

УДК 664.7

Ермаков А.И., кандидат технических наук, доцент,
Книга В.В., Мелещеня Е.П., Третьякова А.А.
Белорусский национальный технический университет, Минск

РАЗРАБОТКА 3D-ПРИНТЕРА ДЛЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ

3D-печать – послойное воспроизведение трехмерного физического объекта с помощью 3D-принтера. За последние 10–15 лет 3D-принтеры нашли применение в различных отраслях: машиностроении, строительстве, архитектуре, дизайне, инженерном проектировании, медицине, кулинарии и образовании [1–3].

Образование является отраслью, вложения в которую окупаются, по большей части, только через несколько десятилетий, но использование 3D-принтеров в колледжах и университетах стран Европы, США и России уже сегодня демонстрирует положительные результаты – это и повышение интереса к учебе, ускорение усвоения нового материала, повышение самооценки, развитие фантазии и воображения, и, как следствие, увеличение числа инновационных проектов [4].

В Белорусском национальном техническом университете (БНТУ) вплотную занимаются проблемой развития и внедрения технологий 3D-печать в различные сферы отечественной промышленности, образования и науки. Так на базе БНТУ создан научный коллектив из сотрудников факультета маркетинга, менеджмента и предпринимательства, факультета информационных технологий и робототехники, а также Технопарка БНТУ «Политехник». Перед коллективом поставлены задачи: разработать, запустить в серийное производство, а также обеспечить сбыт линейки 3D-принтеров различного назначения, в том числе и 3D-принтеров для учебных заведений [5].

В настоящее время, применяются две принципиально разные технологии трехмерной печати: лазерная и струйная. Наиболее простыми и дешевыми в эксплуатации являются струйные принтеры. Проведенный анализ существующих на данный момент конструкций 3D-принтеров показал, что в качестве базовой модели, в образовательных учреждениях наиболее целесообразно использовать струйные принтеры, работающие по технологии FDM-печать (Fused Deposition Modeling) или послойного наложения расплавленной полиномиальной нити, предназначенной для печати ABS-пластиком [6–8].

Для более глубокого изучения технологии FDM-печати ABS-пластиком и анализа возможности ее применения в учебных заведениях был спроектирован лабораторный 3D-принтер. При работе принтера ABS-пластик плавится при температуре 240–248°C, что приводит к появлению в помещении неприятного запаха. Анализ выделяемых веществ был проведен при помощи газового хроматографа ФГХ-1, спектрофотометра РV 1251С, аспиратора ПУ-4Э и пробоотборного компрессора ПК-1. Пробы воздуха брались методом «максимальной разовой пробы» – максимальная концентрация определяется путем кратковременного отбора проб в непосредственной близости с источником выброса.

Результаты экспериментальных исследований и предельно допустимые концентрации (ПДК) обнаруженных веществ представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Состав проб воздуха при печати ABS-пластиком

Определяемые компоненты	Класс опасности	Содержание вещества при печати ABS-пластиком, мг/м ³	ПДК _{мр} , мг/м ³	ПДК _{сс} , мг/м ³
Формальдегид	2	1,85	0,05	0,01
Фенол	2	3,80	0,01	0,006
Ацетальдегид	3	3,50	5,0	1,0
Хлористый винил	1	8,3	5	0,5
Стирол	2	0,5	0,04	0,002

Из таблицы 1 видно, что при работе 3D-принтера на базе FDM-технологии, печатающего ABS-пластиком, содержание в воздухе вредных веществ превышает ПДК, следовательно, при использовании данного оборудования в замкнутых помещениях в образовательных учреждениях необходимо исключить возможность контакта учащихся с вредными газообразными веществами из зоны печати. Для этого было предложено оснастить принтер закрытым корпусом и фильтром воздуха. На рисунке 1 представлена доработанная модель принтера.



Рисунок 1 – Общий вид 3D-принтера с закрытым корпусом и фильтром, изготовленный БНТУ

В качестве фильтра было решено использовать воздушным угольным фильтром ВОК51.0.000–01, серийно выпускаемый Группой компаний GEFEST (РБ), т.к. активированный уголь является эффективным и доступным абсорбентом [9]. Также принтер оснащен вытяжным вентилятором марки 9225M.

