

УДК 37.01 (371.64/.69)

С. С. Савельев

S. S. Savelyev

Савельев Святослав Сергеевич, ведущий методист, АО РОББО, г. Санкт-Петербург, Россия.

Savelyev Svyatoslav Sergeyevich, senior methodologist, Joint Stock Company ROBBO, St. Petersburg, Russia.

**ВНЕДРЕНИЕ ОТКРЫТЫХ АППАРАТНО-
ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКТОВ В СИСТЕМУ
ОБРАЗОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ САПР СИСТЕМЫ
FREECAD**

**INTRODUCTION OF OPEN HARDWARE AND SOFTWARE
KITS INTO THE EDUCATION SYSTEM USING THE
EXAMPLE OF THE FREECAD CAD SYSTEM**

Аннотация. В данной статье рассмотрены проблемы, с которыми сталкиваются образовательные организации, преподаватели и студенты, при использовании проприетарного программно-аппаратного обеспечения и предложен способ решения этих проблем через внедрение open-source технологий, в частности программы FreeCAD. Показаны преимущества использования open-source технологий в образовании, а также приводится описание САПР FreeCAD и методика поэтапного изучения его возможностей в процессе групповой проектной и исследовательской деятельности, как школьников, так и студентов колледжей и ВУЗов.

Annotation. This article considers the problems faced by educational organizations, teachers and students when using proprietary hardware and software and proposes a way to solve these problems through the introduction of open-source technologies, in particular, the FreeCAD program. The advantages of using open-source technologies in education are shown, as well as the description of FreeCAD CAD program and the methodology of step-by-step study of its capabilities in the process of group design and research activities of both schoolchildren and students of colleges and universities are given.

Ключевые слова: FreeCad, учебное ПО, 3D печать, лазерная резка, фрезерование, метод проектов, учебное исследование, Gcode, САПР.

Keywords: FreeCad, educational software, 3D printing, laser cutting, milling, project method, educational research, Gcode, CAD.

В данной статье будет рассмотрена проблема применения проприетарного программного обеспечения (ПО) в системе образования и предложено ее решение на примере открытого ПО FreeCad. Сегодня, в связи со случаями запрета на продление лицензии на проприетарное программно-аппаратное обеспечение и со случаями удаленного запрета на использование этого обеспечения, становится очевидным вопрос аппаратно-информационной безопасности, как в сфере образования, так и в других некоммерческих или коммерческих сферах. Помимо этого для образования стоит остро вопрос о финансировании и покупке лицензий на программно-аппаратные комплексы (ПАК), каждый такой процесс растягивается на длительный промежуток времени и не всегда нужное оборудование и лицензии могут быть закуплены вовремя. Следующая проблема - это доступность: зачастую, даже если аппаратно-программное обеспечение доступно для ученика внутри учебного заведения, то вне этого заведения не всегда у него есть возможность с ним работать бесплатно, что поднимает вопрос либо о покупке лицензий учеником. Это снижает доступность образования и усугубляет материальное неравенство среди студентов.

Безусловно важным является вопрос об открытости аппаратно-программных комплексов для учебных заведений. Без открытого исходного кода и без открытых схем работы аппаратно-программного обеспечения оно является полезным только в рамках своего ограниченного функционала и создает технологическую зависимость от поставщика данного комплекса. А для педагога и ученика закрытость ПАК создает пробелы в образовании, связанные с невозможностью изучить ПАК полностью, а значит невозможностью его повторить и усовершенствовать. Последним вопросом будет стоять использование ПАК после окончания учебного заведения, что косвенно затрагивает не только образование, но и коммерческие компании. Согласно исследованию RedHat, в 2019 году 45 % корпоративного ПО приходилось на open-source, в 2020 – 59 %, в 2021 – около 68 %. Тренд по снижению использования проприетарного обеспечения наглядно виден и с каждым годом становится все более заметным, что еще раз показывает, что принципы открытости для ПАК в образовании востребованы и за его пределами.

Образовательная сфера совершенствуется. И вместе с учениками и преподавателями необходимо совершенствоваться и инструментарию, с которым они работают, что может быть проблематичным при использовании закрытых ПАК, поскольку либо разработчики будут не успевать за тенденциями, либо выберут путь, который не соответствует вектору образования.

Решением для всех этих вопросов может стать переход на open-source модель в образовании и использование свобод, которые эта модель предоставляет. FreeCAD – параметрическая САПР общего назначения с открытым исходным кодом. Основой геометрического моделирования твердых тел в FreeCAD является принцип граничного представления, в то же время имеется поддержка полигональных сеток. Геометрическим ядром FreeCAD является OpenCASCADE [2]. FreeCAD создан, в первую очередь, для проектирования объектов реального мира и использует реальные единицы измерения. FreeCAD предлагает инструменты для создания, экспорта и редактирования твердотельных высокоточных моделей, экспорта их для 3D-печати или механической обработки с ЧПУ, создания двумерных чертежей и видов ваших моделей, выполнения анализов, таких как Анализы конечных элементов, или экспорта данных модели, таких как количество или спецификации материалов.

Как Open-source система, FreeCad обладает всеми необходимыми свободами, а именно:

- 0. свобода запускать программу в любых целях;
- 1. свобода изучения работы программы и ее адаптация к вашим нуждам;
- 2. свобода распространять копии, так что вы можете помочь вашему товарищу;
- 3. свобода улучшать программу и публиковать ваши улучшения, так что все общество выиграет от этого [1].

