



ной модели мобильности и сравнение с представленными алгоритмами маршрутизации – поле деятельности для дальнейших исследований.

### Литература

1. Rhee I. On the Levy walk nature of human mobility / I. Rhee, M. Shin, S. Hong, K. Lee, S. Chong // Proc. IEEE INFOCOM, Phoenix, AZ, (Apr.). – 2008. – P. 924-932.
2. Lee K. Demystifying Levy Walk Patterns in Human Walks / K. Lee, S. Hong, S.J. Kim, I. Rhee, S. Chong. // Technical Report in CSC, NCSU. [Electronic resource]. – 2008. – Access mode: [https://www.csc.ncsu.edu/research/tech/reports.php/Demystifying\\_Levy\\_Walk\\_Patterns.pdf](https://www.csc.ncsu.edu/research/tech/reports.php/Demystifying_Levy_Walk_Patterns.pdf) (28.01.2017).
3. Privalov A.Yu. Hybrid Model of Human Mobility for DTN Network Simulation / A.Yu. Privalov, A.A. Tsarev // In Proceedings of 30th European Conference on Modelling and Simulation (ECMS2016), Regensburg university of applied sciences, Regensburg, Germany. – 2016. – P. 419-424.
4. Dubois-Ferriere H. Age matters: Efficient route discovery in mobile ad hoc networks using encounter ages / H. Dubois-Ferriere, M. Grossglauser, M. Vetterli // In Proc. ACM MobiHoc, Annapolis, MD. (Jun.). – 2003. – P. 257–266.
5. Privalov A.Yu. Hybrid Model of Human Mobility for DTN Network Simulation in Comparison with SLAW-type Model / A.Yu. Privalov, A.A. Tsarev // In Proceedings of 10th International Symposium on Communication Systems, Networks and Digital Signal Processing (CSNDSP16), 20-23 July 2016 in Prague, Czech Republic. [Electronic resource]. – 2016. – Access mode: <http://www.csndsp16.com/csndsp16.zip> (28.01.2017).
6. Lindgren A. Probabilistic Routing Protocol for Intermittently Connected Networks / A. Lindgren, A. Doria, E. Davies, S. Grasic // [Electronic resource]. – 2012. – Access mode: <https://tools.ietf.org/html/rfc6693> (дата обращения 28.01.2017).

Д.Э. Цыганков, А.Ф. Похилько

### ОТОБРАЖЕНИЕ СТРУКТУРЫ ПРОЕКТИРУЕМОГО ИЗДЕЛИЯ В ПРОЦЕССЕ ПОСТРОЕНИЯ 3D-МОДЕЛИ

(ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет»)

Изделие, как материализованный результат проектной деятельности, определяемый исходными данными в виде технического задания, отображается в САД-системе 3D-моделью – проектным решением на этапе конструкторского проектирования. Непосредственно сам 3D-образ является лишь «следствием» выполнения базовых операций САД-системы, иерархически упорядоченных в т.н. «дереве построения» 3D-модели [1, 2]. Проектные данные об изделии, ото-



бражаемые 3D-моделью, содержится именно в базовых операциях, составляющих структуру 3D-модели [3].

В рамках технологии *Constructive Solid Geometry (CSG)*, 3D-модель – это совокупность конструктивных элементов геометрии (*КЭГ*), упорядоченных в соответствии с применением к ним булевых операций для получения требуемой геометрии. Метод визуализации 3D-объектов *Boundary Representation (B-Rep)*, отображает только грани, образующие результирующее 3D-тело (при этом САД-система «помнит» все грани каждого КЭГ, участвующего в построении).

3D-модель проектируемого изделия уже в полной мере является его отображением в процессе изготовления на предприятии, что особенно наглядно демонстрируется в САМ-системах. Развитие современных САЕ/САД-систем упрочило положение 3D-моделей в ЖЦИ, прежде всего, на этапе ОКР [4], вследствие чего, последние отображают изделие как в его функционировании (обеспечиваемой САЕ-системами), так и конструкции (формируемой в САД-системах) [2]. Для этапа конструкторского проектирования самой важной информацией является структура изделия, которая в САД-системах полностью определяется процессом построения 3D-модели [1, 5].

