

## НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИНДУСТРИИ ПИТАНИЯ – 3D-ПЕЧАТЬ

**А.С. Гришин, О.В. Бредихина, А.С. Помоз,  
В.Г. Пономарев, О.Н. Красуля**

*Московский государственный университет технологий и управления  
им. К.Г. Разумовского (ПКУ), г. Москва*

В настоящее время достижения научно-технического прогресса получили широкое развитие в различных отраслях производства, в том числе в пищевой промышленности. Использование достижений фундаментальных исследований привело к разработке новых машин и аппаратов, технологий, методов и способов создания продукции, повсеместному использованию когда-то революционных идей в обычной жизни. Одним из современных прикладных направлений в развитии общества является 3D-печать (3D-printing, 3DP), которая представляет собой процесс производства посредством сбора слоев исходного материала для создания трехмерного физического объекта из его цифровой модели. Основная часть компаний, занимающихся 3DP в области исследований и разработок, производства, продвижения концепций и реализации моделей действующих аппаратов для печати, сопутствующих расходных материалов и программного обеспечения, сосредоточена в основном в США и странах Евросоюза (65,6 % мирового рынка). Представлена модель реализации 3DP в пищевой промышленности. Показано, что все начинается с идеи, затем происходит ее воплощение, с использованием определенного набора знаний в области пищевой химии, гигиены питания, процессов и аппаратов пищевых производств и информационных технологий и заканчивается конечным результатом – пищевым продуктом. Основным методом производства пищевой продукции посредством 3DP является моделирование методом послойного нанесения/наплавления (FDM), что связано со спецификой сырья для выработки готовых пищевых изделий. В настоящее время большинство 3D-принтеров для пищевых продуктов представлено либо в концептуальных моделях, экспериментальных или предпродажных образцах, реже – в коммерчески реализуемых аппаратах. Установлено, что 3DP в индустрии питания будет прогрессировать, в том числе посредством дальнейшего развития существующих принципов и технологий печати, а также путем создания и развития новых футуристических идей, которые активно исследуются и разрабатываются командами новаторов.

**Ключевые слова:** 3D-печать, пищевая промышленность, 3D-принтер, технология, модель, методы печати, продукт.

### Введение

В последние годы в мировой практике наблюдается тенденция к увеличению доли высокотехнологичных и наукоемких производств, что, несомненно, связано с научно-техническим прогрессом (НТП). НТП направлен на улучшение качества жизни и повышение эффективности производства во всех отраслях экономики [1]. Использование достижений фундаментальных исследований привело к разработке новых машин и аппаратов, технологий, методов и способов создания научно-технической продукции, повсеместному использованию когда-то революционных идей в обычной жизни, например: беспроводные технологии, геновая инженерия, самолетостроение, – а также к появлению новых отраслей высоких технологий – робототехники, нанотехнологии, биотехнологии, электроники, IT и других [2]. История пищевой про-

мышленности также, как и других отраслей экономики, также неразрывно связана с НТП.

Одним из современных прикладных направлений в развитии промышленности является 3D-печать. С момента создания первой 3D-технологии (в 1980 году) технологии, как и методы печати, совершили революционное продвижение: в улучшении качества печати из различных исходных материалов; в значительном снижении себестоимости получаемых продуктов, аппаратов для печати; в расширении спектра использования предметных областей (медицина, авиакосмическая отрасль, пищевая промышленность и другие) [3].

Согласно определению, 3D-печать (3D-printing, 3DP) – это действие или процесс создания физического объекта из трехмерной цифровой модели, как правило, устанавливающий последовательно множество тонких

слоев материала [4]. То есть 3D-печать – процесс производства посредством сбора слоев исходного материала для создания трехмерного физического объекта из его цифровой модели. Для этого необходимо использовать компьютерное программное обеспечение (ПО) – CAD-программы для создания 3D-модели, которые преобразуют объект в сумму тонких сечений (слоев) в процессе печати, и 3D-принтер, который начинает создавать объект в нижней части конструкции путем последовательного нанесения слоев материала до тех пор, пока объект не будет завершен. 3DP понимается также, как быстрое прототипирование (rapid prototyping) или аддитивное изготовление (additive manufacturing) [5].

В процессе 3DP одну из главных функций выполняет 3D-принтер – автоматизированное устройство, которое создает трехмерные объекты. Как и традиционный принтер, 3D-принтер получает массив входных цифровых данных от компьютера. Тем не менее, вместо того, чтобы печатать результат на бумаге, 3D-принтер создает трехмерную модель из пользовательского материала, причем путем аддитивного наслаивания (сложением), что отличает его от машин и аппаратов, которые срезают или удаляют материал из существующей формы (заготовки) путем отсечения (вычитания).

3D-принтеры создают объекты с нуля, что является более эффективным способом производства, так как получается меньше отходов, чем при использовании субтрактивных производственных устройств. Процесс печати 3D-объектов варьируется в зависимости от материала, используемого для создания объекта [6].

