

XÂY DỰNG PHẦN MỀM TÍNH ĐƯỜNG ĐẲNG LIỀU CỦA NGUỒN BỨC XẠ GAMMA DẠNG HÌNH HỌC MẶT TRỤ

Châu Văn Tạo

Trường Đại Học Khoa Học Tự Nhiên, ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 20 tháng 01 năm 2007, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 28 tháng 06 năm 2007)

TÓM TẮT: Trong bài báo này, phần mềm tính toán và vẽ các đường đẳng liều của một số nguồn gamma thông dụng như Co^{60} , Cs^{137} , Tc^{99} , I^{131} , I_r^{192} ,... bằng Matlab đã được thiết kế. Phần mềm cho phép tính toán và mô phỏng các đường đẳng liều (2D) và các mặt đẳng liều (3D) của những nguồn gamma kể trên có dạng hình học mặt trụ. Phần mềm cũng được thiết kế để mô phỏng các đường đẳng liều, cũng như tính bề dày vật liệu che chắn trong trường hợp nguồn được che chắn bởi các vật liệu như sắt, chì,...

1. MỞ ĐẦU

Do yêu cầu thực tế trong việc sử dụng nguồn gamma trong công, nông nghiệp, y sinh ngày phong phú đa dạng. Với mục đích xây dựng chương trình tính suất liều cho một số nguồn gamma thông dụng có dạng hình học khác nhau. Trong công trình của mình [1], chúng tôi đã thiết kế phần mềm tính suất liều chiếu và mô phỏng các đường đẳng liều của nguồn bức xạ gamma có dạng hình học điểm, dây thẳng, dây tròn. Nay chúng tôi tiếp tục phát triển cho những nguồn gamma kể trên có dạng hình học mặt trụ trên môi trường Matlab. Phần mềm được xây dựng theo hướng mở để dễ dàng cải tiến và phát triển sau này.

2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

Suất liều chiếu tạo ra tại vị trí cần khảo sát bởi một số nguồn bức xạ ion hoá phát gamma có dạng hình học mặt trụ theo [5], được cho như sau:

2.1. Suất liều chiếu khi nguồn mặt trụ không che chắn

Giả sử nguồn dạng hình học mặt trụ có độ phóng xạ $C(Ci)$. Với H là chiều cao, r là bán kính hình trụ, R khoảng cách từ tâm hình trụ đến điểm cần tính đến, và h là chiều cao từ điểm cần tính đến mặt phẳng đáy hình trụ. Suất liều được tính tại các vị trí P_1 , P_2 , P_3 , P_4 trong hình. 1 được tính bởi các công thức dưới đây:

* Suất liều chiếu tại vị trí P_1 .

$$P_1 = \frac{K_\gamma \cdot C}{r \cdot H} \left(\arctg \frac{h_1}{r} + \arctg \frac{H - h_1}{r} \right) \quad (1)$$

* Suất liều tại vị trí P_2 .

$$P_2 = \frac{K_\gamma \cdot C}{r \cdot H} \left(\arctg \frac{H + h_2}{h_2} - \arctg \frac{h_2}{r} \right) \quad (2)$$

* Suất liều chiếu tại vị trí P_3

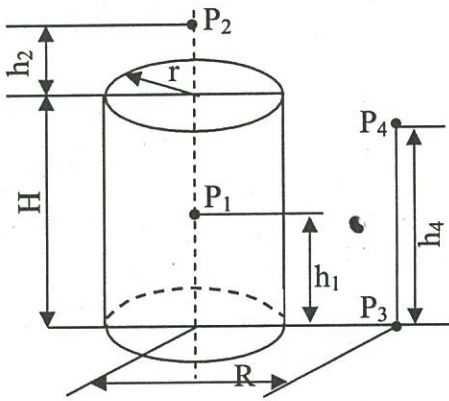
$$P_3 = \frac{K_\gamma \cdot C}{H(R + r)} F(\varphi, k) \quad (3)$$