Повторные замеры в пробах воздуха были проведены по аналогичной методике, с той лишь разницей, что пробы отбирались не в зоне печати, а за фильтровальной перегородкой угольного фильтра. Результаты измерений представлены на рисунке 2.

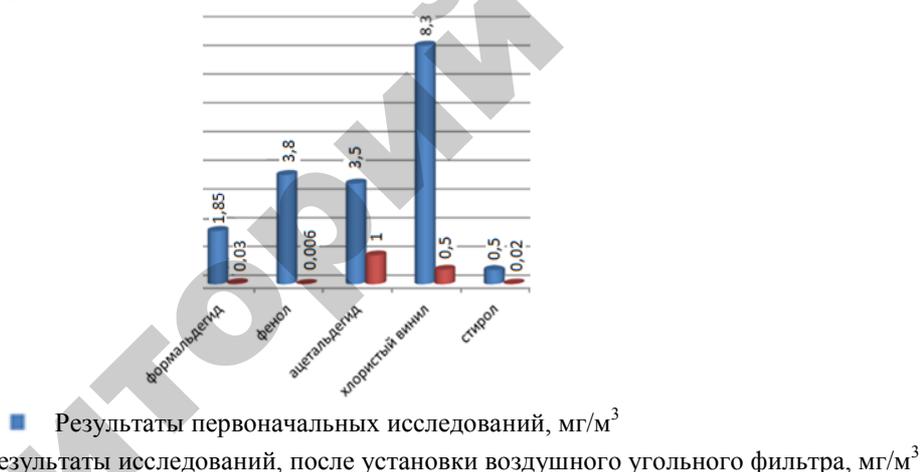


Рисунок 2 – Сравнительные результаты исследований проб воздуха

Из рисунка 2 видно, что оснащение 3D-принтера закрытым корпусом, воздушным угольным фильтром и вытяжным вентилятором, позволило значительно снизить концентрацию вредных веществ попадающих в помещение при осуществлении печати, при этом их содержание не превышает ПДК. Также установлено, что замена фильтра должна производиться не реже двух раз в год, при работе принтера 2 часа в сутки.

Таким образом, можно сделать вывод, что разработанный 3D-принтер не уступает современным мировым образцам по своим техническим характеристикам, а благодаря оснащению закрытым корпусом, воздушным угольным фильтром и вытяжным вентилятором, отвечает требованиям экологии и охраны труда, что позволяет без ограничений использовать его в учебном процессе учреждений образования. В настоящее время конструкция проходит сертификацию, ориентировочная стоимость серийного образца будет составлять 1400 бел.рублей.

Список использованной литературы

1. [электронный ресурс] – 2015 – режим доступа: http://www.nanometer.ru/3d_printer_494151.html – дата доступа: 22.10.2016
2. [электронный ресурс] – 2016 – режим доступа: <http://cosmoport.club/post/shkolnyi-3d-printer> <http://tass.ru/nauka/2384906> – дата доступа: 15.11.2016
3. Чайко, С.В. Формование шоколада методом 3D-печати / Ермаков А.И., Чайко С.В., Маркин К.В., Иванов А.В. // 10 Международная научная конференция студентов и аспирантов, тезисы докладов техника и технология пищевых производств, – г. Могилев, 2016, – с. 280.