В мире основная часть компаний, занимающихся 3DP в области исследований и разработок (R&D), производства, продвижения концепт-идей и реализации моделей действующих аппаратов для печати, сопутствующих расходных материалов и ПО, сосредоточена в основном в США и странах Евросоюза. На долю этих стран приходится в общей сложности 65,6 % мирового рынка: 37,8 и 27,8 % соответственно, – затем следуют КНР (9,7 %) и Япония (9,3 %) [7–9].

Использование 3D-печати в пищевой промышленности является актуальным, особенно в последние несколько лет, о чем свидетельствует количество стартап-компаний для выпуска 3D-принтеров собственных торговых марок,

использующих в качестве материала для печати различные пищевые субстанции (шоколад, сахар, какао-порошок, тесто, фарши из сырья животного происхождения, гидрогели из растений, соуса, крема), причем философия компаний и концепт-идеи имеют некоторые особенности позиционирования на рынке [10–13]. Перспективность исследований подтверждается значительным количеством поданных заявок на патенты в области поискового запроса «3D-печать; пищевая промышленность» в базах данных USPTO (<http://patft.uspto.gov/>), EPO (<http://www.epo.org/>), JPO (<http://www.jpo.go.jp/>) и SIPO (<http://www.cipo.cn.net/>), EPO, JPO и SIPO.

Все вышесказанное определяет актуальность публикации и позволяет сформировать представление о технологиях 3DP, используемых в концепт-идеях, экспериментальных, предстартовых (предпродажных) образцах и коммерчески реализуемых моделях 3D-принтеров для печати пищевых продуктов и о путях дальнейшего развития этой технологии в будущем.

#### **Модель реализации 3DP в пищевой промышленности**

В модели (см. рисунок) показано, что процесс начинается с *идеи*, как главного движущего фактора, побуждающего человека на определенный вид деятельности. Затем, *идея* начинает воплощаться в реальность, с учетом имеющихся знаний, аппаратного, программного и сырьевого обеспечения, а также предъявляемых требований к получаемой научно-технической продукции.

Для *воплощения идеи* используют определенный набор знаний в области пищевой химии, гигиены питания, процессов и аппаратов пищевых производств и информационных технологий, необходимые машины и аппараты: 3D-сканер (при необходимости создать точную копию исходного физического объекта прототипирования); ПК; 3D-принтер и другое технологическое оборудование, предназначенное для подготовки баз и/или доведения объекта до кулинарной готовности и/или консервирования; ПО в виде 3D CAD-программ; сырье с учетом физических свойств, вида и типа проектируемого объекта, метода 3D-печати, дальнейшей технологической обработки.

Требования, предъявляемые к получаемому продукту, формируются на стадии *идеи* и могут отвечать тенденциям моды, напри-

## Технологические процессы и оборудование

мер: создание сложного объекта из карамели в виде корабля, герба, цветного куба из сахара, объемной надписи из шоколада; привнесение персонафицированной нагрузки, то есть необходимого набора макро- и микронутриентов в создаваемый пищевой продукт для определенных групп населения; замена обычной рутинной работы домохозяйки и/или повара при изготовлении пасты, пиццы и другой выпечки из теста; а также в футуристическом будущем – замена одной универсальной машиной изготовление любого пищевого продукта при одном нажатии на кнопку.

Конечным *результатом* модели реализации 3DP в пищевой промышленности будет являться собственно пищевой продукт, что повлечет упрощение изготовления и доставки продукта в системе товародвижения, пересмотр технологий пищевой промышленности, разработку и компьютеризацию технологических процессов и в конечном итоге

