

УДК 004.629

**К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ТРЕХМЕРНОЙ ПЕЧАТИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ, ОДЕЖДЫ
ҮШӨЛШЕМДІ БАСПАНЫҢ ТАҒАМДЫҚ ӨНІМДЕРІНІҢ, КИІМНІҢ ПАЙДАЛАНУЫ
BY USING THREE-DIMENSIONAL PRINTING PRO-FOOD PRODUCTS, CLOTHING**

В.З. КРУЧЕНЕЦКИЙ, Т.К. КУЛАЖАНОВ, М.Ж. КИЗАТОВА, В.В. КРУЧЕНЕЦКИЙ
V.Z. KRUCHENECKIY, T.K. KULAZHANOV, M.ZH. KIZATOVA, V.V. KRUCHENECKIY

(Алматинский технологический университет)
(Алматы технологиялық университеті)
(Almaty Technological University)
E-mail. kruchen_37@mail.ru

С помощью стремительно развивающейся 3D-печати уже сегодня можно распечатать что угодно. В данной статье рассматриваются возможности и перспективы трехмерной печати пищевых продуктов, готовых блюд, одежды, белья. Приводятся сведения о 3D-принтерах, принципах работы, расходных материалах, 3D-моделях, особенностях их программной реализации, примеры, некоторые результаты использования 3D-печати в легкой, пищевой промышленности, домашних условиях.

Қарқынды дамып келе жатқан 3D-баспа көмегімен қазірдің өзінде кез келген нәрсені басып шығаруға болады. Бұл мақалада үшөлшемді баспаның тағамдық өнімдерінің, дайын тағамдардың, киімдердің, төсек-орындардың мүмкіндіктері және болашағы қарастырылған. 3D-принтерлер, жұмыс принциптері, шығын материалдары, 3D-модельдері және бағдарламалық іске асыру ерекшеліктері, мысалдары, олардың 3D-басып шығарудың жеңіл, тамақ өнеркәсібі, үй жағдайындағы кейбір нәтижелерін пайдалану туралы мәліметтер келтірілген.

By swift to the developing 3d-seal already it is today possible to unseal whichever. Possibilities and prospects of three-dimensional seal of food products, readies to serve dish, clothes, linen are examined in this article. Information over is brought about 3d-printers, principles of their work, expense materials, 3d-models, features of programmatic realization, examples, not-which results of the use of 3d-seal in light, food industry, home terms.

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

Негізгі сөздер: 3D-принтер, үш өлшемді 3D-басып шығару, тағамдық, аспаздық принтерлер, экструдер, пластик, фотополимерлер, гидроколлоидтер.

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

Введение

Как известно, принтеры являются устройствами отображения информации; они служат как для двухмерной (2D), так и трехмерной печати (3D). В повседневной жизни мы используем в основном 2D-принтеры: матричные, струйные, лазерные – черно-белые и цветные, позволяющие получать изображения практически любой степе-

ни 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 и получили название *трехмерных*. Но создать трехмерный объект сразу, одним махом, невозможно, поэтому 3D-принтеры распечатывают такие объекты послойно, подобно тому, как двухмерные –

построчно. То есть, распечатанная на 3D-принтере трехмерная модель – это полноценный материальный объект, который можно держать, поставить, переносить, использовать по назначению.

Первые попытки создания технологии трехмерной печати восходят к 1980 году. В то время был разработан стереолитограф, с помощью которого можно было создавать 3D-объекты из жидкого фотополимерного пластика. Технология в таком оборудовании основывается на свойствах фотополимеров – под воздействием лазера они застывают, приобретая твердую форму пластика. Другим

предшественником 3D-принтера стала технология «лазерного спекания». От воздействия лазера пластик плавится, а затем спекается в единую массу. Чтобы от сильного нагрева пластик не воспламенился, в рабочую камеру закачивают инертный газ [1].

