

## РОЛЬ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ СТУДЕНТАМИ СТРОИТЕЛЬНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЕКТИРОВАНИИ

Акулова О.А., Уласевич В.П., Шалобыта Н.Н.

*В статье рассматриваются особенности подготовки студентов строительных специальностей при изучении ими основных принципов BIM-технологий в проектировании (3D-моделирования, параметрического моделирования, а также автоматизированного получения проектной документации из трехмерной модели).*

В настоящее время технологии информационного моделирования получили широкое распространение во всем мире. И если в большом числе западных стран они стали неотъемлемой частью процесса инженерного проектирования, то в странах СНГ в общем и в Республике Беларусь в частности наблюдается заметное отставание в этой области. Тем не менее, BIM-технологии в последние годы вызывают все больший интерес строительной индустрии и поддержку государства. Это, в свою очередь, определяет ряд серьезных вызовов для научно-педагогической и инженерной общественности. Среди них можно выделить следующие:

**1. Разработка стандартов и нормативных документов.** Несмотря на то, что область применения технологий информационного моделирования неуклонно расширяется, стандартизация и нормотворчество значительно отстают от возможностей и нужд отрасли. Это, в первую очередь, связано с необходимостью создания единого, методологически и терминологически согласованного комплекса документов, требующего широкомасштабных научных исследований. Одним из важных вопросов является разработка требований к геометрическим параметрам, уровням геометрической и атрибутивной проработки компонентов информационной модели, графическому отображению, визуализации, форматам и др. В Российской Федерации в настоящее время идет активная работа над утверждением *Свода правил «Информационное моделирование в строительстве»*, создание же отечественных нормативных документов является актуальной задачей.

**2. Выбор существующих и разработка отечественных технологических платформ.** Существует большое разнообразие программного обеспечения на проектном рынке строительной отрасли (ArchiCAD, MagiCAD, Tekla Structures, Revit, Allplan, Renga (АСКОН) и др.) [1]. Каждый из продуктов имеет свои плюсы и минусы и может быть адаптирован для обучения студентов конкретных специальностей. Поэтому выделить какой-либо наиболее универсальный BIM-инструмент достаточно сложно. Тем не менее, очевидно, что наиболее развитые САПР имеют зарубежное происхождение, что снижает информационную безопасность в условиях современной мировой политической обстановки. Поэтому весьма важно создание отечественных BIM-инструментов, учитывающих особенности проектных организаций Республики Беларусь, а также

ВМ-решений для специальных проектных задач, в том числе с использованием имеющейся базы отечественных типовых решений. Это открывает широкие возможности для научных исследований в этой области.

**3. Подготовка ВМ-специалистов.** Для активного продвижения ВМ-технологий недостаточно иметь развитые САПР, необходимо наличие кадров, способных эффективно их использовать. В связи с этим актуальна разработка соответствующей системы повышения квалификации, а также подготовки специалистов в вузах.

**4. Разработка образовательных программ и новых учебных курсов.** Необходимо понимать, что суть технологий информационного моделирования заключается не в использовании современных САПР. ВМ-технологии – это совершенно новый подход к самому процессу проектирования. И несмотря на то, что переход к ВМ-проектированию – это вопрос будущего, готовить специалистов в этой области необходимо уже сегодня. Естественно, что в условиях отсутствия соответствующей нормативной базы подготовка новых образовательных стандартов затруднена. Тем не менее, необходимо внедрять в учебный процесс наиболее важные принципы и понятия новых технологий в проектировании, демонстрировать студентам потенциал современного программного обеспечения и эффективные способы его использования.

Независимо от выбора технологической платформы в основе информационного моделирования лежат принципы *3D-моделирования, параметрического моделирования*, а также *автоматизированное получение проектной документации из трехмерной модели*.

Для исследования студентами этих принципов нами были разработаны специальные лабораторные работы (с использованием системы автоматизированного проектирования AutoCAD), которые органично вплетены в учебную программу курса «Начертательная геометрия, инженерная и машинная графика», а также соответствующие методические указания.