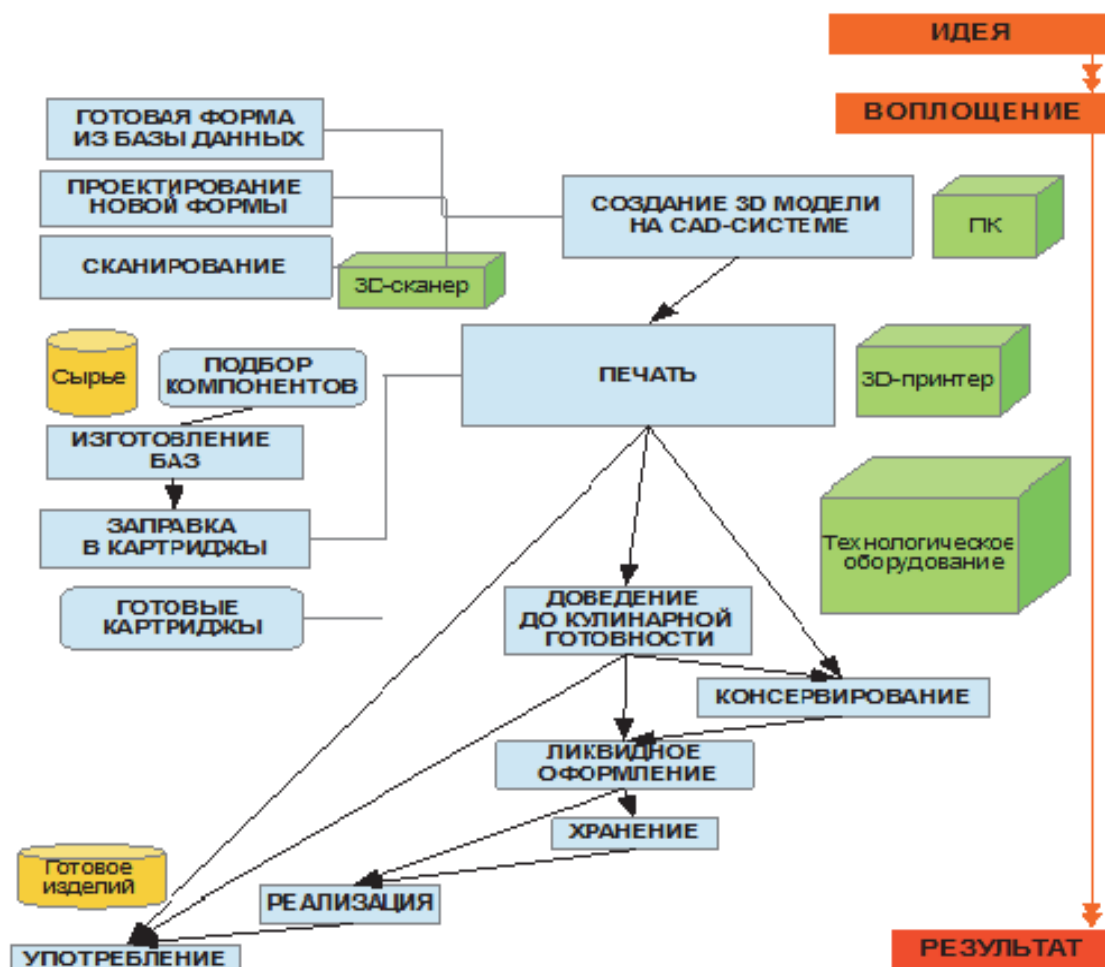
повысит качество жизни человечества.

### Технологии 3DP, используемые в пищевой промышленности

В настоящее время существует 8 базовых разновидностей 3DP, с учетом модификаций и форм реализации – около 30; но, учитывая специфику пищевой промышленности, находят применение как в концептуальных моделях будущего, стартап-проектах, так и в уже имеющихся предстартовых образцах и промышленных моделях – 3: FDM, PBP и SLS, которые имеют свою специфику как по простоте осуществления, базовым возможностям использования того или иного сырья, так и по коммерческому использованию в настоящем и будущем. Краткая характеристика технологий представлена ниже [14–17]:

1. FDM (*fused deposition modeling*) – моделирование методом послойного нанесения/наплавления.

Технология печати методом послойного



Модель реализации 3DP в пищевой промышленности

наплавления (FDM) была разработана С. Скоттом Трампом в конце 1980-х годов и представлена на рынке компанией STRATASYS, начиная с 1990 года. На данный момент технология получает все большее распространение среди энтузиастов, создающих принтеры с открытым исходным кодом, а также коммерческих компаний, ввиду истечения срока действия оригинального патента. В свою очередь, широкое распространение технологии привело к существенному снижению цен на 3D-принтеры, использующие данный метод производства.

Сущность метода: принтеры выдавливают материал (соус, глазурь, сыр, тесто, шоколад, пюре) слой за слоем через сопло-дозатор. Возможно использование несколько картриджей с различным материалом, соответственно будут использоваться несколько головок для печати.

2. *PBP (powder binder printing)* – порошок-связывающая (капельно-порошковая) печать.

Впервые разработана в Массачусетском технологическом институте в 1993 году, в 1995 году эксклюзивную лицензию получила компания Z CORPORATION.

Сущность метода: струйная печатающая головка перемещается через слой порошка и избирательно наносит жидкий связующий материал. Затем на всю обработанную поверхность равномерно наносится тонкий слой порошка, и процесс повторяется заново. С каждым слоем происходит наслаивание прилипших частей порошка друг на друга. Когда процесс печати завершен, несвязанный порошок автоматически и/или вручную удаляется, а оставшийся порошок можно использовать повторно.

В оригинальной реализации в качестве порошка используют крахмал, сахар, а в качестве связующего материала – воду и пищевые добавки (регуляторы вязкости и поверхностного натяжения, красители (для цветной печати)). В дополнение для увеличения палитры цвета и интенсификации процесса печати используют несколько печатающих головок.

3. *SLS (selective laser sintering)* – выборочное лазерное спекание.

