

шения задачи контролируется компьютерным изображением готовой схемы, где отсутствующие элементы «включаются» соответствующими операциями. Например, при синтезе схемы средствами AutoCAD целесообразно использовать возможности создания чертежа или схемы с помощью слоёв: вес линий, цвета и т.д. Кроме того, пользователь такой системы может вносить в базу данных свои функциональные элементы целиком или фрагментарно для удобства синтеза сложных, многоступенчатых систем. К ним относятся кинематические принципиальные схемы многоосных тягачей, в том числе сочлененные, некоторых экземпляров бронетанковой техники, агрегатных и универсальных металлорежущих станков и автоматических линий. При таком методическом подходе студент уже на первых курсах при изучении инженерной графики средствами AutoCAD получает основные навыки работы с блоками и осваивает принцип создания чертежа, который является основополагающим на этапе выполнения автоматизированного проектирования по специальным дисциплинам.

## **О КОНЦЕПЦИИ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ЦИФРОВОГО ПРОТОТИПИРОВАНИЯ**

*Лодня В.А.*

*Белорусский государственный университет транспорта. г. Гомель*

Подготовка квалифицированных специалистов с высшим техническим образованием невозможна без проведения работы в области совершенствования учебного процесса преподавания различных дисциплин, в том числе и графических. Требования рынка, повышение скорости обновления технологий и усиление конкуренции обуславливают необходимость формирования новой идеологии подготовки инженерных кадров. При этом «безбумажная» графическая подготовка должна стать основой сквозной подготовки современных специалистов. Эта необходимость диктуется особенностями, присущими работе в едином информационном пространстве по выпуску технической документации, работе с базами графических данных, с параметрическими моделями и т.д. Компьютерное моделирование направлено на освобождение инженеров от выполнения рутинных и детерминированных действий, на предоставление разработчику новых творческих возможностей по трехмерному реалистичному моделированию, последующему автоматизированному построению чертежей (проекций, сечений и т.п.), поиску и разрешению конфликтов при формировании сборочных узлов, анализу конструкций и многих других действий. Безусловно, для формирования представления моделей используются методы начертательной и аналитической геометрии. Но необходимо ли сегодня изучать их в полной мере на общепрофессиональном уровне подготовки специалиста с карандашом и линейкой? Согласно существующей программе обучения студенты от выполнения этих рутинных действий не освобождаются. Положение таково, что вместо того, чтобы в процессе изучения дисциплины использовать современные компьютерные инструменты трехмерного (3D) моделирования, которое является базисом для современных технологий проектирования и анализа объектов и конструкций, предлагается изучать дисциплину на базе ручных и тру-

доемких методов. Использование же компьютерных средств графики вынесено в отдельный курс. Как результат, выпускник, подготовленный по представленной программе, не в полной мере сможет выполнять конструкторские и технологические операции с использованием компьютерных средств, а значит, будет неадекватно подготовлен к освоению конструкторских дисциплин и дисциплин специальности и не будет востребован на современном рынке труда либо заведомо соригинирован на технически отсталое производство. Существующая система инженерно-графической подготовки уже давно морально устарела. Надо отметить, что не прекращаются дискуссии на темы: «Необходима ли нам начертательная геометрия?», «Эффективна ли она в современных условиях?», «О повышении роли начертательной геометрии» и т.п. Подобные дискуссии, на мой взгляд, более нецелесообразны, т.к. не привели, несмотря на их многочисленность, к какому-либо эффективному решению. В настоящее время такая постановка вопроса – это не более чем попытка ухода от проблемы эффективного и адекватного инженерно-графического образования путем поиска способов применения отживших методов в реалиях современного образования и производства. Задачи, которые с успехом решала начертательная геометрия на протяжении последних двухсот лет, перестали быть оригинальными задачами, решаемыми только инструментарием начертательной геометрии. Так, например, метрические и позиционные задачи превратились в процедуры трехмерного моделирования и не требуют оригинального решения, тем более методами начертательной геометрии. Начертательная геометрия всего лишь метод, который больше не востребован в чистом виде. С возникновением «бесбумажной технологии» проектирования и цифрового прототипирования в прошлом остается и ее фундаментальная задача: «научить решать пространственные задачи на плоскости...». С развитием *CAD/CAM/CAE* систем становится реальностью понятие «электронная документация», одновременно развивается технология создания, хранения и документооборота в цифровом виде. Определяющим становится цифровой макет – совокупность электронных документов, описывающих изделие, его создание и обслуживание. Переход на проектирование с использованием *3D*-моделей и *PLM*-систем (*Product Lifecycle Management* – технологии управления жизненным циклом изделий) позволяет качественно улучшить уровень подготовки специалиста. Информация об объекте, содержащаяся в *PLM*-системе, является цифровым макетом этого объекта. Использование электронных макетов изделий органично вылилось в применение *CALS*-технологий (*Continuous Acquisition and Life cycle Support* – непрерывная информационная поддержка поставок и жизненного цикла).

