

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДГОТОВКИ ЦЕЛЕВОГО ПЕРСОНАЛА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ САПР

© 2011 А.А.Черепашков

Самарский государственный технический университет

Поступила в редакцию 10.11.2011

В статье обсуждаются проблемы подготовки высококвалифицированных кадров для машиностроения в области использования прикладных компьютерных технологий. Предлагается и описывается новая методика оценки эффективности учебного автоматизированного проектирования.

Ключевые слова: машиностроение, автоматизированное проектирование, подготовка кадров

Как известно отечественное машиностроение в посткризисный период переживает не самые простые времена. За последние два десятилетия произошли кардинальные структурные и качественные изменения всей отрасли. В данной статье мы не будем обсуждать социально-экономические причины этой проблемной ситуации, но остановимся на некоторых технических вопросах ее решения, относящихся к компетенциям высшей школы, основной задачей которой является подготовка и переподготовка квалифицированных кадров.

Надежда на поступательное развитие и повышение конкурентоспособности машиностроения в настоящее время связывается с его модернизацией и инновациями, например за счет внедрения нанотехнологий и ряда других «прорывных» достижений науки и техники, опосредованно связанных с трибологией. К числу положительно зарекомендовавших себя новаций относятся также и новые информационные (компьютерные) технологии, стремительнорывающиеся во все сферы жизни современного человека, в том числе и в процессы материального производства и научных исследований. Так, в трибологическом центре при СамГТУ, сохраняющем многолетние славные традиции и глубокие знания тонкостей износа и восстановления механических деталей, в последние годы появились потребности в программистах и электронщиках. Действительно, большинство современных машин уже не являются чисто механическими. Они оснащаются не только электрическими приводами и электронными датчиками, но и «обрастают» процессорами, клавиатурами, джойстиками и т. п. Системы числового программного управления (ЧПУ) стали неотъемлемой частью технологического оборудования, а рядом со станками свое место прочно заняли персональные компьютеры и рабочие станции.

В течение активной профессиональной жизни всего одного поколения специалистов компьютер-

ные технологии прошли поистине гигантский путь совершенствования - от простых утилитарных расчетных программ до сложнейших автоматизированных систем (АС) различного назначения: АСУ, АСНИ, АСТПП и т. д. Особенности предметных областей знаний, нарастающая сложность специальных моделей и алгоритмов, «защитых» в расчетных и интерактивных подсистемах АС, достаточно быстро привели к неизбежной специализации, как прикладного программного обеспечения, так и целевого персонала АС.

Специфические и наиболее востребованные для машиностроения компьютерные технологии сосредоточены в современных системах автоматизированного проектирования (САПР). На западе этому термину, закрепившемуся в отечественной науке, соответствует обширная цепочка аббревиатур: CAD/CAM/CAE/CAPP/PDM, каждая из которых обозначает определенное и важное направление автоматизации конструкторско-технологической подготовки производства (КТПП).

Анализ современного состояния и перспектив машиностроения в промышленно развитых странах мира позволяет утверждать, что владение САД - технологиям (как и другими компонентами САПР из приведенного выше перечня) относится к числу важнейших компетенций современного инженера. Это подтверждается, в том числе наличием соответствующих положений и требований в отечественных образовательных стандартах нового поколения. Именно выпускники «механических» факультетов и специальностей составляют основу пользовательского (целевого) персонала САПР, которые выполняют творческую, содержательную часть процессов технической подготовки производства, определяющих сроки разработки и уровень качества новой техники и технологий машиностроения.

Многолетняя преподавательская работа со студентами и практикующими специалистами, проходящими переподготовку на курсах повышения квалификации, показывает, что для организации результативного учебного процесса по освоению новых компьютерных технологий необходимо иметь не

Черепашков Андрей Александрович, кандидат технических наук, доцент, E-mail: Cher-mail@mail.ru

только самые современные программы и технические средства промышленного назначения, но и соответствующее их уровню методическое обеспечение.