Технология выборочного лазерного спекания (SLS) была разработана в Университете Техаса в Остине в середине 1980-х годов. В 2001 году метод печати был выкуплен компанией 3D SYSTEMS. В январе 2014 года срок

действия патента истек, что делает технологию общедоступной.

Сущность метода: последовательное спекание слоев порошкового материала с помощью лазеров высокой мощности, что обеспечивает частичное плавление, необходимое для спекания материала. Спекание производится за счет вычерчивания контуров, заложенных в цифровой модели, с помощью одного или нескольких лазеров. По завершении сканирования рабочая платформа опускается, и наносится новый слой материала. Процесс повторяется до образования полной модели. Перед началом печати расходный материал может подогреваться до температуры чуть ниже точки плавления, чтобы облегчить процесс спекания.

В качестве порошка возможно использование сахара и других сыпучих материалов.

**Обзор некоторых экспериментальных, предпродажных образцов и коммерчески реализуемых моделей 3D-принтеров для печати пищевых продуктов**

В настоящее время большинство 3D-принтеров для пищевых продуктов представлено либо концептуальными моделями, экспериментальными или предпродажными образцами, реже – коммерчески реализуемыми аппаратами. Стоимость принтеров значительно варьируется: так, например, 3DP-система «Vocusini» по предзаказу имеет цену 1159,00 €, с условием поставки не ранее марта 2016 г.

Концептуальные идеи развития 3DP и модели принтеров будущего представлены у крупных производителей бытовой техники, в частности ELECTROLUX [18].

Основные параметры некоторых принтеров для пищевой промышленности представлены ниже (выборка произведена на основании открытых данных сети Интернет по состоянию на 10 марта 2016 г. посредством поискового механизма google.com) [19–28]:

– *ChefJet™ Pro* (3D SYSTEM, <http://www.3dsystems.com>). Технология печати – PBP. Реализация – кондитерские изделия в скульптурном исполнении: конфеты, помадки, надстройки для тортов, тонкая решетчатая «паутинка», кубики сахара с логотипами и др. Полноцветная печать, высокая производительность;

– *CocoJet* (3D SYSTEM, <http://www.3dsystems.com>). FDM, печать изделий из шоколада. Разработан в сотрудничестве с THE HERSHEY COMPANY. Идеально подходит для пекаря или шоколадье; печатает пользова-

## Технологические процессы и оборудование

тельские проекты из темного, молочного или белого шоколада;

– *Модель принтера с печатью SLS* (3D SYSTEM, <http://www.3dsystems.com>). В основе принтера используется идея проекта CandyFab (<http://candyfab.org/>): получение различных конструкций из сахара, где в качестве агента для спекания использовался поток горячего воздуха из сопла печатающей головки, заменено на лазер;

– *Foodini Natural Machines* (<https://www.naturalmachines.com/>). FDM, настоящая еда. 3DP. «Foodini» помогает создавать пикантные или сладкие блюда. Истинная еда – еда, созданная из свежих ингредиентов, приготовленных перед печатью;

– *Bocusini* (Print2Taste GmbH, <http://www.print2taste.de/en/>). FDM, 3D-система печати продуктов (принтер, картриджи, WIFI – управление с пользовательского интерфейса): печать помадкой, шоколадом, гелями, карамелью, сливочным маслом, желе;

– *F3D*. Дипломный проект студентов Imperial College London. FDM, одновременное создание полуфабриката и затем выпекание: пицца, печенье;

– *NASA Food Printer* (SYSTEMS AND MATERIALS RESEARCH CORPORATION, <http://systemsandmaterials.com/>). FDM, комплексные обеды и питание для длительных космических миссий;

– *Cake and Chocolate Extruder* (ZMORPH, <https://zmorph3d.com/>). FDM. Прибор для украшения тортов, создания 3-мерных орнаментов или полных физических 3D-моделей из еды. Сменная головка позволяет печатать полуфабрикаты для печенья, шоколада или мармелада. Экструдер не содержит нагревательных элементов, модульное исполнение;

– *Nufood Food 3D Printer* (DOVE-TAILED, <http://www.nufood.io/>). В основе технология сферификации. Гель с альгинатом натрия вводится в холодный раствор хлористого кальция, в результате чего формируется капли по типу «гель в геле» и в зависимости от настроек вывода на печать организуются в простые или сложные матрицы;

– *XYZprinting, Inc* ([http://eu.xyzprinting.com/eu\\_en/Home](http://eu.xyzprinting.com/eu_en/Home)). FDM, реализован на базе передовой модели производителя DA VINCI. Доступный принтер для печати изделий из шоколада, теста;

– *TNO* (<https://www.tno.nl/en/>). FDM,

SLS. Продвижение и развитие 3D-печати, исследование текстур и параметров процесса, сотрудничество с производителями пищевых продуктов. На выставке Milan EXPO 2015 известный итальянский производитель, выпускающий макаронные изделия Barilla™ (<http://www.barillagroup.com/>), совместно с TNO представил макаронные изделия, изготовленные по технологии 3DP;

– *Различные китайские производители* (<http://ru.aliexpress.com/>) FDM. Формирование рисунка из блинного теста на горячую поверхность.