Với $\varphi = \arctg \frac{H}{R-r}$ $k = \frac{2\sqrt{R.r}}{R+r}$ $F(\varphi, k) = \int_0^\varphi \frac{dt}{\sqrt{1 - k^2 \cdot \sin^2 t}}$

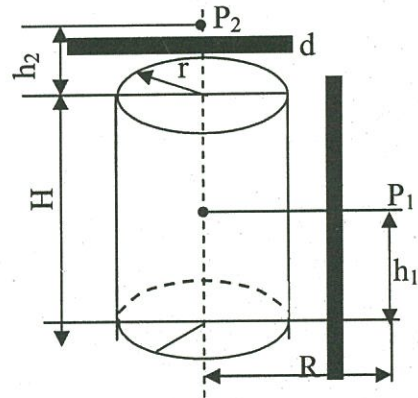
* Suất liều chiếu tại vị trí P₄

$$P_4 = \frac{K_\gamma C}{H(R+r)} [F(\varphi_1, k) + F(\varphi_2, k)] \tag{4}$$

Với $k = \frac{2\sqrt{R.r}}{R+r}$; $\varphi_1 = \arctg \frac{h_4}{R-r}$; $\varphi_2 = \arctg \frac{H-h_4}{R-r}$



Hình 1. Nguồn gamma dạng mặt trụ không che chắn



Hình 2. Nguồn gamma dạng mặt trụ có tấm che bề dày d

2.2. Nguồn mặt trụ có che chắn

Giả sử nguồn mặt trụ có độ phóng xạ C(Ci) được che chắn bởi vật liệu có bề dày d, suất liều tại các điểm P₁ và P₂ trong hình.2 được cho bởi [5].

* Suất liều chiếu tại P₁ khi nguồn có tấm che bề dày d.

$$P_1 = 2\pi \cdot q \cdot K_\gamma \sum_{i=1}^2 A_i \left[W\left(\frac{h_i}{r}; \frac{R}{r}; \mu_i d\right) + W\left(\frac{H-h_i}{r}; \frac{R}{r}; \mu_i d\right) \right] \tag{5}$$

Với A_i và μ_i được cho trong [5] và W(m, n, μd) được cho bởi:

$$W(m, n, \mu d) = \left\{ \frac{\pi}{2} E_1(\mu d) - \int_0^{\arctg n} E_1\left(\mu d \sqrt{1+m^2 \cdot \sec^2 \varphi}\right) d\varphi - \int_{\arctg m}^{\pi/2} E_1\left(\mu d \sqrt{1+m^2 \cdot n^2 \cdot \sec^2 \varphi}\right) d\varphi \right\}$$

* Suất liều chiếu tại P₂ khi nguồn có tấm che bề dày d.

$$P_2 = \frac{CK_\gamma}{r^2 + a_1^2} \sum_{i=1}^2 A_i \cdot \exp\left(-\mu_i d \frac{\sqrt{r^2 + a_1^2}}{a_1}\right) \tag{6}$$

