

4. Свирепа, Д.М. Инженерная графика: литературные источники и их роль в учебном процессе / Д.М. Свирепа, Н.Н. Гобралев, Е.В. Афонина // «Научный форум: Технические и физико-математические науки» : Сб. ст. по материалам II-ой Междунар. заочной науч.-практ. конф. – №1(2). –М.: Изд. «МНЦО», 2017. – С. 5-10.

УДК 378.

## **ТЕНДЕНЦИИ В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ И ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА**

**А.О. Горнов**, канд. техн. наук, профессор

*Казанский национальный исследовательский технический  
университет (КНИТУ-КАИ),*

*г. Казань, Российская Федерация*

**Л.А. Шацлло**, канд. техн. наук, доцент

*Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
(НИУ МЭИ), г. Москва, Российская Федерация,*

Ключевые слова: инженерное образование, тенденции, элементы инженерной деятельности, геометрические модели.

Аннотация. Анализируются современные тенденции в инженерном образовании России и их потенциальное влияние на содержание и базовые модели в рамках геометро-графической подготовки.

Консолидируя оценки и прогнозы аналитиков, а также объективные тенденции в области инженерного образования России, вытекающие из материалов конференций<sup>1\*, 2\*, 3\*</sup>, прошедших при участии Российского мониторингового комитета по инженерной педагогике (РМК IGIP), можно отметить следующее:

1. Все шире отмечается необходимость дальнейшего активного отражения в учебном процессе механизмов и связей, характерных для всего спектра современной инженерной деятельности на всех этапах жизненного цикла изделий (ЖЦИ), что уже является характерной чертой мирового инженерного образования. Заметим, что это положение шире, чем известные тезисы о широком внедрении проектных подходов. На первый план выдвигается отражение в учебном процессе специфики и

логики инженерной деятельности и деятельности вообще с элементами системного анализа задач, формулировкой цели с комплексом показателей качества, анализом прототипов решения, их целевого моделирования и выбора варианта решения (реализации) из работоспособных альтернатив. Носителями этих принципов и подходов на всех этапах обучения являются прикладные постановки, прагматически сформулированные задания, модели, отвечающие поставленной задаче, а не освоенные «впрок». Подчеркивается, что освоение элементов инженерной деятельности эффективно только в процессе такой учебной деятельности, которая аналогична ей по структуре, моделирует профессиональную деятельность, а не только выполняется на основе суммы освоенных и потенциально необходимых знаний, умений, навыков владения ими (ЗУВ).

Роль преподавателя смещается с роли транслятора знаний на роль методического «навигатора» в пространстве знаний, как в традиционной, так и более объемной и оперативно доступной форме *e*-пространства. Решая поставленные учебные задачи, обучающийся должен опираться на структурированные знания и базы данных, во многом инициативно, расширяя объемы учебного материала в самостоятельной учебной деятельности.

Постоянное расширение спектра и объема, необходимых для усвоения знаний и развития на их основе соответствующих умений, навыков владения ими предполагает и постоянную коррекцию состава, положения и объема дисциплин и их разделов в основных профессиональных образовательных программах (ОПОП). Возникает задача разработки структур ОПОП с оптимизацией междисциплинарных связей.

---

<sup>1\*</sup> 7-я Международная конференция по инженерной педагогике IGIP «Подготовка научно-педагогических кадров для технических университетов: проблемы и перспективы», Москва, МАДИ, 2017.

<sup>2\*</sup> Международная сетевая конференция «Новые стандарты и технологии инженерного образования: возможности вузов и потребности нефтехимической отрасли», СИНЕРГИЯ 2017, Казань, КНИТУ-КХТИ, 2017.

<sup>3\*</sup> Международная научно-практическая конференция «Российские традиции и современные инновации», Якутск, СВФУ им. М.К. Аммосова, 2017.

