

Заключение. Использование систем поддержки принятия решений в организации коммерческой деятельности способствует налаживанию контактов, позволяет повысить эффективность предприятия в целом и облегчить работу управляющему, повышает контроль над деятельностью за счет структурирования необходимых данных и значительно ускоряет решение намеченных целей.

Список цитируемых источников

1. *Веселов, Д. А.* Задачи систем поддержки принятия решений и преимущества их использования // Современные научные исследования и инновации. 2015. № 4. Ч. 1 [Электронный ресурс]: <http://web.snauka.ru/issues/2015/04/51717>. [Дата обращения: 07.02.2019]
2. *Ларичев, О. И.* Системы поддержки принятия решений. Современное состояние и перспективы их развития / О. И. Ларичев, А. В. Петровский // Итоги науки и техники. Сер. Техническая кибернетика. — Т. 21. М.: ВИНТИ, 1987, с. 131—164.
3. *Бондарь, И. В.* Система поддержки принятия решений по защите информации «Оазис» / И. В. Бондарь, А. В. Гуменикова, А. М. Попов // Программные продукты и системы. — 2011. — № 3.

УДК 004.356.2

А. С. Вороник, А. О. Макарушко

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ И ПРИМЕНЕНИЯ FDM-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ СОЗДАНИИ И ПРОТОТИПИРОВАНИИ 3D-ОБЪЕКТОВ

Введение. Научные и технические достижения в различных отраслях находят свое отражение и в процессе образования. Внедрение различных новинок, необходимо для поддержания процесса подготовки специалистов на современном уровне. При изучении специальных дисциплин, требующих объемного мышления зачастую, у обучаемых студентов возникают проблемы с восприятием характера работы, технологических процессов. В дальнейшем сложности с представлением приводят к непониманию обучаемым изучаемого материала. Эти проблемы связаны со сложностью представления изучаемых явлений.

Основная часть. Для формирования представления и развития объемного мышления в качестве иллюстрирующего материала прекрасно подходит использование 3D моделирования, как способ визуализации в образовании, представления различной графической информации в виде трехмерных моделей.

При проектировании моделей иногда требуется изучить разработанную модель более наглядно. При изучении специальных дисциплин, приходится разрабатывать и рассчитывать разного рода устройства и технику. После разработки и до процесса внедрения устройства необходимо создать опытную модель, которая не всегда после создания и тестов проходит контроль. Зачастую приходится сделать поправки в расчетах и создать обновленный прототип устройства, что связано с высокими затратами.

В современном мире наибольший интерес в данном направлении представляет технологии 3D моделирования. С внедрением этой технологии стало возможным воссоздание полного цикла создания какого-либо изделия. Рассмотрение его процесса на всех этапах его производства, и удешевление конечного продукта. 3D-принтер — это устройство, предназначенное для изготовления объемных фигур посредством послойного нанесения формирующего материала. При применении 3D-принтера отпадает необходимость в таком традиционном оборудовании для обработки материалов, как токарные, фрезерные, сверлильные и др. станки. В отличие от работы с традиционными инструментами, для работы на 3D-принтере необходима только знание построения изображений объекта на компьютере. Для изготовления детали на 3D-принтере требуется её графическое изображение в компьютерной программе. Поэтому от обучающегося требуется выполнить трёхмерное изображение деталей технического устройства в графическом редакторе, в соответствии с размерами, открыть построенные детали в компьютерной программе, прилагаемой производителем к 3D-принтеру, и напечатать. В дальнейшем студент из напечатанных деталей собирает искомую конструкцию технического устройства и проверяет её работоспособность. Неработоспособность конструкции, т. е. отрицательный результат проектирования, свидетельствует о неправильности проведённых расчётов или неверном выполнении графического изображения деталей.

Существует несколько видов аддитивных технологий создания 3D-объекта, один из них — это FDM-технология. Послойная печать расплавленной полимерной нитью (Fused Deposition Modeling, FDM-технология) применяется для получения единичных изделий, приближенных по своим функциональным возможностям к серийным изделиям, а также для изготовления выплавляемых форм для литья металлов. FDM-технология печати заключается в следующем: выдавливающая головка с контролируемой температурой разогревает до полужидкого состояния нити из АВС-пластика, воска или поликарбоната, и с высокой точностью подает полученный термопластичный моделирующий материал тонкими слоями на рабочую поверхность 3D-принтера. Слои наносятся друг на друга, соединяются между собой и отвердевают, постепенно формируя готовое изделие. FDM-технология была разработана в 1988 году С. Крампом.

Процесс работы созданного печатного устройства на базе FDM-технологии характеризуется последовательным выполнением следующих этапов:

1. Предварительная обработка. Программное обеспечение для подготовки к печати делит на секции и размещает файл 3D CAD, а также просчитывает путь выпрессовки термопластика и необходимого вспомогательного материала.

2. Производство. 3D-принтер нагревает термопластик до полужидкого состояния и выдавливает его крошечными каплями по пути выпрессовки. Расплавленный вязкий пластик спекается с предыдущим слоем, формируя будущий объект.

3. Постобработка. Пользователь отделяет поддержку или растворяет ее в водном растворе моющего средства, после чего деталь готова к использованию.