С целью методической поддержки процессов формирования знаний у студентов автором выпущен целый ряд учебных пособий, покрывающих основные теоретические разделы базового курса по САПР, которые послужили основой для комплексного учебника по прикладным компьютерным технологиям [1].

В настоящее время в ряде ведущих технических вузов достаточно хорошо отработаны методики практической подготовки по инженерному анализу (CAE-технологии), компьютерному черчению и геометрическому моделированию (составляющие основу CAD- технологий), программированию цифрового оборудования и станков с ЧПУ (САМ - технологии). Однако следует заметить, что в современных системах, внедряемых на передовых машиностроительных предприятиях, перечисленные выше информационные технологии и подсистемы тесно связаны и переплетены между собой. Так, например, с полным правом к технологическому моделированию можно отнести задачи анализа процессов литья и формообразования, осуществляемые в специализированных CAE - программах. Для проектирования технологического оснащения используются конструкторские САД-подсистемы, снабженные «технологическими» библиотеками. Электронные модели изделий (ЭМИ), созданные в САД, необходимы и для прочностных расчетов, и для разработки программ механообработки на станках с ЧПУ, традиционно относимых к САМ. В интерактивных САПР - системах (САПР ТП), широко используются готовые ЭМИ и электронные конструкторские документы (ЭКД), а также осуществляются на их базе расчеты режимов обработки и выполняются операции материального и трудового нормирования.

В данной статье обобщается опыт комплексного обучения инженеров машиностроителей прикладным компьютерным технологиям в центре компьютерного проектирования (ЦКПТМ) СамГТУ. Наличие в ЦКП-ТМ необходимого состава материальных, программных и образовательных ресурсов позволило автору реализовать предложенную ранее концепцию учебно-научного виртуального предприятия (УНВП) [2]. Виртуальное предприятие (ВП) или VE (virtual enterprise) в английском написании – это одно из новых перспективных направлений развития САПР. С образовательной точки зрения ВП может рассматриваться не только как объект, но и как эффективное средство обучения, потенциально обладающее возможностями для освоения технологий комплексной автоматизации КТПП. Следует заметить, что цели и задачи создания и использования учебных виртуальных предприятий успешно сочетаются как с хорошо известной концепцией проек-

ного обучения, так и с активно внедряемой в современную практику высшей школы парадигмой компетентностного подхода к подготовке специалистов.

Действительно, для поддержки процесса получения знаний в учебном заведении достаточно иметь относительно полную и современную библиотеку. Для приобретения умений владения прикладными программами уже требуется обязательное использование профессионального программного обеспечения и соответствующей компьютерной техники. Справедливости ради следует отметить, что задачи подготовки и переподготовки специалистов, использующих локальные технологии и процедуры САПР на выделенных автоматизированных рабочих местах, может быть успешно решена классическими методами (в рамках схемы: знания-умения-навыки).

Но при внедрении на предприятиях комплексных автоматизированных систем, курсы обучения, проведенные с использованием существующих методик и средств, не дают ожидаемых результатов. Поскольку для обеспечения целенаправленной коллективной деятельности персонала в среде автоматизированной организационно-технической системы требуются не только знания теории и навыки управления техническими и программными средствами на конкретном рабочем месте, но и более сложные образовательные компоненты, попадающие под определение инженерных компетенций.

Для получения подтверждения результативности обучения локальным компьютерным технологиям обычно используются тестовые вопросы и контрольные работы, в которых студентам предлагается решить одну или несколько частных задач по соответствующим темам курса. Но как оценить значительно более развитые и обширные компетенции в которые только в своей совокупности создают синергетический эффект от комплексного применения знаний и умений выполнения локальных проектных процедур? В данной статье описывается новая методика исследования процесса обучения персонала, проходящего подготовку автоматизированному проектированию в среде интегрированной информационной среды (ИИС).