2. Признано, что такие связи обеспечиваются непосредственной (а не потенциальной) взаимной потребностью дисциплин или их разделов при постановке и решении на отдельных этапах реализации ОПОП учебных задач, моделирующих маркетинговую, эксплуатационную, проектную, конструкторскую, исследовательскую деятельность. Содержание индивидуальных учебных планов и планов специализаций опирается на прикладную ориентацию для обеспечения специальных и индивидуальных образовательных траекторий. Это, в свою очередь, предполагает большую гибкость реализации дисциплинарного знания за счет «модуляции» дисциплин. Да, при этом разрушается традиционная структура постоянных групповых учебных контингентов. Лекция в меньшей степени становится формой передачи информации, а больше формой обобщения комплекса частных прикладных аспектов дисциплинарного или междисциплинарного характера. Имеется практика формирования дисциплинарных групп по принадлежности отдельных разделов дисциплин индивидуальным планам студента или планам отдельных специализаций. Все это, децентрализуя учебный процесс, требует специального организационного и методического обеспечения. Но, при этом, полнее реализуется потенциал отдельных дисциплин, их модулей и ОПОП в целом. Инженерная подготовка трактуется не столько как процесс накопления потенциальных знаний (базы знаний), сколько как накопление навыков инженерной деятельности, формирование инженерного менталитета. А для этого важна логика и элементы учебного процесса, моделирующие различные логические и содержательные элементы современной инженерной деятельности и ее технологий. Фундаментальность же инженерной подготовки, при этом, обеспечивается фундаментальностью связей дисциплин в рамках ее структуры, периодическими «академическими» обобщениями (по мере накопления того, что надо обобщать), в том числе на завершающем этапе подготовки. Комплекс этих положений в порядке взаимодополняющих и обоснованных аргументов, более развернут и в работах [1, 2, 3, 4].

Все это в полной мере относится и к дисциплинам блока ГПП. Нет оснований полагать, что в условиях этих объективных тенденций удастся сохранить их методическую обособленность и целостность, академическую неприкосновенность. Поэтому, с позиций дисциплинарной целостности, с одной стороны, и адаптации к потребностям усиления междисциплинарных связей, изменению методологии инженерной деятельности, в частности проектно-конструкторской (ПКД) в составе ЖЦИ, возникает необходимость критического анализа отдельных разделов и подходов в дисциплинах ГПП, их состава, условий для расширения содержательных и методических внутри- и межпредметных связей традиционных и вновь привлекаемых разделов этих дисциплин, направленных на расширение общей культуры инженера.

Затронем, на наш взгляд, принципиальный для ГПП, вопрос в рамках этих тенденций.

Современные графические информационные технологии и системы геометрического 3D-моделирования стали эффективным средством решения методических задач ГПП, предполагающих коррекцию традиционного содержания, изменение методологических подходов. Действительно, с применением технологий 3D-моделирования принципиально изменилась методология проектно-конструкторской деятельности, являющаяся содержательной и методологической базой дисциплин ГПП – их целевой моделью. Традиционные и электронные формы конструкторской документации стали равносильны, при этом, электронная модель детали (ЭМД) является обязательным конструкторским документом (ГОСТ 2.052 – 2006). На основе электронной модели сборочной единицы (ЭМСЕ) утвердилась концепция PLM (Product Lifecycle Management) – сквозного сопровождения в ЖЦИ от технического предложения до утилизации. Сам процесс проектирования-конструирования из последовательного трансформировался в параллельный (Concurrent engineering, CE/PLM) со сквозной опорой на ЭМСЕ [5].

По отношению к образовательному процессу на программно-аппаратной основе 3D-моделей возникли условия для первичной опоры на естественную, более информативную и обла-

дающую большей разрешающей способностью, естественную по простоте восприятия и последующего анализа электронную модель изделия (ЭМИ). При этом, иерархия анализируемых моделей геометрии технических объектов (ТО) становится естественной – по нарастающей сложности. Обучающиеся уже более адаптированы к восприятию ЭМИ на базе, как школьной подготовки, так и на базе практики использования современных информационных технологий. Именно возможности 3D-моделей предполагают эффективность и сравнительную простоту анализа качественных и метрических характеристик геометрии технических объектов, пространственных отношений между базовыми геометрическими элементами, их декомпозиции. На их основе проще воспринимается и анализируется состав формы ТО, элементы его взаимосвязанных сплошных (или твердотельных), поверхностных, каркасных (линейных и точечных) разновидностей геометрических моделей, имеющих свое специфическое назначение и роль. Уже на начальном этапе ГПП стал возможным и продуктивным обобщенный функциональный анализ геометрии детали, с делением поверхностей по функциональному признаку на инструментальные, технологические, адаптивные, интегративные, отражающие требования стандартов, нормалей и т.п. На базе ЭМИ естественней иллюстрировать и анализировать взаимную связь элементов геометрии детали с ее функцией и наоборот [6, 8]. На этой основе можно говорить о первичном значении знаний и навыков систематического геометрического анализа по отношению к синтезу.

