

ISSN 1991-3494

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

# Х А Б А Р Ш Ы С Ы

---

---

## ВЕСТНИК

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

## THE BULLETIN

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

1944 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН  
ИЗДАЕТСЯ С 1944 ГОДА  
PUBLISHED SINCE 1944

4

---

---

АЛМАТЫ  
АЛМАТЫ  
ALMATY

2016

ШІЛДЕ  
ИЮЛЬ  
JULY

Б а с р е д а к т о р

ҚР ҰҒА академигі

**М. Ж. Жұрынов**

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Айтхожина Н.А.**; тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байпақов К.М.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байтулин И.О.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Берсімбаев Р.И.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Газалиев А.М.**; а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Дүйсенбеков З.Д.**; а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Елешев Р.Е.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Қалменов Т.Ш.**; фил. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Нысанбаев А.Н.**; экон. ғ. докторы, проф., ҰҒА академигі **Сатубалдин С.С.**; тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбжанов Х.М.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішев М.Е.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішева З.С.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Абсадықов Б.Н.** (бас редактордың орынбасары); а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Баймұқанов Д.А.**; тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Байтанаев Б.А.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Давлетов А.Е.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Қалимолдаев М.Н.**; геогр. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Медеу А.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Мырхалықов Ж.У.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Огарь Н.П.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Таткеева Г.Г.**; а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Үмбетаев И.**

Р е д а к ц и я к е ñ е с і:

Ресей ҒА академигі **Велихов Е.П.** (Ресей); Әзірбайжан ҰҒА академигі **Гашимзаде Ф.** (Әзірбайжан); Украинаның ҰҒА академигі **Гончарук В.В.** (Украина); Армения Республикасының ҰҒА академигі **Джрбашян Р.Т.** (Армения); Ресей ҒА академигі **Лаверов Н.П.** (Ресей); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Москаленко С.** (Молдова); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Рудик В.** (Молдова); Армения Республикасының ҰҒА академигі **Сагян А.С.** (Армения); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Тодераш И.** (Молдова); Тәжікстан Республикасының ҰҒА академигі **Якубова М.М.** (Тәжікстан); Молдова Республикасының ҰҒА корр. мүшесі **Лупашку Ф.** (Молдова); техн. ғ. докторы, профессор **Абиев Р.Ш.** (Ресей); техн. ғ. докторы, профессор **Аврамов К.В.** (Украина); мед. ғ. докторы, профессор **Юрген Аппель** (Германия); мед. ғ. докторы, профессор **Иозеф Банас** (Польша); техн. ғ. докторы, профессор **Гарабаджиу** (Ресей); доктор PhD, профессор **Ивахненко О.П.** (Ұлыбритания); хим. ғ. докторы, профессор **Изабелла Новак** (Польша); хим. ғ. докторы, профессор **Полещук О.Х.** (Ресей); хим. ғ. докторы, профессор **Поняев А.И.** (Ресей); профессор **Мохд Хасан Селамат** (Малайзия); техн. ғ. докторы, профессор **Хрипунов Г.С.** (Украина)

Главный редактор

академик НАН РК

**М. Ж. Журинов**

Редакционная коллегия:

доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **Н.А. Айтхожина**; доктор ист. наук, проф., академик НАН РК **К.М. Байпаков**; доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **И.О. Байтулин**; доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **Р.И. Берсимбаев**; доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **А.М. Газалиев**; доктор с.-х. наук, проф., академик НАН РК **З.Д. Дюсенбеков**; доктор сельскохоз. наук, проф., академик НАН РК **Р.Е. Елешев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Т.Ш. Кальменов**; доктор фил. наук, проф., академик НАН РК **А.Н. Нысанбаев**; доктор экон. наук, проф., академик НАН РК **С.С. Сатубалдин**; доктор ист. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Х.М. Абжанов**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Е. Абишев**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **З.С. Абишева**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Б.Н. Абсадыков** (заместитель главного редактора); доктор с.-х. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Д.А. Баймуканов**; доктор ист. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Б.А. Байтанаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **А.Е. Давлетов**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Н. Калимолдаев**; доктор геогр. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **А. Медеу**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Ж.У. Мырхалыков**; доктор биол. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Н.П. Огарь**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Г.Г. Таткеева**; доктор сельскохоз. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **И. Умбетаев**

