коллекции ПО лаборатории.

Список литературы

[1]. Common development and distribution license (CDDL-1.0). Published by Open Source Initiative. Режим доступа: https://opensource.org/licenses/CDDL-1.0 (дата обращения: 26.10.2016)

[2]. Eclipse public license 1.0 (EPL-1.0). Published by Open Source Initiative. Режим доступа: https://opensource.org/licenses/EPL-1.0 (дата обращения: 26.10.2016)

[3]. GNU project. Wikipedia English. Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/GNU_Project (дата обращения: 26.10.2016)
[4]. Mozilla public license 2.0 (MPL-2.0). Published by Open Source Initiative. Режим доступа: https://opensource.org/licenses/MPL-2.0 (дата обращения: 26.10.2016)
[5]. The MIT license (MIT). Published by Open Source Initiative. Режим доступа: https://opensource.org/licenses/MIT (дата обращения: 26.10.2016)
[6]. BSD-3 clause license template. Published by Open Source Initiative, 1998. Режим доступа: https://opensource.org/licenses/BSD-3-Clause (дата обращения: 26.10.2016)
[7]. Apache license, version 2.0. Published by Open Source Initiative, 2004. Режим доступа: http://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0 (дата обращения: 26.10.2016)
[8]. GNU GPL general public license. Version 3, 29 June 2007. Published by Free Software Foundation, 2007. Режим доступа: http://www.gnu.org/licenses/gpl (дата обращения: 26.10.2016)
[9]. GNU LGPL lesser general public license. Version 3, 29 June 2007. Published by Free Software Foundation, 2007. Режим доступа: http://licenseit.ru/wiki/index.php/GNU_Lesser_General_Public_License_version_3 (дата обращения: 26.10.2016)
[10]. Egorova O.V., Omelchenko V., Kuzchbah A. An efficient educational methodology for teaching “Theory of Machines and Mechanisms” discipline. // In Proceedings of 14th IFToMM World Congress 2015. (Taipei, Taiwan, October 25-30, 2015). Published Taipei, Taiwan. 2015. Vol. 1. Режим доступа: http://www.dmg-lib.org/dmglib/main/portal.jsp?mainNaviState=browsen.docum.meta&id=43388009 (дата обращения: 26.10.2016)
[11]. Egorova O.V., Sherbinin D.Y. Creating technical heritage object replicas in a virtual environment. // Frontiers of Mechanical Engineering. 2016. Vol. 11. Is. 1. C. 108–115. DOI: 10.1007/s11465-016-0363-4
[12]. Ghosh RA, Glott R, Krieger B, Robles G. Free/libre and open source software: survey and study. Technical report, International Institute of Infonomics, University of Maastricht, The Netherlands. 2002. 68 p. Режим доступа: https://scholar.google.ru/scholar?oi=bibs&cluster=6517273064073833344&btnI=1&hl=pt-BR (дата обращения: 26.10.2016)
[13]. O’Hara K., Kay J. Open Source Software and Computer Science Education. // Journal of Computing Sciences in Colleges. 2003. Vol. 18. Is. 3. P. 1-7.
[14]. Paulo S. Motta Pires, David A. Rogers. Free/open source software: An alternative for engineering students. // 32nd ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference. Session T3G. (November 6 - 9, 2002, Boston, MA). Source: IEEE Xplore. 2002. P. 7–11. DOI: 10.1109/FIE.2002.1157982. Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/3981125_Freeopen_source_software_an_alternative_for_engineering_students (дата обращения: 26.10.2016)

[15]. Jeffrey A. Roberts, Il-Horn Hann, Sandra A. Slaughter. Understanding the Motivations, Participation, and Performance of Open Source Software Developers: A Longitudinal Study of the Apache Projects. // Management Science – Management. 2006. Vol. 52. № 7. P. 984-999. DOI: 10.1287/mnsc.1060.0554

[16]. Per-Olof Sturesson, Anders Brandt, and Matti Ristinmaa. Structural Dynamics Teaching Example: A Linear Test Analysis Case Using Open Software // Special Topics in Structural Dynamics, Volume 6. Proceedings of the 31st IMAC, A Conference on Structural Dynamics. New York: Springer. 2013. P. 143-154.

[17]. Timofeev G., Egorova O., Grigorev I. Applying Modern CAD Systems to Reconstruction of Old Design. // New Trends in Mechanism and Machine Science / Wenger P., Flores P. (EUCOMES 2016 – 6th European Conference on Mechanism Science (20 – 23 September 2016, IRCCyN, Nantes, France)). Springer International Publishing. 2017. Vol. 43. Series Mechanisms and Machine Science. P. 323-331. DOI: 10.1007/978-3-319-44156-6_33

[18]. Vitiukov T., Tarabarin V. The Creation of the Site About the Historical Part of Collection of Mechanisms Bauman MSTU. / In Marco Ceccarelli editor. // Proceedings of EUCOMES 08. The Second European Conference on Mechanism Science. Springer Netherlands. 2009. P. 37-43. DOI: 10.1007/978-1-4020-8915-2_5

[19]. Vukolov A. Free and Open Source Software Applications for Education of TMM Discipline in Bauman University. // New Trends in Mechanism and Machine Science / Wenger P., Flores P. (EUCOMES 2016 – 6th European Conference on Mechanism Science (20 – 23 September 2016, IRCCyN, Nantes, France)). Springer International Publishing. 2017. Vol. 43. Series Mechanisms and Machine Science. P. 253-260. DOI: 10.1007/978-3-319-44156-6_26

[20]. Алексеев Е.Р., Чеснокова О.В., Рудченко Е.А. SCILAB: Решение инженерных и математических задач. (Библиотечка ALT Linux). М.: ALT Linux; М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2008. 260 с.

[21]. Белоножко П.П., Белоус В.В., Карпенко А.П., Храмов Д.А. Инструментальные средства для автоматизированной количественной оценки метакомпетенций учащихся. Обзор. // Наука и образование. Научное издание МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2015. № 10. С. 498-530. DOI: 10.7463/1015.0821623

[22]. Егорова О.В. О «русском методе» подготовки инженеров. // Международная жизнь. 2014. №1. Режим доступа: https://interaffairs.ru/news/show/10459 (дата обращения: 26.10.2016)

[23]. Егорова О.В., Леонов Д.И., Леонов И.В., Павлов Б.И. Применение системы Mathcad в курсовом проектировании по теории механизмов и машин: учеб. пособие. / под ред. И.В. Леонова. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2012. 49 с.

[24]. Сорокин М.О., Хотеев С.Д. Свободные инструменты для организации работ по разработке информационных систем в строительстве. // Молодежный научно-технический вестник. 2013. №1. Режим доступа: http://sntbul.bmstu.ru/doc/532852.html (дата обращения: 26.10.2016)