*Геометрическое моделирование* позволяет изучать пространственные формы, отношения, закономерности и свойства объектов [2]. При этом, создание любой 3D-модели должно сводиться к реализации соответствующего геометрического аппарата. Обучение студентов целесообразно производить на простых базовых задачах с поэтапным повышением уровня сложности заданий. Выполнение одних и тех же заданий вручную и с использованием САПР демонстрирует студентам широкие возможности и преимущества последних.

Так, в первом семестре при изучении геометрического аппарата моделирования студентам предлагается построить трехмерную модель двух пересекающихся поверхностей. В задании необходимо получить ортогональные и аксонометрические проекции автоматически из 3D-модели с помощью команд Т-вид и Т-профиль. [3]. Во втором семестре предлагается выполнить трехмерные модели технических деталей и в процессе изучения темы «Простые и сложные разрезы» исследовать принципы получения видов, разрезов и сечений из 3D-модели. В третьем семестре предлагается построить уже более сложную 3D-

модель узла строительной конструкции в рамках темы «Чертежи металлических конструкций» (рис.1).

Вторым важным направлением в подготовке студентов является изучение принципов *параметрического моделирования*. В случае параметрического проектирования мы создаем математическую модель объектов с параметрами и геометрическими соотношениями, при изменении которых происходят изменения конфигурации детали, взаимные перемещения деталей в узле и т.д. Таким образом, может быть реализована одна из основных задач проектирования – оптимизация.

В настоящее время выделяют 3 класса САПР [4]:

- Легкие САПР (AutoCAD, Компас-График и др.);
- Средние САПР (Inventor, Solid Works, Solid Edge, Компас-3D и др.);
- Тяжелые САПР (REVIT, CATIA, Pro/ENGINEER, Unigraphics NX и др.).

Параметризация реализуется в каждом из классов САПР, но на различных уровнях. Поэтому студентов целесообразно обучать принципам и основным особенностям создания параметрических моделей именно на САПР легкого класса. В нашем случае это AutoCAD.

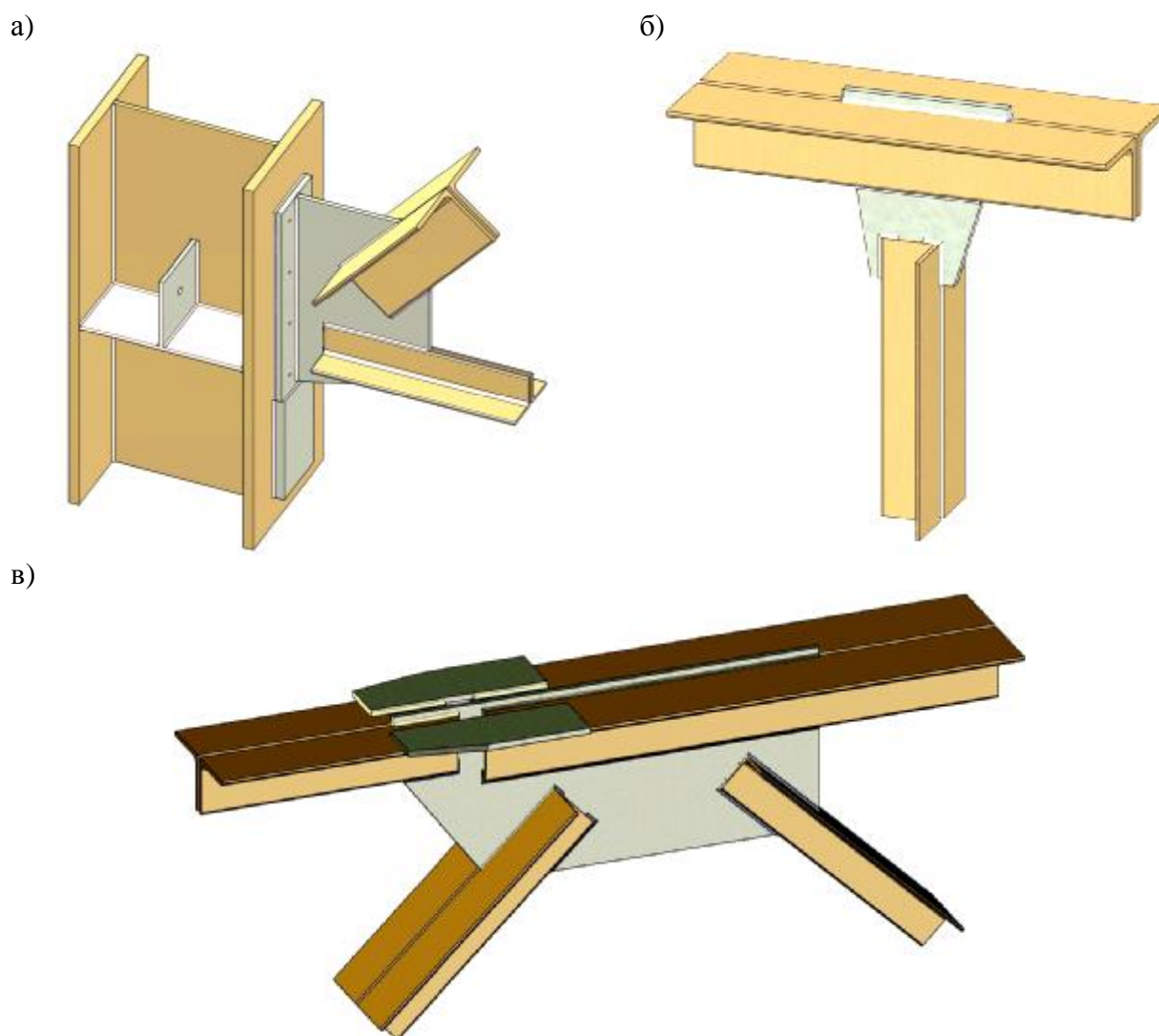
Кроме того, развитие САПР в настоящее время идет по пути использования для хранения инженерных данных не файловых структур, а стандартных баз данных SQL-типа по примеру специальных приложений типа СПДС Graphics. В результате инженерная информация становится структурированной, и управлять ею гораздо проще.