Редакционный совет:

академик РАН **Е.П. Велихов** (Россия); академик НАН Азербайджанской Республики **Ф. Гашимзаде** (Азербайджан); академик НАН Украины **В.В. Гончарук** (Украина); академик НАН Республики Армения **Р.Т. Джрбашян** (Армения); академик РАН **Н.П. Лаверов** (Россия); академик НАН Республики Молдова **С. Москаленко** (Молдова); академик НАН Республики Молдова **В. Рудик** (Молдова); академик НАН Республики Армения **А.С. Сагиян** (Армения); академик НАН Республики Молдова **И. Тодераш** (Молдова); академик НАН Республики Таджикистан **М.М. Якубова** (Таджикистан); член-корреспондент НАН Республики Молдова **Ф. Лупашку** (Молдова); д.т.н., профессор **Р.Ш. Абиев** (Россия); д.т.н., профессор **К.В. Аврамов** (Украина); д.м.н., профессор **Юрген Аппель** (Германия); д.м.н., профессор **Иозеф Банас** (Польша); д.т.н., профессор **А.В. Гарабаджиу** (Россия); доктор PhD, профессор **О.П. Ивахненко** (Великобритания); д.х.н., профессор **Изабелла Новак** (Польша); д.х.н., профессор **О.Х. Полещук** (Россия); д.х.н., профессор **А.И. Поняев** (Россия); профессор **Мохд Хасан Селамат** (Малайзия); д.т.н., профессор **Г.С. Хрипунов** (Украина)

«Вестник Национальной академии наук Республики Казахстан». ISSN 1991-3494

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5551-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 2000 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел. 272-13-19, 272-13-18.

www: nauka-nanrk.kz, bulletin-science.kz

---

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2016

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75

Editor in chief

**M. Zh. Zhurinov**,  
academician of NAS RK

Editorial board:

**N.A. Aitkhozhina**, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **K.M. Baipakov**, dr. hist. sc., prof., academician of NAS RK; **I.O. Baitulin**, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **R.I. Bersimbayev**, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **A.M. Gazaliyev**, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK; **Z.D. Dyusenbekov**, dr. agr. sc., prof., academician of NAS RK; **R.Ye. Yeleshev**, dr. agr. sc., prof., academician of NAS RK; **T.Sh. Kalmenov**, dr. phys. math. sc., prof., academician of NAS RK; **A.N. Nysanbayev**, dr. phil. sc., prof., academician of NAS RK; **S.S. Satubaldin**, dr. econ. sc., prof., academician of NAS RK; **Kh.M. Abzhanov**, dr. hist. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.Ye. Abishev**, dr. phys. math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Z.S. Abisheva**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **B.N. Absadykov**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK (deputy editor); **D.A. Baimukanov**, dr. agr. sc., prof., corr. member of NAS RK; **B.A. Baytanayev**, dr. hist. sc., prof., corr. member of NAS RK; **A.Ye. Davletov**, dr. phys. math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.N. Kalimoldayev**, dr. phys. math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **A. Medeu**, dr. geogr. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Zh.U. Myrkhalykov**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **N.P. Ogar**, dr. biol. sc., prof., corr. member of NAS RK; **G.G. Tatkeeva**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **I. Umbetayev**, dr. agr. sc., prof., corr. member of NAS RK

Editorial staff:

