

## РАЗРАБОТКА ПИЩЕВОГО 3D ПРИНТЕРА С ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ

Меликов П.И. (ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»)

Научный руководитель – к.т.н., доцент, Нежметдинов Р.А.  
(ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»)

Работа посвящена повышению уровня автоматизации производства кондитерских изделий за счет применения аддитивной технологии и системы управления с элементами искусственного интеллекта. В результате работы был реализован программно-аппаратный комплекс, состоящий из прототипа пищевого 3D принтера для производства кондитерских изделий и интеллектуальной системы управления.

### Введение.

В современном мире пищевое производство кондитерских изделий сложных геометрических форм и различной цветовой гаммы полностью ручное. Указанный тип производства не позволяет получить изделия с высокой воспроизводимостью и точностью, а также отличается низкой производительностью. Применение ручного труда связано с тем, что производство продуктов питания имеет ряд ограничений, которые не позволяют применять стандартные средства автоматизации, среди которых: программируемые логические контроллеры (ПЛК), программируемые автоматизированные контроллеры (ПАК) и др. Предложенная работа направлена на повышение уровня автоматизации процесса производства кондитерских изделий и систематизацию методов проектирования кондитерских изделий за счет применения инструментальных средств и программных пакетов, используемых в других отраслях промышленности (например, в машиностроении). На сегодняшний момент существует ограниченный набор способов изготовления кондитерских изделий сложных форм, которые имеют ряд недостатков, среди которых можно выделить следующие: наличие следов от пресс – форм на готовом изделии, необходимость избыточного усложнения технологических процессов (например, предварительное охлаждение пресс-форм) и др. Применение аддитивных технологий позволяет упростить технологический процесс изготовления и повысить его производительность, а также повысить качество получаемых кондитерских изделий. При автоматизации производства пищевой продукции и применении аддитивных технологий возникает необходимость изменения технологического процесса (температурные режимы, скорость подачи материала и др.), это достигается за счет выбора режимов работы, заложенных в интеллектуальной системе управления.

### Основная часть.

В ходе работы был создан программно-аппаратный комплекс, состоящий из: прототипа 3D принтера и интеллектуальной системы управления 3D принтером. Программно-аппаратный комплекс позволяет реализовывать технологию послойной печати кондитерскими пастами, геометрическое размещение кондитерских рисунков, создание отдельных пищевых элементов, которое затруднительно реализовать при ручном производстве.

Для управления в системе использованы тач-панели, клавиатура и специально разработанный WEB-интерфейс. Для проектирования кондитерских изделий сложной формы (например, скульптурных композиций) предложена методика, которая позволяет получить 3D модель изделия в формате «\*.stl» и преобразовать ее в программе управления 3D принтером.

Аналоги разработанного устройства на рынке Российской Федерации отсутствуют. Представленные на рынке прототипы и опытные установки не обладают описанной интеллектуальной системой управления и не позволяют использовать технологию ИОТ.

Предложенная система обладает следующими функциональными преимуществами по сравнению с существующими аналогами:

1) разработанный программно-аппаратный комплекс позволит печатать кондитерские изделия заданной точности, с высокими вкусовыми качествами из паст.

2) разработанная программная среда и методика проектирования позволяет проектировать кондитерские изделия, не имея специальной квалификации.

3) интеграция технологии ИОТ позволяет применять системы удаленного мониторинга, контроля и диспетчеризации.

Структура разработанной производственной системы состоит из следующих основных элементов:

- FDM принтер (англ. fused deposition modeling, FDM – Моделирование методом послойного наплавления) с платой управления на базе системы численного программного управления (СЧПУ) Marlin, код которой доработан для печати шоколадом (изменение интерфейсной части, замена программного алгоритма управления нагревом стола на код управления охладительным оборудованием);
- Система подачи (экструдер) шоколада, состоящий из бункера и системы трубок с двухконтурным нагревателем и печатающей головкой;
- Электронная плата для обеспечения работоспособности двухконтурной системы нагрева, управляемая одноканальным цифровым сигналом, подаваемым от системы управления;
- Система охлаждения, построенная на базе промышленного охладительного оборудования и управляемая от системы управления;
- Программно-аппаратный комплекс интеграции технологии ИОТ на базе одноплатного компьютера.

## **Выводы.**

В ходе работы была произведена адаптация системы управления Marlin с открытым исходным кодом для возможности ее применения на установках послойного синтеза пищевых продуктов.

Меликов П.И. (автор)

\_\_\_\_\_

Нежметдинов Р.А. (научный руководитель)

\_\_\_\_\_