Свободы в использовании open-source решают для системы образования практически все вопросы, которые перед этим были поставлены. ПАК (Программно-аппаратный комплекс) может быть использован в любых целях, т.е. он может выполнять прямые функции, либо же его можно переделать, разобрать и изучить, что позволяют делать свободы 0 и 1. Для студентов и преподавателей станет важной свобода 2. Открытый ПАК на основе open-source технологий может быть платным, в этом случае учебное заведение может его купить, но после покупки никаких запретов по использованию для студентов и преподавателей нет. И, безусловно, свобода 3 решает вопрос с вектором развития ПАК и предоставляет возможность модернизации. На основе этих свобод были разработаны официальные лицензии.

Public Domain. Категория лицензий, которые относятся к творческим материалам. Они не защищены законами об интеллектуальной собственности или авторском праве, о товарных знаках или патентах. Эти работы принадлежат публике, а не отдельному автору или художнику. Кто угодно может использовать произведение, являющееся общественным достоянием, без получения разрешения.

Permissive. Это лицензии на программное обеспечение, которые практически не ограничивают свободу действий пользователей ПО и разработчиков, работающих с исходным кодом. В отличие от других лицензий, они не являются «копилефтными». По духу похожи на Public Domain, но не требуют отказа от авторского права.

Copyleft. Это лицензии, которые требуют, чтобы распространение продукта подчинялось той же лицензии, что и оригинал. То есть нельзя делать проприетарным этот софт.

Proprietary. Это вид лицензий, который является частной собственностью авторов или правообладателей и не удовлетворяет критериям свободного ПО. Правообладатель сохраняет за собой монополию на его использование, копирование, модификацию.

Первые три подходят для системы образования. Четвертая – нет, но, не смотря на это, она до сих пор используется в системе образования.

AutoCAD, SolidWorks, Fusion 360 и КОМПАС 3D – самые используемые САПР системы в системе образования. Каждая из них обладает проприетарной лицензией [3]. Функционал FreeCad позволяет заместить эти САПР в школе, колледже и университете. FreeCad позволяет работать как с твердотельным моделированием, так и с моделированием по чертежу. Более того, встроенные верстаки позволяют проводить моделирование физических процессов, дают возможность работать с BIM, есть возможность создавать Gcode. Все это позволяет на школьном уровне обучать инженерному 3D моделированию, а возможность создавать Gcode позволяет печатать, фрезеровать или гравировать свои 3D или 2D объекты при наличии соответствующего оборудования. Основными направлениями применения тут будут робототехника, промышленный дизайн, геометрия и развитие пространственного мышление. На уровне колледжей появляется возможность заниматься профориентацией и моделировать физические процессы. Тут станет важно обучаться различным технологиям работы в индустрии, например BIM или КБГ. На уровне университета FreeCad можно использовать для составления научных работ, для чего можно заглянуть в исходный код и создать собственные скрипты и модули, тем самым внести вклад, как в сообщество, так и в свою научную работу. Изучение FreeCad и любых Open-source систем также помогает при устройстве на работу, поскольку открытые платформы дают более универсальный опыт, и даже при использовании проприетарных систем на предприятии работодатель дает возможность перепрофилироваться, что занимает немного времени за счет фундаментальных навыков работы в САПР. Также, по опыту знакомства с предприятиями, выбор ПО зачастую был обусловлен больше трендом, чем особенностями самого ПО, поскольку выбиралось ПО, на котором обучалось больше всего людей, и тут работа с открытыми платформами может стать самосбывающимся пророчеством, когда под наплывом выпускников работающих во FreeCad предприятия сами начнут переходить на подобные системы.

Процесс внедрения можно начать с разных этапов, в зависимости от того, какие это учебные заведения:

- В составе комплекта оборудования. Если предполагается, что ПО FreeCad работает в составе открытого программно-аппаратного комплекса, в сочетании с 3D принтером, фрезером или лазером.
- Обмен опытом и программы обучения. Стоит показать непосредственно преподавателям как работать на открытых системах в рамках курсов повышения квалификации или переподготовки.
- Альтернатива или первый старт. Если учебное заведение еще не занималось САПР или их ПО больше невозможно лицензировать, то стоит переводить заведение на открытые платформы.

Такой подход позволил очень быстро завоевать доверие, как учебных заведений, так и независимых владельцев кружков дополнительного образования. Возможность скачать FreeCad и протестировать все возможности повлияла на выбор этого решения.

Опыт внедрения FreeCad показывает, как значительно увеличилась успеваемость по естественнонаучным дисциплинам, поскольку дети могли свободно его изучать, вместе с существующими школьными программами. Педагоги и методисты, прошедшие обучение в Российской компании по производству образовательной робототехники АО «Роббо» в рамках программы «Профессионалитет», проявили большой интерес к FreeCad и активно внедряют его в программы обучения.

В заключение стоит отметить, что вышеперечисленные преимущества Open-source технологий и возможности использования FreeCad уже приводят к тесному и открытому сотрудничеству образовательных учреждений, коммерческих компаний и сообщества. Это свидетельствует об эффективности открытых решений на основе FreeCad и начале большого пути открытого ПО в образовании.

Список литературы

1. Richard Stallman (July 13, 2011). «Why Open Source misses the point of Free Software». Retrieved August 24, 2011.
2. Release notes 1.0 - FreeCAD Documentation. wiki.freecad.org. Retrieved 2024-05-31.
3. ГОСТ 34.003-90. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Термины и определения. = Information technology. Set of standards for automated systems. Automated systems. Terms and definitions : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 27.12.90 N 3399 : введен впервые : дата введения 1992-01-01 / подготовлен Министерством электротехнической промышленности и приборостроения СССР - Москва : Стандартиформ, 2009. - 26 с. - Текст : непосредственный.

© Савельев С. С., 2025