

# ĐỊA MẠO

**Các mục từ:** 1. Cơ sở Địa mạo học; 2. Mặt san bằng.

## Cơ sở Địa mạo học

Đào Đình Bắc. Khoa Địa lý,  
Trường Đại học Khoa học Tự nhiên (ĐHQGHN).

### Giới thiệu

Địa mạo học tuy được xem như một khoa học nằm ở miền liên thông giữa các khoa học Địa chất và Địa lý, nhưng thông thường được trình bày thiên về Địa lý. Do vậy trong các sách tra cứu địa chất, nội dung về địa mạo thường chỉ được lồng ghép vào những mục từ ít nhiều có liên quan. Ngày nay lĩnh vực ứng dụng của khoa học Địa chất có sự chuyển dịch đáng kể về hướng sử dụng hợp lý và bảo vệ môi trường, khiến cho nhu cầu tìm hiểu các hợp phần địa lý trở nên rõ rệt hơn. Do Địa mạo học, một mặt và trước hết phải sử dụng những kiến thức về lớp vỏ cứng của Trái Đất, nhưng mặt khác, phải liên tục vận dụng các quy luật địa lý, phân tích và khai thác những thông tin về các hợp phần môi trường tự nhiên, như hình thể địa hình, khí hậu, thủy văn, thổ nhưỡng, thảm thực vật, v.v..., nên việc trình bày những kiến thức về Địa mạo học sẽ giúp đáp ứng được một phần nhu cầu nói trên.

Hiện nay trên thế giới đã có Bách khoa thư Địa mạo học bằng tiếng Anh gồm 2 tập dày hơn 1.000 trang và đã có rất nhiều từ điển giải thích về Địa mạo học bằng nhiều thứ tiếng. Do đó trong mục từ này tác giả chỉ trình bày tóm tắt những nét chính và cần thiết đối với những người làm việc trong lĩnh vực Địa chất học, nhất là Địa chất Đệ Tứ, Địa kỹ thuật, Địa chất môi trường. Điều này phù hợp với nhận xét của một nhà nghiên cứu có uy tín: *các nhà địa chất giỏi trên thực địa thường cũng là những nhà địa mạo giỏi*.

Mục từ *Cơ sở Địa mạo học* trình bày tóm tắt về bộ môn khoa học này – những nét chính về sự ra đời, vị trí của nó trong hệ thống các khoa học về Trái Đất, lịch sử phát triển, các điểm phương pháp luận chính, những luận thuyết chủ yếu, các nguyên tắc phân loại địa hình, bản đồ địa mạo, sự phân nhánh và giá trị ứng dụng.

### Lịch sử hình thành của Địa mạo học

*Địa mạo học là khoa học nghiên cứu địa hình bề mặt Trái Đất về các mặt hình thái, nguồn gốc phát sinh và lịch sử phát triển*. Nó không những nghiên cứu những quy luật biến đổi hiện tại, mà cả quá khứ cũng như hướng phát triển tương lai của địa hình mặt đất.

Từ nửa đầu thế kỷ 19 về trước, những tài liệu về địa hình mặt đất chỉ được thu thập một cách “*nhân tiện*” trong khi tiến hành những công trình điều tra về địa chất, địa lý, sinh vật học và thổ nhưỡng. Hơn nữa, khi đó các nhà nghiên cứu còn xa lạ với ý niệm về sự phát triển có tính quy luật của các dạng địa hình, họ chỉ dừng ở những mô tả nhằm trả lời câu hỏi “*hiện tại thế nào*”, còn bỏ lửng việc giải đáp “*tại sao*”, “*sẽ thế nào*”.

