

В. А. Плеханова¹

Владивостокский государственный университет экономики и сервиса
Владивосток. Россия

3D-технологии и их применение в дизайне

В статье рассмотрены инновационные технологии 3D-печати и сферы применения. Выделены оптимальные 3D-технологии для создания объектов дизайна интерьера и программное обеспечение для создания физических объектов различного назначения.

Ключевые слова и словосочетания: 3D-печать, 3D-технологии, стереолитография, селективное лазерное спекание, осаждение расплавленной нити, послойное формирование объемной модели.

V. A. Plekhanova

Vladivostok State University of Economics and Service
Vladivostok. Russia

3D-technologies and application in the design

The article deals with innovative technology 3D-printing and application. Highlighted best 3D-technology to create objects of interior design and software to create physical objects for different purposes.

Key words: 3D-printing, 3D-technology, stereolithography, selective laser sintering, fused deposition modeling, layer object manufacturing.

Одним из важнейших технологических «прорывов» конца XX – начала XXI века являются 3D-технологии. Сегодня 3D-печать как инновационная технология создания физических объектов развивается очень быстро и проникает почти во все сферы деятельности человека. Еще в 1980-х годах 3D-печать использовалась только в промышленных целях из-за большой стоимости. Сейчас технология 3D-печати становится более дешевой и популярной. Рынок 3D-печати за 2–3 десятилетия по разным оценкам вырос на 25% и более. По прогнозу Wohlers Associates [3] к 2017 г. он достигнет 6 млрд долларов. Исходя из общих представлений о перспективности этих технологий, автором данной статьи была поставлена цель: исследовать возможности разных способов трехмерной печати и выделить 3D-технологии, наиболее актуальные в дизайне.

Основные технологии 3D-печати. Существует несколько технологий 3D-печати. Из них можно выделить четыре основных: стереолитография, селективное лазерное спекание, метод плавления и ламинирование.

Метод лазерной стереолитографии (англ. Laser Stereolithography, SLA) был запатентован Ч. Халлом в 1986 г. Материалом для создания объектов является

¹ Плеханова Виктория Александровна – кафедры дизайна и искусств; e-mail: viktoriya.plehanova@vvsu.ru.

жидкий фотополимер, который затвердевает под лучом ультрафиолетового лазера. Объект, смоделированный на компьютере, выращивается послойно. Толщина слоя составляет около 0,1 мм. Перед печатью с помощью специального программного обеспечения производится «резка» трехмерной компьютерной модели объекта на слои. Платформа 3D-принтера опускается на толщину слоя, заливается фотополимером, и затем лазером создается рисунок среза объекта. Для окончательного затвердевания, готовый объект помещают в ультрафиолетовую камеру. Такая технология печати позволяет создавать прочные тонкостенные и гладкие объекты любой сложности с очень мелкими деталями. Принтеры компании 3D Systems позволяют напечатать слой от 0,025 мм. На таких принтерах можно напечатать модель, габариты которой не будут превышать 75 см в трех измерениях. Печатный материал для таких принтеров легко поддается обработке. Недостатками использования данной технологии являются большие размеры принтеров, их стоимость, отход материала – следствие возведения поддерживающих структур, и медленная скорость печати – несколько миллиметров по вертикали в час.

В 1989 г. К. Декарт разработал технологию селективного лазерного спекания (англ. Selective Laser Sintering, SLS и Direct metal laser sintering, DMLS). Отличается этот метод от лазерной стереолитографии тем, что в качестве материала для печати используется порошкообразный термопластичный материал, который послойно спекается с помощью лазера. Порошок разогревается до необходимой температуры, выравнивается, затем лазером прорисовывается контур слоя. Излишек порошка, окружающего контур модели, решает проблему поддерживающих структур висящих деталей. Особенностью такой технологии является помещение готового объекта в специальную печь для выжигания технологических полимеров, которые необходимы на этапе спекания, если использовались металлические порошки. На сегодняшний день существует большое разнообразие порошкообразных материалов: частицы пластика, металла, стекла, керамики. Метод селективного лазерного спекания широко применяется в таких сферах деятельности, как авиастроение, машиностроение, предметный дизайн [24].

