

Multi-stakeholder initiatives are complex and require careful governance to manage often very divergent points of view. Traceability schemes are proving able to bring – and keep – these players together. The focused purpose of making a specific commodity more sustainable is a powerful and uniting force for the participating companies and stakeholders.

The three models are Product Segregation, Mass Balance, and Book and Claim (see image below). They are differentiated by the extent to which certified and non-certified materials are permitted to mix, as well as by claims that can be attached to the final product.

Models with less stringent controls around the handling of certified and non-certified materials are less complex and thus less expensive. However, wherever possible, the type of certification and the model of traceability used should depend on the sustainability claims and the materials being traced rather than the cost of implementing the model. Product segregation is best suited and should be prioritized, when possible, if there is a risk of being involved in human rights or labor abuses when sourcing a certain commodity. The Mass Balance and Book and Claim models are open to criticism for commodities where Product Segregation is available.

As outlined in our steps above, companies should not feel pressured to participate in traceability schemes across every commodity they buy, but rather focus on those that are most material to the business based on assessments of sustainability risks and potential adverse impacts. It can be difficult to gain internal buy-in for developing a traceability programme, and it makes it much easier if the business case is clear, which relies largely on the level of risk and opportunity that a company has for leverage.

It is hoped that readers have enjoyed and gained value from the guide, and will be taking appropriate steps to engage with traceability in their companies and organizations. The stated objectives of the guide were to:

- provide an overview of the importance of traceability for sustainability purposes;
- highlight the global opportunities and challenges of traceability;

- outline practical steps of how to go about implementing traceability.

Companies that attempt traceability on their own will face immense hurdles and may actually impede the work being done on an industry level. This does not mean that companies must be willing to embrace and support collaborative initiatives, while mindful of their imperfections. However, the benefits outweigh the negatives: by getting involved in a global initiative, companies have a chance to shape and drive the initiative, and have the support of their peers and a trusted stakeholder as they develop their own related approaches.

The overwhelming consensus from the individuals interviewed for this guide is that traceability is here to stay, and will continue to increase in importance and impact. One of the most critical drivers of this trend is increased consumer demand to know more about the products they are buying – what is in them, where they come from, the conditions under which they were made, how they got to them, and even how they will be disposed of. Companies who invest in increased transparency, traceability and measurements of sustainability data along the value chain will have a competitive advantage in meeting this consumer demand.

It is possible to see a future where technology enables the full product and supply chain information that consumers expect, and traceability will be the norm. Tools already exist to enable people to use their smart phones to scan a barcode and learn more about a product from a sustainability perspective; it is easy to see this trend evolving as technology improves, and as the ability to collect, analyze and share data becomes easier and cheaper.

1. The importance of traceability in certification the quality of animal products. Iurchevici Lidia, 1 Chetroiu Rodica. Conference Paper. The importance of traceability in certification the quality of animal products. Version is available at: <http://hdl.handle.net/10419/111619>.
2. Fairtrade (2011), Windward Island Farmers' Association, <http://www.fairtrade.org.uk/producers/bananas/winfa>
3. A Guide to traceability. A Practical Approach to Advance Sustainability in Global Supply Chains. United Nations Global Compact.

УДК 535.3

## МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ 3D-ТЕХНОЛОГИЙ В ПРЕДСКАЗАТЕЛЬНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ОБЪЕКТОВ

Савкова Е. Н., Миргород Ю. С., Матюш И.И.

*Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь*

В Республике Беларусь под эгидой немецкого концерна Siemens прошёл форум, посвящённый внедрению цифровой трансформации и использованию 3D-моделей в процессах разработки, производства и обслуживания объектов и систем

различной степени сложности [<http://siemens.by>]. На форуме обсуждались организационные аспекты реализации процессов и технологий для перехода к виртуальным испытаниям и предсказательному моделированию. Технологии

воксельной графики все шире используются не только для исследований физически реализованных объектов, но и на стадии их проектирования, что существенно повышает экономическую эффективность подготовки и отладки производственного процесса. Существует целый ряд публикаций отечественных и зарубежных авторов, а также ТНПА и документы в области технического нормирования и стандартизации, касающиеся, управления графическими данными и создания 3D образов. Однако в данных публикациях внимание сконцентрировано в основном на технических аспектах, связанных с обработкой сигналов и изображений и применении различных моделей для создания виртуальных образов: предфильтрация, дискретизация, квантование, кодирование, декодирование и постфильтрация. Метрологические аспекты в данной области не затрагиваются. Поскольку все эти операции предполагают потери информации, а, следовательно, влияют на результирующую разрешающую способность цифрового изображения, интерес представляет исследование источников потерь и установление целевой неопределенности результатов измерений.

