

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ГРАФО-ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО САПР ПОСРЕДСТВОМ ФОРМИРОВАНИЯ КОГНИТИВНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

© 2006 А.И. Белоусов, В.И. Иващенко

Самарский государственный аэрокосмический университет

Представлены результаты исследования системы “проектант – программа – модель” на занятиях по геометрическому моделированию. Рассмотрено влияние личностных характеристик студента на качество проектного решения, получаемого в среде учебной CAD/CAM программы. Предлагаемые принципы управления качеством процесса обучения используются на факультете “Двигатели летательных аппаратов” СГАУ в сквозной многоуровневой графо-геометрической подготовке инженеров-механиков.

Свойства и взаимодействие преподавателя, студента и учебной среды являются наиболее важными факторами, определяющими эффективность педагогической системы. Для повышения уровня графо-геометрической подготовки специалистов по автоматизированному проектированию и производству в СГАУ разработана и внедрена методология, основанная на свойствах конструкторско-технологического информационного пространства. Создание плоских (2D) и объемных (3D) электронных моделей связано с взаимодействием мощных информационных потоков. Состав участников информационного обмена на практическом занятии в компьютерном классе может меняться, но наибольшее влияние на качество проектного решения оказывает вариативная подсистема “проектант – CAD/CAM программа – электронная модель”. Она испытывает влияние других элементов педагогической системы, которые включаются в работу периодически в явном или свернутом виде. В роли компонентов – аттендеров (присутствующий) внешнего окружения подсистемы “проектант – программа – модель” выступают преподаватель (мегааттендер) и методическое обеспечение (микроаттендер).

Ситуационные функции мегааттендера многозначны. Его участие на этапе формирования репродуктивного мышления может оказывать решающее влияние на уровень

представлений о геометрических образах. Кроме того, роль личности и индивидуального контакта между педагогом и учащимся в процессе обучения не подлежит сомнению [1]. Однако при увеличении степени самостоятельности в моделировании, что проявляется в большей независимости проектанта от педагога и коллег по группе, развитие креативного мышления может сдерживаться действием социальной ингибиции. По этой причине, а также, учитывая перспективную парадигму развития самообразовательных компетенций, следует принять, что преподаватель переходит из ранга аттендера в ранг участника информационной сессии систематически.

Методическое обеспечение в процессе поиска оптимального проектного решения играет очень важную роль. Проектанту необходимо приобрести некоторый запас начальных знаний о функциях графической программы, после чего он сможет осмысленно выстраивать стратегию построения любого, даже простейшего контура. Методические указания и раздаточные материалы в традиционной, бумажной, или электронной форме дополняют и отчасти заменяют пояснения педагога. Фильтрация информации, растянутое во времени, способствует ее накоплению в долговременной памяти, однако чтение инструкций на занятии снижает эффективность последнего. Поэтому в информационной сессии

целесообразно передать часть функций от универсальных методических материалов интегрированным в программную среду. Например, на свободное место рабочего поля вызываются структурированные изображения, играющие роль образцов, подсказок, технологических карт и т.п. Из этого следует, что микроаттендер может представляться подмножеством графического редактора на уровне пользовательских библиотек, например, условными изображениями узлов двигателя и их возможных комбинаций [2].

Таким образом, на нижнем, конкретно-предметном уровне наиболее существенными и потенциально эффективными, по нашему мнению, являются возможности управления качеством графо-геометрической подготовки посредством совершенствования элементов системы “проектант – программа – электронная модель”. Отметим, что свойства этих элементов обуславливают функционально-целевую направленность совершенствования кадрового, организационного, методического, технического, контингентного и социально-интеграционного компонентов педагогической системы, в качестве которой выступает графо-геометрическая подготовка.

Рассмотрим работу студента над учебной конструкторской документацией на изделие. Каждый этап работы занимает определенное время и состоит из проектной (расчетной) части и документирования результата. Учитывая специфику предметной области, ограничимся исследованием подэтапа, где учащийся должен построить электронную 2D или 3D модель, являющуюся проектным решением. Установим, что процесс исследования (документирования) геометрической модели – это предмет труда, развитие профессиональных компетенций – цель, программные и технические средства автоматизированного проектирования – орудия, а дидактические свойства CAD/CAM программы и информационной среды – это факторы, определяющие условия труда.

