

# Соотношение геометрических и технологических составляющих при обучении бакалавров геометрическому моделированию \*

*В.И. Дергунов, М.В. Лагунова, Т.В. Мошкова, М.Н. Пятницына*  
graphics@nngasu.ru

Россия, Нижегородский архитектурно-строительный университет

*Рассматриваются вопросы геометро-графической подготовки бакалавров в современных условиях. Обсуждается соотношение геометрических и инженерно-технических знаний в структуре компетентностей, формируемых в процессе обучения геометрическому моделированию.*

**Ключевые слова:** инженерная деятельность, электронная модель изделия, геометро-графическая подготовка, назначение конструктивных параметров.

## Введение

При освоении студентами основ геометрического моделирования в рамках геометро-графической подготовки наряду с изучением приемов разработки геометрии модели, актуальным является назначение атрибутов модели, одним из основных требований к которым относится необходимость и достаточность размеров для построения рабочего чертежа и изготовления изделия. Важным требованием является то, что атрибуты, обозначения и указания, определенные и/или заданные в модели и изображенные на чертеже, должны быть согласованы между собой.

Для решения такой задачи ранее как от студента, так и от преподавателя требовались не только достаточный уровень технического мышления, элементы инженерно-технических знаний, но понимание закономерностей технологических процессов, знание научно-технических основ производственного процесса относящихся к области специализации, т.е. технологические основы чертежа.

Традиционно профессиональный уровень профессорско-преподавательского состава кафедр, обеспечивающих геометро-графическую подготовку, к которой можно отнести начертательную геометрию, инженерную графику, компьютерную графику, либо интегрированные курсы, обеспечивался базовым техническим образованием, а поддержание его на должном уровне – наличием Факультетов повышения квалификации в ведущих вузах, например, МАИ.

Так в Нижнем Новгороде долгие годы в рамках Факультета повышения квалификации преподавателей геометро-графических дисциплин наряду с методикой преподавания начертательной геометрии и черчения, существовали курсы «Технологические основы чертежа», «Геометрические основы чертежа». Курс «Технологические основы чертежа» читался специалистами-производственниками

машиностроительных специальностей. Курс позволял освоить минимум необходимых понятий о различных способах обработки деталей на производстве в соответствии с существующими стандартами. Это позволяло преподавателям познакомиться с необходимыми требованиями, предъявляемыми к рабочим чертежам на стадии проектирования, в частности назначения размеров с учетом не только геометрии детали, но и с учетом системы допусков и посадок, а также технологии изготовления.

Последнее время преподавательский состав кафедр пополняется молодыми сотрудниками из числа выпускников далеко не всегда имеющих необходимый профиль образования. Недостаточная связь с производством, отсутствие системы стажировок преподавателей приводит к необходимости осваивать технологические знания самостоятельно эмпирическим путем.

Возникает вопрос, насколько такая самоподготовка преподавателя достаточна для формирования геометро-графической компетентности студентов. Кроме того, появление новых образовательных стандартов диктует не только необходимость обновления рабочих программ на основе существующих, но и приводит к необходимости переосмысления их содержательного наполнения. В связи с этим дискуссионным является соотношение геометро-графических и инженерно-технических знаний в структуре компетентностей, формируемых геометро-графической подготовкой, к которой можно отнести начертательную геометрию, инженерную графику, компьютерную графику, либо интегрированные курсы. Одним из вопросов является назначение и нанесение размеров на чертеже с геометро-графической и технологической точки зрения. Поиск ответа на этот вопрос привел к необходимости уточнения особенностей инженерной деятельности и роли инженера в современном производстве.

## Изменения функций инженера в настоящее время

Профессия инженера заключается в применении научных знаний при решении технических проблем

Работа опубликована при финансовой поддержке РФФИ, грант 16-07-20482.

производства. Состав и последовательность выполнения функций инженерной деятельности, отражающей сущность профессии, сегодня значительно изменились.

Традиционно функции инженера – анализа и технического прогнозирования, исследования, конструирования, проектирования, технологической подготовки производства, регулирования производства, эксплуатации и ремонта – были разграничены и закреплены за различными специалистами. Весьма значительной является относительно новая для инженерной деятельности функция системного проектирования, призванная придать циклу инженерных действий комплексный характер.

В постиндустриальном обществе прикладная роль научных исследований приобретает доминирующее значение, так как постиндустриальный способ производства основывается на внедрении наукоемких технических разработках и технологиях, творческой деятельности специалиста, подкрепляемой непрерывным обучением и повышением квалификации в течение всей жизни. Основным производственным ресурсом становится информация. Исходя из этого требования к компетенциям профессиональных инженеров включают необходимость обладания глубокими принципиальными знаниями и способность их использования в качестве основы для практической деятельности [1]. Кроме того, к необходимым компетенциям относят способность к постановке, исследованию и анализу комплексных инженерных задач, а также оцениванию результатов деятельности.

### **Геометрическая составляющая электронной модели изделия**

Изменения в информационном обеспечении производственных технологий, а именно переход от двумерной конструкторской документации к 3D-моделированию изделий и их компонентов в САД-системах на предприятиях привел к новому технологическому укладу, позволившему создать новую информационную среду проектирования, обеспечивающую возможность интеграции всех функций, в том числе конструкторской, проектировочной, технологической.

Интегрированная информационная среда позволяет создавать электронную модель изделия (ЭМИ), информация о которой может накапливаться, структурироваться, преобразовываться, передаваться от одного участника жизненного цикла изделия другому для выполнения инженерных функций.