Таким образом, очевидно, что основной технологией печати пищевой продукции является моделирование методом послойного нанесения (FDM), ввиду специфики сырья для выработки готовых пищевых изделий: оно представляет, в подавляющем большинстве случаев, полужидкие среды с определенными реологическими характеристиками.

Участие крупных пищевых корпораций на стадии исследований и разработок, а также реальное продвижение и внедрение этой технологии в собственном производстве задает конкурентные преимущества среди других игроков рынка, что в свою очередь будет подталкивать к развитию данного научного направления.

### Заключение

Можно полагать, что развитие 3DP в пищевой промышленности будет усиливаться; при этом появятся новые знания в этой предметной области, что будет способствовать ее последующему развитию. 3DP в мировой индустрии питания, несомненно, будет прогрессировать, в том числе посредством дальнейшего развития существующих принципов и технологий печати, а также путем создания и развития новых футуристических идей, которые активно исследуются и разрабатываются командами новаторов. Основным методом производства пищевой продукции посредством 3DP является моделирование методом послойного нанесения/наплавления (FDM).

В настоящее время в МГУТУ создана лаборатория 3D-моделирования и веб-разработок, где проводятся поисковые работы по использованию этой технологии в конкретных приложениях пищевой индустрии.

### Литература

1. Колмыкова, О.Н. Научно-технический прогресс как фактор повышения уровня жизни

ни населения/ О.Н. Колмыкова, Т.В. Кудрявцева // Социально-экономические явления и процессы. – 2011. – № 5–6. – С. 127–129.

2. Морозов, А.В. Перспективы развития инновационного технологического уклада/ А.В. Морозов, Р.Р. Низамов // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – № 20. – С. 331–334.

3. Зубков, А. Третья промышленная революция [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.dipaul.ru/pressroom/tretya-promyshlennaya-revolyuitsiya/> (дата обращения 14.02.2016).

4. Oxford Dictionaries Language Matters [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.oxforddictionaries.com/definition/english/3d-printing>. (дата обращения 15.02.2016).

5. 3D Printing (Additive Manufacturing) [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://whatis.techtarget.com/definition/3-D-printing-rapid-prototyping-stereolithography-or-architectural-modeling> (дата обращения 15.02.2016).

6. 3D Printer [электронный ресурс] // TechTerms. – Режим доступа: [http://techterms.com/definition/3d\\_printer](http://techterms.com/definition/3d_printer) (дата обращения 15.02.2016).

7. Manufacturers and Developers of Additive Systems and Materials [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.wohler-sassociates.com/manufacturers-and-developers.html> (дата обращения 15.02.2016).

8. List of 3D Printer Manufacturers [электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_3D\\_printer\\_manufacturers](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_3D_printer_manufacturers) (дата обращения 15.02.2016).

9. Asia Pacific: a Dynamic Region for 3D Printing [электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.stratasys.com/~media/Main/Files/White-Papers/WP\\_DU\\_Asia\\_Pacific.ashx](http://www.stratasys.com/~media/Main/Files/White-Papers/WP_DU_Asia_Pacific.ashx) (дата обращения 17.02.2016).

10. Фаббер-технологии: новое средство трехмерного моделирования/ В. Слюсар// ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес. – 2003. – №5. – С. 54–60.

11. 3D Food Printing. Creating Shapes and Textures [электронный ресурс]/ Daniel van der Linden// TNO innovations for life. – Режим доступа: [https://www.tno.nl/media/5517/3d\\_food\\_printing\\_march\\_2015.pdf](https://www.tno.nl/media/5517/3d_food_printing_march_2015.pdf). (дата обращения 20.02.2016).

12. Technology Mapping: the Influence of IP on the 3D Printing Evolution [электронный ре-

сурс]. – Режим доступа: <http://www.creax.com/2014/07/technology-mapping-influence-ip-3d-printing-evolution/> (дата обращения 20.02.2016).

13. CJP: Color Jet 3D Printing [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://xyzist.com/advanced-pages/digging-into-3d-print-basic/3d-printing-technologies/3dp-powder-bed-and-inkjet-head-3d-printing/> (дата обращения 20.02.2016).

14. Выборочное лазерное спекание (SLS) [электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://3dtoday.ru/wiki/SLS\\_print/](http://3dtoday.ru/wiki/SLS_print/) (дата обращения 20.02.2016).

15. DLP/SLA 3D Printer [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.print3dd.com/dlp-sla-3d-printer/> (дата обращения 20.02.2016).

16. 11 Food 3D Printers to Feed the Future [электронный ресурс]/ Michael Molitch-Hou. – Режим доступа: <http://3dprintingindustry.com/2014/11/09/11-food-3d-printers/> (дата обращения 20.02.2016).