Компетенциями учащегося здесь называются его объективно фиксируемые способности к актуализации полученных знаний, умений и навыков, практическим результа-

том которой является проектное решение учебной задачи. Когнитивные компетенции выражаются качествами, обеспечивающими возможность непрерывного совершенствования в течение всего периода профессиональной деятельности. Они обуславливают отличие профессиональной подготовки в техническом вузе от постпрофессиональной переподготовки специалистов, заключающееся в следующем. Первая содержит не только утилитарно-предметный план (конкретные знания и навыки), но и когнитивно-личностный, направленный на формирование мотивации и умений для самостоятельного приобретения, анализа и применения новых знаний. Вторая отличается более узкой направленностью и прикладным характером целей.

Построение геометрических моделей растянуто во времени и дискретизируется линейным спектром, состоящим из элементарных действий, которые будем называть стратегиями.

На рис. 1 показан пример подэтапа, содержащего две стратегии. Представляя процесс проектирования графически, на оси абсцисс отметим моменты времени, которые соответствуют последовательной реализации частных задач. Предложенную идеализацию можно считать корректной в том смысле, что информационное пространство взаимосвязанных знаний является неким континуумом, который в зависимости от государственного образовательного стандарта, учебного плана, рабочей программы, традиций и субъективных взглядов педагога представляется дискретно, в виде спектра положений, методов и приемов, изложенных с той или иной степенью полноты.

Последовательность линий, изображающих стратегии, инвариантна, а их высота соответствует степени совершенства проектного решения по текущему i -тому действию, выраженной в процентах от эталонного представления. На оси ординат расположим “шкалу качества”, на которой будем отмечать приближение того или иного контрольного параметра к значению, признанному эталонным. Например, в момент времени t_i действительное решение A сравнивается с эталонным $S_{эi}$.

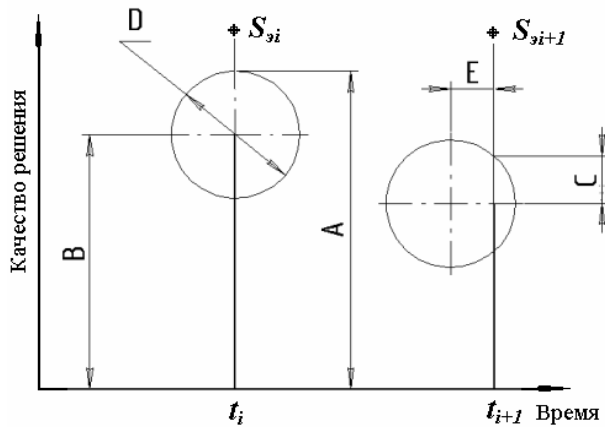


Рис. 1. Структура дискретной стратегии проектного решения

Для первого приближения исключим эвристическую составляющую и примем, что используется только инструктивный алгоритм действий, реализуемых в среде САД программы. Однако после выполнения предписаний наступает момент осмысления изученных манипуляций, когда студент (учащийся) пытается модифицировать стратегию с учетом собственных представлений о рациональном и оптимальном. Этот момент связывается с включением и активной работой внутреннего рефлексивного контура проектанта. Пусть стратегия A – это двухкомпонентный отрезок, предназначенный для оценки текущего профессионального уровня студента в координатах “время – приближение к эталону” в процессе построения им электронной геометрической модели. Первый компонент (см. отрезок B) определен а priori, одинаков для всех студентов и представлен в инструкциях. Второй компонент обусловлен креативными способностями учащегося, его собственным практическим опытом и умением обобщать частные алгоритмы. Возможное продолжение стратегии отображается совокупностью точек, принадлежащих полю креативности. Поскольку указанные выше факторы субъективны и в принципе изотропны, поле имеет форму окружности диаметром D . На графике второй компонент стратегии является хордой поля креативности (см. отрезок C) и продолжает первый. В момент времени t_i креативный компонент соответствует приросту

$$C = A - B = D/2.$$

Проектное решение признается достоверным, если выполняется условие

$$A = S_{zi} \pm \Delta D,$$

где ΔD – допустимое отклонение параметра, предназначенного для оценки i -ой стратегии.

