

XÂY DỰNG PHẦN MỀM INSEM HỖ TRỢ CÔNG TÁC GIÁM SÁT CHẤT LƯỢNG MÔI TRƯỜNG CHO CÁC TỈNH THÀNH VIỆT NAM

TSKH. Bùi Tá Long, TS. Lê Thị Quỳnh Hà, KS. Lưu Minh Tùng

Viện Cơ học ứng dụng, Trung tâm Khoa học tự nhiên và Công nghệ quốc gia

1. Mở đầu

Quá trình phát triển kinh tế - xã hội trong thời gian qua đang mang lại những hiệu quả thiết thực nhưng đồng thời cũng làm nảy sinh nhiều vấn đề mới liên quan tới sự ô nhiễm môi trường không khí và nước mặt tại nhiều tỉnh thành trong cả nước [10]. Để phát triển bền vững, các địa phương trong cả nước đã và đang chuyển đổi các tiêu chuẩn kinh tế - xã hội trong hệ thống quản lý trước đây sang tiêu chuẩn kinh tế - xã hội - môi trường.

Mạng lưới quan trắc môi trường đang được Bộ Tài nguyên và Môi trường qui hoạch, xây dựng, đầu tư tập trung thống nhất trong cả nước là một cơ hội mới trong công tác quản lý môi trường. Trong thời gian vừa qua, dữ liệu quan trắc môi trường ở nhiều địa phương trên địa bàn tỉnh có ý nghĩa rất quan trọng trong công tác quy hoạch, quản lý môi trường cũng như phục vụ nghiên cứu cơ bản, ứng dụng trong hiện nay cũng như sau này. Tuy nhiên, các thông tin, tư liệu môi trường (tài liệu, bản đồ trên giấy) vẫn chưa được tin học hóa ở mức cần thiết nhằm tạo điều kiện thuận lợi cho việc sử dụng, công tác bảo quản, cập nhật cũng như việc tìm kiếm thông tin hiện có khó khăn; thêm vào đó, việc quản lý dữ liệu chưa thống nhất cũng gây ra khó khăn trong công tác qui hoạch và theo dõi biến động về môi trường.

Để nâng cao năng lực quản lý theo kịp với những thách thức mới đã và đang đặt ra, các cấp chính quyền có chức năng quản lý môi trường trong cả nước rất cần các hệ thống quản lý mới về môi trường cũng như các công cụ quản lý môi trường mới. Bài báo này giới thiệu một phương pháp tiếp cận theo hướng ứng dụng CNTT và phương pháp mô hình hoá được đề xuất vào công tác quản lý số liệu quan trắc môi trường và công cụ tính toán mô phỏng để hỗ trợ các quyết định quản lý cho cấp đơn vị hành chính là tỉnh hoặc các thành phố lớn, cụ thể cho tỉnh An Giang.

2. Phân tích một số nghiên cứu trong và ngoài nước

Tại Việt Nam, trước những năm 80 của thế kỷ 20, do điều kiện vật chất kỹ thuật còn nghèo nàn nên việc quản lý số liệu quan trắc môi trường còn nhiều hạn chế, các dữ liệu thường được lưu dưới dạng văn bản (khó khăn trong tìm kiếm). Về mặt quản lý nhà nước, số liệu về khí tượng thủy văn cũng như một số chỉ tiêu môi trường được ngành Khí tượng Thủy văn thu thập, quản lý. Bắt đầu từ năm 1975, Cục Thủy văn bắt đầu tiến hành nghiên cứu ứng dụng máy tính điện tử trong công tác lưu trữ tài liệu thủy văn. Một trong những công trình đầu tiên giới thiệu về kết quả của đề tài trên là công trình của Nguyễn Đức Nhật [9]. Đề tài này đã đưa ra được những nội dung nghiên cứu được coi là đi trước thời đại như: xây dựng "kho tư liệu khí tượng thủy văn" (hiện nay đang là một trong những lĩnh vực rất phát triển và có nhiều ứng dụng của CNTT) đã qua chỉnh biên, làm báo cáo bằng máy tính từ những số liệu đang có và in kết quả bằng máy in. Tiếp theo, công trình của Lã Xuân Miên, Nguyễn Đức Nhật (tháng V-1979), trình bày chi tiết quá trình tự động hóa thành lập kho dữ liệu, cấu trúc thông tin trên vật mang thông tin trung gian, cấu trúc thông tin trên vật mang tin dữ liệu gốc của "kho tư liệu khí tượng, thủy văn". Đây là một nỗ lực đáng ghi

nhận của các nhà khoa học [9], [14] đi trước trong nỗ lực xây dựng một hệ thống thông tin quản lý môi trường vào giai đoạn khó khăn của đất nước.

Vào đầu thập niên 80 của thế kỷ 20, sự ra đời của máy tính cá nhân cùng với sự phát triển nhanh chóng của CNTT đã thúc đẩy các ứng dụng công nghệ mới trong quản lý số liệu môi trường. Năm 1985, hệ thống quản lý số liệu thủy văn của Tổng cục Khí tượng Thủy văn được thiết kế xây dựng và thử nghiệm [11] để xử lý, lưu trữ số liệu thủy văn.