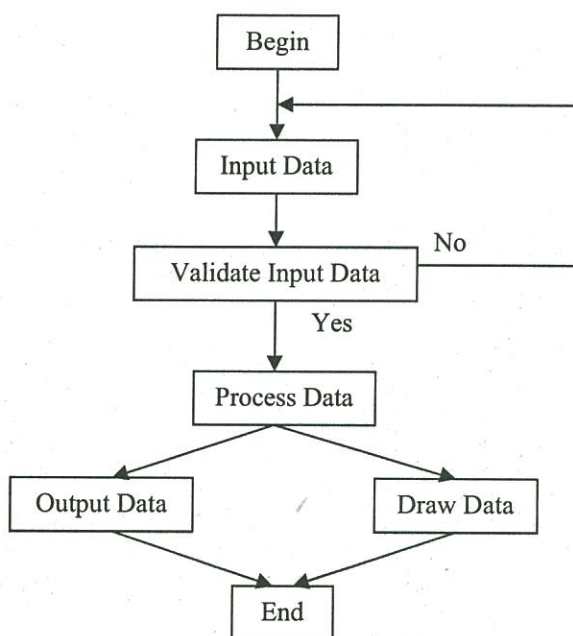
Ta có: $a_1 = H - h + h_2$

3. XÂY DỰNG CHƯƠNG TRÌNH

Chương trình được xây dựng trên phần mềm MATLAB.7.1 nhằm thực hiện các công việc như: Tính suất liều chiếu của một số nguồn bức xạ gamma được ứng dụng nhiều trong công, nông, sinh, y là ($_{27}\text{Co}^{60}$, $_{53}\text{I}^{131}$, $_{55}\text{Cs}^{137}$, $_{77}\text{Ir}^{192}$, $_{18}\text{Ar}^{41}$, $_{19}\text{K}^{40}$, $_{29}\text{Cu}^{64}$, $_{30}\text{Zn}^{65}$) có dạng hình học mặt trụ. Ở các vị trí suất liều vượt quá mức được phép dẫn đến an toàn toàn bức xạ [5], [6] ta phải sử dụng đến vật liệu che chắn như bê tông, chì, sắt,...) để giảm suất liều đến mức được phép. Khi đó chương trình cho phép tính và xuất ra được bề dày vật liệu che chắn. Vẽ các đường đẳng liều trong mặt phẳng 2 chiều cũng như trong không gian 3D đối với từng loại nguồn bức xạ có dạng hình học mặt trụ.

Chương trình cũng cho phép người sử dụng truy xuất suất liều chiếu tại bất kỳ vị trí nào bên ngoài mặt trụ mà người sử dụng quan tâm.

