

УДК 378

## ВНЕДРЕНИЕ В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ТЕХНОЛОГИЙ БЫСТРОГО ПРОТОТИПИРОВАНИЯ

**Чернышов Е.А., Решетов В.А., Романов А.Д.**

*Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,  
Нижний Новгород, e-mail: taep@nntu.nnov.ru*

При практической реализации практико-ориентированного подхода к подготовке востребованных промышленностью инженерных кадров необходимо проведение определенной модернизации инфраструктуры образовательного процесса. Эта модернизация должна быть направлена на предоставление каждому студенту оперативного доступа к современным базам знаний, технологиям, достижениям в области науки и техники. В статье представлен опыт Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева по разработке и внедрению лаборатории быстрого прототипирования, робототехники и образовательных программ, обеспечивающих доступ к научно-образовательным ресурсам, в том числе, к уникальному оборудованию и программным системам.

**Ключевые слова:** обучение, студент, новые технологии, быстрое прототипирование

## INTRODUCTION IN EDUCATIONAL PROCESS OF TRAINING OF TECHNOLOGIES OF FAST PROTOTYPING

**Chernyshov E.A., Reshetov V.A., Romanov A.D.**

*The Nizhny Novgorod state technical university of R.E. Alekseev, Nizhny Novgorod,  
e-mail: taep@nntu.nnov.ru*

At practical realization of the praktiko-focused approach to preparation of the engineering shots demanded by the industry carrying out a certain modernization of infrastructure of educational process is necessary. This modernization has to be directed on granting to each student of quick access to modern knowledge bases, technologies, achievements in the field of science and equipment. Experience of the Nizhny Novgorod state technical university is presented in article of R.E. Alekseev on development and deployment of laboratory of fast prototyping, a robotics and the educational programs providing access to scientific and educational resources, including, to the unique equipment and program systems.

**Keywords:** training, student, new technologies, fast prototyping

Наметившийся в последнее десятилетие устойчивый рост объема промышленного производства, исследований и разработок обнажил чрезвычайно острый дефицит высококвалифицированных специалистов, владеющих современными технологиями, способных разрабатывать и внедрять конкурентоспособную технику и технологии, ориентированных на инновационную профессиональную деятельность в условиях рыночной экономики. Необеспеченность квалифицированными кадрами сегодня является одним из главных препятствий в развитии приоритетных отраслей экономики страны. Основным противоречием российского высшего технического образования сегодня является несоответствие профессиональных компетенций, приобретаемых выпускниками технических вузов в процессе обучения, возросшим требованиям высокотехнологичных предприятий, проектных и научных организаций. В результате при достаточно большом и часто избыточном количестве выпускников инженерных специальностей и специальностей спрос со стороны бизнеса на высококачественных специалистов далеко не удовлетворен. В условиях современного высокотехнологичного производства с каждым годом все более возрастают требования к уровню профессиональ-

ной подготовки инженерно-технических кадров. Сегодня инженер, занятый в сфере машиностроительного производства, должен знать и уметь использовать различные средства оснащения технологических процессов. Современное инженерное образование должно быть прогнозно-опережающим по отношению к динамично изменяющимся технологиям по профилю специальности. Учитывая, что в современном производстве появился термин «опережающие технологии», под которыми понимают принципиально новые технологии, обеспечивающие лидерство на мировом рынке, новое инженерное образование должно опережать «опережающие технологии».

Очень часто препятствием на пути от идеи до серийного производства высокотехнологичной продукции становится проблема изготовления предсерийного прототипа. В первую очередь эта проблема касается малых инновационных предприятий, работающих при вузах. Второй серьезной проблемой оказывается подготовка необходимой для производства изделий конструкторско-технологической документации, которая должна строго соответствовать общепринятым требованиям к таким документам. С момента создания первой лаборатории FabLab в Massachusetts Institute

