

Усенков Дмитрий Юрьевич

## ПЕЧАТАЕМ ШОКОЛАДОМ!

Как известно, 3D-печатать по технологии FDM можно чем угодно – лишь бы исходный материал во время печати был жидким или вязким, а потом затвердевал. И шоколад (или его аналоги) в этом ничуть не хуже, чем PLA или ABS.

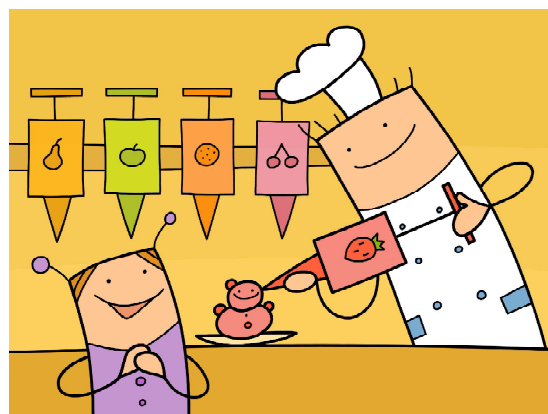
Шоколадные 3D-принтеры сегодня уже становятся все более популярными, но, увы, имеют один огромный недостаток: специализированные модели слишком дороги и по карману только крупным кафе или ресторанам, но уж никак не рядовым пользователям. (Например, *Choc Creator 2.0 Plus* стоит почти 300 тысяч рублей, а *Chocola3D* – около 200 тысяч рублей – не всякий профессиональный «пластиковый» FDM-принтер дотягивает до такой ценовой планки!)

Возможный выход из проблемы – адаптация обычного 3D-принтера для печати низкотемпературными материалами, то есть, попросту говоря, замена обычной печатающей головки с экструдером на кондитерский шприц. Совсем недавно это было уделом лишь немногих энтузиастов «с руками на правильном месте», но сегодня в продаже уже начинают появляться и «фирменные» модели таких экструзионных приставок, которые можно условно разделить на два типа: с собственным нагревателем (наиболее технически сложный вариант) и без нагревателя, когда исходный материал заливается в некий «накопитель» уже расплавленным.

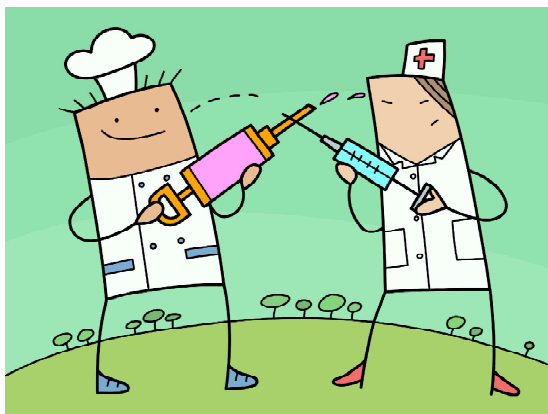
Один из конструкторов, взявшихся за создание недорогого варианта «шоколадной печати», – это **Борис Ландони** из организа-

ции *Open Electronics*. Он предлагает дополнить функционал 3D-принтера 3Drag за счет установки на него специального экструдера собственной конструкции. Демонстрационный ролик можно посмотреть на Youtube: <https://youtu.be/MKQlys-z7SM>

«Изюминка» экструдера Ландони – специальный нагреватель, адаптированный для использования с обычными медицинскими шприцами. Основная сложность при печати материалами с низкой температурой плавления – поддержание необходимого температурного режима, иначе напечатанные слои не успевают остывать и деформируются под свежавыдавленными новыми слоями. И шоколад – идеальный пример такого «привередливого» поведения. Борис Ландони разработал нагреватель, полностью охватывающий шприц с шоколадом для его равномерного нагревания. В результате в комбинации



...3D-печатать по технологии FDM можно чем угодно...



«Изюминка» экструдера Ландони – специальный нагреватель, адаптированный для использования с обычными медицинскими шприцами.