Основатель американской компании Stratasys С. Крамп в 1988 году изобрел технологию 3D-печати методом осаждения расплавленной нити Fused Deposition Modeling (FDM). Перед началом печати программа Stratasys анализирует трехмерную модель и рассчитывает алгоритм послойного плавления и поддерживающие структуры. В принтер устанавливают катушку с пластиковой нитью одного цвета, затем через экструдер при высокой температуре подается нить. Чаще всего для печати используют промышленный ABS-пластик, который выдерживает высокие температуры и механические нагрузки. Минусом технологии считается то, что напечатанный объект имеет рельефную поверхность и при дальнейшей обработке утрачивается точность мелких деталей. Данный метод печати подходит для функционального прототипирования в инженерной сфере [14].

Метод послойного формирования объемной модели из листового материала – Layer Object Manufacturing (LOM) был предложен в 1985 г. М. Фейгенмом. В качестве материала используют бумагу, картон, различные пленки, полиэстер, фольгу. Лазерный луч раскраивает листовой материал, затем разогретые валики

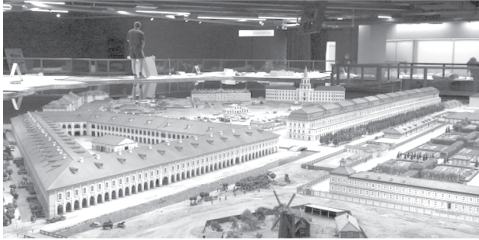
скрепляют листовые слои. Недостатками такой технологии являются грубая поверхность объекта и возможность расслоения [23].

Технология стереолитографии и селективного лазерного спекания относятся к аддитивному производству, которое позволяет материализовать трехмерную модель из материалов, обеспечивающих возможность использования полученного прототипа по прямому назначению. Благодаря аддитивным технологиям можно создать конечное функциональное изделие в мелкосерийном тираже, не применяя специальных технологических разработок, минимально сократив время и стоимость производства. По сравнению с 3D-принтерами аппараты для аддитивного производства имеют большие размеры рабочих камер и отличаются высокой скоростью печати. Фирма Stratasys представляет принтеры Objet серии Connex, которые подходят для аддитивного производства [21].

Применение 3D-печати в дизайне. 3D-печать используется в строительстве, машиностроении, мелкосерийном производстве, медицине, архитектуре, дизайне, образовании, функциональном тестировании, производстве одежды и обуви, ювелирном деле, изготовлении сувенирной продукции, геоинформационных системах и пр. Ниже будут рассмотрены конкретные примеры использования 3D-технологий и наиболее интересные 3D-продукты.

Автору данной статьи наиболее интересными представляются возможности применения 3D-технологий в дизайне и близких к нему сферах – архитектуре и строительстве. Самым распространенным в этих сферах является создание макетов различной сложности. 3D-технология в сравнении с ручным методом создания макетов – более дешевый, быстрый и точный способ. Для печати концептуальных проектов используют гипсовый композит, цена которого невелика, одноцветные и цветные принтеры фирм Objet и ZPrinter, печатающие по технологии SLA. В Санкт-Петербурге создали макет города XVIII века общей площадью 500 м² (рис. 1), 26000 деталей которого были напечатаны на 3D-принтерах [8]. В центре Лондона на здании Bevis Marks шведская компания Skanska и британский архитектор Эдриан Пристман применили 3D-печатные облицовочные блоки в верхней части дерево-подобных стальных колонн (рис. 3). Они были напечатаны по технологии SLS порошковым нейлоном Nylon PA 12. Нейлоновые кожухи были обработаны и окрашены в стальной цвет и прошли испытания на устойчивость к окружающей среде. Напечатанные кожухи несут декоративную функцию: скрывают сварочные швы в месте соединения нескольких «ветвей» архитектурного элемента [1]. В Лондоне прошла выставка 3D-печатных миниатюр садов – miNiATURE (рис. 2). Целью выставки было показать ландшафтным дизайнерам возможность экспериментировать и создавать инновационные проекты. Модели садов были спроектированы в масштабе 1:50 с помощью программы Vectorworks Landmark и затем распечатаны на принтерах компании Hobs 3D, специализирующейся на трехмерной печати для архитекторов и ландшафтных дизайнеров [9].