При проведении такого исследования проблематичным представляется уже сам выбор критерия эффективности учебной проектной деятельности. Такие универсальные показатели, как цена и себестоимость изделий, используемые в деловых играх для экономистов (иногда их также именуют учебными виртуальными предприятиями или лабораториями) не совсем подходят для оценки компетенций в технике. Разумеется, грамотный конструктор или технолог должен заботиться о инженерно-экономическом обосновании своих проектов, связанных с программой производства, стоимостью сырья, кредитными ставками и пр., но в данном случае необходимо выделить и оценить обучающие функции компьютерных технологий.

В описываемой методике для оценки эффективности учебного автоматизированного проектирования предложено использовать интегральный критерий, вытекающий из определения автоматизированного проектирования как информационного процесса, приводящего к созданию полного электронного определения продукта, соответствующего уровню знаний об изделии (Knowledge about product), достаточному для его изготовления и эксплуатации (согласно международному стандарту ISO 10303).

Такой подход оценки эффективности технологий автоматизированного проектирования нашел практическое применение у ведущих разработчиков САПР. Так, например, в аналитическом обзоре, описывающем влияние различных методик автоматизированного проектирования на сроки выполнения проектов, выполненном ведущим мировым производителем САПР фирмой SPLMS [4], используются такие показатели как «Знание о конструкции» и «Свобода конструирования» [4]. Действительно, опытные преподаватели творческих технических дисциплин, к которым с полным правом относится проектная и изобретательская деятельность отмечают, что совершенство предложенных студентом проектных решений напрямую зависит от уровня его знаний о предмете, технологиях производства, методах расчета и проектирования.

В проведенном с использованием УНВП эксперименте были получены следующие графики, отражающие влияние различных методик учебного автоматизированного проектирования на процесс накопления знаний при решении комплексных учебных проектных задач (рис 1).

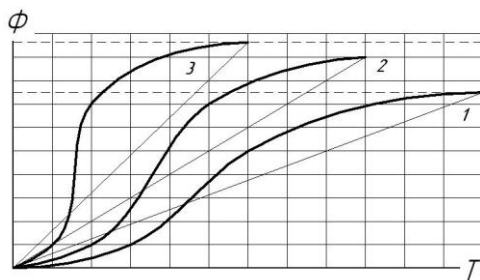


Рис. 1. Траектории формирования знаний в процессах комплексного учебного проектирования: 1- традиционная технология; 2 – автоматизированное проектирование в локальных системах; 3 - автоматизированное проектирование в интегрированной информационной среде.

Оси абсцисс на графике соответствует продолжительность (T) учебного проектирования. По оси ординат отложены значения интегрального критерия, отражающего объем и эффективность использования полученных в процессе комплексного учебного проектирования знаний $\Phi = f(\Omega, G)$, включающий как оценку полноты проработки

проекта Ω , так и достигнутой при этом эффективности конструкции G .

Комплексным проектированием мы будем называть выполнение обучаемым «сквозной» учебной работы, включающей основные этапы КТПП - информационный поиск и составлении ТЗ, эскизный, технический, рабочий проекты изделия, а также проектные процедуры технологической подготовки производства.

Под полнотой знаний об объекте проектирования Ω в данном случае понимается не механический объем переработанных данных, а только тот логически упорядоченный набор информации, связанный с системой знаний проектировщика, который результативно использован и включен в итоговый проект. В отличие от промышленности для выполнения учебного задания в УНВП начинающему проектанту необходимо не только сформировать достаточное для изготовления описание объекта, но и освоить (или закрепить) новые для него методы и средства проектирования. Этот показатель достаточно точно может быть нормирован по формальным признакам, вытекающим из ГОСТовских требований к содержанию этапов проектных работ, и представлен в процентах (или баллах) нарастающим итогом пропорционально объему выполненных проектных процедур в течение всей комплексной работы.

Критерий эффективности решения, определяющий уровень глубины знаний, в общем случае может оцениваться в процентах от показателей лучшего варианта. Или экспертно (в бальной форме) при проверке преподавателями (комиссией экспертов) обоснования принятых обучаемыми инженерных решений, которые содержатся в пояснительной записке к проекту.