Составляющая C зависит от того, в какой предметной области формировались представления учащегося о графических примитивах, в каких категориях он описывает формообразование, какие ассоциативные стереотипы являются доминирующими при поиске проектного решения. Исследования показывают, что наиболее успешно графические редакторы осваиваются студентами, у которых довузовская подготовка включала курс черчения, технологии или компьютерного моделирования. Причем наиболее сильный положительный эффект оказывают не информатика и черчение, а интегрированные дисциплины, включающие знакомство с технологиями автоматизированного проектирования и производства изделий. К сожалению, техническая пропедевтика остается нормой только для профильных школ. Поэтому ассоциативные стереотипы формируются на первых курсах технических вузов. С этой целью предметно-учебный материал графических дисциплин базируется на конструкторских и технологических примерах.

Из анализа рис. 1 становится понятным, что более высокое качество текущего действия (стратегии) будет достигнуто в том случае, когда поле креативности имеет больший диаметр, а ее центр располагается на линии стратегии. Прежде чем рассмотреть связь когнитивных компетенций проектанта (учащегося, студента) с размером поля креативности, покажем, что размер E может быть детерминирован.

В.Ф. Венда приводит данные о том, что зависимость качества деятельности от силы мотивации описывается правилом Фримена и законом Иеркса-Додсона. Графически ее можно изобразить \cap -образной кривой [2, с. 37]. Продолжая решение учебной задачи в индивидуальном режиме, проектант может в той или иной степени отклониться от линии инструктивной стратегии, снижая тем самым

эффективность использования объективно имеющихся знаний. Поскольку минимальное отклонение соответствует наилучшему варианту, зависимость размера E от мотивации обратна рассмотренной и отображается ИИ – образным графиком. Таким образом, существует вполне определенный, оптимальный уровень мотивации деятельности проектанта, при котором годограф оценочного параметра стратегии проходит через центр поля креативности. Снижение мотивации после выполнения предыдущих действий (стратегий) или ее чрезмерный рост, обусловленный нетерпеливым ожиданием следующих операций, приводит к большему смещению креативного поля. Отметим, что при достаточно большом смещении и малом диаметре поля внутренний контур рефлексии не задействуется, а уровень освоения проектирования соответствует механически запоминаяемой инструкции.

Креативные способности студента актуализируются в когнитивных компетенциях, обуславливающих не только умения получать завершённые решения проектных задач, но и импровизировать в пределах изученного спектра инструкций. Связь размера и положения креативного поля со свойствами личности, входящими в профессиограмму и психограмму проектанта, представлена в табл. 1.

Концептуально указанный набор требований и качеств интерпретирует идею самообучения. Она служит энергетической основой самоорганизующейся системы “потребности – мотив – возможности – результат”, которая является внутренней для студента.

Поскольку в старшем школьном возрасте поведенческая мотивация базируется на идее общения, желательно, чтобы на младших курсах ведущая деятельность вновь была бы связана с личной, глубоко осознанной заинтересованностью студента в приобретении знаний. Важным фактором является чувство удовлетворения от удачного проектного решения, которое получено в результате личного творчества, самостоятельного и не контролируемого педагогом выбора спектра стратегий, преодоления трудностей, использования собственных рассуждений и опыта.

Анализ требований профессии и психологических качеств (см. таб. 1) позволяет сделать вывод о необходимости наличия у проектанта специальных способностей. Их ведущие свойства, применяя известную методику [4, с. 154], можно представить следующим списком:

- творческое отношение к процессу моделирования, стремление применять известные знания по-своему;
- смелость в принятии решения, ответственность, умение оценивать и осознавать последствия выбранной стратегии;
- логический склад ума, умение обобщать известные данные и применять общий подход к частной задаче;
- общая техническая эрудиция, технологическая культура;
- общая информационная культура, коммуникабельность, наличие этических и волевых установок.