17. Что за зверь пищевой 3D-принтер [электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://sitmaster.by/articles/article\\_post/chto-za-zver-pishchevoy-3d-printer/](http://sitmaster.by/articles/article_post/chto-za-zver-pishchevoy-3d-printer/) (дата обращения 02.03.2016).

18. Electrolux: Bioprinter [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://electrolux-designlab.com/2015/submission/bioprinterthe-food-3d-printer-of-the-future/> (дата обращения 02.03.2016).

19. 3D Systems: 3D Printers [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.3dsystems.com/> (дата обращения 10.03.2016).

20. Printing Food Naturally [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.print2taste.de/en> (дата обращения 10.03.2016).

21. Hershey & 3D Systems Unveil New Cutting-Edge Chocolate 3D Printer at CES [электронный ресурс] / Michael Molitch-Hou. – Режим доступа: <http://3dprintingindustry.com/2015/01/06/hershey-3d-systems-unveil-new-cutting-edge-chocolate-3d-printer-ces/> (дата обращения 10.03.2016).

22. The F3D 3D Printer Doesn't Just Print Pizza, but Also Cooks It in Less Than 20 Minutes [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.3ders.org/articles/20140829-f3d-3d-printer-makes-pizza-in-less-than-20-minutes.html> (дата обращения 10.03.2016).

23. 3D Printed Food: Complete meals and nutrition for long duration space missions

## Технологические процессы и оборудование

---

[электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://systemsandmaterials.com/technologies/3d-printed-food/> (дата обращения 10.03.2016).

24. *Liquid Paste Extruder (Chocolate and Ceramics)* [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sandbox.zmorph3d.com/cake-and-chocolate-extruder/> (дата обращения 10.03.2016).

25. *Dovetailed's Nufood Food 3D Printer to Seek Crowdfunding* [электронный ресурс] / Michael Molitch-Hou. – Режим доступа: <http://3dprintingindustry.com/2015/09/28/dovetaileds-nufood-food-3d-printer-to-seek-crowdfunding/> (дата обращения 10.03.2016).

26. Тайваньская компания XYZPrinting представила свои первые продовольственные

3D-принтеры [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.n3d.biz/3d-eda/tajvanskaya-kompaniya-xyzprinting-predstavila-svoi-pervye-prodovolstvennyye-3d-printery.html> (дата обращения 10.03.2016).

27. *3D Printing Makes Food Unique* [электронный ресурс] // TNO innovations for life. – Режим доступа: <https://www.tno.nl/en/> (дата обращения 10.03.2016).

28. *Pasta Maker Barilla to Show off 3D Pasta Printer at the Milan EXPO 2015* [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.3ders.org/articles/20150505-pasta-maker-barilla-to-show-off-its-3d-pasta-printer-at-the-milan-expo-2015.html> (дата обращения 10.03.2016).

**Гришин Александр Сергеевич.** Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Технологии продуктов питания», заместитель директора Института технологического менеджмента, Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского (ПКУ) (г. Москва), [canssa@mail.ru](mailto:canssa@mail.ru)

**Бредихина Ольга Валентиновна.** Доктор технических наук, доцент, заведующая кафедрой «Технологии продуктов питания», Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского (ПКУ) (г. Москва), [bredikhinaov@rambler.ru](mailto:bredikhinaov@rambler.ru)

**Помоз Алексей Сергеевич.** Кандидат технических наук, доцент кафедры «Биоэкология и ихтиология», Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского (ПКУ) (г. Москва), [plerik@mail.ru](mailto:plerik@mail.ru)

**Пономарев Владимир Геннадьевич.** Старший преподаватель кафедры «Связь с общественностью и рекламные технологии», заведующий лабораторией 3D-моделирования и веб-разработок, Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского (ПКУ) (г. Москва), [ponomarev\\_v.g@mail.ru](mailto:ponomarev_v.g@mail.ru)

**Красуля Ольга Николаевна.** Доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Регулирование агропродовольственного рынка, пищевой и перерабатывающей промышленности», Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского (ПКУ) (г. Москва), [okrasulya@mail.ru](mailto:okrasulya@mail.ru)

*Поступила в редакцию 14 апреля 2016 г.*

---

DOI: 10.14529/food160205

## NEW TECHNOLOGIES IN FOOD INDUSTRY – 3D PRINTING

**A.S. Grishin, O.V. Bredikhina, A.S. Pomoz,  
V.G. Ponomarev, O.N. Krasulya**

*Moscow State University of Technologies and Management named after K.G. Razumovsky (FKU), Moscow, Russian Federation*

Today the achievements of scientific and technological progress have been widely developed in various industries, including the food industry. The use of achievements of fundamental research has contributed to the development of new machines and devices, technologies, methods and ways of creating products, widespread use of ideas that once had been revolutionary in everyday life.