Схематически устройство и принцип работы одного из простейших 3D-принтеров, использующих технологию экструзии, то есть нанесения термопластов (FDM—Fused Deposition Modeling), по которой чаще всего работают домашние 3D-принтеры, показаны на рисунке.1.

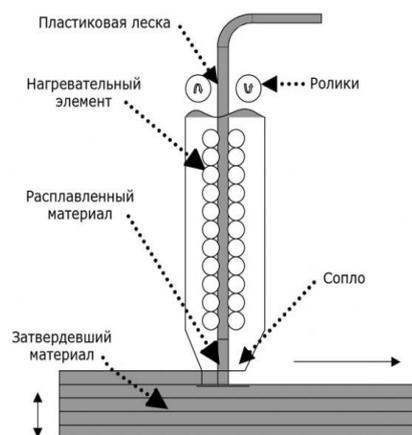


Рис.1 - Устройство и принцип работы FDM-принтера

Важнейшим рабочим элементом 3D-принтера является головка-экструдер. 3D-принтер работает следующим образом: к экструдеру подается пластиковая нить, он ее плавит и через сопло (дюзу) наносит на нужную точку распечатываемого слоя. При комнатной температуре пластик мгновенно засыхает и это позволяет быстро печатать, создавая слой за слоем, объемный объект.

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. Одно из них — размеры печати, ибо каждый принтер имеет определенную область, в которой он может работать. Однако макет можно печатать по частям и потом соединить его при помощи бесшовного склеивания [1].

Понятно, чтобы воспроизвести объект,

необходимо знать и загрузить его геометрические параметры, его 3D-модель, созданную с помощью специальных программ. Этот объект должен быть сначала оцифрован и в виде файла находиться в памяти компьютера. 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; также, как в текстовых файлах содержится модель текста, в графических – модель картинок, в видео-файлах – модель видеозображения. Подобно текстовым файлам, имеющим расширение txt, doc и др., картинки – jpg и png, видео – avi и mpeg4, файлы 3D-моделей также в зависимости от программ-конструкторов (графических редакторов) имеют свои расширения. Существуют 3D-сканеры, автоматизирующие процесс создания 3D-изображений.

Точность воспроизведения модели-

оригинала даже простейших 3D-принтеров составляет порядка 100 микрон. Разрешение принтера подразумевает толщину наносимых слоев (ось Z) и точность позиционирования печатной головки в горизонтальной плоскости (по осям X и Y). Разрешение измеряется в DPI (количество точек на дюйм) или микрометрах (микронах). Типичная толщина слоя составляет 100мкм (250 DPI), хотя некоторые устройства, например, Objet Connex и 3D Systems ProJet, способны печатать слоями толщиной от 16 мкм. и менее. Разрешение по осям X и Y - близкое к показателями 2D лазерных принтеров [1].

Во время печати принтер считывает 3D-печатный файл (как правило, в формате STL), содержащий данные трехмерной модели, и наносит последовательные слои жидкого, порошкообразного, бумажного или листового материала, выстраивая трехмерную модель из серии последовательных поперечных сечений. Эти слои, соответствующие виртуальным поперечным сечениям, как в CAD-модели, соединяются или сплавляются вместе для создания объекта заданной формы. Основным преимуществом данного метода является возможность создания геометрических форм практически неограниченной сложности. То есть, напрашивается вывод, что 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 (HPM), стереолитография (СЛА).

Первые две из них используют для создания слоев расплавленные материалы [1].

3D-принтеры открывают необыкновенные возможности во всех сферах человеческой деятельности – в науке, культуре, производстве, дома. Действительно, возможности 3D-принтеров - феноменальные, ибо сегодня существуют из них такие, которые печатают не только пластиком, но и 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. Отдельные расходные материалы для 3D-печати, в особенности мягкие фотополимеры, пригодны для изготовления обуви, одежды и белья. Необычайны возможности их для печати дизайнерских изделий [1]. За 3D-печатью большое будущее, пока же мы находимся в начале этого пути и ее потенциал до конца не раскрыт.