ЭМИ – это набор данных, которые в совокупности определяют геометрию изделия и иные свойства, необходимые инженерам на протяжении всего жизненного цикла изделия. ЭМИ используется для

интерпретации набора данных в автоматизированных системах, для визуального отображения конструкции изделия, а также для изготовления конструкторской документации на бумажном и электронном носителях. В соответствии с ГОСТ 2.052-2006 Электронная модель изделия [2] должна содержать набор конструкторских, технологических и физических параметров, согласно ГОСТ 2.109-73 [3] необходимых для выполнения расчетов, математического моделирования, разработки технологических процессов и др.

Геометрическая и графическая информация, входящая в состав электронной модели изделия, достигает 80-90% от общего объема данных. Доминирование геометрической составляющей ЭМИ определяет содержание курсов геометро-графических дисциплин.

### **Обеспечение информационного взаимодействия конструкторской и технологической стадии разработки электронной модели**

Необходимо учесть тот факт, что в современном реальном производстве пока не всегда присутствует системное назначение конструктивно-технологических параметров деталей на этапе рабочего проектирования [4], [5].

Геометрическая модель объекта разрабатывается конструктором, назначение атрибутов в модели на этой стадии является сложной и многовариантной задачей, связанной с различными способами декомпозиции детали на конструктивно-технологические примитивы, способы получения той или иной поверхности. Назначение конструктивных параметров детали может быть не связано с технологическими особенностями и имеет субъективный характер.

На втором этапе для разработки технологических процессов изготовления и контроля реальной детали, геометрическая модель дорабатывается до геометрической модели заготовки. Как отмечают исследователи [4], [6] при рабочем проектировании остается пока не решенной проблема активного информационного взаимодействия систем «конструктор», «технолог», «метролог», технологического и метрологического сопровождения процесса проектирования. Процессы согласования происходят последовательно, растянуты во времени.

Учитывая этот факт, возникает необходимость повышения конструкторской подготовки бакалавра, т.е. смещению целей обучения к освоению методов и способов формирования геометрической модели изделия. Модель одного и того же объекта может быть создана по-разному, что определяется не только способами задания поверхностей, но и функциональными возможностями той или иной системы проектирования.

Таким образом, если раньше процесс геометрического моделирования и простановка размеров привязывалась к технологии изготовления, то сейчас обучение должно происходить на геометрических прототипах деталей.

Выбор способа получения модели и простановки размеров должен носить двухэтапный характер. Базовый этап включает параметрическое исследование геометрической модели и определение способов ее создания. На втором этапе определяются критерии эффективности конкурирующих вариантов создания модели.

Вариативность создания геометрических моделей реальных изделий и простановки размеров, основанная на технологических ограничениях, приобретает при изучении дисциплин профессионального цикла.

## Заключение

На основании сказанного можно сделать вывод, что на начальных курсах подготовки бакалавров технических направлений фундаментальность геометро-графических знаний определяет эффективность освоения содержания прикладных инженерных дисциплин. Таким образом, при изучении инженерной геометрии на первый план выходят теория параметризации и графический способ задания поверхностей.

Приобретенные навыки разработки геометрии модели – прототипа изделия, назначения атрибутов модели с параметрической точки зрения обеспечивают возможность их корректировки с учетом специализации технологических процессов изготовления, т.е. ложатся в основу технологических основ чертежа.

Такая последовательность обучения придает геометрическому моделированию комплексный характер, способна обеспечить готовность будущего инженера к системному проектированию.

## Литература

- [1] Морозов В. В., Николаенко В. И. История инженерной деятельности: Курс лекций. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2007. – 336 с.
- [2] ЕСКД. Единая система конструкторской документации. ГОСТ 2.052-2006 Электронная модель изделия. Общие положения / База нормативных документов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://russgost.ru>.
- [3] ЕСКД. Единая система конструкторской документации. ГОСТ 2.109-73 Основные требования к чертежам / База нормативных документов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://russgost.ru>.
- [4] Тесленко Е.В., Андреев В.В. Модель интеллектуальной информационной системы технологической и метрологической поддержки САД-проектирования // Прогрессивные технологии в современном машиностроении. МК-76-111: сб. ст. VII Межд. науч.-техн. конф. – Пенза, 2011. – С.74–77.
- [5] Анисин Д. А., Морозов И. В. Автоматизация проектирования технологического процесса проектирования // Труды МАИ, 2012, №51 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://mai.ru/upload/iblock/a59/avtomatizatsiya-proektirovaniya-tehnologicheskogo-protsess.pdf>
- [6] Решетников Е. В. Разработка подсистемы геометрического анализа детали // Интеллектуальные системы в производстве. 2008. №1. – С.85–87.

## Об авторах

Дергунов Валентин Иванович Кандидат технических наук, профессор кафедры инженерной геометрии, компьютерной графики и автоматизированного проектирования Нижегородского архитектурно-строительного университета.

Лагунова Марина Викторовна Доктор педагогических наук, профессор кафедры инженерной геометрии, компьютерной графики и автоматизированного проектирования Нижегородского архитектурно-строительного университета

Мошкова Татьяна Владимировна Кандидат технических наук, профессор кафедры инженерной геометрии, компьютерной графики и автоматизированного проектирования Нижегородского архитектурно-строительного университета.

Пятницына Марина Николаевна Доцент кафедры инженерной геометрии, компьютерной графики и автоматизированного проектирования Нижегородского архитектурно-строительного университета.