3.1. Sơ đồ khối tổng quát của chương trình

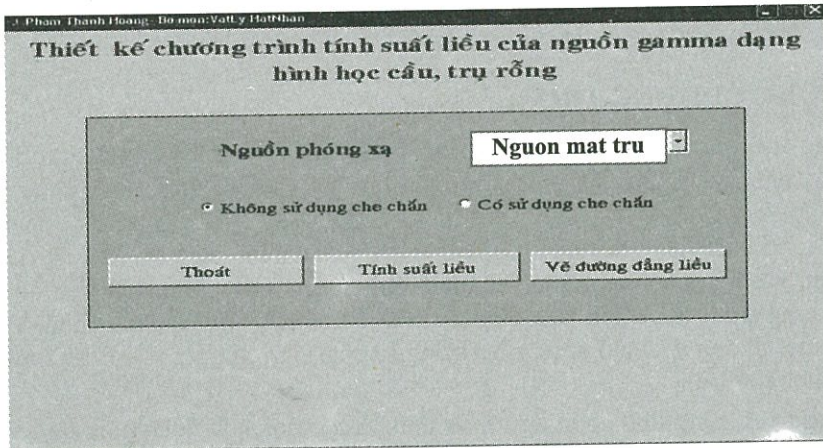


Hình 3. Sơ đồ khối của chương trình

3.2. Các giao diện của chương trình.

3.2.1. Giao diện chính không sử dụng che chắn

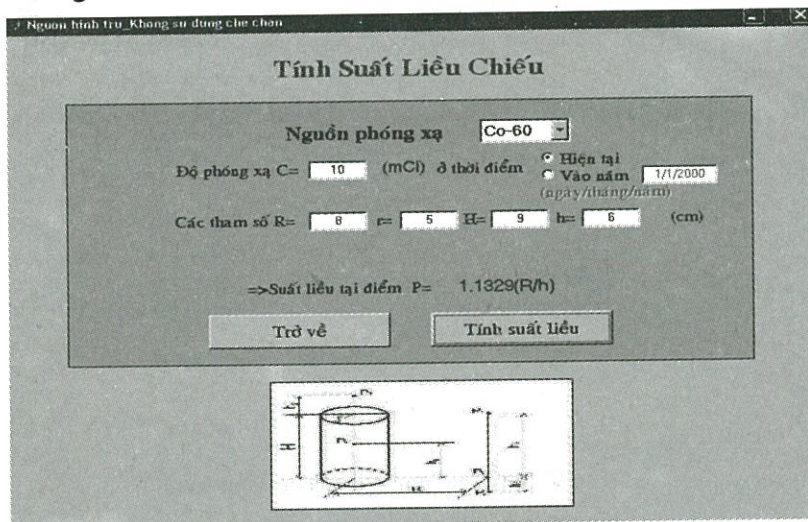
Nó sẽ xuất hiện đầu tiên khi khởi tạo chương trình và ta chọn chức năng không che chắn. Giao diện sẽ hướng người sử dụng đến các tùy chọn là tính suất liều hay vẽ các đường đẳng liều, hình 4.



Hình 4. Giao diện của Form Main khi chọn không sử dụng che chắn

3.2.2. Giao diện tính suất liều chiếu

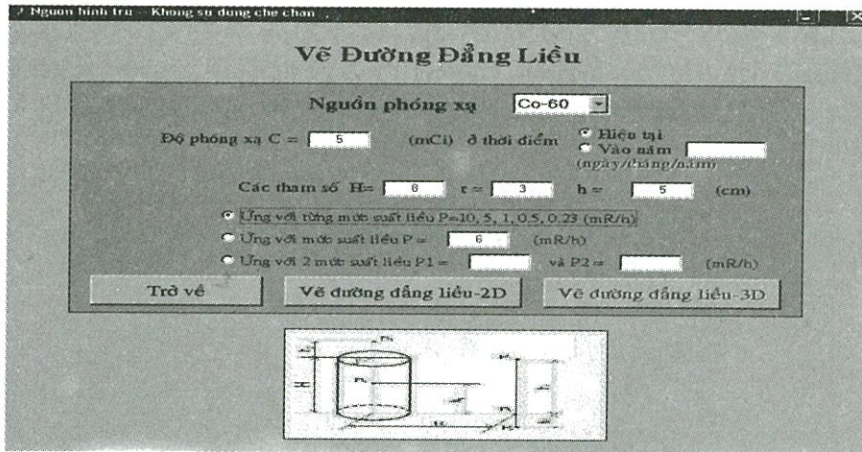
Khi ta chọn “tính suất liều” trong Form chính, hình 4, thì Form này sẽ xuất hiện, hình.5, cho phép thặng lựa chọn đồng vị phóng xạ, cũng như nhập vào độ phóng xạ và các tham số hình học như: bán kính r chiều cao mặt trụ H, khoảng cách từ trục mặt trụ đến điểm tính liều R, và h (trương ứng với h_i trong các công thức (1) – (4)) của đồng vị quan tâm. Chương trình sẽ xuất ra giá trị liều tại vị trí P. Để tạo môi trường thân thiện, chương trình còn đưa kèm hình ảnh và các tham số hình học của nguồn.



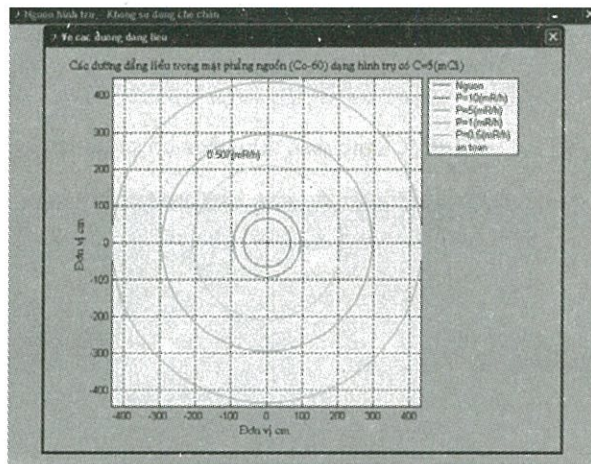
Hình.5. Giao diện tính suất liều chiếu của nguồn khi không che chắn