of Technology по всему миру были открыты более 100 лабораторий персонального цифрового производства, объединенных единым открытым информационно-методическим пространством FabLab Network. [1, 3] Технология изготовления прототипов (Rapid Prototyping – RP) стала доступной благодаря появлению 3-D принтеров, принцип работы которых заключается в послойном формировании физической модели. Традиционный метод изготовления модели заключается в том, что модель создаётся отделением материала от заготовки, скреплением отдельных элементов модели. При этом происходит инструментальное изготовление модели – процесс трудоёмкий, медлительный при котором невозможно изготовить сложные модели. 3-D принтеры позволяют, в течение нескольких часов, изготовить геометрически сложные прототипы с внутренними элементами и движущимися частями. Процесс построения автоматизирован и позволяет получать качественные, сравнительно недорогие функциональные модели в кратчайшие сроки. CAD приложения позволяют оптимизировать модель детали и литниковой системы в целях оптимального расположения точки (точек) постановки питающей прибыли по результатам конечно-элементного моделирования процесса кристаллизации и затвердевания металла залитого в форму, геометрических характеристик питающей прибыли, определения оптимальной точки подвода литниково-питающей системы к литниковой модели, выбрать оптимальный тип литниково-питающей системы ее геометрии, технологические параметры литейной технологии (время и скорость заливки, оптимальная температура заливки и т.п.). Прикладное применение сквозного автоматизированного проектирования ADEM позволяет различными технологическими способами получать в металле базовые детали, по которым ведется преподавание объемного моделирования в той же самой конструкторско-технологической среде. Для учащихся и школьников, перспективных абитуриентов, организуются профориентационные мероприятия: экскурсии на предприятия и в образовательные учреждения, круглые столы, конференции, олимпиады, соревнования, поисковые и научные исследования.

В НГТУ на факультете материаловедения и высокотемпературных технологий создан научно исследовательский центр «Новых технологий и материалов». В составе центра созданы или планируются к созданию: лаборатория быстрого прототипирования, лаборатория робототехники, лаборатория неразрушающего контроля, НИИ проблем прочности, пластичности и предельного состояния веществ, Учебно-научный центр

ресурсосберегающих и энергоэффективных литейно металлургических технологий», а также ряда кафедр университета. Основными приоритетными направлениями работы Центра являются: разработка перспективных литейных технологий, робототехника, 3D-технологии, неразрушающий контроль, исследование усталостной прочности материалов, альтернативная энергетика и ресурсосберегающие технологии и др.

Студенты получают в ходе обучения подробную информацию об устаревших и о существующих технологиях быстрого прототипирования: технология стереолитографии (SLA), технологии SGM, SLS и FTI, технологии 3D-печати (PolyJet, MJM, DoDJet), технологии LOM и PLS. Современные тенденции развития рынка технологий быстрого прототипирования. Проходят практическое обучение по применению некоторых из существующих технологий быстрого прототипирования. В ходе курсовых работ или дипломного проектирования выполняют сквозное проектирование по схеме «идея – 3D-модель – расчет – прототип – готовое изделие». Учащиеся знакомятся с основами автоматизированных информационно-измерительных систем: датчики, исполнительные механизмы, измерительно-согласующие цепи, аналого-цифровой интерфейс, программное обеспечение, приборный и программный драйвер; аппаратными платформами автоматизации измерений и управления – NI CDAQ, NI Compact RIO; основами технологии измерений: датчики, сигналы, помехи, согласование источников сигналов с приемниками, запуск и синхронизация, точность измерения; создание измерительных приложений в среде LabVIEW, C, C++; представление данных измерения и функции обработки сигналов в среде LabVIEW; разработка систем управления в LabVIEW, систем управления с обратной связью, моделирование и реализация различных алгоритмов управления и регуляторов; управление движением на базе контроллера NI Compact RIO (шаговый и серво-привод, обратный маятник); разработка систем сбора и обработки видеозаписей в интерактивном режиме на базе систем технического зрения NI Smart Camera; создание мобильных роботов на основе унифицированного конструктора и др.

Кроме того реализуется комплексный подход к организации образовательного пространства региона, формированию системы непрерывной подготовки, развития и поддержки кадров и развитию молодежных инициатив в сфере научно-технического творчества молодежи. Основа подхода – многоуровневая система выявления и развития научно-техни-

ческого потенциала учащегося, начиная со ступеней начальной школы и, заканчивая этапом внедрения практико-ориентированных знаний и навыков в реальных секторах экономики, в частности, высокотехнологичном, наукоемком и инновационном секторе [5].

На факультете материаловедения и высокотемпературных технологий НГТУ внедряется в процесс подготовки магистров следующий технологический цикл [2].

Проектирование отливки и литниковой системы, различные CAD (низшего уровня AutoCAD, Компас, среднего SolidWorks, высшего Unigraphics, Catia), CAE (Patran, MoldFlow) и CAM (T-Flex, SolidCAM). В случае сканирования готового изделия применяется 3D сканер RangeVision или Roland.