Như vậy, Địa mạo học mới manh nha như một khoa học độc lập từ nửa cuối thế kỷ 19, khi Địa chất học đã hoàn chỉnh được cơ sở khoa học chủ yếu của mình. Thuật ngữ Địa mạo học xuất hiện từ Cục Địa chất Hoa Kỳ vào cuối thế kỷ 19 và có lẽ bắt đầu từ hai người tiên phong là J.W. Powell và W.J. McGee. McGee viết (1891): “*Hiện tượng thoái hóa (The phenomena of degradation) – có thể hiểu là sự biến đổi của các dạng địa hình là đối tượng của khoa học Địa mạo, một nhánh mới của Địa chất học*”. Ông cho rằng Địa mạo học chính là bộ phận của Địa chất học giúp cho nhà nghiên cứu thực địa có thể dựng lại lịch sử của Trái Đất bằng cách suy từ những gì do quá trình xâm thực để lại. Ông viết: “*Một giai đoạn mới trong khoa học Địa chất đã hé lộ ra trong vòng chỉ một thập niên. Ít nhất tại hai trung tâm Mỹ và một của nước ngoài, người ta đã công nhận rằng lịch sử địa chất cận đại với sự hoàn thiện diện mạo Trái Đất có thể suy từ hình dáng của các địa hình dương (nguyên bản là hills) cũng giống như đọc từ trầm tích và hóa thạch của biển và đại dương cổ xưa...*”. Như vậy phạm vi khoa học đã được mở rộng bằng sự bổ sung thêm một lĩnh vực ngang hàng – tức là bằng sự ra đời của một thứ địa chất mới sẽ sánh vai cùng địa chất kinh điển, đó là *địa chất hình thái (Geomorphic Geology – Geomorphology)*.

Tuy từ nửa cuối thế kỷ 19 đã xuất hiện những công trình tổng hợp về lý thuyết và các quan điểm khoa học về Địa mạo, nhưng phải tới những thập kỷ đầu thế kỷ 20, Địa mạo học mới thực sự trở thành một khoa học độc lập. Lúc này đã có sự chuyển hóa từ những kiến thức rời rạc thành một hệ thống kiến thức thống nhất qua các công trình nổi tiếng của W.M. Davis, F. Richthofen, A. Penck và W. Penck, nhất là với công trình xuất sắc “*Phân tích hình thái*” của W. Penck. Tính nhất quán của hệ thống thể hiện

ở chỗ đã xác lập được cả những tính quy luật chung đối với mọi hiện tượng thuộc đối tượng nghiên cứu, cũng như tính bao quát của những cấp cao đối với cấp thấp hơn và tính phụ thuộc của những cấp thấp vào những cấp cao hơn.

### Những luận thuyết chính

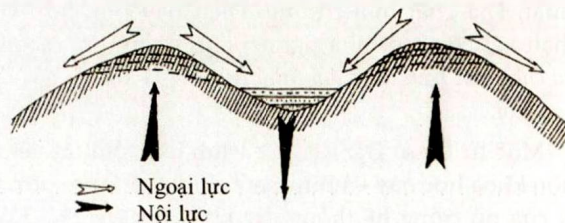
Trong sự phát triển của tư tưởng Địa mạo học đã hình thành 2 trường phái là Địa mạo học Mỹ với W. M. Davis và Địa mạo học Châu Âu (chủ yếu là của Đức) với những nhà sáng lập là F. Richthofen, A. Penck và W. Penck. Di sản lý luận của hai trường phái này được thể hiện trong học thuyết của Davis về *chu trình địa lý* và học thuyết của W. Penck về *bậc thang trước núi*.

Davis xem xét địa hình trong trạng thái phát triển gói gọn trong những chu trình khép kín, trong đó nếu chu trình phát triển đến cùng thì sẽ kết thúc bằng hiện tượng san bằng kiểu penepelen (bán bình nguyên, còn được hiểu là bề mặt san bằng tận cùng). Theo ông, bất kỳ địa hình nào cũng đều được xác định bởi cấu trúc địa chất, quá trình ngoại sinh đang hoạt động tại đây và giai đoạn phát triển đã đạt tới, tức là tam đoạn luận nổi tiếng: “cấu trúc - quá trình - giai đoạn”. Theo ông, trên những cấu trúc địa chất và với những quá trình ngoại sinh nhất định, địa hình mặt đất sẽ lần lượt trải qua các giai đoạn phát triển sơ sinh, tráng niên, trưởng thành và già cỗi rồi tàn lụi, được đánh dấu bằng những dấu hiệu hình thái đặc trưng.