One of the trends is 3D printing. 3D printing is the production process by means of collection of the layers of basic material for the creation of three-dimensional physical object based on its digital model. The majority of companies engaged in 3DP in the field of research and development, production and promotion of ideas, implementation of models of existing printing devices, associated consumables and software are concentrated mainly in the USA and among EU nations (65.6 %). The model of 3DP implementation in the food industry is presented. It is shown that everything starts with an idea, then the process of its realization takes place, using a specific set of knowledge in the field of food chemistry, food hygiene, processes and equipment for food production and information technology, and ends with the final result, which is a food product. The main method of food production with the use of 3DP is fused deposition modeling (FDM), which is associated with the specificity of raw material for the manufacture of final food products. Now the majority of 3D food printers is represented either in conceptual models, experimental or pre-sales samples, or more rarely in commercial systems. It is found that 3DP will progress in the food industry, including by further development of existing principles and technologies of printing, as well as by creating and developing new futuristic ideas, which are researched and developed actively by the teams of innovators.

**Keywords:** 3D printing, food industry, 3D printer, technology, model, printing methods, product.

### References

1. Kolmykova O.N., Kudryavtseva T.V. [Scientific and Technical Progress As the Factor of Increase of the Standard of Living of the Population]. *Sotsial'no-ekonomicheskiye Yavleniya i Protsessy [Social and Economic Phenomena and Processes]*, 2011, no. 5–6, pp. 127–129. (in Russ.)
2. Morozov A.V., Nizamov R.R. [Opportunities of the Innovation Technological Structure Development]. *Vestnik Kazanskogo Tekhnologicheskogo Universiteta [Herald of Kazan Technological University]*, 2013, no. 20, pp. 331–334. (in Russ.)
3. Zubkov A. *Tret'ya promyshlennaya revolyutsiya [The Third Industrial Revolution]*. Available at: <https://www.dipaul.ru/pressroom/tretya-promyshlennaya-revolyutsiya/> (accessed 14.02.2016).
4. *Oxford Dictionaries Language Matters*. Available at: <http://www.oxforddictionaries.com/definition/english/3d-printing>. (accessed 15.02.2016).
5. *3D Printing (Additive Manufacturing)*. Available at: <http://whatis.techtarget.com/definition/3-D-printing-rapid-prototyping-stereolithography-or-architectural-modeling> (accessed 15.02.2016).
6. *3D Printer. TechTerms*. Available at: [http://techterms.com/definition/3d\\_printer](http://techterms.com/definition/3d_printer) (accessed 15.02.2016).
7. *Manufacturers and Developers of Additive Systems and Materials*. Available at: <https://www.wohlersassociates.com/manufacturers-and-developers.html>.
8. *List of 3D Printer Manufacturers*. Available at: [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_3D\\_printer\\_manufacturers](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_3D_printer_manufacturers) (accessed 15.02.2016).
9. *Asia Pacific: a Dynamic Region for 3D Printing*. Available at: [http://www.stratasys.com/~media/Main/Files/White-Papers/WP\\_DU\\_AsiaPacific.ashx](http://www.stratasys.com/~media/Main/Files/White-Papers/WP_DU_AsiaPacific.ashx) (accessed 17.02.2016).
10. Slyusar V. [Fabber Technologies: a New Engine of Three-Dimensional Modelling]. *Elektronika: Nauka, Tekhnologiya, Biznes [Electronics: Science, Technology, Business]*, 2003, no. 5, pp. 54–60. (in Russ.)
11. Van Der Linden D. *3D Food Printing. Creating Shapes and Textures. TNO innovations for life*. Available at: [https://www.tno.nl/media/5517/3d\\_food\\_printing\\_march\\_2015.pdf](https://www.tno.nl/media/5517/3d_food_printing_march_2015.pdf). (accessed 20.02.2016).
12. *Technology Mapping: the Influence of IP on the 3D Printing Evolution*. Available at: <http://www.creax.com/2014/07/technology-mapping-influence-ip-3d-printing-evolution/> (accessed 15.02.2016).
13. *CJP: Color Jet 3D Printing*. Available at: <https://xyzist.com/advanced-pages/digging-into-3d-print-basic/3d-printing-technologies/3dp-powder-bed-and-inkjet-head-3d-printing/> (accessed 15.02.2016).
14. *Vyborochnoye Lazernoye Spekaniye [Selective Laser Sintering (SLS)]*. Available at: [http://3dtoday.ru/wiki/SLS\\_print/](http://3dtoday.ru/wiki/SLS_print/) (accessed 15.02.2016).
15. *DLP/SLA 3D Printer*. Available at: <http://www.print3dd.com/dlp-sla-3d-printer/> (accessed 15.02.2016).
16. *Molitch-Hou M. 11 Food 3D Printers to Feed the Future*. Available at: <http://3dprintingindustry.com/2014/11/09/11-food-3d-printers/> (accessed 15.02.2016).
17. *Chto za Zver' Pischevoy 3D Printer? [What Is Food 3D Printer?]*. Available at: [http://sitmaster.by/articles/article\\_post/chto-za-zver-pishchevoy-3d-printer/](http://sitmaster.by/articles/article_post/chto-za-zver-pishchevoy-3d-printer/) (accessed 02.03.2016).
18. *Electrolux: Bioprinter*. Available at: <http://electroluxdesignlab.com/2015/submission/bioprinterthe-food-3d-printer-of-the-future/> (accessed 02.03.2016).
19. *3D Systems: 3D Printers*. Available at: <http://www.3dsystems.com/> (accessed 02.03.2016).
20. *Printing Food Naturally*. Available at: <http://www.print2taste.de/en> (accessed 02.03.2016).