Объекты и методы исследований

Итак, объектами исследования являются 3D – принтеры для печати пищевых продуктов, а также одежды. Вначале остановимся на некоторых сведениях, возможностях, особенностях, примерах пищевых принтеров. На сегодня их уже существует большое разнообразие, как для промышленного, так и домашнего использования. Затем рассмотрим 3D-принтеры, используемые для печати одежды, белья.

Конструктивно различают 3D-принтеры закрытого и открытого типа (рис.1,2). Они также разнятся по количеству и типам рабочих элементов – головок-экструдеров. Одно из основных же отличий состоит в габаритах, количестве экструдеров и, следовательно, размерах и сложности создаваемых объектов [1,2].



Рис.1 - Пищевой 3D-принтер Canon



Рис.2 - Пищевой 3D-принтер TNO

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 ближайшее время появятся устройства, комбинирующие 3D-печать с холодильными агрегатами и, возможно, микроволновыми печами. В работе использованы экспериментально-теоретические исследования.

Результаты и их обсуждение

Еще несколько лет назад одна лишь мысль о создании подобного 3D-принтера казалась нереальной и фантастической, а уже сегодня многие кулинары удивляются возможностям современных пищевых принтеров. Идея разработки такого 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, системы управления и интерфейса для пользователей. Принцип работы пищевого 3D-принтера очень похо-

жий с обычным струйным принтером; разница состоит в содержании картриджей - в них емкости с жидкими красителями заменяют на тонеры с пищевыми ингредиентами.

Для начала процесса приготовления пищевого продукта (блюда) программно запускается выбранный рецепт, содержащийся в памяти принтера. Поэтому он, также, как и в компьютерах при использовании 2D-печати, может работать в режиме прямого доступа к его памяти – DMA (Direct memory access). 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. Например, настроенный для печати пищевыми чернилами, принтер Canon (рис.1), является одним из доступных на рынке (известен, как Canon Cake или Canon CandyJet). Он хорошо подходит для начинающих, в том числе частных кондитеров небольших кондитерских, открывая новые возможности в декорировании. Картриджи с пищевыми чернилами идут в комплекте [2,4].



Рисунок .3.- Цветовые изображения, нанесенные на торты, бисквиты, шоколад

Пока 3D-принтер Canon Cake не имеет сканера, но имеется возможность печатать съедобные изображения с компьютера, например, подключившись через интерфейс USB. Выпускаемые уже сегодня съедобные чернила различного цвета подходят к различным 3D-принтерам [2,4]. Для печати может быть использована сахарная, вафельная, шокотрансферная бумага. Последняя позволяет печатать полноцветные, цветные изображения,

например, такие, как показаны на рисунке. 3.

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 вручную 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. Одним из примеров можно считать ZMorph, производителей достаточно универсального принтера со сменяемыми насадками, в числе которых есть и экструдеры для пастообразных материалов. 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 (рис.2) от TNO (Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek). Эта голландская иссле-

довательская группа рассматривает вопрос 3D-печати пищи с 2012 года и относится к нему, не как к кухонной фантазии а как к важному технологическому прорыву. Своей задачей TNO ставит создание принтеров, способных печатать пищу в соответствии с индивидуальными потребностями пользователя. Используя физиологическую историю, принтер должен готовить пищу, содержащую необходимые для пользователя питательные вещества, рассматривая возможность использования вкусовых оттенков в соответствии с настроением едока и применением альтернативных источников питательных веществ: водорослей, листьев свеклы и даже насекомых. Одна из задумок TNO, это печать бисквитов из сухих фруктов, овощей, орехов и водорослей, наполненных дрожжами, бактериями и пророщенными семенами [6].