Học thuyết của Davis đã có đóng góp tích cực cho sự phát triển của Địa mạo học, song cũng chứa đựng những khiếm khuyết đáng kể. Ông tách rời về thời gian giữa pha nâng lên của khu vực vỏ Trái Đất với các quá trình bóc mòn, một điều hoàn toàn trái với thực tế và là điểm phương pháp luận căn bản của Địa mạo học về tác động tương hỗ giữa nội lực và ngoại lực. Một thiếu sót khác là việc công nhận sự tồn tại của những chu trình phát triển khép kín thay vì kiểu phát triển liên tục và tiến hóa, tuy rằng có tính nhịp. Mặt khác, chu trình xâm thực của Davis còn gọi là “chu trình xâm thực bình thường” được xây dựng trên cơ sở nghiên cứu dòng chảy của các vùng ôn đới, theo đó có thể hiểu một cách máy móc rằng một khi có nhiều nước chảy, thì xâm thực mạnh. Điều đó chưa chắc đúng, bởi vì chưa tính đến đặc điểm của mặt đệm, ví dụ như tại khu vực Đông Nam Á gió mùa nắng lắm, mưa nhiều, dòng sông tuy đầy nước, nhưng dòng rần lại chủ yếu là bùn, cát, rất ít cuội sỏi, nghĩa là không có xâm thực đáng kể. Vì những suy diễn như vậy mà một số người thuộc trường phái cực đoan phủ nhận hoàn toàn học thuyết này, ví dụ như một số nhà địa mạo khí hậu Pháp.

W. Penck khắc phục thiếu sót cơ bản trong thuyết chu trình xâm thực của Davis – trong việc tách rời tác động của nội lực với ngoại lực – và đã cố gắng thông qua nghiên cứu sự phát triển địa hình sườn chúng

minh rằng căn cứ vào những dấu hiệu hình thái sườn và các quá trình ngoại sinh có thể dựng lại được lịch sử mới nhất của vận động vỏ Trái Đất tại khu vực nghiên cứu. Cơ sở của luận điểm này là ở chỗ tác động tương hỗ của nội lực và ngoại lực trong khi tạo ra địa hình thì đồng thời cũng tạo ra các trầm tích liên quan của chúng [H.1]. Địa hình và những trầm tích quan hệ đó, cũng như các quá trình ngoại sinh, là những yếu tố có thể nghiên cứu được tương đối trực tiếp. Sau khi xác định được những tham số này, ta có thể tìm ra được ẩn số còn lại, đó là vận động kiến tạo. Tiến trình nghiên cứu này chính là nội dung của “Phương pháp phân tích hình thái”, hay là phương pháp phân tích địa mạo. W. Penck là người đầu tiên và duy nhất đã cố gắng xây dựng một lý thuyết thống nhất về phát triển sườn trên cơ sở nhận định rằng, sườn với độ dốc khác nhau là dạng địa hình phổ biến rộng rãi nhất trên bề mặt lục địa được hình thành do tác dụng xâm thực của dòng nước. Cường độ của quá trình khoét sâu này phụ thuộc vào sự biến đổi độ dốc mặt đất do vận động kiến tạo. Tuy nhiên, hình dạng của sườn không chỉ phản ánh riêng cường độ và sự biến thiên của quá trình khoét sâu, mà cả tương quan của nó với cường độ của quá trình bóc mòn sườn. Về phần mình, quá trình bóc mòn lại diễn ra theo những quy luật riêng với nguồn năng lượng thống nhất có mặt ở mọi nơi là trọng lực của Trái Đất, cũng tương tự như tiền đề của nó – quá trình chuẩn bị vật chất để được các tác nhân bóc mòn đưa ra khỏi nơi thành tạo – tức là quá trình phong hóa. Như vậy, qua nghiên cứu sườn, người ta có thể biết được sự phát triển chung của địa hình mặt đất. Kết quả của sự phân tích này giúp W. Penck phát hiện quy luật địa mạo chủ yếu là *trong việc hình thành địa hình mặt đất, vấn đề có ý nghĩa quyết định là tương quan của cường độ vận chuyển vật chất bởi nội lực và ngoại lực* [H.1].