С помощью больших строительных 3D-принтеров можно создавать различные архитектурные конструкции и даже дома. Группа учёных из британского Университета Лафборо научилась печатать скамьи, вазоны, строительные блоки и полноразмерные конструкции для строительства (рис. 4), которые могут иметь различ-



1. Макет Санкт-Петербурга XVIII века

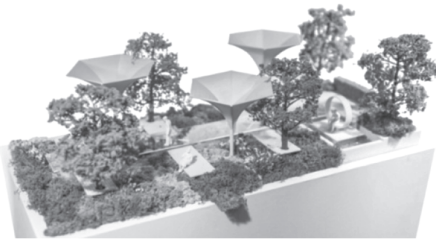


Рис.2. Макет сада

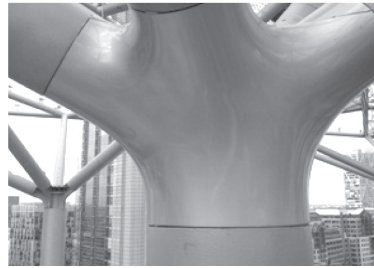


Рис. 3. Деревоподобные конструкции

ные формы и линии: изогнутые, кубические, выпуклые, краеугольные и др. [11]
Китайская компания Shanghai WinSun Decoration Design Engineering Co воз-



Рис. 4. 3D-печатная скамья



Рис. 5. Напечатанный дом в Шанхае

вела 10 домов с помощью огромного 3D-принтера (32 метра длиной, 10 метров шириной и 6,6 метров высотой) менее чем за сутки из полностью утилизируемых материалов – строительного и промышленного мусора (рис. 5). Каркас и стены домов распечатали по отдельности, затем из них собрали полноценный дом площадью 200 м². На строительство таких домов ушел минимум затрат – около 5000 долларов каждый. Компания надеется, что в дальнейшем печать домов обеспечит недорогим жильем малообеспеченные слои населения [7].

Архитектор Андрей Руденко сконструировал 3D-принтер и создал первый в мире 3D-печатный замок в американском штате Миннесота (рис. 6). Принтер основан на технологиях RepRap (Replicating Rapid Prototyper) – создании устройств, которые могут воспроизводить сами себя. Эта технология была разрабо-

тана в 2005 году Адрианом Боуером, преподавателем университета Бата в Великобритании [12]. Такой принтер позволяет напечатать слой бетона шириной 30 мм и высотой 10 мм (рис. 7). Поверхность стен получается ровной и гладкой, при необходимости легко поддается обработке [2].



Рис. 6. 3D-печатный замок



Рис. 7. Принтер, сконструированный А. Руденко

Архитекторы голландской компании DUS на трехмерном принтере KamerMaker XL из ряда RepRap трехметровой высоты, работающем по технологии послойного наплавления, создали цельную скамейку (рис. 8). Материалом для скамьи послужил специальный пластик, разработанный немецкой химической компанией Henkel. Кроме этого компания DUS запустила проект печати жилого дома целиком – 3D Print Canal House (рис. 9) [17].



Рис. 8. Цельная пластиковая скамейка

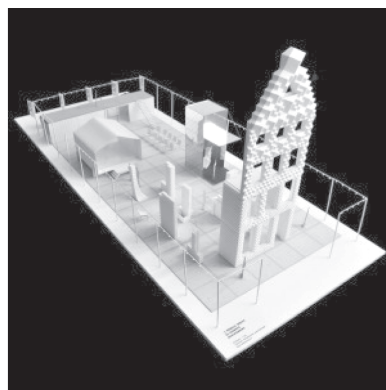


Рис. 9. Макет проекта 3D Print Canal House

Профессор и архитектор Питер Эбнер совместно с компаниями 3M futureLAB и voxeljet разработал 3D-печатный мобильный мини-дом (рис. 10) объемом около 50 квадратных футов для молодых людей, которые мало времени проводят дома. Мини-дом, размером 2,2 Ч 2,2 м2 был напечатан из материала на основе песка и специального клея. В нем есть кухня, спальня, санузел и мультимедийная система с экраном обратной проекции. Также в доме есть круглое окно, которое обеспечивает естественное освещение. Для экономии места все мебельные компоненты сделаны складными [19].