Quản lý, khai thác, sử dụng hệ thống thông tin dữ liệu môi trường là đối tượng nghiên cứu của nhiều chuyên gia tại các Trung tâm khoa học trên thế giới. Hiện nay có rất nhiều các nghiên cứu chuyên sâu về chu trình luân chuyển của thông tin môi trường, nghiên cứu xây dựng các công cụ phân tích, khai thác, hiển thị trực diện thông tin môi trường [14], [15], [16], [17].

Để quản lý dữ liệu trong chương trình quan trắc chất lượng nước hồ Flathead (Mỹ) (xem thông tin chi tiết trong <http://www.flatheadlakers.org>), các chuyên gia Mỹ đã phát triển một hệ thống quản lý thông tin số vào năm 1992 được gọi là FlatDat [13], [15]. FlatDat giúp bảo đảm: a) dữ liệu được thu thập, nhập vào, lưu trữ một cách thống nhất; b) bất kỳ thay đổi nào trong các thủ tục chuẩn ở thực địa hay phòng thí nghiệm đều được ghi nhận lại; c) các trạng thái hiện tại của từng dự án được thể hiện một cách đầy đủ chính xác (các nhà nghiên cứu hồ Flathead có thể truy xuất dữ liệu và theo dõi quá trình). FlatDat cung cấp một giải pháp quản lý dữ liệu tổng thể cho việc thu nhận, tính toán, khôi phục và lưu trữ dữ liệu có được từ việc phân tích các mẫu nước tại trạm, theo dõi các trạng thái của từng mẫu nước được đem vào phòng thí nghiệm, tự động tính toán, phân tích trong phòng thí nghiệm (tạo ra các biểu bảng, biểu điện tử khác nhau cho từng phương pháp thí nghiệm), lưu trữ dữ liệu ở dạng có thể dễ dàng truy cập và tạo các báo cáo theo mẫu yêu cầu.

FlatDat được thiết kế dựa trên 4 tiền đề:

- 1) dữ liệu điện tử phải linh động và chính xác (lưu ở dạng thô);
- 2) bảo đảm an toàn dữ liệu và truy cập các cơ sở dữ liệu (CSDL) trên máy tính dễ dàng;
- 3) các CSDL trên máy tính được khai thác sử dụng dễ dàng theo bài toán đặt ra;
- 4) liên kết một cách chần chẫn giữa quản lý dữ liệu với các công việc hiện tại.

Do sự phát triển mạnh mẽ của các công cụ tin học (cả về phần cứng lẫn phần mềm), trong những năm gần đây, số lượng các công trình nghiên cứu ứng dụng phương pháp mô hình trong nghiên cứu môi trường tăng lên đột biến. Công trình của Lowles và cộng tác viên (CTV) [6] đã sử dụng phương pháp mô hình để đánh giá khả năng giảm thiểu sự lan truyền chất ô nhiễm không khí trên diện rộng tại khu vực giữa Đức, Ba Lan và Cộng hòa Sec. Ở đây các mô hình đánh giá được tích hợp với GIS để nhập các dữ liệu đầu vào và biểu diễn, phân tích các kết quả tính toán. Các tham số đầu vào của mô hình được số hoá như việc sử dụng đất, các dữ liệu dân cư gắn với các hệ sinh thái cũng như biểu thị mức độ ô nhiễm không khí của các vùng dân cư.

Gắn GIS và mô hình nhằm xây dựng một hệ thống hỗ trợ quyết định trong công tác quản lý môi trường được trình bày trong công trình của Jensen S.S. [12]. Mục tiêu của bài báo này là phát triển mô hình đánh giá ảnh hưởng của sự gia tăng dân cư lên tình trạng ô nhiễm không khí do giao thông từ đó tìm cách đánh giá những yếu tố ảnh hưởng lên sức khoẻ và hỗ trợ công tác quản lý rủi ro. Mô hình được sử dụng kết hợp với hệ thống thông tin địa lý (GIS) và các dữ liệu dân số đang có từ cơ quan hành chính để đưa ra đánh giá cần thiết.

Là cơ quan nhà nước được giao nhiệm vụ quản lý số liệu khí tượng thủy văn cũng như một phần dữ liệu môi trường, Tổng cục Khí tượng Thủy văn (nay là Trung tâm KTTV quốc gia trực thuộc Bộ Tài nguyên và Môi trường) đã từng bước ứng dụng các thành tựu mới của CNTT trong nghiên cứu môi trường [15]. Kết quả cụ thể là đã xây dựng được phần mềm HYDROGIS tích hợp GIS, CSDL với mô hình thủy lực và mô hình lan truyền hỗ trợ cho công tác dự báo, kiểm soát xâm nhập mặn và chất lượng nước.

3. Phương pháp tiếp cận xây dựng phần mềm hỗ trợ giám sát môi trường nước và không khí

Hiện nay, công tác quản lý môi trường đang được quan tâm đặc biệt. Một số cơ quan quản lý môi trường có ứng dụng CNTT trong quản lý môi trường nhưng việc áp dụng này vẫn theo cách tiếp cận truyền thống. Phương pháp tiếp cận bao gồm nhiều công đoạn khác nhau như thu thập số liệu, nhập số liệu vào máy tính, tổng hợp thông tin, xây dựng bản đồ và các bảng khác nhau, áp dụng các mô hình tính toán khác nhau, diễn giải kết quả tính toán, làm báo cáo (sử dụng các công cụ và phần mềm máy tính khác nhau) nhưng việc thực hiện không theo một quy trình, quy phạm thống nhất sẽ khó phản ánh đầy đủ bức tranh tích hợp về môi trường, tốn nhiều thời gian thực hiện và mức độ tự động hóa hạn chế.