**E.P. Velikhov**, RAS academician (Russia); **F. Gashimzade**, NAS Azerbaijan academician (Azerbaijan); **V.V. Goncharuk**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **R.T. Dzhrbashian**, NAS Armenia academician (Armenia); **N.P. Laverov**, RAS academician (Russia); **S.Moskalenko**, NAS Moldova academician (Moldova); **V. Rudic**, NAS Moldova academician (Moldova); **A.S. Sagiyan**, NAS Armenia academician (Armenia); **I. Toderas**, NAS Moldova academician (Moldova); **M. Yakubova**, NAS Tajikistan academician (Tajikistan); **F. Lupaşcu**, NAS Moldova corr. member (Moldova); **R.Sh. Abiyev**, dr.eng.sc., prof. (Russia); **K.V. Avramov**, dr.eng.sc., prof. (Ukraine); **Jürgen Appel**, dr.med.sc., prof. (Germany); **Joseph Banas**, dr.med.sc., prof. (Poland); **A.V. Garabadzhiu**, dr.eng.sc., prof. (Russia); **O.P. Ivakhnenko**, PhD, prof. (UK); **Isabella Nowak**, dr.chem.sc., prof. (Poland); **O.Kh. Poleshchuk**, chem.sc., prof. (Russia); **A.I. Ponyaev**, dr.chem.sc., prof. (Russia); **Mohd Hassan Selamat**, prof. (Malaysia); **G.S. Khripunov**, dr.eng.sc., prof. (Ukraine)

**Bulletin of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.**

**ISSN 1991-3494**

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of Information and Archives of the Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan N 5551-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 2000 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,

<http://nauka-nanrk.kz/>, <http://bulletin-science.kz>

---

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2016

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

## **POSSIBILITIES AND PROSPECTS OF THE USE OF 3D-PRINTING IN FOOD INDUSTRY**

**T. K. Kulazhanov, V. Z. Kruchenetsky, M. Zh. Kizatova**

Almaty technological university, almaty, kazakhstan.

E-mail: kruchen\_37@mail.ru

**Key words:** 3D printer, three dimensional, 3D-printing, food, cooking, printers, extruder, plastic, photopolymer, the hydrocolloids.

**Abstract.** The aim of work is determination of possibilities and prospects of use of 3D-printing in food industry. In basis of consideration the methods of analysis, studies of the state of question of possibility of the three-dimensional printing, are fixed by means of 3D-printers of food products, readies to serve dish, principles and technology of their preparation (printing). Basis of methodology were structurally-technological questions of consideration of organization of 3D printers work, their composition, maintenance, software, necessary expense/pl materials, features. As a result of theoretical researches and their experimental verification not only possibility but also insistent necessity of passing is shown to deployment 3D-printing for preparation of foods and readies to serve dish as on industrial basis on enterprises, in organizations of food industry of different patterns of ownership, in small business, so in domestic terms. Examples are made, results of 3D-printing of foods, wares, readies to serve dish.

УДК 004.629

## **ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ 3D-ПЕЧАТИ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**Т. К. Кулажанов, В. З. Крученецкий, м. Ж. Кизатова**

Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** 3D-принтер, трехмерная, 3D-печать, пищевые, кулинарные принтеры, экструдер, пластик, фотополимеры, гидроколлоиды.

**Аннотация.** Целью работы является определение возможностей и перспективы использования 3D-печати в пищевой промышленности. В основу рассмотрения положены методы анализа, изучения состояния вопроса возможности трехмерной печати с помощью 3D-принтеров пищевых продуктов, готовых блюд, принципов и технологии их приготовления (печати). Основой методологии явились конструктивно-технологические вопросы рассмотрения организации работы 3D-принтеров, их состава, содержания, программного обеспечения, необходимых расходных материалов, особенностей. В результате теоретических изысканий и их экспериментальной проверки показана не только возможность, но и настоятельная необходимость перехода к широкому использованию 3D-печати для приготовления пищевых продуктов и готовых блюд как на промышленной основе на предприятиях, в организациях пищевой промышленности различных форм собственности, в малом бизнесе, так и в домашних условиях. Приводятся примеры, результаты 3D-печати пищевых продуктов, изделий, готовых блюд.