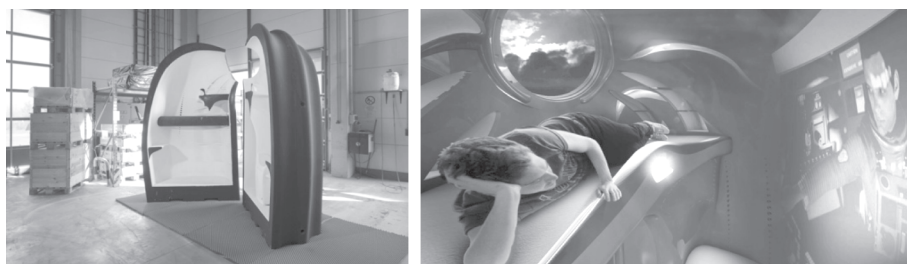


Рис. 10. Мобильный мини-дом

Дизайнеры Майкл Хансмейер и Бенжамин Дилленбкргер разработали проект помещения под названием «Цифровой гротеск» (рис. 11). Дизайн этого помещения напоминает стиль готического собора. Условная комната изначально была разбита на 260 миллионов элементов, затем собрана в единое целое. Площадь комнаты составляет 16 м², высота – 3,2 м. Элементы были созданы из песчаника с помощью принтера VoxelJet, который позволяет печатать в 3D с разрешением 0,14 мм. На печать помещения затратили месяц, а на сборку всех элементов ушел один день [5].



Рис. 11. «Цифровой гротеск»

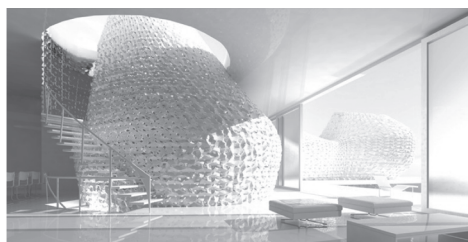


Рис. 12. Проект «дома будущего»

Проект «дома будущего» – «3D Printed House 1.0» – предложила компания Emerging Objects, местом для частичной реализации которого стал китайский озёрный курорт Jin Hai Lake Resort, находящийся недалеко от Пекина (рис. 12). В проекте использовались как классические способы производства деталей, так и трехмерная печать. Предпочтение было отдано таким 3D-принтерам, как: 3D Systems PROJET 360, Voxeljet и Zcorp 310. Базовыми материалами для воплощения проекта стали полимерный цемент и соль. По словам специалистов, хозяин дома получит просторные залы, оригинальные комнаты, похожие на капсулы космического корабля. Внешние стены дома выполнят из армированного цементного полимера, внутренние перегородки – из солевых блоков, собранных на каркасе. Данный проект кажется не очень актуальным для повседневной жизни, но авторы попытались показать синтез эстетики и современных технологий [10].

В дизайне интерьера трехмерные принтеры чаще применяются для создания мебели, элементов декора, арт-объектов, светильников.

С помощью BigRep ONE художники Лукас Эмиген и Марсель Тазлер создали центральную инсталляцию выставки (рис. 13), представляющую собой длинный дисплей для показа инновационного программного обеспечения SKO [22].



Рис. 13. 3D-печатная инсталляция выставки



Рис. 14. 3D-печатное деревянное кресло

Фирма 4 AXYZ работает над производством деревянной мебели (рис. 14) посредством 3D-печати [20]. Структура 3D-печатного мягкого стула Biomimicry, придуманного Лилиан ван Даал, напоминает растительные клетки (рис. 15). В ходе экспериментальных исследований разных структур, мягкости и плотности материала, Лилиан пришла к выводу, что сочетание мягких и твердых элементов приводит к снижению плотности материала, что может пригодиться при изготовлении мягких сидений [4]. Голландский дизайнер Эрик Кларенбик представил напечатанный на 3D-принтере стул из органических материалов, таких, как смесь мицелия грибов, соломы и воды (рис. 16). По завершении печати Кларенбик покрыл стул слоем биопластика, чтобы сохранить оригинальный дизайн и прекратить процесс роста мицелия [15].



Рис. 15. Стул Biomimicry



Рис. 16. Стул из органических материалов

Технологии 3D-печати дают дизайнерам возможность создавать осветительные аксессуары различных форм. Бельгийский дизайнер Корнил Каннаэртс, используя технологию SLA, напечатал лампы Dazzle (рис. 17). Внешняя сторона ламп серого цвета, но внутри, при включении, они светятся различными цветами. Для того чтобы получить такой эффект, дизайнер разработал специальное программное обеспечение, позволяющее преобразовывать изображения в разноцветную сетку [16].