с термистором удастся надежно удерживать температуру материала чуть выше его температуры плавления, позволяя максимально сократить время застывания после экструзии. Шприц помещается в алюминиевую оболочку, нагреваемую до 33° С, а алюминиевый цилиндр, в свою очередь, заворачивается в слой каптоновой пленки, служащей в качестве термоизолятора для предотвращения рассеивания тепла (рис. 1, 2).



Рис. 1

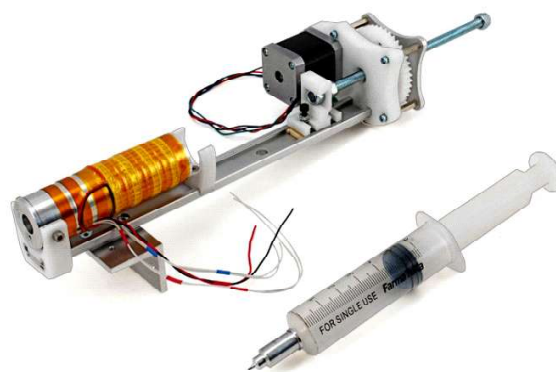


Рис. 2

Правда, скорость печати все равно остается достаточно низкой: скорость нанесения слоев для получения оптимальных результатов не должна превышать 20 мм/с. Так что изобретение Ландони скорее нацелено на повышение качества печати.

Есть, конечно, и другие идеи, нацеленные на увеличение скорости – например, исследовательская группа «*Robots in Gastronomy*» предлагает метод кулинарной 3D-печати на охлаждаемой поверхности.

Подробное описание проекта Ландони выложено в открытом доступе (<http://www.open-electronics.org/3drag-is-now-printing-with-chocolate>), включая подробное описание сборки, так что при желании экструдер Ландони можно изготовить самостоятельно. Можно, впрочем, и приобрести через сайт Open Electronics готовое устройство примерно за 146 Евро.

Есть и другие попытки доработать обычный 3D-принтер к печати шоколадом. Например, экструдер *ChocoL3d* (рис. 3) работает по «классическому» принципу термоэкструзионной печатающей головки: материал загружается в нагревательный бак и продавливается через стандартное латунное печатающее сопло Volcano для филамента 1,75 мм с диаметром выходных отверстий 0,6, 0,8 или 1,0 мм.

Корпус экструдера и бак, в котором плавится шоколад, выполнены из дюралюминия Д16Т с покрытием из нитрида титана, а механика (в частности, шестерни) – пластиковые.

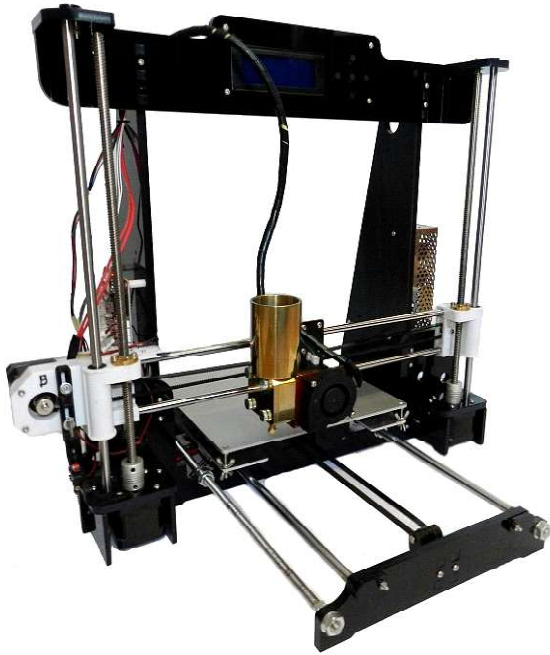


Рис. 3

Поставка производится в виде комплекта для самостоятельной сборки, а цена комплекта – примерно от 6,5 до 9,5 тысяч украинских гривен (рис. 4).

