

2. Зубчанинов В.Г., Алексеев А.А., Гулятьев В.И. Численное моделирование и построение образа процесса упругопластического деформирования стали по сложным плоским окружным траекториям // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. Серия: Механика предельного состояния. 2015. № 4 (26). С. 39-49.
3. Зубчанинов В.Г., Алексеев А.А., Гулятьев В.И. Численное моделирование процессов сложного упругопластического деформирования стали по двузвенным ломаными траекториям // Проблемы прочности и пластичности, 2014. Вып. 76. Ч. 1. С. 18-25.

## 4.9 Аддитивные технологии

УДК 004.9:378

### ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

*Луцейкович В.И., научный руководитель центра прототипирования*

*Витебский государственный технологический университет,*

*г. Витебск, Республика Беларусь*

Реферат. Аддитивные технологии в последние годы развиваются очень быстрыми темпами и активно внедряются в различные сферы современной жизни. Благодаря своим возможностям, они обладают большим потенциалом для их внедрения в образовательный процесс учебных заведений. Данные технологии могут не только стать в будущем предметом изучения, но и способствовать появлению новых форм и методов обучения, научно-исследовательских работ, развитию новых компетенций студентов и преподавателей.

Ключевые слова: высшее образование; информационные технологии; технологии быстрого прототипирования; трехмерная печать; трехмерное моделирование; организация учебного процесса; повышение качества образования; образовательные программы; компетенции преподавателей; формы обучения; методика преподавания.

Аддитивные технологии в последние годы развиваются очень быстрыми темпами и активно внедряются во многие сферы современной жизни. Благодаря своим особенностям, они обладают большим потенциалом для их внедрения и в образовательный процесс учебных заведений всех уровней образования. Аддитивные технологии могут не только стать в будущем предметом изучения, но и способствовать появлению новых форм обучения, исследовательских методик, повышению мотивации, развитию новых компетенций студентов и преподавателей.

Использование технологий быстрого прототипирования в образовательном процессе ВУЗа может позволить решать целый класс как образовательных так и исследовательских задач. При этом преподавательский состав должен разрабатывать методики применения данной технологии в зависимости от поставленных задач преподаваемого курса, для чего необходимы базовые навыки в области получения и создания виртуальных моделей и использования соответствующего оборудования [1].

Если обратить внимание на процесс представления графической информации, то сегодня трехмерное моделирование уже не является новинкой, но еще несколько лет назад шли споры среди преподавателей нужна ли эта технология, и как её использовать. Преподаватели-реформаторы показали и доказали нужность и эффективность данного направления визуализации. Теперь педагогам приходится разрабатывать и реализовывать различные технологии применения 3D-моделей и 3D-прототипирования объектов в образовательном процессе.

Поскольку в настоящее время компетенции в области современных программ CAD, в которых реализованы методики описания формы и размеров изделий в виде твердотельных параметризованных геометрических моделей, становятся фундаментом инженерной деятельности, представляется вполне логичным внедрение трехмерной печати в курсе инженерной графики, что мы и успешно реализуем.

На сегодняшний день существуют проекты по оснащению устройствами быстрого

прототипирования образовательных учреждений. Широкое применение они могут найти в ВУЗе, где учебная деятельность тесно переплетается с исследовательской. Использование современного оборудования может значительно повысить мотивацию студентов, дать возможность получать им объекты или методы исследований, которые были не доступны ранее. Лучше один раз подержать в руках настоящую модель, чем сто раз увидеть ее на экране компьютера. Это действительно колоссальный эффект, когда смоделированный на компьютере предмет через небольшой промежуток времени оказывается у студента в руках. Для этого необходимо, чтобы данная технология была интегрирована непосредственно в учебный процесс, а преподаватели обладали необходимыми знаниями и навыками.

Проведение семинаров на первом этапе имеет большое значение, т.к. большинство преподавателей и студентов имеет лишь поверхностное представление о технологиях 3D-прототипирования. Поэтому на данном этапе важна демонстрация технических возможностей технологии 3D-печати и областей применения в различных сферах. Несмотря на специфику 3D-печати и частые ассоциации ее с инженерными разработками, следует отметить, что данная технология имеет на сегодняшний день очень большой потенциал и позволяет решать широкий спектр образовательных задач. Кроме того, в тех областях, где ранее никогда не применялись аналогичные технологии, может произойти качественный скачок, который приведет к новым подходам и методам исследований. Поэтому технология в целом имеет не узкую направленность, а может быть внедрена в учебный и исследовательские процессы вуза любых направлений подготовки.

Прежде всего следует отметить, что сама технология может выступать в качестве объекта изучения, благодаря чему студенты получают необходимые компетенции в области работы с новым оборудованием и программным обеспечением, которые могут быть востребованы работодателями у выпускников и которые могут повысить их шансы при трудоустройстве.

Возможно пересмотреть задание производственных практик. Сформулировать тему практики как производственно-ориентированную с применением аддитивных технологий. Это позволит донести до предприятий новые технологии имеющиеся в университете, заинтересовать предприятия в использовании данного оборудования и создать нам рекламу. При успешном выполнении определенной работы задание практики может вылиться в дипломный проект.