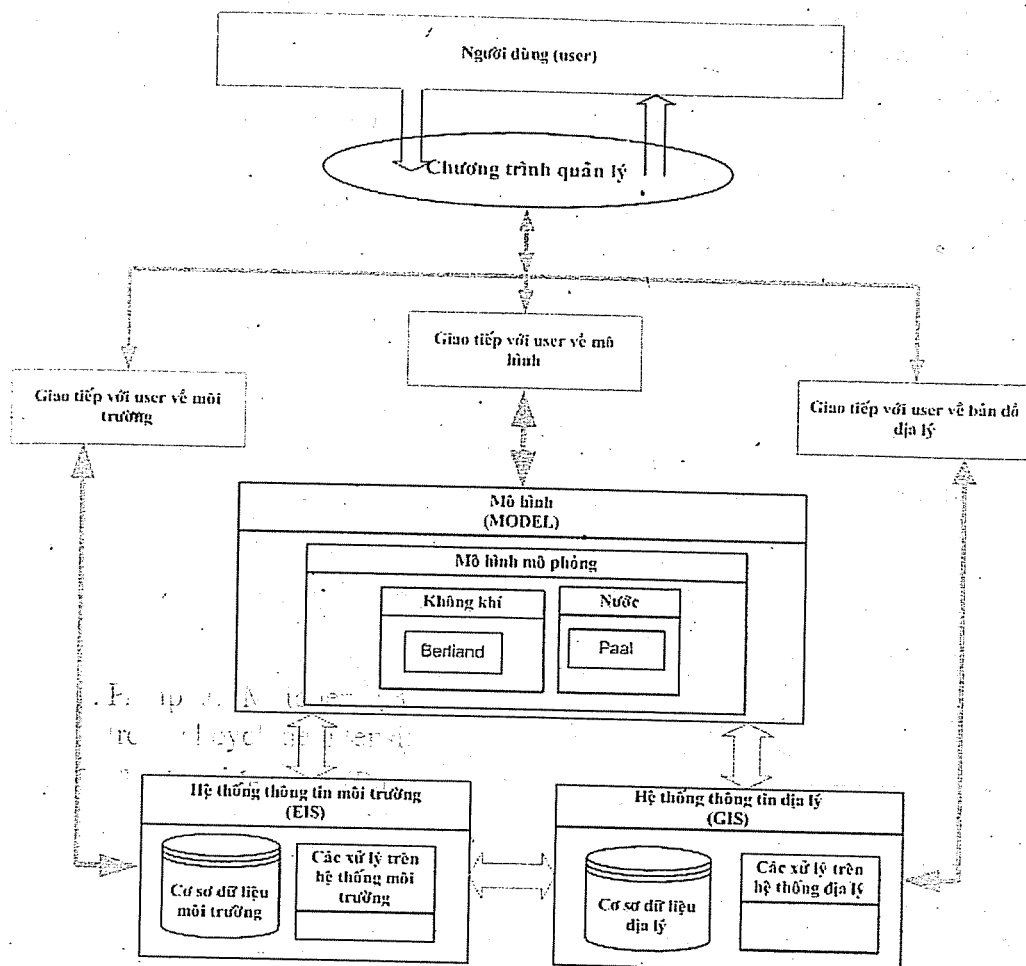
Trong bài báo này, chúng tôi đưa ra phương pháp tiếp cận khác với phương pháp truyền thống ở trên. Nội dung chính của phương pháp tiếp cận này là nghiên cứu xây dựng một phần mềm tích hợp các dữ liệu quan trắc thu thập được, mô hình toán học và hệ thống thông tin địa lý. Phần mềm được trang bị các công cụ phân tích dữ liệu đo đạc cũng như dữ liệu từ các mô đun tính toán mô phỏng. Thực tiễn cho thấy, trong một hệ thống thống nhất, người sử dụng tiết kiệm được khá nhiều thời gian, nhận được các dữ liệu từ các mô đun riêng rẽ, kết quả phân tích dữ liệu và đặc biệt là có thể nhận được nhiều thông tin khác nhau hỗ trợ công tác quản lý môi trường.

Sơ đồ cấu trúc của phần mềm trợ giúp giám sát môi trường (Information system for Supporting Environmental Monitoring - viết tắt là INSEM) được trình bày trên hình 1.

Hệ thống thông tin địa lý (GIS) đóng vai trò nền tích hợp cho INSEM. GIS tổ chức dữ liệu không gian sao cho INSEM có thể hiển thị bản đồ, bảng hay đồ thị theo yêu cầu của người sử dụng. Các chức năng truyền thống của GIS (phóng to, thu nhỏ, trượt bản đồ) cung cấp công cụ cho việc phân tích các lớp thông tin môi trường và hiển thị các mối quan hệ như sự phụ thuộc giữa tải lượng ô nhiễm do ống khói thải ra với mức độ ô nhiễm tại nơi tiếp nhận.