Французская дизайнерская студия NoDesign представила напечатанный интерактивный модульный настенный светильник WaElice (рис. 18), в котором с помощью различных коннекторов можно создать свою собственную компоновку ламп. 3D-печать позволила совместить светодиоды и сенсоры в одном дизайне [25]. Компания Philips применила трехмерную печать в новой линии осветитель-

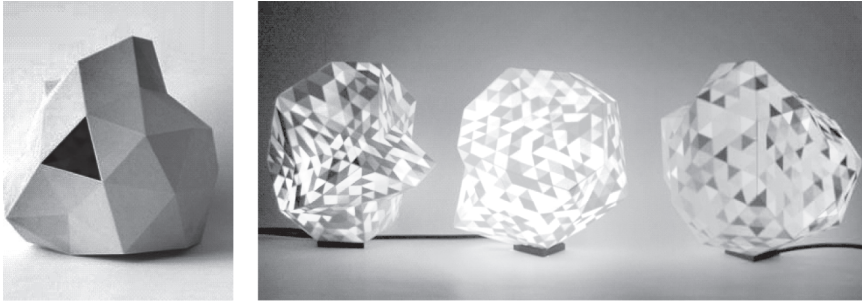


Рис. 17. Лампы Dazzle

ных систем Philips Hue (рис. 19). 3D-печатные абажуры светильников похожи на скульптуры с замысловатым рельефом [18].



Рис. 18. Настенный светильник WaElice



Рис. 19. Лампы Philips Hue



Рис. 20. Арт-проект «Животное кружево»



Рис. 21. 3D-печатная керамическая ваза

Удивительный арт-проект «Животное кружево» был создан творческим тандемом художников Linlin и Pierre-Yves Jacques. Арт-объекты в виде голов животных напечатаны кружевным полотном. Внутри скульптур установлены лампы для создания необычного контура теней (рис. 20). В качестве материала для арт-объектов были использованы полиамид и глянцевая краска [6].

Датский художник Оливье ван Херпт за два года собрал 3D-принтер, на котором можно печатать керамические изделия из разных видов глины (рис. 21). Сегодня принтер может выращивать предметы высотой 90 см и диаметром 42 см примерно за два часа. Поскольку принтер послойно укладывает материал, слои, которые после затвердевания очень хорошо видны на готовом изделии, стали неким элементом декора [13].

Итак, 3D-печать быстрыми темпами проникает почти во все сферы человеческой деятельности. Технологии 3D-печати дают большие возможности, для воплощения самых экстравагантных идей благодаря широкой цветовой палитре и разнообразию материалов. Одним из важных преимуществ 3D-печати является экономия времени и средств при производстве объектов различной сложности по сравнению с традиционными способами. Наиболее прогрессивными технологиями создания 3D-печатных объектов являются аддитивные, которые позволяют получить конечный коммерческий продукт. В архитектуре и дизайне актуально 3D-печатное макетирование. В дизайне интерьера трехмерная печать чаще всего используется для производства мебели, декоративных элементов, осветительных приборов, скульптур, картин, арт-объектов. Выбор метода 3D-печати напрямую зависит от поставленной автором цели и задачи. Но в дизайне интерьера наибольшими возможностями, на наш взгляд, обладает технология селективного лазерного спекания.

-
1. Акбаров О. Архитектор впервые использовал 3D-принтер для отделки помещения / О. Акбаров // Look At Me 3.12.2013 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.lookatme.ru/mag/live/experience-news/198421-3d-print> (дата обращения 20.12.2014).
 2. Андрей Руденко построил первый в мире 3D-печатный замок // PrintReality 26.08.2014 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://printreality.ru/post/4134/> (дата обращения 22.12.2014).
 3. Гореткина Е. 3D-печать как способ изготовления деталей / Е. Гореткина // PCWeek. Промышленная автоматизация/ САПР 27.11.2013 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.pcweek.ru/industrial/article/detail.php?ID=157646> (дата обращения 17.12.2014).
 4. Дизайнер напечатала мягкий стул // 3Dtoday. – 8.08.2014 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://3dtoday.ru/industry/dizayner-napechatala-myagkiy-stul.html> (дата обращения 18.12.2014)
 5. История одной напечатанной в 3D комнаты! // Materiallab [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://materiallab.ru/3-d-printing-news/istoriya-odnoynapechatannoy-v-3d-komnatyi/> (дата обращения 20.12.2014).
 6. Кружевные скульптуры // Fastory.ru. – 20.03.2014 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://fastory.ru/design/promdesign/2291-kruzhevnye-skulptury.html> (дата обращения 23.12.2014).
 7. Новые фотографии 10 3D-печатных домов в Шанхае, возведенных за 24 часа / // 3Dtoday. – 15.04.2014 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://3dtoday.ru/industry/novye-fotografii-10-3d-pechatnykh-domov-v-shankhae-vozvedennykh-za-24-chasa.html> (дата обращения: 18.12.2014)
 8. Открыта экспозиция невероятной модели Санкт-Петербурга XVIII века площадью 500 м² // 3d-expo.ru [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://3d-expo.ru/ru/otkryta-ekspoziciya-neveroyatnoy-modeli-sankt-peterburga-xviii-veka-ploshchadyu-500-m2> (дата обращения 20.12.2014).
 9. Первая выставка миниатюр садов, напечатанных на 3D принтере // 3D принтеры и 3D печать 6.03.2014 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://3dmake.com/post/83-gardens> (дата обращения 21.12.2014).