Традиционная основа ГПП – система проекционных 2D-изображений – совокупности проекций линейного каркаса, как способ отображения формы, для пользователя, естественно, становится вторичной. По сути это смысловое и технологическое следствие, производная, более объект анализа, чем модель и инструмент «проектно-конструкторского» синтеза, в том числе на стадии ГПП. В этом контексте она обладает принципиально ограниченной разрешающей способностью, ибо определяет координаты очерков и линий пересечения поверхностей (ребер и вершин) модели и без предшествующей или дополнительной

информации, или преобразований не позволяет исчерпывающе читать геометрию формы. А для расширения информации до адекватного прочтения формы нужен опыт (а не разовые иллюстрации) анализа 3D-моделей и их ассоциаций с 2D-проекциями, условностей изображений и размеров. Для человеческого восприятия естественно, как описано выше, начинать с анализа целого, с последующей его декомпозиции на элементы, как основы для синтеза из них нового качества. Навыки анализа и синтеза проекционных 2D-изображений необходимы, но стали более актуальны для оперативного графического диалога и набросков от руки «на бумаге» (в идеале технического рисунка), а не процесса синтеза изображений для конструкторской документации. В этом аспекте полезна практика построения вторичных косоугольных проекций, технического рисунка.

В перспективе 3D-модели, конечно, могут уступить свои преимущества скульптурным (на основе 3D-принтера или голографии) [7], когда они станут более оперативны и общедоступны для вузов. Геометрия «вместилище» других физических характеристик технического объекта и их упрощенный совместный анализ, представление и фиксация (без инженерных расчетов!) позволяет глубже усвоить сами геометрические характеристики на функциональной основе [6, 8]. Все это предполагает расширение поля методической работы на основе новых акцентов в иерархии графических моделей в ГТП.

### **Список литературы**

1. Жураковский, В.М. Современные тенденции развития инженерного образования на основе интеграции образования, науки и инноваций / В.М. Жураковский // Модернизация инженерного образования: российские традиции и современные инновации : материалы Международной научно-практической конференции. – Якутск: Издательский дом СВФУ, 2017. – С.13-27.
2. Кубрушко, П.Ф. Формирование компетенций студентов технических профилей с учетом международных стандартов : научно-информационный материал / П.Ф. Кубрушко, А.М. Любителев, Л.И. Назарова, Е.С. Кулюкина. – М.: МГАУ им. В.П. Горячкина, 2011. – 54 с.
3. Вербицкий, А.А. Контекстное обучение в компетентностном подходе / А.А. Вербицкий // Высшее образование в России. – М. – 2006. – №11. – С. 39-46.

4. Горнов, А.О. Инвариантная структура основной образовательной программы инженерной подготовки на основе логики деятельности / А.О. Горнов, В.В. Кондратьев, Л.А. Шацилло // Сборник докладов Международной сетевой конференции «Новые стандарты и технологии инженерного образования: возможности вузов и потребности нефтехимической отрасли», СИНЕРГИЯ, 2017. – Казань, КНИТУ- КХТИ, 2017. – С. 98-103.
5. Горнов, А.О. Междисциплинарный подход к инженерной подготовке на основе естественной деятельностной логики / А.О. Горнов, В.В. Кондратьев, Е.В. Усанова // Автомобиль. Дорога. Инфраструктура. – 2017. – № 1. – С. 25. Эл. издание.
6. Горнов, А.О. Системные противоречия и предпосылки инженерной геометрии в образовательном аспекте / А.О. Горнов, М.Н. Лепаров // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе в условиях ФГОС ВПО : материалы VII Международной научно-практической интернет-конференции. – Пермь: Изд-во ПермГТУ, 2017. – С.14-37.
7. Щеглов, Г.А. Обучение твердотельному геометрическому моделированию – от инженерной графики к инженерной скульптуре / Г.А. Щеглов // Труды XXI Международной научно-методической конференции «Информатизационные средства и технологии». – М: Издательский дом МЭИ, 2013. –Т.1. – С. 207-210.
8. Горнов, А.О. ГПП – состояние, тенденции, прогнозы / А.О. Горнов, Е.В. Усанова, Л.А. Шацилло // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе в условиях ФГОС ВПО : материалы III Международной научно-практической интернет-конференции. – Пермь: Изд-во ПермГТУ, 2013. – С.39-47.

УДК 378.14

## **СИСТЕМА ПРОЕКТИРОВАНИЯ NX**

**А.А. Горшкова**, ст. преподаватель

*Белорусско-Российский университет (БРУ),  
г. Могилев, Республика Беларусь*

Ключевые слова: Unigraphics, CAD/CAM/CAE – системы, твердотельное моделирование, проектирование, автоматизация, интегрирование, САПР.

Аннотация. NX Unigraphics – система автоматизированного проектирования от мирового лидера в разработке программного обеспечения Siemens PLM Software, которая обладает инструментами, позволяющими интегрировать все аспекты процессов от проектирования до производства в единое высокотехнологичное решение для создания полного цифрового макета изделия.