3.2.3. Giao diện vẽ các đường đẳng liều

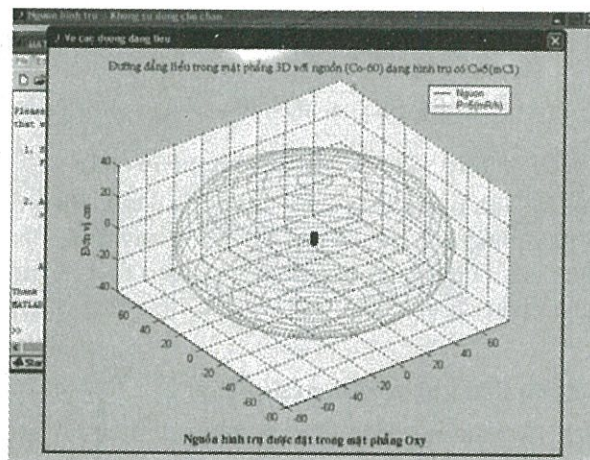
Khi ta chọn “Vẽ đường đẳng liều” trong Form chính, hình 4, thì Form này sẽ xuất hiện, hình 6, cho phép thực hiện các tùy chọn để vẽ các đường đẳng liều của nguồn có dạng mặt trụ như nhập vào các tham số vật lý và hình học có liên quan đến nguồn. Có thể thực hiện việc vẽ các đường đẳng liều trong mặt phẳng vuông góc với trục nguồn, hình.7, hoặc vẽ mặt đẳng liều trong không gian 3 chiều hình 8. Khi thực hiện vẽ đường đẳng liều chương trình còn có thêm chỉ thị động cho xuất các giá trị suất liều tại vị trí bất kỳ trên mặt phẳng.



Hình 6. Giao diện vẽ đường đẳng liều



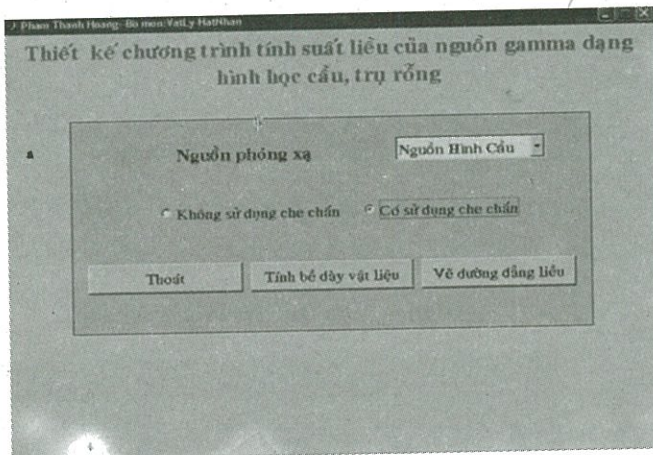
Hình 7. Đường đẳng liều trong mặt phẳng ứng với P=10, 5, 1, 0.5, 0.23 (mR/h)



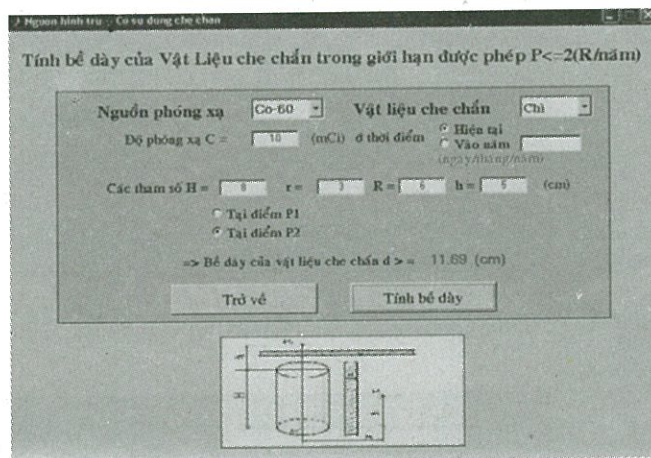
Hình 8. Mặt đẳng liều trong không gian 3D