10. Приходько Д. Проект «3D Printed House 1.0»: ваш уникальный интерьер, сделанный из соли и полимерного цемента на 3D-принтере / Д. Приходько // 3DNews – Daily Digital Digest 27.06.2014 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.3dnews.ru/822918?from=related-grid&from-source=823424> (дата обращения 22.12.2014).
11. Строительные 3D-принтеры // ORGPRINT.com. – 19.12.2012 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.orgprint.com/wiki/3d-pechat/stroitelnye-3d-printery> (дата обращения 18.12.2014).
12. Технология RepRap / Официальный сайт производителя 3D-принтеров PICASO 3D [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://picaso-3d.ru/terrap/> (дата обращения: 22.12.2014)
13. Художник собрал дельта 3D-принтер высотой 1,5 метра для печати керамических изделий // 3d-expo.ru [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://3d-expo.ru/hudozhnik-sobral-delta-3d-printer-vysotoy-15-metra-dlya-pechati-keramicheskikh-izdeliy> (дата обращения 20.12.2014).
14. Что такое технология FDM? // 3DP.SU. – 7.04.2013 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://3dp.su/cto-takoe-tekhnologiya-fdm/> (дата обращения 16.12.2014).
15. Эксклюзивная мебель, напечатанная на 3D-принтере // 3d-expo.ru [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://3d-expo.ru/ru/eksklyuzivnaya-mebel-napechatannaya-na-3d-printere> (дата обращения 20.12.2014).
16. Яркие, цветные 3D печатные лампы Dazzle // 3DIndustry. – 17.02.2014 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.3dindustry.ru/article/1957/> (дата обращения 18.12.2014).
17. 3D-печать в архитектуре и первый напечатанный дом // 3Dtoday. – 25.03.2014 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://3dtoday.ru/industry/3d-printing-in-architecture-and-first-printed-house.html> (дата обращения 18.12.2014).
18. 3D-печатные смарт лампы Philips Hue стоимостью \$ 3500 // 3d-expo.ru [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://3d-expo.ru/ru/3d-pechatnye-smart-lampy-philips-hue-stoimostyu-3-500> (дата обращения 20.12.2014).
19. 3D-печатный мобильный мини-дом для молодых, современных людей // 3d-expo.ru [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://3d-expo.ru/ru/3d-pechatnyumobilnyu-mini-dom-dlya-molodyh-sovremennyh-lyudey> (дата обращения 20.12.2014).
20. 3D печать деревянной мебели // 3d-expo.ru [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://3d-expo.ru/ru/3d-pechat-derevyannoy-mebeli> (дата обращения 20.12.2014).
21. Additive Manufacturing // 3D Format [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.3d-format.ru/catalog/additive/> (дата обращения 16.12.2014).
22. BigRep ONE – огромный FDM 3D принтер // 3D принтеры и 3D печать. – 6.03.2014 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://3dpmake.com/post/79-big-rep-one> (дата обращения 21.12.2014).
23. Layer Object Manufacturing, LOM // 3DP.SU. – 26.04.2013 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://3dp.su/layer-object-manufacturing-lom/> (дата обращения 16.12.2014).
24. SLS – детали из высокотемпературных пластиков и сплавов // 3D Format [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.3d-format.ru/technologies/sls/> (дата обращения 16.12.2014).
25. WaElice: 3D напечатанная интерактивная модульная лампа // 3D принтеры и 3D печать. – 20.03.2013 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://3dpmake.com/post/3-waelice> (дата обращения 21.12.2014).