

Из огромного количества существующих 3D-технологий наибольшее распространение на практике получил метод «моделирование способом наплавления» (англ. *Fused Deposition Modeling*, FDM) — объект формируется путем послойной укладки расплавленной нити из плавкого рабочего материала (пластик, металл, воск). Рабочий материал подается в экструзионную головку, которая выдавливает на охлаждаемую платформу тонкую нить расплавленного материала, формируя таким образом текущий слой разрабатываемого объекта. Далее платформа опускается на толщину одного слоя, чтобы можно было нанести следующий слой.

Конструкторская простота FDM-печати стала и ее главным недостатком. Объекты на самых лучших образцах принтеров печатаются неспешно, а пластик при этом разогревается до 250 °С, что может приводить к термической неустойчивости используемого пластика.

Для исследования термической стабильности полимера применили методы термического анализа: дифференциально-термический анализ (ДТА); термогравиметрический анализ (ТГ); метод деривативной термогравиметрии (ДТГ), показывающий скорость изменения — первую производную ТГ кривой во времени или температуры.

Исследования проводили на приборе синхронного термического анализа NETZSCH STA 449 F3 на воздухе со скоростью подъема температуры 10 град/мин до 500 °С. Навеска образцов составляла 16–20 мг. Термическому анализу были подвергнуты полимерные нити: образец 1 — материал ABS (акрилонитрилбутадиенстирол) производства России; образец 2 — ABS (акрилонитрилбутадиенстирол) — Беларусь; образец 3 — SBS (сополимер стирола и бутадиена) — Россия; образец 4 — PLA (полилактид) — Испания.

Анализ кривых ДТА и ДТГ показал, что до температуры 350 °С образцы 1–3 термостойчивы, потеря массы для них наблюдается выше температуры 350 °С, что можно отнести к разрыву химических связей в полимере. Согласно кривой ДТГ потеря массы (т.е. термическое разложение) образца 4 начинается раньше уже при 300 °С и достигает максимума при 340 °С.

Итак, методом термического анализа установлено, что температура начала разложения акрилонитрилбутадиена и полилактида составляет 300 и 350 °С соответственно, что превышает рабочую температуру до 250 °С применения исследуемых полимерных материалов, поэтому можно быть уверенным в безопасности применения в 3D-технологии исследованных полимеров.

<http://edoc.bseu.by>

**Н. Н. Пунчик**  
БГЭУ (Минск)

## МНОГОУРОВНЕВАЯ КОНЦЕПЦИЯ ОБУЧЕНИЯ

Одно из главнейших противоречий в педагогической деятельности — противоречие между учебными возможностями обучаемого и тем, что от него требует программа в отведенное время. Практика показывает, что всегда есть обучаемые, для которых программные требования малы, и есть такие, для которых они велики. Как для тех и других согласовать их возможности и предъявляемые к ним требования?

Опорными для разрешения этого противоречия являются следующие положения:

- посильность базового учебного материала для всех обучаемых;
- планирование учебного материала от минимально необходимого уровня до достаточно сложного (с запасом для более сильных обучаемых);
- дифференцированный подход в изучении учебного материала для каждого обучаемого (т.е. сильные могут идти дальше, а те, кто послабее, не переходят к следующему материалу до тех пор, пока не достигнут необходимого уровня в освоении текущего);
- высокая доля самостоятельности при изучении учебного материала.

Посильность базового учебного материала для всех обучаемых обеспечивается тем, что по каждой теме при планировании изначально выделяется тот минимум знаний, умений, навыков, который необходим для изучения последующих тем. Пассивность на занятиях начинается от неудач, непонимания материала, слишком большой тяжести труда для его усвоения. Посильность (иногда и чрезмерная) ведет к росту уверенности обучаемого в своих силах, ему нравится учебный процесс и он начинает испытывать от него удовлетворение. Только после этого можно усложнять материал.

Распределение учебного материала от минимально необходимого до очень сложного (с запасом для сильных обучаемых) обеспечивается открытым сверху планированием.

Описываемый подход, в отличие от традиционного, при котором на изучение темы выделяется определенное время, а переход к следующей теме происходит независимо от того, как обучаемые усвоили материал текущей темы, предусматривает, что каждый обучаемый осваивает учебный материал в своем темпе: сильные уходят вперед, кто послабее не переходят к следующему материалу до тех пор, пока не достигнут необходимого уровня в освоении текущего.

Предлагается следующий вариант многоуровневого обучения. На первом уровне изучаются самые необходимые темы, причем по минимуму (скажем, на оценку «4–6»), втором — эти же темы углубляются и добавляются новые (до оценки «7–8»), третьем — происходит дальнейшее углубление пройденных тем и добавление новых (до оценки «8–9»), четвертом — дальнейшее углубление (спецкурсы, факультативы). При этом на следующий уровень пропускаются только те, кто успешно сдал зачет (например, коллоквиум) по текущему уровню, остальные продолжают изучать материал текущего уровня.

Представляется, что многоуровневый модульный подход облегчит планирование занятий для категорий обучаемых с разным объемом часов, например, для одних, например заочников, следует проводить обучение только на первом уровне; вторых категорий обучаемых — до второго уровня; третьих — до третьего уровня и т.д. Здесь можно поднять вопрос и об открытом сверху тематическом планировании.

Предлагаемая концепция преподавания в целом или же ее отдельные элементы могут применяться и на других дисциплинах, но с учетом специфики предмета на информатике это сделать легче.

Модульная концепция тесным образом связана с такими чертами, как гибкость и вариативность, дифференциация и индивидуализация, что создает условия для развития творческого потенциала личности, способствует повышению качественного уровня образования при минимальной затрате ресурсов на достижение оптимальных результатов.

*П. П. Сербун, канд. юрид. наук, доцент  
БГЭУ (Минск)*

## **ЦИФРОВАЯ РЕВОЛЮЦИЯ — ЭПОХА ПЕРЕМЕН**

Сегодня, чтобы достичь экономического роста — главного показателя, определяющего развитие национальной экономики, в соответствии с постулатом Четвертой промышленной революции требуется перейти на новые технологии и универсальные инновации. Это единственный шанс занять достойное место среди лидеров, которые успешно осваивают новые технологии: Швейцария, Сингапур, США, Финляндия, Германия, Япония, Гонконг, Нидерланды, Великобритания, Швеция. В регионе Ближнего Востока — Катар, Объединенные Арабские Эмираты, Саудовская Аравия, Израиль и некоторые страны других континентов.