**Введение.** Стремительно развивающуюся 3D-печать и ее использование в различных областях науки, техники, производства по праву считают третьей технической революцией. Все возрастающий интерес к 3D-печати вызвал необходимость рассмотреть возможности и перспективы использования 3D-принтеров и в пищевой промышленности.

Как известно, принтеры являются устройствами отображения информации; они различаются как двухмерная (2d), так и трехмерная печати (3D). В повседневной жизни мы используем в основном первые: матричные, струйные, лазерные – черно-белые и цветные, позволяющие получать изображения практически любой степени разрешения, всех цветов и оттенков. В отличие от них, 3D-принтеры печатают не картинку на бумаге, а объект в пространстве. Пространство имеет три измерения, поэтому такие принтеры получили название *трехмерных*. Но создать трехмерный объект сразу, одним действием, невозможно, поэтому они распечатывают такие объекты слой за слоем, подобно тому, как двухмерные – строка за строкой. То есть, распечатанная на 3D-принтере трехмерная модель – это полноценный материальный объект, который можно держать, поставить, переносить, использовать по назначению. В качестве материала для создания модели, как правило, используется специальный пластик [1].

3D-принтер работает следующим образом: к его рабочему элементу-головке-экструдеру подается пластиковая нить, он ее плавит и через сопло наносит на нужную точку распечатываемого слоя. При комнатной температуре пластик мгновенно засыхает и это позволяет быстро печатать, создавая слой за слоем, объемный объект. Принцип работы одного из простейших 3D-принтеров, использующих технологию экструзии, или нанесения термопластов (FDM – Fused Deposition Modeling), по которой чаще всего работают домашние 3D-принтеры, показан на рисунке 1. В зависимости от метода 3D-печати устройство может быть монохромным или цветным. FDM-принтеры, работающие по принципу экструзии, печатают макеты только одним цветом, хотя есть модели с несколькими печатающими головками, в каждую из которых можно загрузить нить разного цвета. У любой технологии существуют свои ограничения. Первое – это размеры. Каждый принтер имеет определенную область, в которой он может работать [1]. Естественно, чтобы воспроизвести объект, необходимо загрузить его геометрические параметры, его 3D-модель, созданную с помощью специальных программ. Данный объект предварительно оцифровывается и в виде файла находится в памяти компьютера.

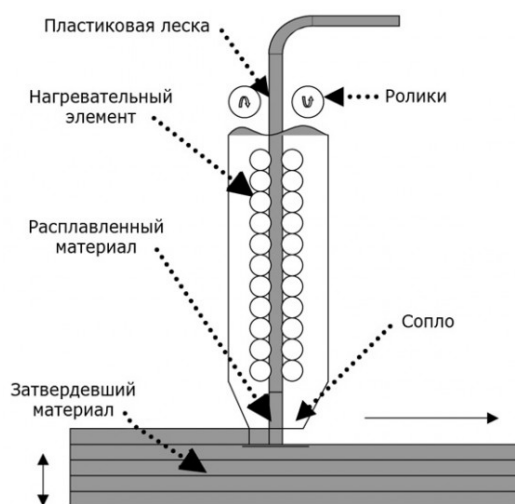


Рисунок 1 – Принцип работы FDM-принтера

Далее с помощью драйвера по цифровой модели объекта воспроизводятся такие движения печатающей головки, чтобы вытекающая из них расплавленная нить застыла в виде точной копии оцифрованного объекта.

Напомним, что цифровая модель – это файл, в котором специальным образом описано устройство этого объекта. Существуют 3D-сканеры, автоматизирующие процесс создания 3D-изображений. Точность воспроизведения модели даже простейших 3D-принтеров составляет порядка 100 мкм.