Вклад каждого показателя в интегральный критерий учитывался с помощью весовых коэффициентов. С целью повышения лаконичности изложения на графике не указаны цифровые значения критериев, которые зависят от выбранной бальной системы и не влияют на обсуждаемый в данной статье качественный характер зависимостей.

В идеализированном случае, когда предполагается, что все проектные процедуры вносят одинаковый вклад в формирование знаний об изделии, траектория обучения должна быть линейной, как показано тонкими линиями на графиках. Однако в реальном проектировании скорость формирования знаний существенно меняется на различных стадиях проектных работ. На начальных стадиях прирост знаний об изделии минимален - идет накопление информации, ее переработка и осмысление. На завершающих стадиях проектирования прирост знаний также замедляется, поскольку ресурсы тратятся на трудоемкие и рутинные оформления принятых ранее проектных решений. Этим объясняется своеобразный «Лордоз» - выпуклость траектории учебного проектирования.

В случае неавтоматизированного проектирования траектория накопления знаний получается более пологой и растянутой во времени. Полнота проекта при этом существенно не страдает, но заметно снижен показатель эффективности решений по сравнению с автоматизированным проектированием. Эффективность проектных решений в случае автоматизированного проектирования получается выше за счет использования более точных, по сравнению с традиционными расчетными схемами компьютерных моделей, а также применения оптимизации и увеличения вариантности проектирования. При этом на 20-30% сокращается время выполнения новых проектов.

Выполнение учебного проектирования в ИИС показало существенный эффект сокращения временных затрат на обучение. По сравнению с неавтоматизированным проектированием сходный результат достигался за более чем в 2 раза меньший период. По сравнению с локальными методиками, при работе в ИИС наблюдается положительный эффект ускорения обучения порядка 25%. Эти достижения объясняются в том числе и тем, что информационные технологии обеспечивают многократное сокращение издержек и временных потерь при выполнении процедур поиска, обработки, обмена и хранения проектных данных.

В процессе сквозной компьютерной подготовки студенты, не только закрепляют знания и навыки,

полученные ими в курсах компьютерного цикла по локальным методам и средствам автоматизированного проектирования изделий машиностроения, но и что более важно, приобретают новые компетенции, необходимые для профессиональной деятельности работы в интегрированной информационной среде.

В том числе экспертами отмечено, что комплексное решение инженерных задач в среде УНВП позволяет обучаемым системно связывать между собой знания и умения в области прикладных компьютерных технологий с общетехническими и профессиональными отраслевыми компетенциями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Компьютерные технологии, моделирование и автоматизированные системы в машиностроении: учебник для студ. высш. учеб. Заведений / А.А.Черепашков, Н.В.Носов. – Гриф УМО АМ, Ин-фолио.- 2009. – 650 с.
2. Черепашков, А.А. Обучение автоматизированному проектированию в авторизованном учебном центре технического вуза / А.А.Черепашков // САПР и графика. - 2009. - №12.. С 88- 91
3. Черепашков, А.А. Моделирование процессов КТПП машиностроительного завода в среде учебно-научного виртуального предприятия // Известия Самарского научного центра РАН, №12, Самара 2010 - с.619-622
4. www.plm.automation.siemens.com

METHODS OF THE ESTIMATION TO EFFICIENCY OF PREPARING THE TARGET PERSONNEL MACHINE-BUILDING CAD

© 2011 Cherepashkov A.A.

Samara State Technical University (SSTU)

In article are discussed problems of preparing the skilled personnel for machine building in the field of use applied computer technology. New methods of the estimation to efficiency scholastic computer aided design are offered and described.

Key words: Machine building, Computer aided design, preparing the personnel

Cherepashkov Andrey Aleksandrovich the senior lecturer, Cand.Tech.Sci. E-mail:Cher-mail@mail.ru