Одним из инструментов создания пользовательских баз данных является применение динамических блоков, которые представляют собой параметрические объекты. Они создаются с помощью редактора блоков, в котором добавляются параметры и операции, их образующие. При этом, параметры определяют параметрические свойства путем указания положений, расстояний и углов для геометрии в блоке. А операции определяют движение или изменение геометрии вхождения динамического блока.

Студентам в лабораторной работе предлагается разработать упрощенную параметрическую 2D модель болта со следующими варьируемыми параметрами: диаметр болта, шаг резьбы, длина болта, длина резьбы.

Следующим шагом в изучении студентами параметрического моделирования должно стать создание собственных пользовательских баз данных, а также 3D параметрических моделей.

Еще одним важным вопросом является визуализация геометрических образов моделей. Студентам в качестве лабораторной работы предлагается построить модель перспективного изображения с заданными параметрами (рис. 2, а, б), являющимися элементами перспективного аппарата проецирования (основание картины, точка зрения, высота горизонта, положение главного луча зрения, угла зрения и др.) [5].

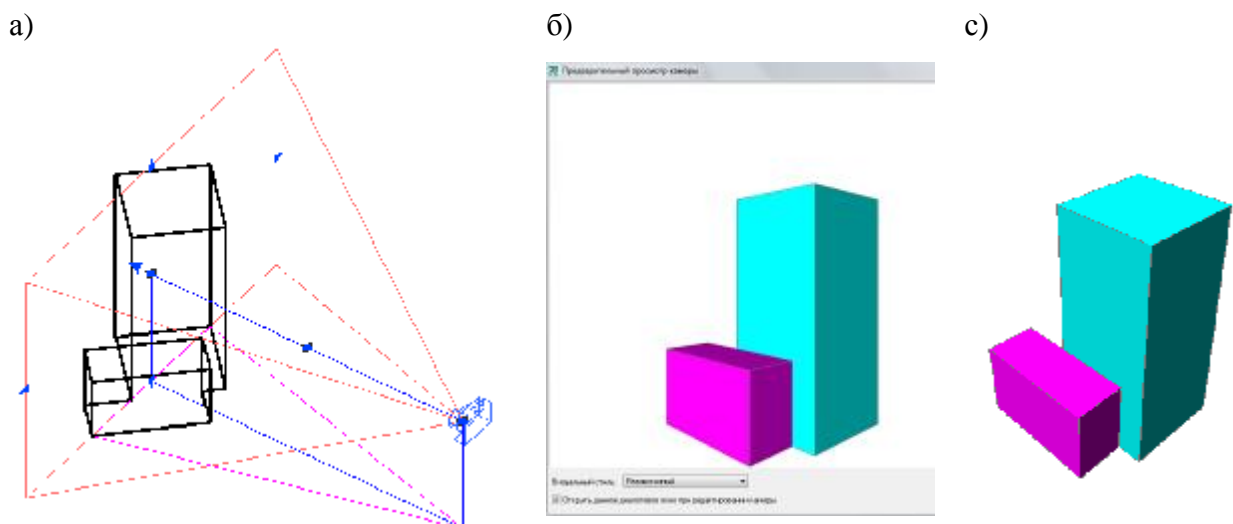


**Рисунок 1 – 3D-модели узлов металлических конструкций:**

*а) примыкание опорного узла фермы к колонне; б) узел присоединения стойки к верхнему поясу фермы; в) промежуточный узел примыкания в месте изменения сечения верхнего пояса фермы*

Такая модель позволяет всесторонне изучить влияние различных элементов аппарата на наглядность перспективного изображения (изменяя высоту точки зрения (камеры), выполнив облет камерой объекта и др.), а также на вид перспективы. Например, изменяя положение точки зрения относительно неподвижной геометрической системы, можно получить линейную перспективу с тремя точками схода параллельных прямых (рис. 2, с).

Следует отметить, что изучение студентами технологий информационного моделирования должно осуществляться на протяжении всего срока обучения в вузе и применяться на более профессиональном уровне в курсовых и дипломных проектах, а также научно-исследовательской работе. Все это требует развития межкафедральных связей и создания интегрированной информационно-образовательной среды, включающей специальные образовательные ресурсы, разработку необходимого методического обеспечения, а также учебных программ и курсов, отвечающих современным требованиям и задачам инженерной подготовки.