Технологии быстрого прототипирования могут выступать в качестве инструмента научно-исследовательской деятельности в очень широких областях, связанных с инженерными разработкой и дизайнерскими проектами. Налаживание связи с другими вузами в этом направлении позволит обмениваться опытом на конференциях различного уровня.

Самое широкое применение 3D-печать в контексте проводимой исследовательской деятельности, несомненно, имеет в инженерном образовании и подготовке инженерных кадров. Сюда можно отнести моделирование в различных областях, разработку механизмов и их частей, исследование физических процессов, автоматизацию лабораторного эксперимента и т.п.

Особенно следует выделить такое направление как «робототехника», ставшее одним из наиболее популярных как в техническом творчестве, так и в различных областях исследований. Благодаря технологиям 3D-прототипирования, значительное место в будущем отводится робототехнике. Концепция предполагает более творческий подход в разработке собственных идей и реализацию механических составляющих, чем те, что предлагаются в готовых робототехнических конструкторах.

Создание наглядных материалов с помощью 3D-печати может повысить качество образовательного процесса. Зачастую трехмерная модель может быть гораздо понятнее даже 3D-модели, кроме того, данная модель может иметь подвижные или съемные части.

Следующий этап подразумевает более подробное знакомство с технологиями 3D-прототипирования для преподавателей, проявивших интерес и желающих включить их в свой. Она предусматривает три основных составляющих: работа с персональным печатающим устройством, основы создания цифровых трехмерных моделей на основе редакторов и с помощью 3D-сканирования. Важно отметить, что программа основана на открытом и лицензионном программном обеспечении и позволит преподавателям научиться быстро разрабатывать и внедрять собственный образовательный контент. Такой подход не требует дополнительных финансовых затрат, особенно учитывая, что современные программные продукты фирм Autodesk и АСКОН имеют развитые сервисы для моделирования, хранения и обмена цифровыми моделями.

На третьем этапе преподаватели самостоятельно разрабатывают свои комплекты

методических материалов по использованию разработанных учебных или наглядных пособий, организации выполнения курсовых, групповых или самостоятельных работ. В последнем случае необходимо отвести необходимое число часов в учебной программе учащимся по получению необходимых навыков для успешной реализации проекта

На последних этапах оценка эффективности разработанных материалов или методик может быть проведена на основе успеваемости или анкетирования учащихся с помощью соответствующих экспертов в вузе, и, в случае положительных рекомендаций, данные методики могут быть реализованы в необходимой форме. Предполагается, что форма представления материалов, их размещения, форматы проведения экспертиз и оценки полученных методик будут разработаны в ходе проводимого исследования после реализации третьего этапа по внедрению соответствующих программ повышения квалификации для преподавателей и курсов по выбору для учащихся.

Таким образом, опираясь на вышесказанное, можно заявить, что у преподавателей нашего вуза есть реальная возможность обновить свои курсы, внести в них инновационные методы обучения. Нам это видится в преподавании дисциплин выпускающих кафедр инженерного и дизайнерского профиля. По мере накопления наработок к данной проблеме обязательно должна подключиться кафедра технического регулирования и товароведения. На данном этапе очень важно не упустить представленную возможность и занять лидирующую позицию на рынке образовательных услуг. Это повысит конкурентоспособность наших выпускников и как следствие престиж университета.

С 2017 года в нашем университете открывается новая специальность «Производство изделий на основе трехмерных технологий», в которой в полной мере будет задействована по учебному плану аддитивные технологии. Но и «старые» специальности не должны оставаться в стороне от этих современных технологий. Предлагаем преподавателям энтузиастам вводить в свои курсы применение прототипирования.

Технология 3D-печати может стать еще одной информационной технологий, которая может внести значительные изменения в образовательный процесс, привести к появлению новых форм обучения через вовлечение учащихся в проектную деятельность, повышению мотивации, формированию новых компетенций выпускников и преподавателей, развитию новых исследовательских методов и технологий.

#### Список использованных источников

1. Заседатель В.С. Образовательный потенциал технологий быстрого прототипирования // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 7, №5 (2015) <http://naukovedenie.ru/PDF/220PVN515.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/220PVN515.

УДК 004.925.84 : 655.222.343

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ 3D-ПЕЧАТИ НА ТЕСТОВЫХ МОДЕЛЯХ

*Голубев А.Н., ст. преп., Быковский Д.И., студ.*

*Витебский государственный технологический университет,*

*г. Витебск, Республика Беларусь*

Реферат. *Статья посвящена исследованию влияния различных параметров на точность изделий, полученных на 3D-принтере. Изучалось влияние геометрии 3D-модели и настроек печати принтера Flashforge Finder на погрешности размеров и искажения формы распечатанных изделий. Выявлены ограничения на возможность распечатки изделий с мелкими элементами, исследовано влияние настроек программного обеспечения принтера на точность печати.*

Ключевые слова: 3D-принтер, 3D-печать, аддитивные технологии, точность 3D-печати, тестовые модели для 3D-принтера.

3D-принтер – это периферийное устройство, использующее метод послойного создания физического объекта по цифровой 3D-модели. 3D-печать может осуществляться разными способами и с использованием различных материалов, но в основе любого из них лежит принцип послойного создания (выращивания) твердого объекта [1].