

## **ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧИХ МЕСТ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ПО 3D ПРОТОТИПИРОВАНИЮ В РАМКАХ ДИСЦИПЛИНЫ «ИНЖЕНЕРНОЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»**

**Д. Т. Мусин**, канд. техн. наук

*Казанский государственный энергетический университет, г. Казань,  
Российская Федерация*

Ключевые слова: инженерная графика, 3D-моделирование, 3D-печать, геометро-графическая подготовка, лабораторная работа.

В статье рассматривается вопрос внедрения ознакомления с аддитивными технологиями 3D-прототипирования в учебный процесс дисциплины «Инженерное геометрическое моделирование». Анализируются решения по оснащению лаборатории оборудованием и организации занятий.

Подготовка современного специалиста предполагает формирование у него широкого спектра знаний и умений в сфере применения современных технологий и, в особенности, новых технологий, так или иначе связанных с актуальным трендом на всеобщую цифровизацию [1]. Инструменты и средства выполнения, хранения и применения документации, числовое программное управление обрабатывающими станками и комплексами, виртуальные модели предприятий – все это удобные инструменты повышения эффективности и качества производства, но, вместе с тем, и причины повышения требований к компетенциям будущего специалиста.

Углубление геометро-графической подготовки будущего инженера [2] в рамках дисциплины «Инженерное геометрическое моделирование» на кафедре «Инженерная графика» КГЭУ потребовало охватить в процессе обучения большой сегмент жизненного цикла изделия. Внедрение в процесс обучения ознакомления с работой 3D-принтеров позволило получать реальное воплощение изделий, смоделированных обучаемыми в системе трехмерного твердотельного и поверхностного моделирования Inventor. Аддитивные технологии предоставляют возможность бюджетного варианта реализации проектов в рамках учебного заведения. Таким образом, принятое решение позволяет как получать твердую копию цифровой модели, так и ознакомиться с перспективными технологиями конкретно 3D-печати.

После анализа рынка 3D-оборудования для оснащения лаборатории была выбрана доступная модель Creality Ender-3 Pro, выполненная по уже показавшей свою надежность конструктивной схеме (рисунок 1) [3].

Есть и недостатки в базовой комплектации данной модели, к сожалению, отсутствует термобокс, наличие которого весьма желательно в случае применения филамента из материала с высокой степенью усадки, особенно при печати объемных моделей. Однако, исходя из санитарно-гигиенических

требований, в качестве материала печати было решено отказаться от применения ABS-пластиков, при нагреве которых выделяются токсичные пары акрилонитрила, в пользу PLA, являющегося экологичным полимером молочной кислоты. Кроме того, печать больших форм во временных рамках одного занятия нереальна, поэтому проблема отсутствия кожуха оказалась не актуальной. К тому же отсутствие дополнительного ограждения обеспечивает достаточный обзор и наглядность самого процесса печати даже при работе нескольких человек на одном рабочем месте.



Рисунок 1 – 3D-принтер Ender-3 Pro

Известная проблема относительно низкой скорости работы 3D-принтеров создавала организационные проблемы при согласовании времени прототипирования модели с графиком учебного процесса. Для изучения возможности вписать время, необходимое на ознакомление обучающихся с документацией, оборудованием и особенностями работы на нем, и время самой печати в рамки учебного занятия, потребовались дополнительные исследования. Студентами, входящими в СКБ «ЭнергоСАД», которое было организовано на кафедре, была произведена серия экспериментальных распечаток с последующим анализом влияния скорости печати на их качество. В результате было принято несколько важных решений:

- установлена максимальная скорость работы при приемлемом качестве печати на данном конкретном оборудовании;
- принято решение о масштабировании распечатываемых моделей с целью сокращения времени их печати до 30 минут при одновременном сохранении наглядности полученного результата.

С учетом имеющихся возможностей и оптимальной производительности оборудования в лаборатории было организовано восемь рабочих мест. Это позволило проводить ознакомительные занятия в учебных группах за два академических часа (одну учебную пару) с индивидуальной работой на каждом рабочем месте. Предварительно в компьютерном классе производится подготовка к 3D-печати файлов моделей и преобразование их в формат STL [4].

### Список литературы

1. **Рукавишников, В. А.** Цифровая экономика – новый базис профессионального образования / В. А. Рукавишников, Д. В. Хамитова, М. О. Уткин // Актуальные задачи и пути их решения в области кадрового обеспечения электро- и теплоэнергетики: сб. тр. II Всеросс. науч.-практ. конф., Москва, 17–19 окт. 2018. – М. : ООО «Центр полиграфических услуг «Радуга», 2018. – С. 53–54.
2. **Рукавишников, В. А.** Базовая геометро-графическая подготовка специалистов в области техники и технологии: монография / В. А. Рукавишников, Е. В. Усанова. – Казань : Казан. гос. энерг. ун-т, 2018. – 126 с.
3. Цветной мир : Обзор 3D-принтера Ender 3 [Электронный ресурс]. – Москва, 2019. – Режим доступа: <https://cvetmir3d.ru/blog/3d-obzory/obzor-3d-printera-ender3/>. – Дата обращения 01.03.2022.
4. **Гибсон, Я.** Технологии аддитивного производства. Трехмерная печать, быстрое прототипирование и прямое цифровое производство: монография / Я. Гибсон, Д. Розен, Б. Стакер. – М. : Техносфера, 2016. – 656 с.

УДК 378

## ЭФФЕКТИВНЫЕ ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ АРХИТЕКТУРНОГО НАПРАВЛЕНИЯ

**С. А. Нефедова**, старший преподаватель

*Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), г. Новосибирск, Российская Федерация*

Ключевые слова: эффективные педагогические технологии формирования, профессиональные компетенции, образовательный процесс, профессиональная деятельность.

В статье представлен процесс формирования технологий педагогических компетенций, основанный на профессиональных требованиях, предъявляемых работодателем к специалисту в подготовке студентов архитектурного направления.

В настоящее время в условиях современного высшего образования ведется поиск новых форм развития, эффективных педагогических технологий формирования профессиональных компетенций. Этот поиск сопровождается переоценкой накопленного отечественного опыта, педагогических и методологических технологий, что, в свою очередь, влечет и переподготовку педагогов профессионального образования, готовых анализировать и меняться,