3.2.4. Giao diện chính khi sử dụng che chắn

Nó sẽ xuất hiện đầu tiên khi khởi tạo chương trình và ta chọn chức năng có sử dụng che chắn. Giao diện sẽ hướng người sử dụng đến các tùy chọn là tính bề dày vật liệu hay vẽ các đường đẳng liều, hình 9.



Hình 9. Giao diện khi chọn có sử dụng che chắn



Hình 10. Giao diện tính bề dày vật liệu che chắn.

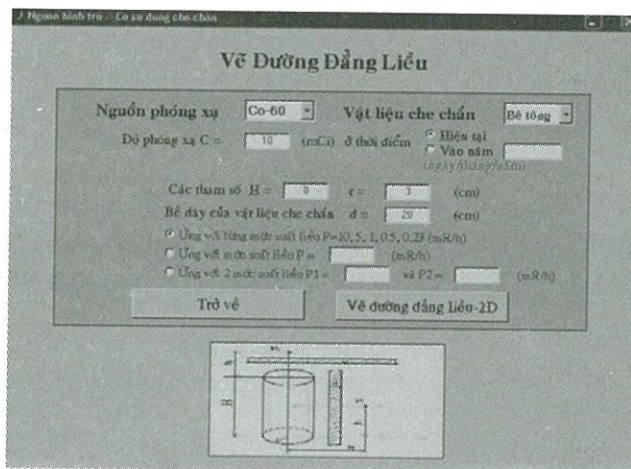
3.2.5. Giao diện tính bề dày vật liệu khi sử dụng che chắn

Khi ta kích vào nút “ Tính bề dày vật liệu” trong giao diện Form Main (hình 9) thì giao diện này sẽ xuất hiện. Nó cho phép lựa chọn đồng vị phóng xạ và độ phóng xạ tương ứng với thời gian. Loại vật liệu che chắn cũng được lựa chọn trên giao diện. Chương trình sẽ tính và xuất ra bề dày vật liệu cần che chắn để đạt được giá trị suất liều được phép tại các điểm ta quan tâm, hình 10.

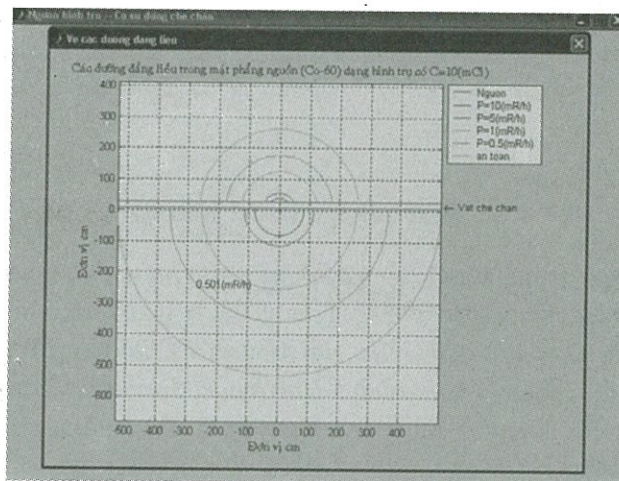
3.2.6. Vẽ đường đẳng liều khi sử dụng che chắn

Khi ta kích vào nút “Vẽ đường đẳng liều” trong giao diện Form Main (hình 9) thì giao diện này sẽ xuất hiện. Nó cho phép người sử dụng vẽ các đường đẳng liều ứng với các suất liều quan

tâm trong cùng mặt phẳng cắt nguồn, hình 11. Trong hình 12, mô phỏng các đường đẳng liều của nguồn trụ có sử dụng che chắn ứng với $P=10, 5, 1, 0,5, 0,23$ (mR/h).