INSEM là một phần mềm bao gồm nhiều mô đun được tích hợp trợ giúp cho phân tích môi trường. Do làm việc trong môi trường GIS cho nên các công cụ này cho phép người sử dụng đánh giá được đối tượng môi trường (lựa chọn để phân tích nhanh chóng). Các mô hình đánh giá ô nhiễm trong môi trường nước (như mô hình Paal [3]), môi trường không khí (như mô hình Berliand, Gauss [1], [2]) có thể tích hợp trong INSEM theo yêu cầu của Cơ quan quản lý nhằm mục tiêu giúp cho công tác dự báo hay phân tích các kịch bản khác nhau. Các mô hình này đã được nghiên cứu từ các đề tài nghiên cứu khác, việc thảo luận về vấn đề này nằm ngoài phạm vi của bài báo.

Một trong những bước quan trọng cần tiến hành trước khi xây dựng INSEM là hình thành các CSDL môi trường. CSDL là nơi lưu trữ dữ liệu để dùng cho nhiều chương trình ứng dụng khác nhau. CSDL cho phép truy xuất dữ liệu một cách linh động theo nhu cầu của nhà quản lý hỗ trợ việc ra quyết định quản lý.



Hình 1. Sơ đồ cấu trúc của phần mềm INSEM

4. Phần mềm hỗ trợ công tác giám sát môi trường tỉnh An Giang

Dựa trên cơ sở lý luận được trình bày ở trên, mục này trình bày một ứng dụng đã được xây dựng cho một đơn vị hành chính cụ thể là tỉnh An Giang.

Giao diện của INSEMAG được thể hiện trên hình 2.

Hệ thống thông tin INSEMAG (Information system for Supporting Environmental Monitoring for An Giang-viết tắt là INSEMAG) được xây dựng cho An Giang là sự tích hợp trong môi trường Windows các mô đun ANGIMOD - hệ thống thông tin quản lý, khai thác các số liệu quan trắc (tại các trạm khí tượng, thủy văn, điểm quan trắc chất lượng nước bề mặt, chất lượng không khí, chất lượng nước ngầm, điểm lấy mẫu nước thải, các nguồn thải điểm như ống khói, cống xả), ANGICAP - phần mềm quản lý các nguồn thải điểm và tính toán phát tán ô nhiễm không khí theo mô hình Berliand [1], [2]; ANGIWASP - phần mềm quản lý các cộng

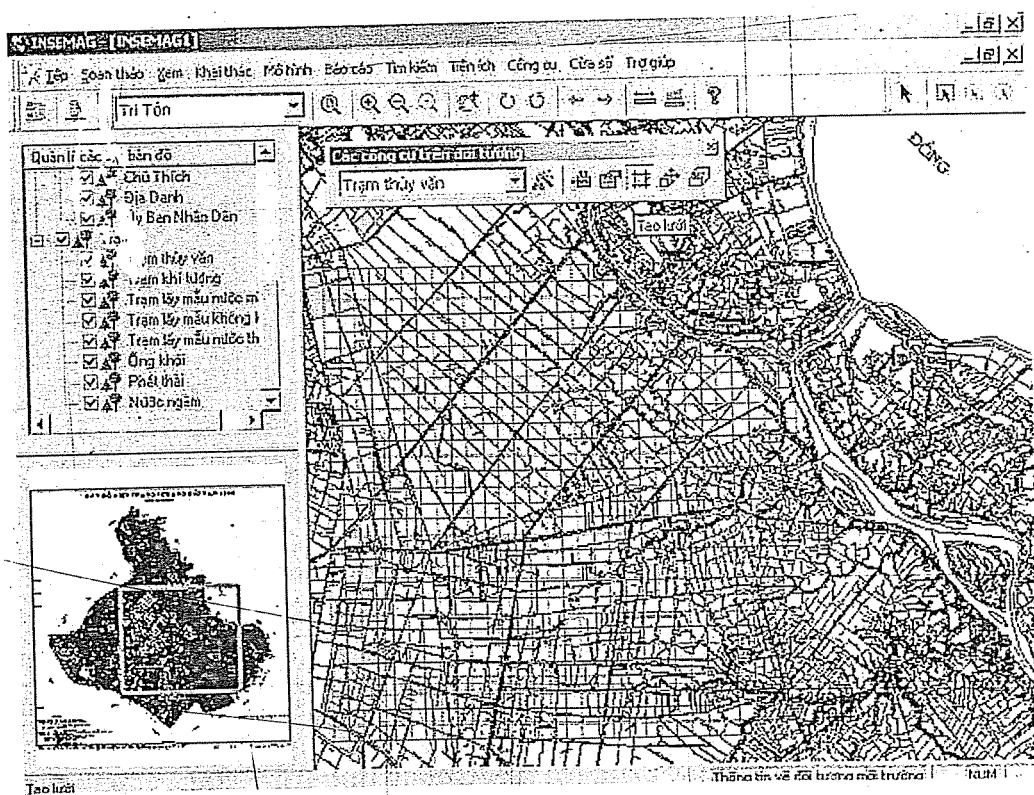
thải xuống sông và tính toán phát tán ô nhiễm trong môi trường nước theo mô hình Paal [3]. Sơ đồ cấu trúc của INSEMAG được thể hiện trên hình 3.