Информативность 3D-модели заключается в отображении ею требуемых для текущего этапа ЖЦИ проектных данных об изделии [4]. Отображение его конструкции – основной функционал САД-системы: проектное решение в виде 3D-модели обладает законченностью конструкции:  $Мод_{Изд.}^{3D} \equiv Констр.(Изд.)$ . Но наибольшая информативность 3D-модели обеспечивается отображением функциональной структуры изделия, – такая 3D-модель уже в полной мере является компонентой *цифрового макета* изделия [6].

Отображение функциональной структуры изделия структурой 3D-модели в САД-системе выглядит следующим образом:

$$САД : Стр.(Изд.) \rightarrow Стр.(Мод_{Изд.}^{3D}) \quad (1)$$

с учётом декомпозиции структуры изделия  $Стр.(Изд.)$  на структурные элементы ( $Стр.Э$ ), и структуры 3D-модели  $Стр.(Мод_{Изд.}^{3D})$  на КЭГ, требуемое отображение этих структур может быть достигнуто вполне очевидным образом, представленном на рисунке 1 и формуле (2):

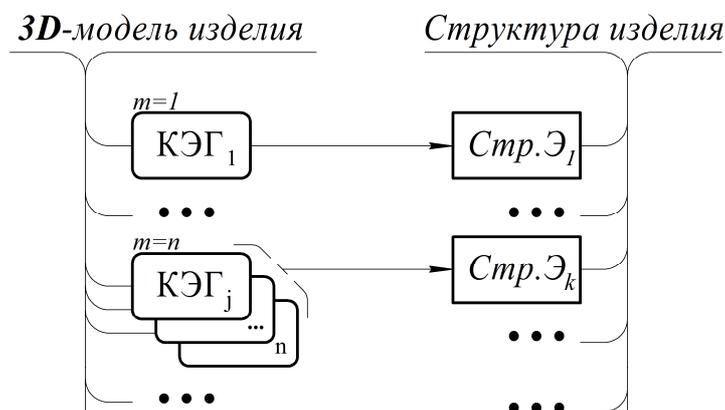


Рисунок 1 – Отображение структуры изделия набором КЭГ



$$Mod_{.Изд.}^{3D} = \{ KЭГ_k \mid \sum_{j=1}^m KЭГ_j \rightarrow Cmp.Э_i \}, i = \overline{1, n}, \quad (2)$$

т.е. каждый  $Cmp.Э$  строится некоторым набором КЭГ, предоставляя параметры соответствующих проектных процедур для его определения. При этом состав и количество КЭГ выбирается инженером на личное усмотрение.

Очевидно, что такое построение 3D-модели затруднительно как в плане трудовых и временных ресурсов, так и в плане интеллектуальной нагрузки на пользователя, поэтому, как правило, отображение структуры изделия 3D-моделью имеет вид, представленный на рисунке 2 и формулой (3):

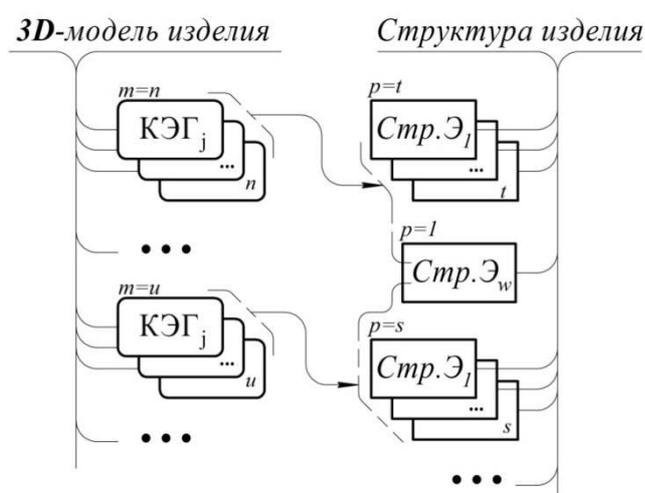


Рисунок 2 – Отображение структуры изделия набором КЭГ

$$Mod_{.Изд.}^{3D} = \{ KЭГ_k \mid (KЭГ_i \rightarrow \sum_{j=0}^p Cmp.Э_j) \cap (\sum_{i=0}^m KЭГ_i \rightarrow \sum_{j=0}^p Cmp.Э_j) \}, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, u}, \quad (3)$$