Во время печати принтер считывает 3D-печатный файл, содержащий данные трехмерной модели, и наносит последовательные слои из соответствующего расходного материала, выстраивая трехмерную модель из серии поперечных сечений. Эти слои соединяются или сплавляются вместе

для создания объекта заданной формы. Основным преимуществом данного метода является возможность создания геометрических форм практически неограниченной сложности.

То есть, технология работы с 3D-принтерами и 3D-моделями во многом схожая с известными и привычными методами и приемами работы с компьютерными файлами. Но не все трехмерные технологии способны выполнить 3D-печать. Основная разница заключается в том, каким образом слои накладываются один на другой. Наиболее распространенные технологии, используемые при 3D-печати: селективное лазерное сплетение (СЛС), моделирование путем наложения слоев расплавленных материалов (НРМ), стереолитография (СЛА). Первые две из них используют для создания слоев расплавленные материалы [1].

3D-принтеры открывают большие возможности во всех сферах человеческой деятельности. За ними большое будущее, пока же мы находимся в начале этого пути и их потенциал до конца не раскрыт. Действительно, возможности 3D-принтеров – феноменальные, ибо сегодня существуют из них такие, которые печатают не пластиком, а шерстью, металлом, пищевыми продуктами, например, благодаря технологии печати гидроколлоидами имеется возможность печатать съедобные изображения объектов – хлеб, овощи, мясо, молочные и любые другие продукты и даже готовые блюда [1]. На сегодня их уже существует большое разнообразие как для промышленного, так и домашнего использования.

Конструктивно различают пищевые, кулинарные 3D-принтеры закрытого и открытого типа. Функциональные возможности их практически близкие; одно из основных же отличий – в габаритах, числе экструдеров и, следовательно, размерах и сложности создаваемых объектов [1, 2].

Виды используемых расходных материалов определяют назначение, номенклатуру, особенности продукции [2]. Например, кулинарный принтер Foodini – простое и практичное устройство, использующее шприцевую экструзию. Причем печать возможна не только фаршем, но и любыми пастообразными продуктами – тестом, сыром, томатным пюре и др. Единственное ограничение пока этой модели принтера – отсутствие термической обработки [3]. Следует ожидать, что в скором времени появятся устройства, комбинирующие 3D-печать с холодильными агрегатами и, возможно, микроволновыми печами. Тогда сбудутся научно-фантастические предсказания о «репликаторах». Еще несколько лет назад одна лишь мысль о создании такого устройства казалась нереальной и фантастической, а уже сегодня многие кулинары удивляются возможностям современных пищевых принтеров.

Идея разработки подобного устройства принадлежит американским ученым из массачусетского технологического университета, где был создан первый 3D-принтер, который печатал различными лакомствами – из орехов, фруктов и шоколада. Он состоит из специальной приемной формы, выполняющей функцию терморегуляции, карусели со съедобными компонентами – ингредиентами, системы управления и интерфейса для пользователей. Принцип работы пищевого 3D-принтера очень схож с обычным струйным принтером, лишь с разницей в содержании картриджей; тонеры с пищевыми ингредиентами заменяют емкости с жидкими красителями. Для начала печати пищевого продукта (блюда) программно запускается рецепт, содержащийся в памяти устройства. По заложенному там же алгоритму принтер выкладывает в соответствующем порядке необходимые ингредиенты и последовательно накладывает из них слои. После окончания печати блюдо запекается и охлаждается. В момент, когда пищевые ингредиенты попадают в терморегулируемую форму, емкость быстро остывает и компоненты соответственно, закрепляются. Например, горячий шоколад быстро застывает, не растекаясь. Поскольку рецептов может храниться множество, то имеется практическая возможность создавать различные блюда.

