

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА УЧЕТА СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ НА СКЛАДЕ

К.Н. Дудко,

магистрант кафедры Управленческого консалтинга факультета Информационных бизнес-систем МФТИ, стажер-консультант департамента Управленческого консалтинга.

Адрес: г. Москва, Дмитровское шоссе, д. 9 Б,
e-mail: kndudko@gmail.com, kdudko@ibs.ru.

В работе рассмотрена разработка новой методики расчета объема сырья на складе и представлено программное обеспечение по учету сыпучих материалов, созданное на ее основе. Кратко изложен принцип работы программно-аппаратного комплекса.

Для реализации методики используется лазерное средство измерения MDL SLM Stockpile Scanner (MDA082).

Ключевые слова: процедуры проектирования, измерение сыпучих материалов, программно-аппаратный комплекс, лазерные измерения.

Введение

Сырье и материалы составляют значительную часть затрат предприятия на производство продукции, поэтому повышение эффективности их использования является одним из важнейших факторов снижения себестоимости продукции и роста прибыли.

В настоящее время возникает необходимость контроля и учета различных ресурсов. Особую трудность представляет учет сыпучих материалов в строительстве, не находящихся в упаковке, таких как известь, керамзит, песок, гравий, щебень и т.д.

Целью данного исследования является разработка методики вычисления объема сыпучего сырья на складе и получение программного продукта, обеспечивающего автоматизацию процесса вычислений.

В данной работе предлагается принципиально новый путь решения весьма важной для предпри-

ятия проблемы. Предложенный метод учета сырья позволяет производить контроль после каждой отгрузки сырья и осуществлять мониторинг движения материалов.

Кроме этого, предлагаемая методика и программное обеспечение обладает рядом неоспоримых преимуществ. А именно:

- ◆ отсутствие воздействия на материал благодаря бесконтактному измерению;
- ◆ высокая точность;
- ◆ независимость от вибрации и других внешних условий;
- ◆ простая установка и настройка;

В работе рассматривается предлагаемая методика вычисления объема сыпучих материалов на складе, используемая математическая модель расчета, описание программного продукта, созданного на ее основе и принцип работы программно-аппаратного комплекса; затрагиваются вопросы контроля точности вычислений.

Методика расчета объемов

Для расчета объема сыпучих материалов на складе предлагается использовать следующую методику: отказаться от нахождения объема сыпучего материала (смеси) и вычислять объем свободного пространства склада.

$$V_{\text{смеси}} = V_{\text{склада}} - V_0 \quad (1)$$

где V_0 – объем незаполненного смесью пространства склада, $V_{\text{склада}} = a \cdot b \cdot c$, здесь $a \cdot b \cdot c$ – заданные размеры склада.

Первая компонента $V_{\text{склада}}$ известна и для конкретного склада постоянна, так как параметры склада не меняются.

Для нахождения объема свободного пространства V_0 используется программно-аппаратный комплекс, включающий в себя MDL SLM Stockpile Scanner (MDA082) и разработанное программное обеспечение.

Описание работы программно-аппаратного комплекса

Лазерное средство измерения MDL SLM Stockpile Scanner (MDA082) крепится на передвигающуюся платформу над поверхностью смеси сыпучих материалов.

Устройство состоит из двух дистанционных дальномеров. Один из них замеряет расстояние в продольной плоскости до противоположной стены склада, другой (это вращающийся дальномер) замеряет расстояние до объекта в поперечном сечении с заданным угловым шагом поворота.

Измерение производится бесконтактно с помощью цифровых лазерных измерителей, обеспечивающих измерение расстояния до профиля объекта. Сканирование профилей объекта производится с высокой скоростью и синхронизировано со скоростью движения платформы, на которой закреплен данный лазерный дальномер.