Экструдер 3D принтера **Zmorph** для печати пастами, в настоящее время, к сожалению, снятый с продажи, работал за счет продавливания материала через сопло при помощи поршня с высоким давлением. Он по-



Рис. 4

зволял создавать любые пространственные модели из различных плотных масс – например, силикона, фарфора, керамики, а также шоколада, авокадо, сыра и теста. Замена печатного материала была возможна в процессе работы за счет использования сменных шприцов (рис 5).

Выпуск подобных экструдеров налажен и в России. Например, производственная компания «Моноротор» разработала высокоточный винтовой дозатор, позволяющий выполнять 3D-печать не только шоколадом, но и вообще любыми жидкостями с любой

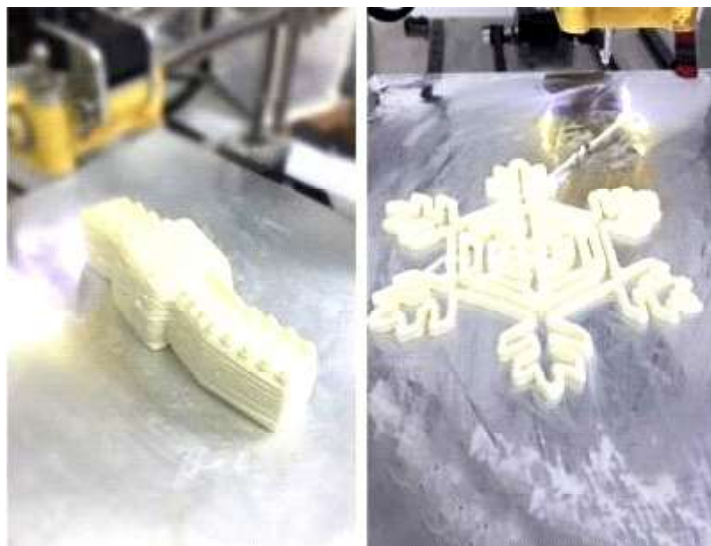


Рис. 5

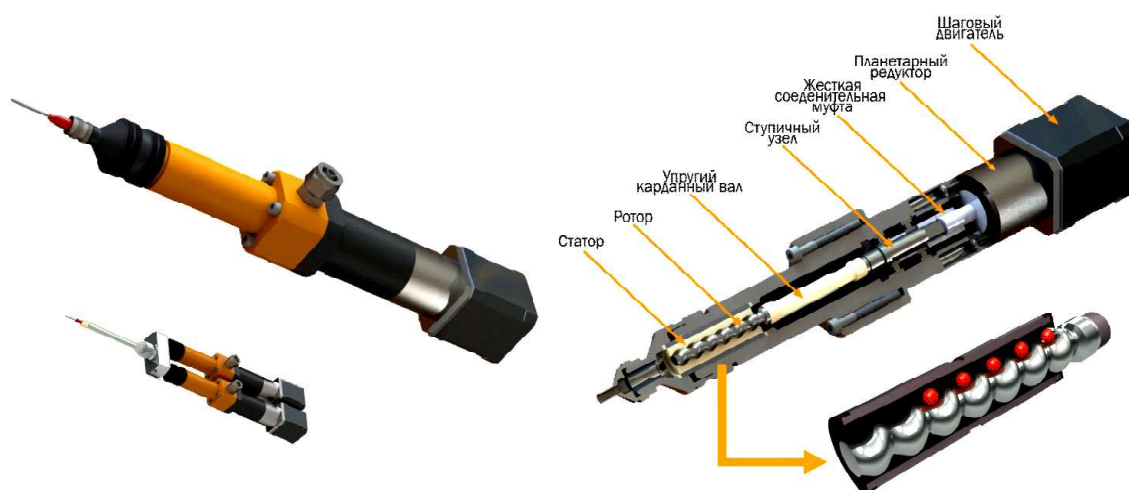


Рис. 6

вязкостью (от обычной воды до полимерных герметиков), сыпучими и порошкообразными материалами в виде паст: клеем, герметиками, полимерными компаундами, гипсом, древесным волокном, пищевыми смесями и даже биоматериалами (рис. 6).