т.е. один КЭГ отображает сразу какой-либо фиксированный набор  $Cmp.Э$  или их частей, тогда совокупность КЭГ отображает  $Cmp.Э$  без четкого соответствия вида  $KЭГ \rightarrow Cmp.Э$ . Такой вариант удобнее для инженеров, поскольку требует минимума проектных действий – количества процедур построения КЭГ, а также возможность строить КЭГ способом, выбранным на свое усмотрение.

Достоинство описания 3D-модели согласно формуле (2) заключается в визуализации подробной информации о структуре проектного решения, четко и понятно воспринимаемой; а недостаток – в сложности процесса построения 3D-модели и необходимости знания устройства проектируемого изделия.

Достоинства описания 3D-модели согласно формуле (3) – прежде всего, легкость построения с низкой интеллектуальной нагрузкой на пользователя, временными и трудовыми затратами, а недостаток – отсутствие отображения закладываемой смысловой наполненности структуры проектного решения.

Сравнивая эти два способа, становится очевидным, что оптимален синтез их положительных эффектов: *отображение подробной информативности 3D-модели с легкостью ее построения, позволяющей ее удобное редактирование и модифицирование, обеспечивая возможности для повторного использования полученных ранее проектных данных.*



Синтез и реализация такого метода построения 3D-модели выполняется авторами в рамках гранта № 16-47-732138 «Разработка моделей, методов и средств информационной поддержки технологий *Concurrent Engineering* на основе интегрированного представления процесса в интеллектуальной базе знаний САПР», поддержанного Российским фондом фундаментальных исследований (РФФИ).

### Литература

1. *Hamilton, P.* Алфавит технологий моделирования в MCAD-системах. Ч. III. Как технологии MCAD влияют на процесс разработки изделия // CAD/CAM/CAE Observer. – 2008. – № 2. – С. 34-36.
2. *D. Tsygankov, A. Pokhilko, A. Sidorichev, S. Ryabov, O. Kozintsev,* The Design Process Structural & Logical Representation in the Concurrent Engineering Infocommunication Environment, *R. Curran et al. (eds.) Transdisciplinary Lifecycle Analysis of Systems*, IOS Press, Amsterdam, 2015, pp 595-602.
3. *Цыганков Д.Э., Похилько А.Ф.* Представление процесса проектирования на базе обобщения элементарных операций до уровня семантических единиц // Автоматизация процессов управления. – 2015. – № 3 (41). – С. 81-88.
4. *Вичугова А.А., Вичугов В.Н., Цанко Г.П.* Формальная модель структуры взаимосвязей разнотипных объектов проектирования // Известия Томского политехнического университета. – 2013. – Т. 322. – № 5. – С. 164-169.
5. *Цыганков Д.Э., Похилько А.Ф.* Представление проектируемого изделия системой структурно-функциональных элементов // Современные проблемы проектирования, производства и эксплуатации радиотехнических систем: Сборник научных трудов. – Ульяновск: УлГТУ, 2016. – № 1 (10). – С. 250-252.
6. *Лихачев М.В., Шангина Е.А.* Применение технологии функционального цифрового макета изделия на этапе предконтрактного проектирования космического аппарата // Решетневские чтения. – 2013. – Т. 1, № 17. – С. 24-26.

П.О. Чурсин, Д.Ю. Полукаров

### НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ИСТОЧНИКА ТЕСТОВОГО ТРАФИКА

(Самарский государственный аэрокосмический университет)

Современные условия эксплуатации сетей передачи данных предъявляют повышенные требования к качеству сетевого взаимодействия. Для обеспечения требуемых параметров разрабатываются новые протоколы маршрутизации[1] и способы сетевого взаимодействия. При этом возникает необходимость тестирования сетевого взаимодействия. Для этого применяются различные пакеты, содержащие специализированные функции[2]. Однако, представленные программные продукты не предоставляют требуемой гибкости при формировании тестового IP-пакета.