Настроенный для печати пищевыми чернилами принтер Canon является одним из доступных на рынке (известен, как Canon Cake (рисунок 2) или Canon CandyJet. Он хорошо подходит для начинающих, в том числе частных кондитеров небольших кондитерских, открывает новые возможности в декорировании. Картриджи с пищевыми чернилами идут в комплекте [2, 4]. Пока 3D-принтер Canon Cake не имеет сканера, но есть возможность печатать съедобные изображения с компьютера. Для печати может быть использована сахарная, вафельная, шокотрансферная бумага. Последняя, позволяет печатать полноцветные, цветные изображения, например, такие как показано на рисунке 3. Выпускаемые уже сегодня съедобные чернила различного цвета подходят к различным 3D-принтерам [2, 4].



Рисунок 2 – Пищевой 3D-принтер canon



Рисунок 3 – Цветовые изображения, нанесенные на торты, шоколад

3D-принтер ChefJet, печатает не только сахаром, но и шоколадом или любой крошкой, которая слипается при обработке водой. Принцип работы Foodini также достаточно простой. Устройство использует ручную заряжаемые картриджи наподобие шприцов. В качестве расходных материалов используется любая еда в пастообразном состоянии. Например, для печати пиццы в один шприц закладывается тесто, в другой – расплавленный сыр, в третий – томатный соус [5].

Технологии изготовления пищевых продуктов, блюд постоянно развиваются. Растут и возможности современных кулинарных 3D-принтеров. Уже имеются такие, например, как Торт 3, оснащенные сканером [3]. Создаются новые модели, способные изготавливать не только кондитерские изделия, но и пельмени, другие изделия из мяса, теста и т.п. с программной регулировкой подачи тех или иных ингредиентов по уникальным рецептам. Устроены такие принтеры, как правило, по принципу каруселей, в том числе многоярусных. Например, 3D-принтер Virtuoso Mixer имеет три яруса, на каждом из которых располагается по восемь картриджей. На верхнем из них находятся картриджи с готовыми пищевыми продуктами – мука, соль, сахар или другие пищевые смеси. В картриджах среднего яруса располагаются миниатюрные миксеры или дробилки, измельчающие, перемешивающие, подающие в них ингредиенты. Нижний ярус состоит из экструзионного лотка, который предназначен для приготовления и хранения продуктов. Обычно этот ярус оснащен дополнительными устройствами для нагревания, охлаждения, запекания продуктов. Для последнего чаще всего используется уникальная стеклянная крышка нижнего яруса.



Широко известен фруктовый принтер, разработанный компанией Dovetailed. В нем используется способ наполнять натриевый гель вкусовыми добавками, имитирующими, ягоды, например, клубнику, фрукты [2]. Заслуживает внимания принтер 3D-Everything от TNO (Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek). Судя по всему, эта голландская исследовательская группа, рассматривая вопрос 3D-печати пищи с 2012 года, относится к нему, как к важному технологическому прорыву, а не кухонной фантазии. Одна из задумок TNO, это печать бисквитов из сухих фруктов, овощей, орехов, наполненных дрожжами, бактериями и пророщенными семенами [6]. Появились сообщения, в котором делаются попытки научиться печатать 3D-мясо. Как известно, технологии, позволяющие создавать органические ткани, уже существуют. Пищевые 3D-принтеры уже позволяют печатать одноцветные конфеты и глазурь со вкусом шоколада, ванили, мяты, яблока или вишни. Профессиональные кондитеры вскоре получат в свое распоряжение новые устройства, предлагаемые компанией 3D Systems – принтеры ChefJet и ChefJet Pro [2, 6]. Процесс изготовления в них основан на технологии трехмерной струйной печати: гранулированная сладкая смесь наносится тонким слоем, а затем выборочно «склеивается» водой, подаваемой через сопло рабочей головки. Пищевые добавки и красители позволяют добиваться различных вкусовых оттенков и цветов, сложной формы (рисунок 4) [1, 2, 6].