Qua việc tìm hiểu thực trạng công tác quản lý số liệu quan trắc môi trường tại một số tỉnh cho thấy: hiện nay việc quản lý các dữ liệu quan trắc tại nhiều tỉnh thành còn chưa được chú ý đúng mức thể hiện ở những bất cập sau đây:

- Chưa có một công nghệ quản lý một cách tổng hợp và thống nhất các số liệu quan trắc;

- Các phần mềm hiện dùng để lưu trữ các dữ liệu quan trắc như Excel ; MS Access ; ... chưa gắn với dữ liệu không gian;

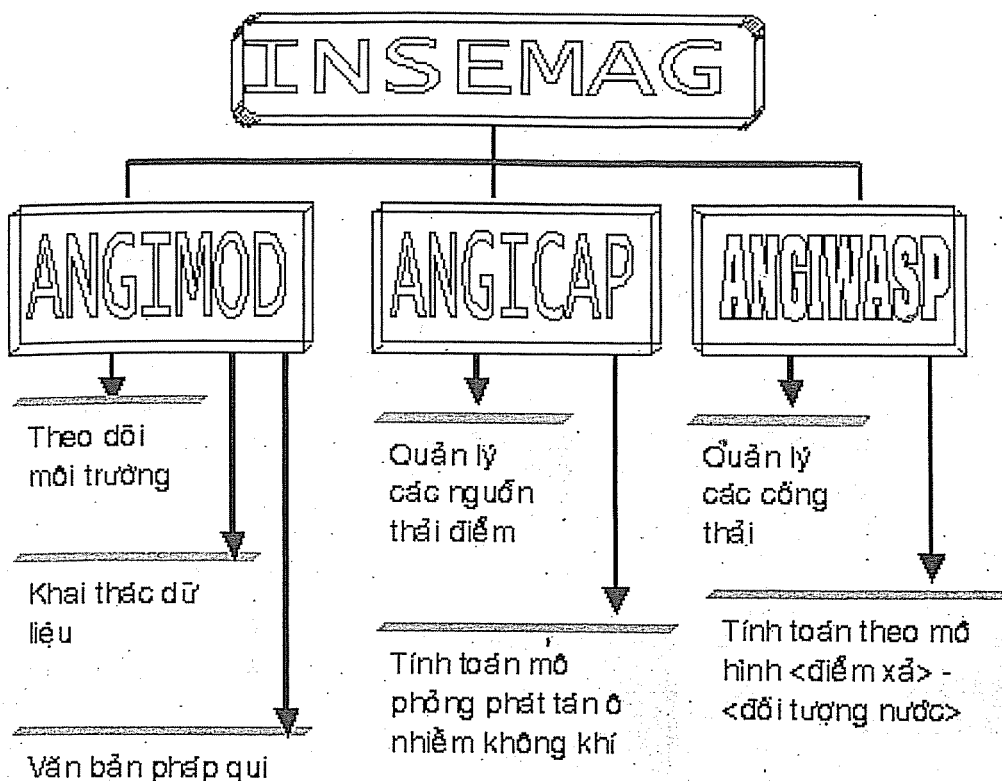
Một số phần mềm GIS như MapInfo lại dư thừa cho mục tiêu quản lý các số liệu quan trắc và chưa tận dụng thế mạnh của các hệ quản trị dữ liệu không phải là dữ liệu không gian;



Hình 2. Giao diện của INSEMAG

Phần mềm INSEMAG giải quyết một phần những khiếm khuyết được nêu ra ở trên. Mô đun ANGIMOD được tích hợp vào INSEMAG để trợ giúp quản lý các dữ liệu quan trắc về tình trạng môi trường nước, không khí của tỉnh An Giang. Các chức năng chính của ANGIMOD được thể hiện trên hình 4.