Изготовление прототипа или пресс форм на 3D принтере с послойной печатью из материалов: uPVC (unplasticised Poly Vinyl Chloride), PP (Полипропилен), PLA (Полилактид), LDPE (Low Density Poly Ethylene), HDPE (High Density Poly Ethylene), ABS.

Изготовление восковок на оборудование собственного изготовления и стандартных термических печей.

Изготовление оболочковых форм.

Плавка в индукционных печах малой мощности и разливка цветных сплавов, в том числе с разливкой в вакууме или защитной атмосфере.

Контроль геометрии изготовленной детали с помощью 3D сканирования и анализа программного обеспечения Geomagic Qualify Probe.

Исследование внутренней структуры изделия с помощью оборудования не разрушающего контроля (дефектоскопы) и с помощью микроскопов, включая электронный.

В дальнейшем планируется установить:

1. Устройство лазерной резки
2. Режущий плоттер для гибких материалов
3. Установку дегазации форм
4. Установку разливки двухкомпонентных составов
5. Трёхосевой фрезерный станок
6. Настольную гравировально-фрезерную машину высокой точности

Указанное в статье оборудование и процессы применяются при разработке магистерских и кандидатских диссертаций студентами факультета материаловедения и высокотемпературных технологий и автомобильного института.

Одним из примеров могут служить работы выполняемые в рамках проекта Formula SAE / Formula Student по созданию гоночного автомобиля для участия в международных соревнованиях, проводимых Ассоциацией инженеров-механиков (ImechE), обществом автомобильных инженеров США (SAE) и Ассоциацией инжинирин-

га и технологий (I&T), входящие в Серию Студенческих Инженерных соревнований (Collegiate Design Series) SAE

Были выполнены следующие работы: с помощью 3D принтера изготовлены пластиковые модели дистанционного элемента подвески, коромысел задней и передней подвески, главного тормозного цилиндра тормозной системы, крепления сервопривода и др., затем были выполнены литейные формы (песчаные, а также силиконовые, для литья по выплавляемым моделям), после выполнения плавка и разливка алюминиевых сплавов, затем механическая обработка отливок.

Также изготовлены пластиковые модели элементов крепления резервуаров для тормозной жидкости, крепления кузовных панелей, заливной горловины, крышки топливного бака, крепления шланга топливного бака и др.

После окончания сборки каркаса автомобиля, планируется проведение 3D сканирования конструкций для инструментальной оценки точности сборки элементов. Затем, после проведения испытаний, будет выполнено повторное сканирование для оценки деформации конструкции после нагрузки и сопоставление с расчетными данными и определение с помощью дефектоскопа возможных трещин в конструкции.

#### Заключение

Комплексный подход с использованием современного оборудования позволяет подготовить квалифицированных специалистов для промышленности, которые на практике осваивают полный цикл изготовления сложных изделий, способных после окончания института сразу приступить к работе с современным наукоемким оборудованием и передовыми технологиями [3].

В случае заинтересованности в нашем опыте внедрения данных технологий, а также консультаций по этим вопросам, связанным с особенностями применения технологий быстрого прототипирования в литейном производстве, просим Вас связаться с нами по телефону 831-4366388, либо [fmvt@ntnu.nnov.ru](mailto:fmvt@ntnu.nnov.ru).

#### Список литературы

1. Чернышов Е.А., Сиднева Е.В. Использование информационных технологий в учебном процессе при поиске новых технических решений // Заготовительные производства в машиностроении. 2010. № 2. С. 38-41.
2. Основы проектирования литейных цехов и заводов. Учебник для вузов / Фанталов Л.Г., Кнорре Б.В., Четвертухин Л.И. – М.: Машиностроение, 1979. –376 с.
3. Чернышов Е.А. Основы инженерного творчества в дипломном проектировании и магистерских диссертациях // Международный журнал экспериментального образования. 2010. № 12. С. 72-73.
4. Чернышов Е.А., Евлампиев А.А. Об актуальности подготовки кадров для литейного производства // Современные наукоемкие технологии. 2010. № 10. С. 169-170.
5. Чернышов Е.А., Королёв А.В., Комиссаров А.Н., Шульдрин О.Ю., Евлампиев А.А. Компьютерное моделирование питания отливки через сетчатый фильтр, установленный в прибыли // Литейное производство. 2012. № 6. С. 31-33.