Основными материалами для FDM-принтеров являются пластики ABS и PLA. ABS (акрилонитрилбутадиенстирол, АБС) — это ударопрочная техническая термопластическая смола на основе сополимера акрилонитрила с бутадиеном и стиролом. Сырьем для его производства является нефть. Этот пластик непрозрачный, легко окрашивается в разные цвета.

Достоинства ABS: долговечность, ударопрочность и относительная эластичность, нетоксичность, влаго- и маслостойкость, стойкость к щелочам и кислотам, широкий диапазон эксплуатационных температур: от -40°C до $+90^{\circ}\text{C}$, у модифицированных марок до $103\text{—}113^{\circ}\text{C}$.

К достоинствам следует отнести невысокую стоимость, растворимость в ацетоне (что позволяет не только склеивать детали из ABS, но также сглаживать с помощью ацетона неровную поверхность). ABS более жесткий, чем PLA, и потому сохраняет форму при больших нагрузках.

Из недостатков надо упомянуть следующие: несовместимость с пищевыми продуктами, особенно горячими, поскольку при определенных условиях (высокой температуре) может выделять циановодород; неустойчивость к ультрафиолетовому излучению (т. е. не любит прямых солнечных лучей); термоусадка заметно выше, чем у PLA; более хрупкий, чем PLA.

Рабочая температура выше, чем у PLA, и находится в диапазоне $210\text{—}270^{\circ}\text{C}$. При работе с нитью ABS ощущается слабый запах. Кроме того, для лучшего прилипания первого слоя модели к рабочему столу требуется подогрев стола примерно до 110 градусов.

Про цену: встречаются упоминания $\$30\text{—}40$ за килограммовую катушку. Реально цены в России начинаются от 1500 (мелкий опт) до 2000 и более (розница) рублей за килограмм, если речь идет о китайских производителях. ABS-нить от известных фирм, изготовленная в США, может быть в полтора-два раза дороже.

PLA (полилактид, ПЛА) — биоразлагаемый, биосовместимый полиэфир, мономером которого является молочная кислота. Сырьем для производства служат возобновляемые ресурсы — например, кукуруза или сахарный тростник, поэтому материал является нетоксичным и может применяться для производства экологически чистой упаковки и одноразовой посуды, а также в медицине и в средствах личной гигиены.

Сразу отметим: биоразлагаемость вовсе не синоним крайней недолговечности, изделия из PLA вполне жизнеспособны. Достоинства: низкий коэффициент трения, делающий его пригодным для изготовления подшипников скольжения; малая термоусадка, особенно в сравнении с ABS; менее хрупкий и более вязкий, чем ABS: при одинаковых нагрузках скорее согнется, чем сломается. Рабочая температура ниже, чем у ABS: около $180\text{—}190^{\circ}\text{C}$. Подогрев рабочего стола не является обязательным, но желательно всё же нагревать стол до $50\text{—}60^{\circ}\text{C}$. Недостатки: один из них мы уже упомянули — меньшую, чем у ABS, долговечность. Кроме того, PLA более гигроскопичен, и даже при хранении требует соблюдения режима влажности, иначе может начаться расслоение материала и появление в нем пузырьков, что приведет к дефектам при изготовлении модели. К тому же PLA зачастую немного дороже ABS, хотя цена сильно зависит от производителя и продавца.

Ацетон практически не оказывает воздействия на PLA, его приходится склеивать и обрабатывать дихлорэтаном, хлороформом или другими хлорированными углеводородами, что требует повышенных мер безопасности при работе (но, конечно, и ацетон в этом плане не подарок).

3D-принтеры в образовании — это отличная возможность для развития пространственного мышления и творческих навыков. Практическое моделирование кардинально меняет представление о различных предметах и делает более доступным и понятным процесс обучения таким наукам, как программирование, дизайн, физика, математика, естествознание. Кроме того, создание чего-либо своими руками поможет переступить порог привычного для нашего общества пассивного потребления типовых товаров к воплощению своих идей в реальность. Помимо творческого развития можно получить практический опыт в прототипировании.

Наглядность — неоспоримое преимущество 3D печати. Можно сделать вывод, что применение 3D-технологий на занятиях по техническим дисциплинам позволяет студентам развивать образное мышление. Восприятие трёхмерной модели становится доступнее, когда они держат её в руках, и через тактильные ощущения происходит восприятие формы и размеров предмета.

Заключение. В недалёкой перспективе 3D-печать может заменить в значительной степени традиционные технологии изготовления изделий из конструкционных материалов. Таким образом, процесс создания и изготовления трёхмерных моделей с применением 3D-принтеров становится простым и доступным каждому, что поднимает преподавание технических дисциплин на качественно новый уровень.

Для инженера 3D-принтер — это возможность наглядно увидеть то что он проектирует. В теории не всегда сможешь обнаружить изъяны изделия, а модель, сделанная на принтере, покажет какая ошибка допущена, и можно своевременно ее исправить. Принтер поможет студентам развить свои творческие способности и придумать что-то новое чего не было раньше. В перспективе 3D-принтер отлично подойдет для подготовки квалифицированных специалистов.