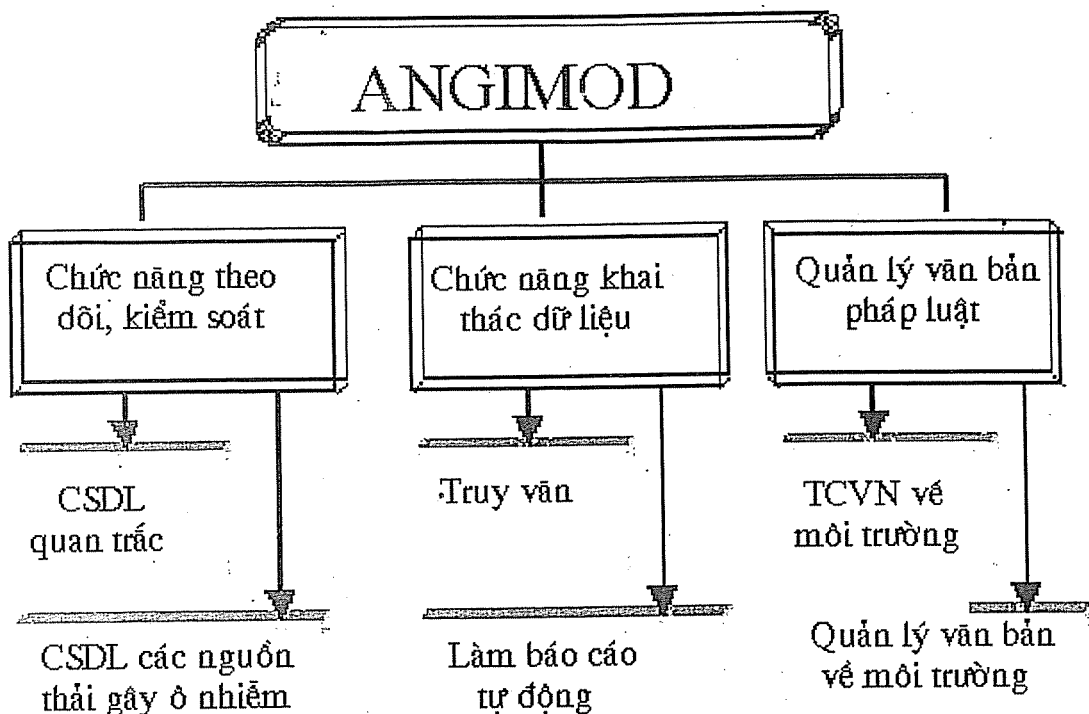
Các chức năng được xây dựng trong ANGIMOD cho phép xác định vùng và các nguồn thải có thể gây ra sự vượt quá chuẩn cho phép, tiến hành những thông báo kịp thời cho các cơ quan chức năng, hỗ trợ việc ban hành các quyết định nhằm khắc phục và làm giảm thiểu các hậu quả có thể.



Hình 3. Các môđun của INSEMAG

Trong các công trình trước đây, chúng tôi đã thực hiện một số công cụ tự động hóa tính toán giúp người sử dụng có một công cụ tính toán mô phỏng ô nhiễm không khí theo các kịch bản khác nhau [4], [5], [6]. Tuy nhiên các mô đun này vẫn tồn tại riêng rẽ và chưa tích hợp được với các mô đun mang tính quản lý khác. Nghĩa là phần tính toán mô phỏng ô nhiễm không khí vẫn còn khá tách biệt với các dữ liệu môi trường khác, trong đó có các dữ liệu về khí tượng. Trong INSEMAG, công cụ ANGICAP được tích hợp với các mô đun quản lý số liệu quản trắc. ANGICAP là mô đun quản lý ô nhiễm không khí được tích hợp trong INSEMAG. Các mô hình toán được sử dụng trong ANGICAP là mô hình Berliand [1], [2]. CSDL cần thiết để chạy ANGICAP gồm: các dữ liệu từ các trạm khí tượng, các dữ liệu về nguồn thải điểm (chiều cao, đường kính nguồn thải, tọa độ địa lý, tên cơ quan chủ quản,...). Các dữ liệu này được ANGIMOD quản lý và được người sử dụng lựa chọn để đưa vào phân tích. Ngoài ra, để chạy mô hình toán, các dữ liệu liên quan tới sự hoạt động của nguồn thải (lưu lượng, tải lượng ô nhiễm, nhiệt độ khí thoát ra,...) được nhập vào thông qua giao diện viết riêng cho ANGIMOD. Phần công nghệ GIS được sử dụng trong ANGICAP để trực diện hóa việc nhập dữ liệu (đầu vào) vào cũng như biểu diễn kết quả tính toán (đầu ra). ANGICAP có các chức năng hỗ trợ:

- Quản lý tổng hợp các thông tin liên quan tới các phát thải;
- Tính toán theo mô hình sự lan truyền và khuếch tán tác nhân ô nhiễm trong môi trường không khí;
- Cung cấp công cụ trong việc phân tích, đánh giá ảnh hưởng các nguồn điểm theo các hoạt cảnh khác nhau.



Hình 4. Các chức năng chính trong ANGIMOD

Qua nghiên cứu tài liệu cũng như đi khảo sát thực tế cho thấy: hiện nay quá trình công nghiệp hóa, hiện đại hóa tại An Giang đang diễn ra với tốc độ nhanh chóng, mặc dù có nhiều cố gắng của các cấp chính quyền, nhưng thực tế cho thấy tình trạng ô nhiễm môi trường không khí không những không giảm đi mà đang có xu hướng tăng lên. Một trong những nguyên nhân của hiện trạng trên theo ý kiến các tác giả bài báo này là sự thiếu vắng những biện pháp mang tính pháp lý đối với những cá nhân, tổ chức gây ô nhiễm môi trường. Chúng tôi cho rằng để làm tốt công việc này cần thiết phải xây dựng những công cụ đánh giá mức độ ô nhiễm và đi kèm là những thiệt hại kinh tế được quy ra tài sản. Trong đề tài này [7], ANGICAP là một phương pháp tiếp cận nhằm giải quyết những vấn đề được nêu ra ở trên. So với các sản phẩm trước đây [4], [5], [6], ANGICAP có một số chức năng sau đây :

- Người sử dụng được cung cấp chức năng tự tạo một kịch bản tính toán, có thể chọn dữ liệu khí tượng từ CSDL hay tự tạo mới một CSDL khác, được phép đưa vào kịch bản những nguồn thải theo ý định;