Совершенно очевидно, что накопившиеся вопросы и противоречия требуют принятия общей концепции инженерно-графической подготовки современного инженера, отражающей современный уровень развития науки и требований высокоинтеллектуального производства. В каком содержании и формате преподавания необходима современным специалистам инженерно-графическая подготовка? Каков своеобразный производственный заказ современного производства в области инженерно-графической подготовки? Каковы минимально-достаточные знания молодого специалиста о технологиях цифрового прототипирования для эффективной инженерной деятельности и дальнейшего его развития? Все эти вопросы, как и ряд сопутствующих, все острее диктуются rea-

лиями современного производства. Необходима совместная выработка концепции инженерно-графического процесса подготовки специалистов с учетом доминирования технологий цифрового прототипирования и электронного документооборота. Дальнейший уход от данной проблемы приведет либо к копированию «внешней» модели инженерно-графической подготовки, не ориентированной на национальные особенности образования и производства, либо усугублению несоответствия содержания подготовки специалистов современным реалиям, что будет носить необратимый характер.

Целью инженерно-графической подготовки современного специалиста является формирование способностей будущих инженеров и исследователей на основе полученных знаний, осуществлять компьютерное 3D-моделирование инженерных объектов, извлекать из моделей необходимую информацию для исследования, инженерного анализа и изготовления самих объектов и конструкций, обладать знаниями в области технологии управления жизненным циклом изделий. В БелГУТе обучение 3D-моделированию ведется на базе курса машинной графики в объеме 34 часов (17 лабораторных работ), для студентов механических, электротехнических, строительных и специальностей, связанных с управлением движением на автомобильном и железнодорожном транспорте. В силу ограниченного бюджета времени данного курса и необходимостью получения практических навыков, необходимых в современной практической деятельности инженера, обучение ведется двум технологиям – созданию и работе с двухмерными изображениями (*Autodesk AutoCAD*) и методам построения и анализа цифровых моделей реальных изделий и конструкций (*Autodesk Inventor*) и технологиям работы с цифровой графической документацией. В процессе изучения курса делается упор на обучение алгоритмам машинной графики для решения конструкторских и технологических задач, также основам *CALS* – технологий. Основные проблемы при обучении студентов технологиям 3D-моделирования и электронного документооборота возникают ввиду ограниченного количества часов учебных занятий, а также ввиду некоторой автономности курса.

Данный подход при изучении машинной графики во многом позволяет ликвидировать пробелы в области изучения инженерной графики, развивать у студентов навыки реального проектирования и интегрировать их в технологии создания и анализа цифровых моделей реальных объектов, а также работе в едином информационном пространстве с учетом реалий современного производства.

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

*Марамыгина Т.А., Гиль С.В.*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск*

Применение компьютерных технологий в образовании стало социально-экономической потребностью, а графическое образование, реализуемое без применения информационных технологий, не может считаться полноценным и