**Научная идея.** Каждый физический объект для целей контроля и испытаний может быть описан конечным множеством свойств. Каждое свойство объекта оценивается по определенной шкале (номинальной, ранговой, интервальной, отношений, абсолютной). Совокупность свойств объекта может быть представлена в виде совокупности частично пересекающихся шкал, формирующих некое виртуальное функциональное пространство с базовыми элементами «ось», «градация», «телесный угол» и т.д. Современные 3D технологии предоставляют широкие возможности в моделировании, построении и исследовании таких пространств. И таким образом, метрологическое сопровождение 3D технологий в предсказательном моделировании объектов заключается в применении превентивного принципа метрологической прослеживаемости путем управления допусками, приписанными значениями и целевыми неопределенностями, создании виртуальных мер и опорных пространств (хранящихся в виде файловых данных) на основе физически реализованных основ для сравнения (эталонных и референтных методик).

**Прикладной аспект.** Объемные данные представляют набор отсчетов  $S(x, y, z, v)$ , в которых параметр  $v$  является количественным свойством объекта в 3D-пространстве  $(x, y, z)$  - интенсивностью, либо набором свойств в векторном пространстве. Массив  $S$  определяет значения  $v$  свойства объекта в дискретных точках пространства. Функция  $f(x, y, z)$  может быть определена на объеме для того, чтобы описать значения величин в любой точке пространства. Функция  $f(x, y, z) = S(x, y, z)$  только если

координата  $(x, y, z)$  совпадает с точкой сетки, в противном случае значение аппроксимируется путем применения интерполяционной функции к массиву данных  $S$ . Объем данных представляется массивом вокселей или массивом ячеек. Эти два подхода вытекают из необходимости повторного вычисления значения между точками сетки во время рендеринга. Для этих целей используются интерполяционные алгоритмы. Однако, так как функция объемного поля неизвестна, и неизвестно были ли взяты отсчеты с частотой раной или большей частоте Найквиста, невозможно с полной достоверностью утверждать в надежности данных полученных между узлами сетки при помощи интерполяции.

Воксельный метод представления объемных данных приравнивает значение области вокруг точки сетки к значению самой точки. Таким образом воксел – это область неизменного значения величины, окружающая центральную точку сетки. Преимуществом данного метода заключается в том, что при генерации изображения используются только известные значения. Метод ячеек рассматривает объемные данные как совокупность гексаэдров, углы которых являются точками сетки и значение которых изменяется между точками сетки. Данный метод оценивает значения между точками сетки посредством интерполяции (трикубической или трилинейной). Изображения, созданные с использованием метода ячеек, выглядят более гладкими, однако их достоверность не может быть проверена. Следует принять во внимание, что применение общих интерполяционных техник достаточно для того, чтобы полученное изображение считалось действительным.

Анализ научных работ в области технологий 3D-моделирования показал, что в настоящее время широкое распространение получил воксельный метод представления объемных данных. Воксели могут представлять различные физические характеристики, такие как плотность, температуру, скорость, давление и др. Измерения, площади или объема могут быть произведены на основе вышеперечисленных наборов данных. Области применения объемной визуализации являются медицина (компьютерная томография, магнитно-резонансная томография, УЗИ), биология (конфокальная микроскопия), геофизика (сейсмография при разведывании газовых и нефтяных месторождений), промышленность (моделирование конечных элементов), молекулярные системы (карты электронной плотности), метеорология (прогнозирование погоды), вычислительная гидродинамика (потoki жидкости), вычислительная химия (моделирование новых материалов), обработка цифровых сигналов и изображений (конструктивная сплошная геометрия).