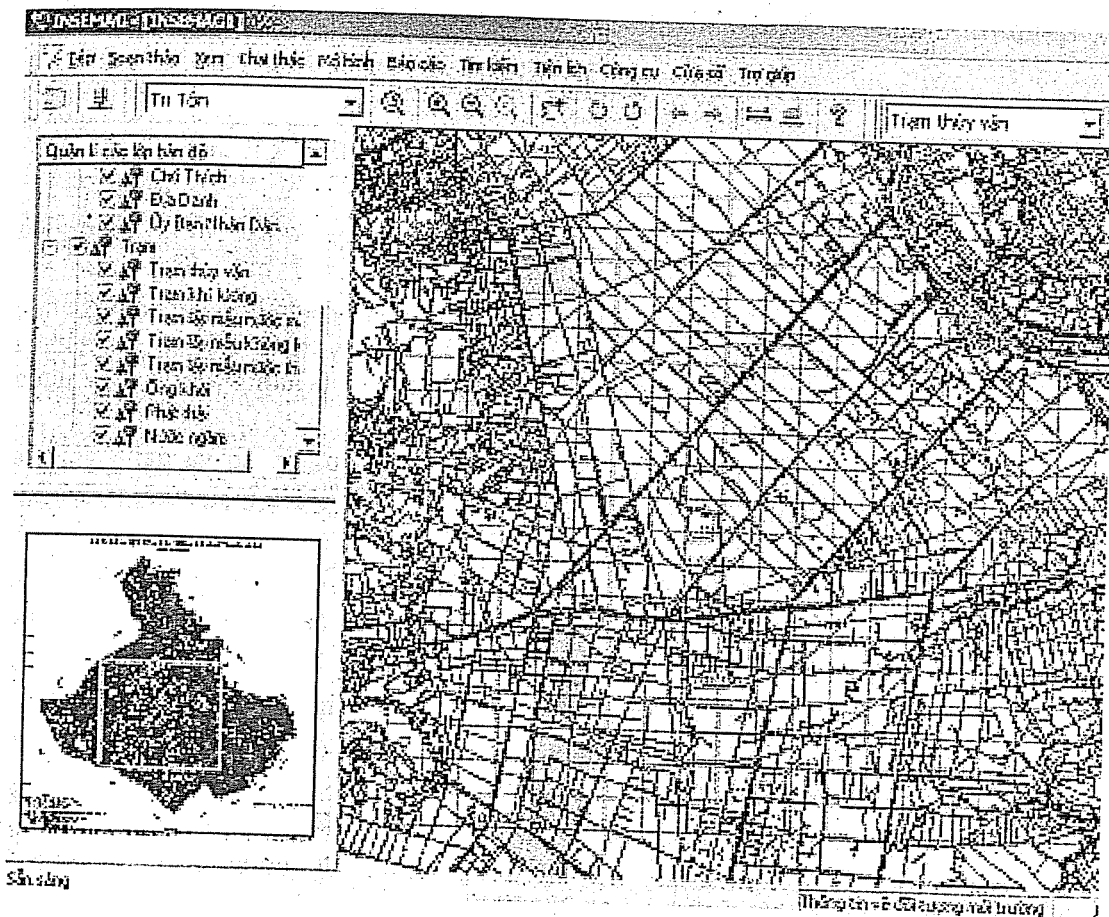
- Chức năng báo lỗi của ANGICAP đảm bảo cho người sử dụng tránh được những lỗi khó phát hiện: ví dụ nếu quên nhập số liệu liên quan tới ống khói thì phần mềm sẽ tự động đưa ra lời nhắc nhở;

- Trạm khí tượng không nhất thiết phải nằm trong lưới tính toán, ANGICAP cho phép gán CSDL về khí tượng cho các nguồn thải nằm trong lưới tính toán;

- Chức năng vẽ đường đồng mức được tự động hóa hơn. Với việc đưa ra các ngưỡng max, min, chương trình sẽ tự động vẽ ra các đường đồng mức có ghi giá trị để người sử dụng tiện theo dõi và in ra làm báo cáo trong trường hợp không có máy in màu. Nhiều tiện ích ở INSEMAG tương tự phần mềm Surfer;

- Bước đầu cho phép tính toán sự lan truyền của các hạt bụi năng.

Hệ thông tin địa lý (GIS) đóng vai trò nền tảng cho ANGICAP. GIS tổ chức thông tin không gian sao cho ANGICAP có thể hiển thị bản đồ ô nhiễm (theo các đường đồng mức) (xem hình 5).