Таким образом, креативное поле проектанта, работающего в среде CAD/CAM программы, характеризуется наличием ведущих свойств, которые дополнены и расширены специальной конструкторско-технологической подготовкой. Дидактическое качества чертежа проявляется в том, что “символ как техническая модель позволяет в предметно-наглядной форме изобразить скрытые производственные процессы, функционирование технических объектов вне их непосредственного восприятия, в частности, в силу ограниченности органов чувств человека” [5, с. 63]. Поэтому для усиления креативного компонента необходима пропедевтика автоматизированного проектирования и производства, развивающая, в первую очередь, мышление на основе ассоциативных геометрических образов.

В порядке подведения итогов выполненного исследования можно сделать следующие выводы.

1. Анализ особенностей практического занятия в компьютерном классе позволил выявить наличие информационных потоков, циркулирующих в подсистеме “проектант – программа – электронная модель”. Наиболее эффективно преобразова-

Таблица 1. Связь параметров креативного поля проектанта с данными его профессиограммы и психограммы

Оценочные параметры стратегии	Требования профессии к проектанту (из профессиограммы)	Необходимые психологические качества проектанта (из психограммы)
Размер креативного поля ($D/2$)	Понимание логики построения модели	Логическое мышление
	Умение вести диалог с программой в интерактивном режиме	Коммуникабельность, внимание, терпеливость
	Способность быстро анализировать результат операции	Высокая скорость реакции, логическое мышление, гибкость ума
	Умение представлять совокупность отдельных операций комплексно	Организованность, логическое мышление, способность к эрудиции
Смещение креативного поля относительно инструктивной стратегии (E)	Точное выполнение инструкций	Аккуратность, внимание, ответственность
	Легкое распознавание пиктограмм на экранных кнопках	Память, внимание
	Длительное сохранение устойчивости внимания	Эмоционально-волевая самоуправляемость
	Надежное запоминание большого объема информации	Память, гибкость ума
	Хорошее запоминание геометрических образов, являющихся промежуточными результатами моделирования	Память, логическое мышление

ние знаний в навыки происходит при активизации внутреннего контура, связываемого с рефлексивным характером мыслительности обучаемого.

2. Когнитивные компетенции студента оказывают существенное влияние на эффективность графо-геометрической подготовки.

3. Дискретная стратегия состоит из инструктивной и креативной составляющих, причем влияние последней варьируется в зависимости от предшествующего опыта и пространственных стереотипов обучаемого.

4. Возможности творческого потенциала студента характеризуются полем креативности, которое зависит от ведущих свойств и может быть расширено системой специальной конструкторско-технологической подготовки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Беспалько В.П.* Основы теории педагогических систем (Проблемы и методы психологического обеспечения технических обучающих систем). Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1977.
2. *Зрелов В.А., Белоусов А.И.* Ретроспективный анализ конструктивных схем отечественных ГТД // Известия вузов. Сер. Авиационная техника. 2005. №4.
3. *Венда В.Ф.* Инженерная психология и синтез систем отображения информации. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1982.
4. *Климов Е.А.* Введение в психологию труда: М.: Культура и спорт, ЮНИТИ, 1998.
5. *Серебряный Э.Г.* Психология оперирования техническими символами (эскизами и схемами). Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 1988.

THE GRAPHIC AND GEOMETRY EDUCATION QUALITY CONTROL FOR SPECIALISTS IN CAD/CAM SYSTEMS BY MEANS OF COGNITIVE COMPETENCE FORMING

© 2006 A.I. Belousov, V.I. Ivashchenko

Samara State Aerospace University

The paper presents the results investigations of the "Designer – Program – Model" system study during the computer-aided geometric modeling lessons. The influence of students personal characteristics over the design solution quality, derived with the help of educational CAD/CAM environment is considered. The proposed principles of educational process improvements are used at "Aircraft engines" department of SSAU during the concurrent end-to-end grapho-geometric trainings of technical engineers.