Для работы с объёмными данными авторами предлагается использование системы компьютерной алгебры (CAS) Wolfram Mathematica, которая расширяет и оптимизирует возможности обработки и анализа 3D-объёмных данных. Wolfram Mathematica предоставляет широкую и глубокую встроенную поддержку как программой, так и интерактивной обработки объёмных данных в промышленном масштабе, полностью интегрированной с мощными математическими и алгоритмическими возможностями Wolfram Language. Основная обработка данных, включая вычисления статистических величин, сглаживание, тестирование и визуализацию, даёт первый уровень анализа. Программный продукт Wolfram Mathematica управляет 3D данными, формируя их при помощи методов семплирования в разных дисциплинах. Объёмные данные, получаемые от биомедицинских сканеров обычно поступают в виде 2D-слоёв в декартовой системе координат. Выходными данными симуляций суперкомпьютеров и метода конечных элементов являются неструктурированные сетки. Необработанные данные ультразвуковых сканеров представляют собой последовательность произвольно ориентированных веерообразных срезов, которые представляют собой частично структурированные точечные образцы. Последовательность 2D-слоев, полученных от этих сканеров, реконструируется в 3D-объёмную модель.

**Метрологический аспект.** Метрологическое сопровождение 3D технологий в предсказательном моделировании основывается на разработке метрологических моделей объектов, позволяющими управлять допусками на параметры и целевыми неопределенностями. Технологии обработки графических данных позволяют использовать цифровые изображения как виртуальные модели реальных объектов при их моделировании и исследовании, существенно повышая их экономическую эффективность и информативность. Однако существует ряд проблем, связанных с достоверностью и надежностью результатов моделирования и исследований, которые требуют решений.

1. Технологии обработки цифровых изображений основаны на принципах статистической

избыточности и предполагают применение разнообразных алгоритмов сжатия, в результате чего часть информации о характеристиках объекта безвозвратно теряется. Поэтому необходимо выполнить анализ и корректный выбор таких алгоритмов, основываясь на принципе необходимости и достаточности. 2. В графических редакторах для измерений геометрических, фотометрических и колориметрических параметров используются встроенные ранговые шкалы свойств «плавающими» пределами обнаружения и диапазонами. Следовательно, необходима методология разработки условных шкал, обеспечивающих метрологическую прослеживаемость к единицам SI (и другим единицам) и доказательную основу результатов измерений. 3. В современных условиях процессы исследований свойств виртуальных и физически реализованных объектов рассматриваются в едином контексте – с позиций моделирования и оптимизации параметров. Поэтому оценивание точности измерений является компромиссом между получением измерительной информацией, ее потерями и затратами ресурсов. Вследствие этого оценивание неопределенности результата измерения представляет собой интерактивный процесс непрерывного отслеживания количественных свойств объекта измерения и их соответствия установленным требованиям.

В предсказательном моделировании будут разработаны превентивные метрологические модели свойств объектов – модели математических ожиданий (приписанных значений) и модели рассеяния (целевых неопределенностей) результатов измерений, позволяющие осуществлять виртуальное моделирование объектов и их свойств, повышая экономическую эффективность подготовки и организации производства продукции. Практическая значимость запланированных результатов заключается в том, что разработанные методы и подходы будут положены в основу разработки и развития методов контроля продукции и процессов, в том числе технологических, используемых на производстве для определения соответствия из параметров установленным требованиям.

УДК 004.744.6:006

## КОМПЛЕКСНЫЙ ПРОЦЕССНЫЙ ПОДХОД КАК МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА СОЗДАНИЯ, ПОДДЕРЖАНИЯ И УЛУЧШЕНИЯ СМК ОРГАНИЗАЦИИ

Серенков П.С., Бояровская К.И.

*Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь*

Идея первичности «процессного подхода» при создании успешной компании или ее системы менеджмента не нова. «Процессный подход» является фундаментом инженерного подхода к организационному проектированию сложных

систем управления [1]. Основы процессного подхода в теории и практике организационного развития были предложены еще классиками научного менеджмента Ф. Тейлором, А. Файолем [2]. Аналогично Э. Деминг рассматривает систему