Hình 1. Tác động ngược nhau của nội lực và ngoại lực.

Khi xét tương quan này, W. Penck đã nêu ra khái niệm về kiểu phát triển đi lên và kiểu phát triển đi xuống của địa hình. Đối với một khu vực mặt đất đang bị vận động kiến tạo nâng lên, có thể thấy ba khả năng như sau:

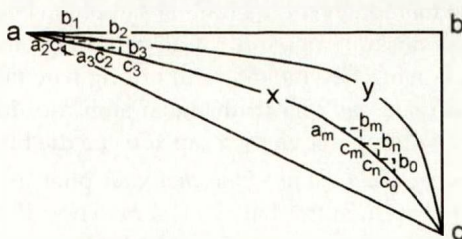
Khả năng thứ nhất, bề mặt địa hình cao dần – *kiểu phát triển đi lên* – độ cao tuyệt đối, độ cao tương đối, độ chia cắt sâu, cường độ xâm thực sâu, độ dốc sườn đều cao, bào mòn mạnh, sông có trắc diện dọc dốc, có nhiều điểm gãy dạng bậc thang, địa hình thể hiện tính chất cấu trúc rõ ràng.

Khả năng thứ hai, hiệu quả tổng hợp bằng "0", địa hình không cao lên mà cũng không thấp xuống, ở trạng thái cân bằng động.

Khả năng thứ ba – địa hình *phát triển theo kiểu đi xuống*; mặc dù vẫn đang chịu tác động của vận động kiến tạo dấu dương, nhưng độ cao tuyệt đối, tương đối, độ dốc sườn đều giảm, trác diện dọc của sông thoải, nhiều sản phẩm tích tụ; phổ biến hiện tượng địa hình đảo nghịch, có thể cắt ngang mọi loại cấu trúc, tạo ra *bề mặt san bằng*.

Trong trường hợp nội lực làm cho mặt đất hạ lún, các tương quan với ngoại lực cũng tương tự; 1) Bề mặt đáy bồn trũng ngày càng sâu do quá trình tích tụ yếu hơn vận động hạ lún; 2) Bề mặt đáy bồn trũng giữ độ sâu ổn định - cân bằng động, do có quá trình tích tụ đến bù; 3) Bề mặt đáy bồn trũng nông dần do quá trình tích tụ mạnh hơn vận động hạ lún.

Khác với sơ đồ quá giản lược của W. Davis với quan niệm về vận động của vỏ Trái Đất gồm những bước nhảy lớn, W. Penck đưa ra "phương pháp vi phân", coi sự phát triển địa hình gồm hàng loạt bước nhảy nhỏ trong những thời đoạn đủ ngắn, có thể bỏ qua để xem quá trình thành tạo địa hình là liên tục [H.2]. Với cách đặt vấn đề như vậy, ông đã đưa giả thuyết về sự thành tạo "bậc thang trước núi" trong tiến trình nâng liên tục dạng vòm nhanh dần và mở rộng dần, theo đó tại vùng rìa khối nâng có tương quan cân bằng động giữa chuyển động nâng và bóc mòn (hiệu quả nâng bằng "0") và tại đáy hình thành bề mặt san bằng bào mòn nhỏ hẹp gọi là pedimen (pediment), sau này sẽ trở thành những bề mặt san bằng rộng lớn hơn gọi là pediplen (pediplain), hoặc trở thành những mắt xích của "bậc thang trước núi". Như vậy, nếu peneplen được Davis xem là bề mặt san bằng tận cùng, thì pedimen và pediplen trong quan niệm của Penck lại là những bề mặt nguyên thủy.