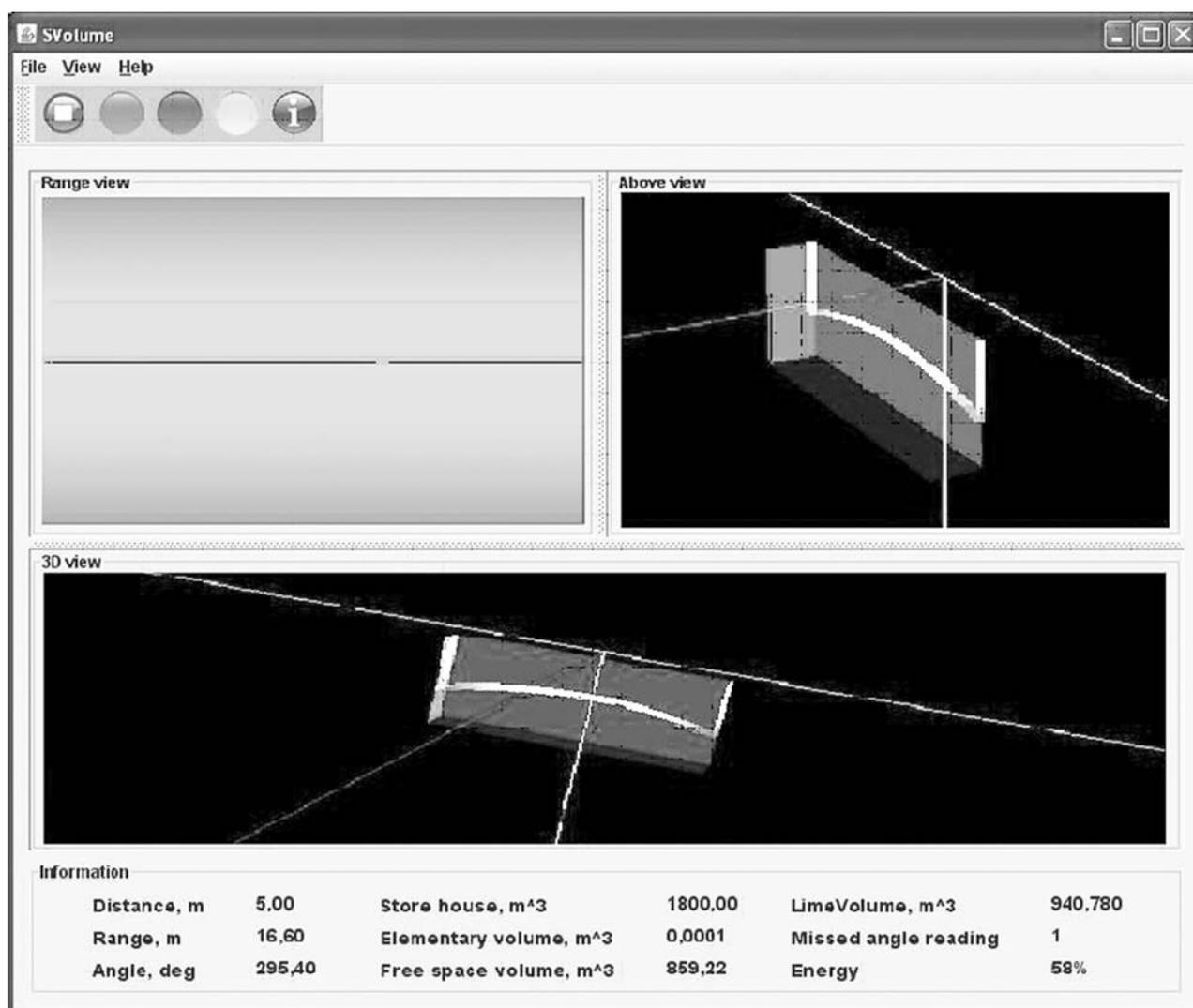


Рис.1. Интерфейс программы

Дистанционный дальномер, измеряющий расстояние в продольной плоскости до противоположной стены склада выдает данные с частотой 9 Нз.

Для настройки и установки четкого взаимодействия с вращающимся дистанционным дальномером используется ряд специально отведенных для этого команд.

В процессе работы прибор измеряет следующие параметры: расстояние до противоположной стены склада (в продольной плоскости), расстояние до сыпучего материала.

Расчет объема в реальном времени обеспечивает программная часть комплекса.

Описание программного продукта

Программный продукт разработан на языке Java, графическая часть – с использованием библиотеки OpenGL. Получение данных от сканирующего устройства происходит по сети Ethernet с использованием протокола UDP.

В ходе создания программы были разработаны:

- ◆ интерфейс взаимодействия со сканирующим устройством MDL SLM Stockpile Scanner (MDA082);
- ◆ графическая интерпретация находящегося на складе объема смеси;
- ◆ для контроля и тестирования программы - имитаторы поверхности различного вида.

Программа обладает интуитивно понятным и легким для освоения интерфейсом, который изображен на рис. 1.

Отображаемая область разбита на 4 части:

Range view – в данной области происходит отображение сканируемого пространства в двух мерной графике;

Above view – в данной области отображается сканируемое пространство в трех мерной графике и с заданного ракурса;

3D view – область отображения сканируемого пространства в трех мерной графике с использованием функций поворота, приближения и удаления картинки;

Information – в данной области собрана вся информация о ходе сканирования.

В программное обеспечение заложена математическая модель расчета для вычисления объема смеси сыпучих материалов по выше рассмотренной методике.

Математическая модель расчета

На рисунке 2 представлен элементарный объем. Суммируя все элементарные объемы мы и получим объем пустого пространства над смесью.