4. [электронный ресурс] – 2015– режим доступа. 3D industry reports: Режим доступа: <https://www.wohlersassociates.com/state-of-the-industry-reports.html>. – дата доступа: 15.11.2016
5. Ермаков, А.И. Разработка конструкции 3d-принтера, печатающего пищевыми материалами / А.И. Ермаков, С.В. Чайко // Мировая экономика и бизнес-администрирование малых и средних предприятий: материалы 13-го междунар. науч. семинара, проводимого в рамках 15-ой междунар. научно-технической конференции «Наука–образованию производству, экономике, Минск, 26–28 января 2017 г. / БНТУ; редкол.: Б.М. Хрусталева [и др.]. – Минск, 2017. – С. 255–256.
6. [электронный ресурс] – 2016– режим доступа. Hornick J., Roland D. Many 3D Printing Patents Are Expiring Soon: Here’s A Round Up & Overview of Them: режим доступа: <http://3dprintingindustry.com/2013/12/29/many-3d-printing-patents-expiring-soon-heres-round-overview/>. – дата доступа: 22.11.2016
7. [электронный ресурс] – 2015– режим доступа: <http://www.rfclimat.ru/htm/cln.htm>. – дата доступа: 22.11.2016
8. [электронный ресурс]–2015–режим доступа http://www.vozduhoochistiteli.ru/universalnye/vidy_ochistiteley.html. – дата доступа: 29.11.2016
9. [электронный ресурс] – 2014 Фильтры предварительной очистки. режим доступа: <http://vozduhoochistiteli.ru/universalnye/prefiltr.html>– дата доступа: 06.12.2016

УДК 004.3

Матвеев И.П., кандидат технических наук, доцент, Костикова Т.А.
Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ДИСТАНЦИОННОГО ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ЭЛЕКТРОНИКА» СТУДЕНТАМИ ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Введение

В настоящее время в образовательном процессе всё большее внимание стало уделяться такой форме получения образования, как дистанционное обучение. Этот способ получения знаний имеет хорошие перспективы, связанные с реализацией получения образования на расстоянии. Дистанционное обучение базируется на использовании как традиционных, так и новых информационных технологий, технических средств, которые позволяют осуществлять доставку учебного материала для его самостоятельного изучения, а также диалогового обмена между преподавателями и студентами. Необходимо отметить, что процесс обучения становится независимым от пространственного расположения обучающегося и учреждения образования, а также не вписывается в конкретные, достаточно узкие временные рамки [1].

Основная часть

Одним из направлений совершенствования образовательного процесса является применение дистанционных образовательных технологий, которые подразумевают внедрение информационных и телекоммуникационных технологий при опосредованном (на расстоянии) либо частично опосредованном взаимодействии преподавателей и студентов. Основными технологиями для дистанционного обучения являются:

- CD-технология – учебные материалы предоставляются студентам на печатных и мультимедийных носителях. Она применяется в сочетании с очными формами получения знаний: лекциями, практическими и семинарскими занятиями.
- сетевая технология – все учебные материалы представлены в виде обучающих программ и электронных учебников. Возможна организация лекций и семинаров в режиме реального времени;
- телевизионно-спутниковая технология – организационно соответствует сетевой, но контакт преподавателей и студентов осуществляется посредством спутниковых каналов связи.

Сетевая технология получения образования может быть использована не только для дистанционного, но и для очного и заочного обучения. Она подразумевает использование компьютерных обучающих программ и электронных учебно-методических комплексов (ЭУМК), размещённых на интернет-серверах вуза. Через Интернет можно связаться с преподавателем, пройти как промежуточный, так и итоговый контроль знаний в виде тестов. Сетевые технологии реализуются как автономно, так и на базе информационно-образовательных сред [2]. В качестве такой среды может быть использована модульная объектно-ориентированная динамическая обучающая среда Moodle – веб-приложение, предоставляющее возможность создавать сайты для онлайн-обучения.

В рамках внедрения сетевых технологий для изучения общепрофессиональных дисциплин был разработан ЭУМК «Электроника». Дисциплина «Электроника» относится к числу наиболее важных дисциплин в подготовке современных инженеров-электриков, электро- и теплоэнергетиков, а также инженеров других технических специальностей как для промышленности, так и для сельского хозяйства.

В структуру ЭУМК «Электроника» включены разделы, соответствующие основным формам занятий дистанционного образования. Лекционные занятия в системе дистанционного обучения представляют собой набор электронных документов с необходимым теоретическим учебным материалом, который студент должен изучить самостоятельно (рисунок 1). Студенты очной и заочной форм обучения могут использовать данный материал при подготовке к промежуточному и итоговому контролю знаний, выполнению управляемой самостоятельной работы, а также лабораторных и практических работ. В структуре ЭУМК лекционные занятия представлены в теоретическом разделе.