**Hình 2.** Sơ đồ đường cong vi phân trong miền abc minh họa ý tưởng của W. Penck: axc, ayc, v.v... thể hiện vô số tương quan giữa hiệu ứng tác dụng nội lực ab với hiệu ứng tác dụng ngoại lực bc.

Luận thuyết của W. Penck đóng vai trò to lớn trong việc hình thành lý thuyết thống nhất cho khoa học địa mạo, vì vậy nhiều người coi thời điểm ra đời của chuyên khảo "Phân tích hình thái" (W. Penck, 1924) đánh dấu sự hình thành của Địa mạo học như một khoa học độc lập. Tuy vậy, luận thuyết của W. Penck cũng không tránh khỏi những thiếu sót, song so với thành tựu, thì những khiếm khuyết chỉ là thứ yếu mà các thế hệ khoa học sau này có thể khắc phục

dẫn. Chẳng hạn, trong sơ đồ chung về các quá trình bóc mòn của ông có một khoảng trống lớn là không dành vị trí thích đáng cho hoạt động của dòng chảy. Nhiều người cho rằng giả thuyết về mô hình "bậc thang trước núi" là quan niệm quá gượng gạo và mô hình nâng nhanh dần đều chỉ là một trường hợp tương tượng. Một thiếu sót khác là ông thường xem nhẹ yếu tố mật độ trong quá trình xâm thực bào mòn.

**Vị trí của Địa mạo học trong khối các khoa học về Trái Đất**

Ngay từ khi ra đời như một chuyên ngành khoa học, Địa mạo học đã được W. Penck xác định như một khoa học trung gian và đồng thời giữ vai trò kết nối giữa Địa chất học và Địa lý học, bởi vì địa hình được tạo ra bởi cả các quá trình nội sinh và các quá trình ngoại sinh, trong khi W. M. Davis lại xếp nó vào nhóm các khoa học địa lý – khoa học nghiên cứu những cảnh quan đang hiện hữu, còn Địa chất học là khoa học về quá khứ của Trái Đất.

Ngày nay, cuộc tranh luận về vị trí của Địa mạo học vẫn chưa kết thúc. Tuy rằng Địa mạo học được thay thế phần lớn bởi các nhà địa chất (Lyell với những giải thích về hiện tượng bào mòn do nước mưa, băng giá và các dòng chảy, Davis với thuyết về "chu trình xâm thực" và nhất là W. Penck với tác phẩm "Phân tích hình thái", v.v...), nhưng nhiều tác giả cho nó là một trong số các khoa học địa lý, vì nó phát triển từ địa lý tự nhiên, nhất là có đối tượng nghiên cứu là địa hình – một hợp phần quan trọng bậc nhất của môi trường địa lý, quyết định cách tiếp nhận và phân phối lại năng lượng trên bề mặt Trái Đất. Nhiều nhà địa chất lại cho rằng Địa mạo học nằm trong khối của khoa học địa chất, vì địa hình liên quan mật thiết với cấu trúc và lịch sử phát triển địa chất.

Tuy nhiên, nhà địa mạo cần vận dụng cả hai lĩnh vực kiến thức này. Ví dụ, địa hình sườn trong một khối granit không chỉ phụ thuộc vào các đặc tính cơ - lý - hóa học của đá granit, mà còn phụ thuộc vào khí hậu địa phương, yếu tố quy định chế độ hoạt động của nước chảy trên mặt và thấm thực vật, điều đó không chỉ đối với hiện tại mà cả trong quá khứ.