**Рисунок 2 - Реализация перспективного аппарата проецирования в AutoCAD:**  
*а) элементы перспективного аппарата проецирования; б) линейная перспектива с двумя точками схода; в) линейная перспектива с тремя точками схода*

В заключение хочется отметить, что современные реалии в области информационного моделирования зданий и сооружений определяют большое число сложных задач и нерешенных вопросов, но вместе с тем, открывают широкие возможности для новых научных исследований и достижений.

### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Анализ текущей ситуации на российском BIM-рынке в области гражданского строительства / Компания Нанософт // [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://habrahabr.ru/company/nanosoft/blog/276587>. – Дата доступа: 20.02.2017.
2. Гузненков, В.Н. Модель как ключевое понятие геометро-графической подготовки / В.Н. Гузненков, П.А. Журбенко // Информатизация инженерного образования : труды международной научно-методической конференции, Москва, 10–11 апреля 2012 г. / Национальный исследовательский университет «МЭИ». – Москва, 2012. – С. 29–32.
3. Якубовская, О.А. Методические указания к выполнению лабораторной работы по начертательной геометрии на тему «Моделирование задачи на пересечение поверхностей» для студентов технических специальностей // О.А. Якубовская, З.Н. Уласевич, В.П. Уласевич, Н.Н. Шалобыта. – Брест, из-во БрГТУ, 2013. – 25 с.
4. Автоматизированное проектирование средств и систем управления: курс лекций ИПК СФУ / Е.Е. Носкова, Д.В. Капулин, Ю.В. Краснобаев, С.В. Ченцов. – Красноярск, 2009 // [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: [http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/1604/u\\_lecture.pdf](http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/1604/u_lecture.pdf) – Дата доступа: 20.02.2017.
5. Якубовская, О.А. Роль и место геометрического моделирования в инженерной подготовке / О.А. Якубовская, В.П. Уласевич, З.Н. Уласевич // Инновационные технологии в инженерной графике. Проблемы и перспективы : материалы международной научно-практической конференции, Брест, 21–22 марта 2013 г. / Брест. гос. техн. ун-т ; редкол.: Базенков Т.Н. [и др.] ; под ред. Шабека Л.С. и Вольхина К.А. – Брест, 2013. – С. 107–110.