Рисунок 4 – Примеры блюд сложных форм шоколада, в том числе многокомпонентных, изготовленных на 3D-принтере

Работа с любым 3D-принтером начинается с создания 3D-модели. В 3D-принтинге чертеж принято называть моделью, а полученный предмет – макетом. Для проектирования чертежа подойдет любая программа графики. Например, это может быть AutoCAD, Solid Works, 3Ds Max, Rhinoceros 3D или ArchiCAD. Подойдут также бесплатные Blender и Google SketchUp. Однако, затем чертеж необходимо будет экспортировать в программное обеспечение (ПО), с которым работает сам 3D-принтер.

Трехмерный метод послойного создания физической модели подобен основному восходящему методу в нанотехнологии – «снизу-вверх» [9]. Что касается производства с использованием 3D-принтеров, то оно является аддитивным, подразумевая постройку объектов за счет добавления, нанесения последовательных слоев необходимого материала, а не удаления лишнего, как в случае с субтрактивными методами. Модели, изготовленные аддитивным методом, могут применяться на любом производственном этапе – как для изготовления опытных образцов (быстрое прототипирование), так и в качестве самих готовых изделий (быстрое производство). При такой печати отпадает необходимость в громоздком и дорогостоящем оборудовании, оснастке и формах [10, 11].

Стоимость 3D-принтеров сокращается значительными темпами, начиная примерно с 2010 года: устройства, стоившие на тот момент \$ 20 000, ныне снизилась более чем в 20 раз. Трехмерные принтеры для дома еще достаточно дороги, но многие уже оценили их возможности, например, быстро воспроизвести и относительно просто воссоздать разработанные прототипы, не прибегая к услугам опытного или серийного производства [10, 11].

**Заклучение, выводу.** Достоинством при производстве с помощью 3D-принтеров в пищевой промышленности является сведение роли человеческого фактора почти к нулю, то есть каждое готовое изделие в точности будет повторять особенности оригинала. Учитывая такую тенденцию, возможно, в самое ближайшее время 3D-принтеры станут таким же обязательным атрибутом в доме, как компьютер или телевизор, и следует ожидать, что уже через десяток лет лежать на полках магазинов будут картриджи с разными наполнителями для 3D-принтеров, а сами продукты будут изготавливаться дома

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Доступная 3D-печать. Перевод книги (Low-cost 3D Printing for Science, Education and Sustainable Development), 2013. – Интернет ресурс <https://geektimes.ru/post/198112/>
- [2] Каталог: Технологии 3D-печати, расходные материалы для 3D-принтеров. – Интернет ресурс: <http://3Dtoday.ru/3D-printers/http://3Dtoday.ru/3D-printers/>
- [3] 3D-принтеры Foodini. – Интернет-ресурс: <http://3Dtoday.ru/upload/main/cc4/3D-printed.chocolate-snowflake-from-chocodge/hng>.
- [4] Съедобные чернила. – Интернет-ресурс: [http://tort3.ru/katalpg/food\\_printing/edible\\_ink\\_ml](http://tort3.ru/katalpg/food_printing/edible_ink_ml).
- [5] 3D-принтеры. – Интернет-ресурс: [http://3Dtoday.ru/upload/main/598/3D-printed\\_sugar\\_sacatlopper/3D-systems.png](http://3Dtoday.ru/upload/main/598/3D-printed_sugar_sacatlopper/3D-systems.png).
- [6] 3D-принтеры. – Интернет-ресурс: <http://3Dtoday.ru/upload/main/434/3D-printed-chocolate-globes-from.TNO.png>
- [7] Крученецкий В.З. Основы нанотехнологий в электронике: Учебное пособие. – Алматы, 2016. – 346 с.; компакт-диск.
- [8] Третья промышленная революция. О 3D-принтерах подробно и с видео. 21.04.2014. – Интернет-ресурс: [info@ferra.ru](mailto:info@ferra.ru).
- [9] Печатная еда будущего: забудь про магазины // Cnews. – 2013-03.