Hình 5. INSEMAG sử dụng công nghệ GIS trong biểu diễn kết quả tính toán mô phỏng ô nhiễm không khí từ nguồn điểm

5. Kết luận

Bài báo này trình bày một số kết quả bước đầu của nhóm tác giả trong việc xây dựng một công nghệ quản lý môi trường dựa trên cơ sở ứng dụng công nghệ thông tin. Các tác giả đưa ra cấu trúc phần mềm trợ giúp công tác giám sát môi trường, cũng như trình bày sản phẩm tin học INSEMAG. Phần mềm INSEMAG được triển khai cho tỉnh An Giang với mục tiêu hỗ trợ cho công tác quản lý môi trường tỉnh An Giang. Việc ứng dụng công nghệ GIS, INSEMAG là phần mềm giúp cho người sử dụng thuận tiện khi làm việc với các đối tượng môi trường. INSEMAG tích hợp mô hình tính toán lan truyền ô nhiễm không khí giúp cho người sử dụng tính toán theo các kịch bản khác nhau và trợ giúp cho công tác dự báo, qui hoạch môi trường. Các công cụ được xây dựng trong INSEMAG cho phép so sánh, đánh giá diễn biến môi trường. Việc đánh giá này sẽ giúp cho các nhà quản lý kiểm soát tốt hơn những địa điểm, vị trí tiềm ẩn gây ô nhiễm môi trường. Nhóm tác giả mong nhận được ý kiến

đóng góp của các chuyên gia, các nhà quản lý nhằm không ngừng hoàn thiện sản phẩm INSEMAG, phục vụ tốt công tác bảo vệ môi trường trong giai đoạn hiện nay của đất nước.

Bài báo này được hoàn thành do sự tài trợ từ đề tài đề tài nghiên cứu cơ bản cấp nhà nước mã số 320801. Các tác giả chân thành cảm ơn ban chủ nhiệm đề tài.

Tài liệu tham khảo

1. Trần Ngọc Chấn. Ô nhiễm môi trường không khí và xử lý khí thải. Tập 1, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 214 trang, 2000.
2. Phạm Ngọc Đăng, 1997. Môi trường không khí.- NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 371 trang.
3. Lê Thị Quỳnh Hà và CTV.. Mô hình hóa quá trình hình thành chất lượng nước sông Đồng Nai.- Đề tài nhánh của đề tài KH.07.17 "Xây dựng một số cơ sở khoa học phục vụ cho việc quản lý thống nhất và tổng hợp chất lượng môi trường nước lưu vực sông Đồng Nai", 2000.
4. Bùi Tá Long. Phần mềm trợ giúp công tác quản lý, qui hoạch và đánh giá tác động môi trường không khí.- *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, Hà Nội, số 2, tr. 24-28, 1998.
5. Bùi Tá Long và CTV. Thiết kế và xây dựng phần mềm mô phỏng sự nhiễm bẩn không khí trên một vùng lãnh thổ Việt Nam.- Báo cáo Kết quả đề tài cấp Tp.HCM 1997 - 1999, 1999.
6. Bùi Tá Long và CTV. Nghiên cứu xây dựng phần mềm hỗ trợ quản lý môi trường nước mặt và không khí tỉnh An Giang.- Báo cáo tổng hợp kết quả đề tài nghiên cứu Khoa học Công nghệ tỉnh An Giang, 11-2002, 2002.
7. Bùi Tá Long, Đoàn Văn Phúc, Nguyễn Hồ Nhất Khoa. Xây dựng công cụ tin học đánh giá tác động mang yếu tố con người lên môi trường không khí.- *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, Hà Nội, số 4, tr. 21-27, 1999.
8. Nguyễn Đức Nhật. Vấn đề ứng dụng máy tính điện tử trong công tác lưu trữ tài liệu thủy văn chế độ và biên soạn niên giám thủy văn.- *Nội san Khí tượng Thủy văn*, số 3, tr. 6 - 11, 1978.
9. Nguyễn Hữu Nhân, Hồ Ngọc Diệp. Hệ thống HYDROGIS để dự báo động thái vận chuyển và ngập nước vùng hạ du các hệ thống sông.- *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, Hà Nội, số 457 (1), trang 1 - 8, 1998.
10. Nguyễn Hữu Tăng và CTV. *Bảo vệ môi trường và phát triển bền vững ở Việt Nam*.- NXB Chính trị quốc gia, 412 trang, 2003.
11. Nguyễn Như Thắng, Lã Xuân Miến. Hệ quản lý số liệu thủy văn trên máy vi tính 16 bit.- *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, Hà Nội, số 4, tr. 26 - 29, 1987.
12. Jensen S.S.. Mapping human exposure to traffic air pollution using GIS.- *Journal of Hazardous material* 61 (1998), pp. 385 - 392, 1998.
13. Lowles I., ApSimon H., et al.. Integrated assessment models - tools for developing emission abatement strategies for the Black Triangle region.- *Journal of Hazardous Materials* 61 (1998), pp. 229 - 237, 1998.

14. Mackinlay, J.. Automating the design of graphical presentations of relational information.- *ACM Trans. on Graphics*, 5(2), 110 - 141, 1986.
15. Melissa E. Holmes and Geoffrey C. Poole. Management of a long - term water quality database : flatdat for the flathead lake biological station. The University of Montana, Flathead Lake Biological Station, 311 Bio Station Lane, Polson, MT 59860-9659, 1999.
16. Roth, S. F., J. Kolojejchick, J. Mattis, and J. Goldstein. Interactive graphic design using automatic presentation knowledge. *Proceedings of the CHI '94 Conference*, Boston, MA, Assoc. of Computing Mach., 112 - 117, 1994.
17. Senay, H., and E. Ignatius. A knowledge based system for scientific data visualization. *Comp. Graphics and Applications*, 14(6), 36 --47, 1994.
18. Берлянд М.Е.. Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы, - Л: Гидрометеиздат, 436 с,1975.