Существует проект Modern Meadow, в котором авторы пытаются научиться печатать 3D-мясо. Как известно, технологии, позволяющие создавать органические ткани, уже существуют. В базовой версии ChefJet имеется возможность печатать одноцветные конфеты и глазурь со вкусом шоколада, ванили, мяты, яблок 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 пищевых продуктов основан на технологии трехмерной струйной печати: гранулированная сладкая смесь наносится тонким слоем, а затем выборочно «склеивается» водой, подаваемой через сопло рабочей головки. Головка движется в двух измерениях, повторяя контуры слоя цифровой модели. Затем наносится новый слой материала, и процесс повторяется для построения следующего слоя модели. Пищевые добавки и красители позволяют добиваться различных вкусовых оттенков и цветов, сложной формы (рис.4) [1,2,6].



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

3D-печать, очевидно, может найти применение в любой отрасли. Выше мы рассмотрели «продуктовые» принтеры. Необычное применение 3D-принтерам нашли модельеры. Вместо использования классического текстиля печатается одежда. Для этого необходимо отсканировать человеческое тело и разработать соответствующую 3D-модель. Это касается не только верхней одежды, но и нижнего белья, а также обуви. 3D-печать получает распространение и в мире моды. Кутюрье используют принтеры для экспериментов по созданию купальников, обуви и платьев, различных моделей дизайнерских изделий. Коммерческое применение включает быстрое прототипирование и 3D-печатное производство профессиональной спортивной обуви, например, - Vapor Laser Talon для футболистов и New Balance для легкоатлетов

[2]. Некоторые расходные материалы для 3D-печати, в особенности мягкие фотополимеры, вполне пригодны для изготовления одежды и даже белья. Распространение получил метод лазерного спекания из нейлона. Этот дизайн от Continuum Fashion, предлагаемый на сайте *Shapeways*, призван продемонстрировать возможности, открываемые 3D-печатью. Не обошли новую технологию стороной и российские модельеры, продемонстрировав дизайны повседневной одежды, интегрирующие функциональные 3D-печатные компоненты, в том числе с использованием отечественных 3D-принтеров, из которых наиболее распространенными считаются PrintBox3D One и Picaso 3D Builder. Оба устройства разработаны российскими компаниями. Последний из них (рис.5) собирается в г.Зеленограде.



Рис.5 - Принтер Picaso 3D Builder

Работа 3D-принтеров при печати одежды аналогична пищевым принтерам. Например, процесс печати методом послойного наплавления подразумевает создание слоев за счет экструзии быстро застывающего материала в виде микрокапель или тонких струй. Как правило, расходный материал (например, термопластик) поставляется в виде катушек, с которых он поступает в печатную головку. Экструдер нагревает материал до температуры плавления с последующим выдавливанием расплавленной массы через сопло. Сам экструдер приводится в движение шаговыми двигателями или сервомоторами, обеспечивающими позиционирование печатной головки в трех плоскостях. Перемещение экструдера контролируется производственным программным обеспечением (САМ), привязанным к микроконтроллеру. В качестве расходных материалов используются всевозможные полимеры, включая акрилонитрилбутадиенстирол (ABS), поликарбонат (PC), полилактид (PLA), полиэтилен высокого давления (HDPE), смеси поликарбоната и ABS-пластика, полифе-

ниленсульфон (PPSU) и др. Как правило, полимер поставляется в форме наполнителя, изготовленного из чистого пластика [2].

Выше упоминалось, что работа с любым 3D-принтером начинается с создания 3D-модели. В 3D-принтинге чертеж принято называть моделью, а полученный предмет — макетом. Для проектирования чертежа подойдут многие программы. Например, это может быть AutoCAD, Solid Works, 3Ds Max, Rhinoceros 3D или ArchiCAD. Подойдут даже бесплатные Blender и Google SketchUp. Однако, затем чертеж необходимо будет экспортировать в программное обеспечение, с которым работает сам 3D-принтер. Например, PrintBox3D One взаимодействует с утилитой Repetier-Host, Отличительной особенностью этой утилиты является ее открытый исходный код. То есть владелец устройства может самостоятельно дорабатывать софт под свои нужды. Далее, согласно чертежу, создается полноценный макет [7,8].