#### REFERENCES

- [1] Accessible 3D printing. Translation of book (low-cost 3D printing for science, education and sustainable development), 2013. The internet is a resource of <https://geektimes.ru/post/198112/>
- [2] Katalog: Tekhnologii 3D pechati, rashodnye materialy dlya 3D-printerov. Internet resurs: <http://3Dtoday.ru/3D-printers/http://3Dtoday.ru/3D-printers>
- [3] 3D printer of foodini. Internet resurs: <http://3Dtoday.ru/upload/main/cc4/3D-printed.Chocolate-snowflake-from-chocodge/hng> (in eng.).
- [4] Edible inks. The internet is a resource: [http://tort3.ru/katalpg/food\\_printing/edible\\_ink\\_ml](http://tort3.ru/katalpg/food_printing/edible_ink_ml).
- [5] 3D printers. The internet is a resource: [http://3Dtoday.ru/upload/main/598/3D-printed\\_sugar\\_sacatlopper/3D-systems.png](http://3Dtoday.ru/upload/main/598/3D-printed_sugar_sacatlopper/3D-systems.png).
- [6] 3D printers. The internet is a resource: [http://3Dtoday.ru/upload/main/434/3D-printed\\_chocolate\\_globes\\_from.tno.png](http://3Dtoday.ru/upload/main/434/3D-printed_chocolate_globes_from.tno.png)
- [7] Krucheneckij v.z. osnovy nanotekhnologij v ehlektronike: uchebnoe posobie. Almaty, 2016. 346 s.; kompakt disk.
- [8] Tretya promyshlennaya revolyuciya. O 3D printerah podrobno i s video. 21.04.2014 internet resurs: [info@ferra.ru](mailto:info@ferra.ru)
- [9] Pechatnaya eda budushchego: zabud' pro magaziny. Cnews, 2013-03.

#### ТАҒАМ ӨНЕРКӘСІБІНДЕ 3D-БАСПАНЫ ПАЙДАЛАНУДЫҢ КЕЛЕШЕГІ МЕН МҮМКІНДІКТЕРІ

**Т. К. Құлажанов, В. З. Крученецкий, М. Ж. Кизатова**

Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан

**Түйін сөздер:** 3D-принтер, үш өлшемді, 3D-баспа, тағамдық, аспаздық принтерлер, экструдер, пластик, фотополимер, гидроколлоидтар.

**Аннотация.** Жұмыстың мақсаты тағам өнеркәсібінде 3D-баспаны пайдаланудың келешегі мен мүмкіндіктерін анықтау. Тағам өнімдерін, дайын тағамдарды және оларды дайындаудың (баспа) технологиясы мен қағидаларын 3D-принтерлердің көмегімен үш өлшемді баспаның мүмкіндіктерінің мәселелерін зерттеу, талдау әдістерін қарастыру негізіне жатады. Әдістеменің негізі 3D-принтерлердің, олардың құрамдарының, мазмұнының, қажетті шығыс материалдарының, ерекшеліктерінің, бағдарламалық қамтамасыз ету жұмысын ұйымдастыруды қарастырудың құрылымды – технологиялық мәселелеріне негізделген. Теориялық қарастырудың және оларды эксперименттік тексеру нәтижесінде мүмкіндіктерімен бірге кәсіпорындарда өнеркәсіп негізінде, әр түрлі өзіндік тағам өнеркәсібін ұйымдастыруда, шағын бизнесте, сонымен бірге үй жағдайында тағам өнімдерін және дайын тағамдарды дайындау үшін 3D-баспаны кеңінен пайдалануға көшудің қажеттілігі көрсетілген. Тағам өнімдерінің, дайын тағамдардың 3D-баспасының нәтижелері, мысалдары келтірілген.

*Поступила 21.06.2016 г.*

## **Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct ([http://publicationethics.org/files/u2/New\\_Code.pdf](http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf)). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

<http://www.bulletin-science.kz/index.php/ru/>

Редакторы *М. С. Ахметова, Д. С. Аленов*  
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 07.07.2016.  
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.  
17,4 п.л. Тираж 2000. Заказ 4.