Что же касается самодельных пищевых экструдеров, то они зачастую весьма необычны. Например, житель Британии *Джонатан Кип* сделал для дельта-принтера самодельный шоколадный экструдер (печать предварительно расплавленной шоколадной стружкой) из большого шприца, из которого жидкий шоколад выдавливается сжатым возду-

хом. Вместо электрического компрессора Кип использовал велосипедный насос, в качестве ресивера приспособил пластиковую двухлитровую бутылку от газировки, а для поддержания постоянного давления в системе смонтировал пневморедуктор (рис. 7). Печать производилась на подложке из пищевой упаковочной пленки, наложенной на охлажденную в морозилке керамическую плитку, – для более быстрого отвердевания напечатанных слоев шоколада. Видео имеется на Youtube: <https://youtu.be/4-NYxобtcjg>

Нидерландский же инженер *Госсе Адема* немного упростил себе работу – собрал

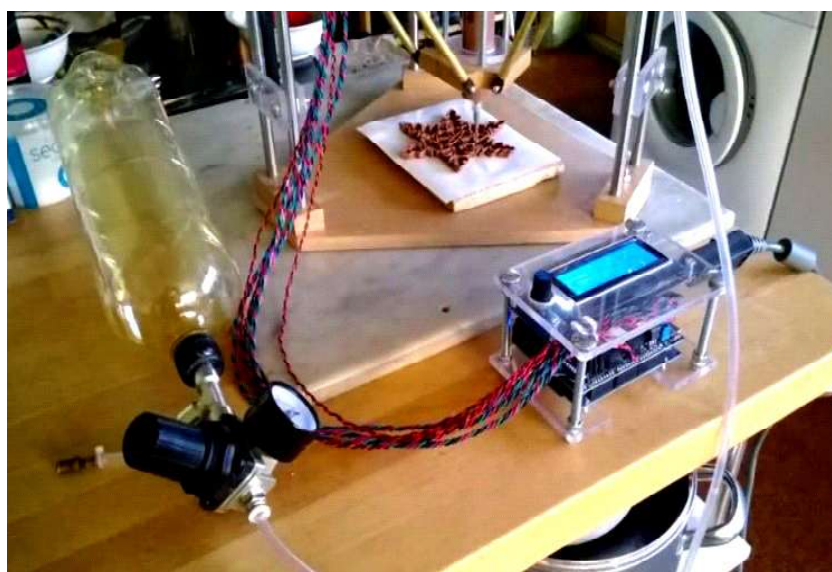


Рис. 7

3D-принтер собственной конструкции на базе *Prusa i3* (рис. 8), способный печатать расплавленным шоколадом, из деталей конструктора LEGO. Его экструдер изготовлен из шприца, что позволяет использовать для печати не только расплавленный шоколад, но и другие материалы аналогичной вязкости. Видео: <https://youtu.be/FalleTCZEA8>

Так что – все в ваших руках! И, может быть, именно ваша самодельная конструкция станет основой для промышленного выпуска, а вы получите заслуженную славу среди 3D-печатников и кондитеров?



Рис. 8

**Источники:**

1. <https://3d-expo.ru/ru/article/modifikatsiya-reprap-printera-dlya-pechati-shokoladom>
2. <https://3dtoday.ru/blogs/twinshadoww/ekstruder-dlya-shokolada-gotov>
3. [https://www.moyo.ua/ekstruder\\_dlya\\_pechati\\_pastami\\_shokolad\\_testo\\_keramika\\_dlya\\_3d\\_printera\\_zmorph/323875.html](https://www.moyo.ua/ekstruder_dlya_pechati_pastami_shokolad_testo_keramika_dlya_3d_printera_zmorph/323875.html)
4. <http://www.monorotor.ru/dispenser.html>
5. <http://3dwiki.ru/eshhe-odin-sposob-3d-pechati-shokoladom-v-domashnix-usloviyax>
6. <https://www.popmech.ru/diy/214101-samodelnyy-3d-printer-nauchili-pechatat-shokoladom>

*Усенков Дмитрий Юрьевич,  
ГБОУ СОШ № 1360, г. Москва.*