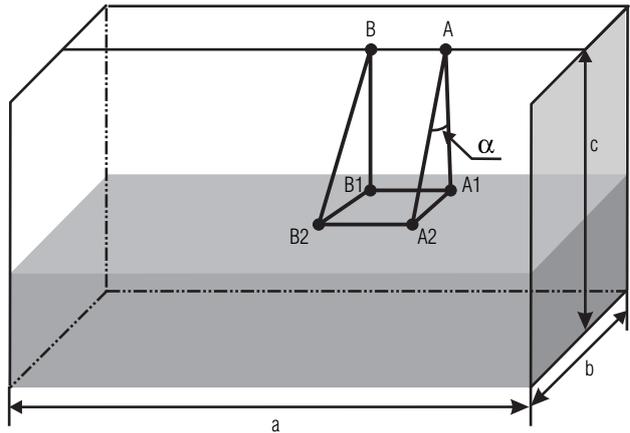


Рис. 2. Схематическое изображение склада

Пусть прибор находится в точке A и измеряет расстояние до точек A₁ и A₂, лежащих на поверхности смеси. Угол между векторами AA₁ и AA₂ равен задаваемому шагу поворота прибора, обозначим его α. Тогда

$$S_{\Delta A_1 A_2} = \frac{1}{2} |AA_1| \cdot |AA_2| \cdot \sin \alpha \quad (2)$$

Следующим положением прибора при его движении по горизонтальной оси будет точка B. При этом шаг |AB| может быть задан, обозначим его l. Тогда

$$S_{\Delta B B_1 B_2} = \frac{1}{2} |BB_1| \cdot |BB_2| \cdot \sin \alpha \quad (3)$$

Будем считать шаг горизонтального перемещения прибора, столь малым, что расстояние |AA₁| = |BB₁| и |AA₂| = |BB₂|, при этом полученную фигуру AA₁A₂BB₁B₂ будем считать треугольной призмой, объем которой равен:

$$V_{\text{призмы}} = S_{\text{осн}} \cdot h = S_{\Delta A_1 A_2} \cdot l = \frac{1}{2} \cdot |AA_1| \cdot |AA_2| \cdot l \cdot \sin \alpha \quad (4)$$

В дальнейшем объем такой призмы будем называть элементарным. Так как общий объем пустого пространства зависит от положения направления и положения прибора на оси, обозначим его V_{эл}. Тогда общий пустой объем будет равен

$$V_0 = \sum_i V_i = \sum_l \sum_{\alpha} V_{\text{эл}} \quad (5)$$

Элементарный объем может быть подсчитан двумя способами:

1. По формуле объема призмы

$$V_{\text{смеси}} = V_{\text{склада}} - V_0 \quad (6)$$

2. По формуле объема усеченной пирамиды.

$$V_{\text{пирамиды}} = \frac{1}{3} \cdot h \cdot (S_1 + \sqrt{S_1 \cdot S_2} + S_2) \quad (7)$$

В зависимости от сканируемой поверхности, меняя настройки программы, возникает возможность вычислять объем смеси либо по одной методике, либо по другой (в зависимости от «сыпучести» смеси). По формуле (6) можно вычислять объем гравия, песка. По формуле (7) удобно вычислять объемы цемента, извести, удобрений, торфа и других более текучих смесей.

Контроль правильности результатов вычислений

Для контроля правильности вычислений результатов были спроектированы имитаторы дистанционных дальномеров.

Имитаторам была задана поверхность вида $y(x) = 0.01x^2 + 5$, шириной в поперечном сечении тридцать метров.

В программе были заданы следующие параметры склады и сканируемой области: *Left wall = 15; Right wall = 15; Height = 12; Position Start = 10; Position Stop = 5; Angular step = 0.1; Method = avg;*

Рассчитаем аналитическим методом объем, который должна вычислить программа.

$$\begin{aligned} & \int_{\text{Stop-Left}}^{\text{Start-Right}} \int (Height - (ax^2 + bx + c)) dx dy = \\ & = \int_5^{10} \left(12x - \left(0.01 \frac{x^3}{3} + 5x \right) \right) \Big|_{-15}^{15} dy = \\ & = 2 \left(12 \cdot 15 - \left(0.01 \frac{15^3}{3} + 15 \cdot 5 \right) \right) \cdot (10 - 5) = 937.5 \text{ м}^3 \end{aligned}$$

Анализ и сопоставление полученных результатов программы с результатами аналитического расчета позволяют увидеть, что погрешность расчета программы относительно мала и равна 3,28 м³, что составляет 0.35% от реального объема.

Заключение

В ходе исследования была разработана новая методика расчета объема сыпучего сырья на складе и создано программное обеспечение для работы со сканирующим устройством MDA082 на основе разработанной методики.

Данное программное обеспечение позволяет автоматизировать процесс учета и контроля расхода смеси сыпучих материалов на складе. Применение данного программного обеспечения на производстве целесообразно и экономически выгодно, так как точность расчетов высока.

Разработанное программное обеспечение недорогое, понятное в использовании и легко дополняемое, что не требует дополнительных затрат на обучение персонала.

Усовершенствование работы возможно в сторону расширения сканирующего пространства, путем применения других лазерных средств измерения и разработки программного обеспечения для сканирования пространства на открытой местности. ■

Литература

1. Леоненков А.В. Самоучитель UML 2. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – 576 с.
2. Ноутон П., Шилдт Г. Java 2. – СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 1072 с.
3. Сайт MDL, производитель устройства MDA082: <http://www.mdl.co.uk/>
4. Уваренков И.М., Маллер М.З. Курс математического анализа. Учебное пособие для физико-математических факультетов педагогических институтов. Т. II. М., «Просвещение», 1976. – 479 с.