21. *Molitch-Hou M. Hershey & 3D Systems Unveil New Cutting-Edge Chocolate 3D Printer at CES*. Available at: <http://3dprintingindustry.com/2015/01/06/hershey-3d-systems-unveil-new-cutting-edge-chocolate-3d-printer-ces/> (accessed 02.03.2016).

22. *The F3D 3D Printer Doesn't Just Print Pizza, but Also Cooks It in Less Than 20 Minutes*. Available at: <http://www.3ders.org/articles/20140829-f3d-3d-printer-makes-pizza-in-less-than-20-minutes.html> (accessed 02.03.2016).

23. *3D Printed Food: Complete Meals and Nutrition for Long Duration Space Missions*. Available at: <http://systemsandmaterials.com/technologies/3d-printed-food/> (accessed 02.03.2016).

24. *Liquid Paste Extruder (Chocolate and Ceramics)*. Available at: <http://sandbox.zmorph3d.com/cake-and-chocolate-extruder/> (accessed 02.03.2016).

25. *Molitch-Hou M. Dovetailed's Nufood Food 3D Printer to Seek Crowdfunding*. Available at: <http://3dprintingindustry.com/2015/09/28/dovetaileds-nufood-food-3d-printer-to-seek-crowdfunding/> (accessed 02.03.2016).

26. *Tayvan'skaya kompaniya XYZPrinting Predstavila Svoi Pervyye Prodovol'stvennyye 3D Printery [Taiwanese Company XYZPrinting Presented the First Own Food 3D-Printers]*. Available at: <http://www.n3d.biz/3d-eda/tajvanskaya-kompaniya-xyzprinting-predstavila-svoi-pervyye-prodovol'stvennyye-3d-printery.html> (accessed 02.03.2016).

27. *3D Printing Makes Food Unique. TNO innovations for life*. Available at: <https://www.tno.nl/en/> (accessed 02.03.2016).

28. *Pasta Maker Barilla to Show off 3D Pasta Printer at the Milan EXPO 2015*. Available at: <http://www.3ders.org/articles/20150505-pasta-maker-barilla-to-show-off-its-3d-pasta-printer-at-the-milan-expo-2015.html> (accessed 02.03.2016).

**Aleksandr S. Grishin**. Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor, Assistant Professor of the Department of Food Technology, Deputy Director of the Institute of Technology Management, Moscow State University of Technologies and Management named after K.G. Razumovsky (FKU), Moscow, cansa@mail.ru

**Olga V. Bredikhina**. Doctor of Sciences (Engineering), Associate Professor, Head of the Department of Food Technologies, Moscow State University of Technologies and Management named after K.G. Razumovsky (PKU), Moscow, bredikhinaov@rambler.ru

**Aleksey S. Pomoz**. Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor of the Department of Biotechnology and Ichthyology, Moscow State University of Technologies and Management named after K.G. Razumovsky (FKU), Moscow, plepik@mail.ru

**Vladimir G. Ponomarev**. Senior lecturer of the Department of PR and Advertising Technologies, Head of the Laboratory of 3D-modeling and Web Development, Moscow State University of Technologies and Management named after K.G. Razumovsky (PKU), Moscow, ponomarev\_v.g@mail.ru

**Olga N. Krasulya**. Doctor of Sciences (Engineering), Professor, Professor of the Department Regulation of the Agri-food Market, Food and Processing Industry, Moscow State University of Technologies and Management named after K.G. Razumovsky (FKU), Moscow, okrasulya@mail.ru

*Received 14 April 2016*

---

### ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Новые технологии в индустрии питания – 3D-печать / А.С. Гришин, О.В. Бредихина, А.С. Помоз и др. // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2016. – Т. 4, № 2. – С. 36–44. DOI: 10.14529/food160205

### FOR CITATION

Grishin A.S., Bredikhina O.V., Pomoz A.S., Ponomarev V.G., Krasulya O.N. New Technologies in Food Industry – 3D Printing. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2016, vol. 4, no. 2, pp. 36–44. (in Russ.) DOI: 10.14529/food160205