3D-модели создаются методом ручного компьютерного графического дизайна или за

счет 3D-сканирования. Ручное моделирование, иначе подготовка геометрических данных для создания трехмерной компьютерной графики, несколько напоминает скульптурирование, а 3D-сканирование – это автоматический сбор и анализ данных реального объекта, его формы, цвета и других характеристик, с последующим преобразованием в цифровую трехмерную модель. И ручное, и автоматическое создание 3D-печатных моделей может вызвать трудности у среднего пользователя. В связи с этим в последние годы получили распространение 3D-печатные торговые площадки [7,8]. Модели для трёхмерных принтеров создают в основном профессионалы, и занимает этот процесс много больше времени, чем сканирование. Однако уже сегодня, в связи с бурным развитием коммуникаций, шаблоны стали доступны каждому. Их можно найти на специальных сервисах в интернете, например, на Thingiverse.com, Cubify.com и других. Трёхмерное изображение оригинала можно получить также с помощью обычной фотографии с последующей конвертацией в 3D. Кроме того, в последнее время на рынке появляется все больше 3D-сканеров, включая портативные ручные варианты, способные снимать изображения крупногабаритных объектов [2,7,8].

Трёхмерный 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). Изначально данный инструмент прижился в промышленности, предоставив возможность быстро оценивать конструкцию деталей, узлов, а сегодня 3D-принтер может печатать все: от деталей до медикаментов, автомобилей, космических кораблей. При такой печати отпадает необходимость в громоздком и дорогостоящем оборудовании, оснастке и формах [10,11]. Применение технологии аддитивного производства позволяет создавать кондитерские изделия исключи-

тельно высокой геометрической сложности, недоступной при применении традиционных методов. Возможно даже создание съедобных погремущек – полых конфет, со свободно перемещающейся начинкой разного вкуса

Стоимость 3D-принтеров сокращается значительными темпами, начиная примерно с 2010 года: устройства, стоившие на тот момент \$20000, ныне обходятся в \$1000 или меньше. Многие компании и индивидуальные разработчики уже предлагают бюджетные комплекты для сборки RepRap стоимостью менее \$500. Открытый проект Fab@Home привел к разработке принтеров общего назначения, способных печатать всем, что может быть выдавлено через сопло – от шоколада до силиконовой замазки и химических реагентов. Принтеры, выполненные на основе этого дизайна, доступны в виде сборочных комплектов по цене около \$2000. Трёхмерные 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 [1,5,7,10].

Заключение

Достоинством 3D-печати в легкой и 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 уже через десяток лет на полках магазинов будут лежать картриджи с разными наполнителями для принтеров, а сами продукты будут изготавливаться дома.

