

## Список литературы

1. Столер, В. А. Моделирование изделий сложной формы в интегрированной среде AutoCAD И 3D MAX / В. А. Столер, В. С. Янченко, Д. В. Столер // Образовательные технологии в преподавании графических дисциплин : материалы докладов V Республ. науч.-практ. конф., 22–23 марта 2012 г. – Брест, 2012. – С. 74–75.

УДК 004.356.2

### **ОСОБЕННОСТИ ПРОГРАММНОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ ПРИНТЕРОВ ДЛЯ ТРЕХМЕРНОЙ ПЕЧАТИ**

**В.А. Столер**, канд. техн. наук, доцент,

**А.Е. Олешко**, студент

*Белорусский государственный университет информатики и электроники, г. Минск, Республика Беларусь*

Ключевые слова: 3D-принтер, трехмерная печать, программное обеспечение, модернизация, электроника, качество печати.

Аннотация. Для быстрого прототипирования качественных изделий необходимы 3D-принтеры с широкими функциональными возможностями. Имеющиеся на рынке принтеры имеют недостатки программного обеспечения, что ограничивает их применение. В работе рассматриваются пути программной модернизации 3D-принтеров.

На сегодняшний день трехмерная печать используется во всех сферах жизнедеятельности человека. Вместе с тем все устройства для трехмерной печати так или иначе имеют недоработки конструктивно-программного характера, которые отражаются в итоге на качестве изготавливаемых изделий в виде нарушений их геометрических и физических параметров, например: сколы, выступы, изменения структуры расходного материала [1].

Опыт использования 3D-принтера Cube X показал, что важное значение для изготовления качественных изделий имеет хорошее программное обеспечение с широким диапазоном варьирования режимов трехмерной печати.

Взятый за базовую модель 3D-принтер Cube X имеет определенные недостатки, связанные с узким набором функциональ-

ных возможностей для варьирования геометрическими и физическими параметрами, что напрямую связывается авторами доклада с его программным обеспечением. Данный принтер использует устаревшую программу-слайсер с закрытым кодом, не позволяющую раскрыть весь потенциал данного 3D-принтера. Количество настроек в базовом слайсере минимально. Представлены только скромные настройки толщины слоя (0,1; 0,25; 0,5) и степени заполнения (Hollow, Thin, Medium, Thick). Как показывает практика, этого недостаточно, чтобы получить приемлемое качество печати, что видно из рисунка 1.



Рисунок 1. Печать с использованием слайсера Cube X

Промежуточным решением стало использование слайсера Kisslicer 1.6.2, в котором имеется больше настроек, представленных на рисунке 2. Качество печати при использовании данного слайсера так же не всегда было приемлемым. Вместе с тем это дало возможность использовать принтер без фирменных дорогих картриджей, ускорить в несколько раз процесс печати [1].

После испытаний принтера со слайсером Kisslicer 1.6.2, было принято решение применить более современное программное обеспечение. В качестве нового слайсера была выбрана программа Cura версии 4.0.0.

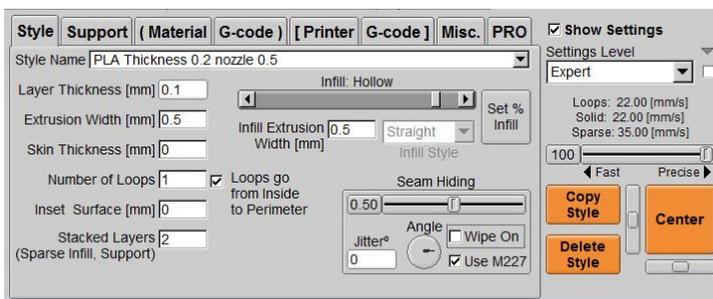


Рисунок 2. Настройки слайсера Kisslicer

Для использования нового слайсера появилась необходимость в замене электронной части принтера, так как применение нового программного обеспечения с прежней электроникой принтера Cube X не представлялось возможным. В качестве новой электроники была выбрана связка Arduino Due + RuRamps 4 и драйвера шаговых двигателей TMC2100. Такой выбор обусловлен переходом с 8-битной логики на 32-битную, что позволило заметно повысить качество печати. Драйвера шаговых двигателей TMC2100 обеспечивают значение микрошага 1/128 по сравнению с 1/16 у прежних систем, что дает дополнительную плавность хода при перемещении печатающей головки по осям X и Y.

На рисунке 3 представлены настройки печати, прямо и косвенно влияющие на ее качество, среди которых: количество и толщина стенок, процент заполнения модели, шаблон заполнения, множество параметров поддержек, температура сопла и стола, скорости и ускорения печати при печати разных частей модели, варианты прилипания модели к рабочей поверхности. Кроме того, имеется удобная возможность предварительного просмотра процесса печати и управление принтером с компьютера, к которому он подключен.

В результате предпринятые мероприятия по программной модернизации 3D-принтера Cube X позволили получить близкую к идеальной геометрию изделия со значительным уменьшением времени их печати (рисунок 4).

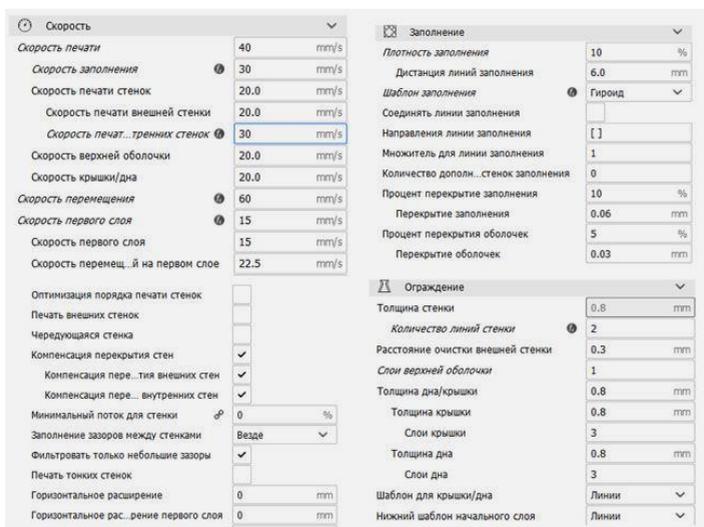


Рисунок 3. Настройки слайсера Cura



а)

б)

Рисунок 4. Сравнение трехмерной печати при использовании:  
а) Kisslicer; б) Cura

## Список литературы

1. Столер, В. А. Конструктивно-программная модернизация 3D-принтера CUBE X / В. А. Столер, А. Е. Олешко // Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы : сб. тр. Междуна. науч.-практ. конф., 20 апреля 2018 г., Брест, Республика Беларусь, Новосибирск, Российская Федерация / отв. ред. О. А. Акулова. – Брест : БрГТУ, 2018. – С. 291–294.