Hình 11. Giao diện vẽ đường đẳng liều trong trường hợp có che chắn.



Hình 12. Các đường đẳng liều trong trường hợp có che chắn.

4. KẾT LUẬN

Chương trình đã giải quyết được một số vấn đề liên quan đến suất liều chiếu của một số nguồn bức xạ gamma dạng hình học mặt trụ như:

- Tính và xuất ra suất liều chiếu tại một số điểm đặc biệt được quan tâm với các dữ liệu đầu vào (data input) tùy chọn cho các loại nguồn bức xạ ion hóa như ($^{27}\text{Co}^{60}$, $^{53}\text{I}^{131}$, $^{55}\text{Cs}^{137}$, $^{77}\text{Ir}^{192}$, $^{18}\text{Ar}^{41}$, $^{19}\text{K}^{40}$, $^{29}\text{Cu}^{64}$, $^{30}\text{Zn}^{65}$).

- Vẽ các đường, các mặt phẳng đẳng liều trong mặt phẳng nguồn và trong không gian 3D đối với các loại nguồn bức xạ gamma nói trên trong trường hợp không che chắn. Chương trình có chỉ thị động cho phép xác định suất liều ở điểm cách nguồn khoảng bất kỳ mà ta quan tâm.

- Trong trường hợp có che chắn, chương trình có thể tính và xuất ra bề dày của vật liệu che chắn như : bê tông, nhôm, sắt, thiếc, chì... để giảm suất liều của nguồn tại nơi quan tâm đến mức được phép.

Tuy nhiên chương trình cũng còn hạn chế chưa thực hiện được việc vẽ mặt đẳng liều 3D trường hợp có che chắn. Tốc độ vẽ các đường đẳng liều và tính bề dày vật liệu che chắn còn hơi chậm so với việc tính suất liều của nguồn bức xạ, chúng tôi sẽ khắc phục nhược điểm trên trong các công trình kế tiếp.

DESIGNING THE SOFTWARE FOR CALCULATING THE EQUIDOSE LINES OF THE CYLINDRICAL SURFACE GAMMA SOURCES

Chau Van Tao

University of Natural Sciences, VNU-HCM

ABSTRACT: *In this paper, a software for calculating and simulating equidose lines of the cylindrical surface gamma sources such as Co^{60} , Cs^{137} , Tc^{99} , I^{131} , I_r^{192} , ... was designed based on MATLAB. From this software, we can estimate and simulate the equidose lines (2D), equidose surfaces (3D) of the above gamma sources. Especially, the equidose lines of the gamma sources with shielding (iron, lead, ...) are also simulated. This software can be used to estimate the shielding thickness.*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Châu Văn Tạo, Đặng Văn Liệt, *Xây dựng phần mềm tính đường đẳng liều của một số nguồn bức xạ gamma*, Hội nghị Ứng dụng Vật lý toàn quốc lần thứ 3, 10-11/12/2006.
- [2]. P. Marchand, *Graphics and GUIs with Matlab 2nd Edition*, CRC Press LLC, (1999).
- [3]. D. Redfern, Campbell, *The Matlab 5 Handbook*, Springer-Verlag New York, (1998).
- [4]. Nguyễn H. Hải, Nguyễn K. Kiểm, Nguyễn T. Dũng, Hà Tr. Đức, *Lập trình Matlab dành cho Sinh Viên khối khoa học và kỹ thuật*, NXB Khoa Học - Kỹ Thuật Hà Nội, (2003).
- [5]. Châu Văn Tạo, *An toàn bức xạ ion hoá*, NXB Đại học Quốc gia TPHCM, (2004).
- [6]. Phạm Quốc Hùng, *Phòng tránh phóng xạ và An toàn hạt nhân*, Nhà xuất bản Đại Học Quốc Gia Hà Nội, (2002).