Технологию массового внедрения трёхмерной печати можно назвать очередной технической революцией. В сочетании со своими возможностями она способна кардинально изменить мир. Например, по мнению экспертов мирового здравоохранения при Совете по международным отношениям, «мир биосинтеза» тесно связан с 3D-печатью. Примером тому - прорыв в качестве нашей жизни, который осуществляет синтетическая биология, геновая инженерия, означающие на практике, конструирование и распечатку бактерий, очищающих воду, служащих биотопливом или сырьем для текстильного производства и продуктов питания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доступная 3d-печать. Перевод книги (Low-cost 3D Printing for Science, Education and Sustainable Development), 2013. [Интернет ресурс], Режим доступа: [https://geektimes.ru/post/198112].
2. Каталог: технологии 3d-печати, расходные материалы для 3d-принтеров. [Интернет ресурс], Режим доступа: [http://3dtoday.ru/3d-printers/http://3dtoday.ru/3d-printers].
3. 3D-принтеры Foodini. [Интернет ресурс], Режим доступа: [http://3dtoday.vru/upload/main/cc4/3d-printed.chocolate-snowflake-from-chcode/hng].
4. Съедобные чернила. [Интернет ресурс], Режим доступа: [http://tort3.ru/katalog/food-printing/edible_ink_ml].
5. 3D-принтеры. [Интернет ресурс], Режим доступа: [http://3dtoday.ru/upload/main/598/3d-printed_sugar_sacatlopper/3D-systems.png].
6. 3D-принтеры.. [Интернет ресурс], Режим доступа: [http://3dtoday.ru/upload/main/434/3d-printed-chocolate-globes-from.TNO.png]
7. 3D-модели. ж: Blackie, Сентябрь, № 17, С-П, 2013 - [Интернет ресурс], Режим доступа: [http://3dtoday.ru/3dmodels-2/soft3d/1521]
8. 3D-модели. ж: Blackie, Июль №24, С-П, 2013 - [Интернет ресурс], Режим доступа: [http://3dtoday.ru/3dmodels-2/soft3d/784]
9. Крученецкий В.З. Основы нанотехнологий в электронике. Учебное пособие. - Алматы, 2016.-346 с; Компакт-диск.
10. Третья промышленная революция. О 3D-принтерах подробно и с видео. 21.04.2014 [Интернет ресурс], Режим доступа: [info@ferra.ru.]
11. Печатная еда будущего: забудь про магазины// Snews [Интернет ресурс], Режим доступа: http://red-sovet.su/post/3899/3899

УДК 640.4:621.31

ВОЗМОЖНОСТИ УМЕНЬШЕНИЯ ЭНЕРГОЕМКОСТИ ОБЪЕКТОВ ГОСТИНИЧНОГО ХОЗЯЙСТВА

ҚОНАҚ ҮЙ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ОБЪЕКТЛЕРІНІҢ ЭНЕРГИЯ СЫЙЫМДЫЛЫҒЫН ТӨМЕНДЕТУ МҮМКІНДІКТЕРІ

THE POSSIBILITY OF REDUCING THE ENERGY INTENSITY OF THE OBJECT HOTEL INDUSTRY

*В.Ф. ДОЦЕНКО¹, О.В. АРПУЛЬ¹, В.В. ЦЫРУЛЬНИКОВА¹, Н.С. ЛЮБАЧЕВСКАЯ¹
V.F. DOTSENKO¹, O.V. ARPUL¹, V.V. TSYRULNIKOVA¹, N.S. LIUBACHEVSKA¹*

¹(Национальный университет пищевых технологий, г. Киев, Украина)

¹(Ұлттық тағам технологиясы университеті, Киев қ., Украина)

¹(National University of Food Technologies, Kiev, Ukraine)

E-mail: lubachevskanadia@mail.ru, kseniya_arp@mail.ru

В статье исследована важность эффективного использования энергетических ресурсов, возможность уменьшения энергоемкости объектами гостиничного бизнеса и рассмотрено практическое применение, а также обоснование целесообразности внедрения и использования устройств современной системы энергосбережения INNCOM компании Honeywell, которая специализируется на энергосбережении, в отечественных заведениях гостиничного хозяйства.

Мақалада энергетикалық ресурстарды пайдаланудың тиімділігінің маңызы, мейманхана бизнесі нысанының энергия сыйымдылығын кемітудің мүмкіндіктері зерттелген және практикалық қолданысы қарастырылған, сонымен бірге ендірудің пайдалылығы және отандық мейманханалық жабдықтар мекемелерде INNCOM компаниясының Honeywell энергия үнемдейтін жүйенің қазіргі құрылымын пайдалану негізделген.

The paper investigates the importance of efficient use of energy resources, the possibility of reducing the energy intensity of hotel business objects and consideration of practical application, as well as the rationale for the introduction and use of modern energy-saving system devices INNCOM company Honeywell, which specializes in energy saving in the domestic establishments of the hotel industry.