Ngày nay đã có nhiều người tán thành quan điểm của W. Penck về tính chất độc lập của Địa mạo học tại miền liên thông giữa các khoa học địa lý và địa chất dựa trên bản chất khách quan của sự thành tạo địa hình – là sản phẩm của tác động tương hỗ và ngang hàng nhau giữa hai nhóm quá trình nội lực và ngoại lực.

Địa mạo học đã xây dựng được một hệ thống phương pháp nghiên cứu toàn diện, lại có một cơ sở lý thuyết hoàn chỉnh, đối tượng nghiên cứu rõ ràng, nên nó xứng đáng được xếp ngang hàng với các

khoa học khác về Trái Đất, chẳng hạn như Khoáng vật học hoặc khoa học bản đồ, v.v... Do nằm ở miền liên thông như vậy mà khoa học địa mạo đã thâm nhập vào nhiều lĩnh vực có liên quan đến điều tra, khai thác hợp lý tài nguyên thiên nhiên và bảo vệ môi trường.

### **Phương pháp luận và nhiệm vụ nghiên cứu của Địa mạo học**

Địa mạo học là khoa học về các dạng địa hình bề mặt Trái Đất với phương pháp luận gồm hai điểm chính sau đây.

- Xem địa hình như những sự vật có phát sinh, phát triển theo logic tiến hóa, là kết quả của tác động tương hỗ lên bề mặt Trái Đất của các quá trình nội sinh và ngoại sinh. Hai nhóm lực này tồn tại đồng thời và gây những tác động ngược nhau đối với mặt đất. Tùy thuộc vào tương quan mạnh - yếu giữa chúng mà địa hình phát triển theo những hướng khác nhau - theo kiểu đi lên, đi xuống hoặc cân bằng động.

- Địa hình phải được nghiên cứu trong mối liên hệ cụ thể và chặt chẽ với đặc điểm của môi trường địa lý, xem nó như là một trong những hợp phần của môi trường vốn có khả năng tự điều chỉnh, nghĩa là nó luôn luôn có quan hệ tương hỗ và chi phối nhân - quả với những hợp phần khác của môi trường địa lý. Nói cách khác, khi nghiên cứu địa hình, phải chú ý đầy đủ đến toàn bộ quan hệ qua lại phức tạp giữa các địa quyển - thạch quyển, khí quyển, thủy quyển và sinh quyển, kể cả những tác động của con người.

Nhiệm vụ của Địa mạo học có thể tóm tắt trong những hướng sau đây.

- Nghiên cứu đặc điểm hình thái của địa hình, gồm hình thái mô tả và hình thái trắc lượng - mô tả diện mạo chung và các dạng sơ đẳng, cách sắp xếp, đặc điểm định hướng trong không gian và quan hệ giữa chúng với nhau, xác định các chỉ số hình thái trắc lượng.

- Xác định nguồn gốc phát sinh, giai đoạn phát triển của các dạng địa hình và những tập hợp của chúng (kiểu, nhóm kiểu, phức hệ kiểu địa hình).

- Nghiên cứu tính quy luật phát triển của địa hình trong từng môi trường địa lý đặc thù và trên cơ sở đó xây dựng hệ thống phân loại theo nguồn gốc phát sinh.

- Phát hiện những tập hợp khách quan của các dạng địa hình có liên quan với nhau về nguồn gốc phát sinh, lặp đi, lặp lại trong không gian một cách có quy luật, gắn với những điều kiện kiến tạo và cấu trúc địa chất nhất định (tạo thành các địa kiến trúc và kiến trúc hình thái), hoặc trong những cách kết hợp nhất định của các nhân tố tạo địa hình (các kiểu phát sinh địa hình).

- Nghiên cứu sự phân bố địa lý của các dạng và kiểu địa hình trong mối liên hệ với tính phân đới khí hậu hoặc tính địa ô.

- Xác định khả năng ứng dụng của các tính quy luật đã được phát hiện cho những mục đích thực tiễn, đặc biệt là trong nghiên cứu tai biến thiên nhiên, địa mạo môi trường và sử dụng hợp lý tài nguyên địa mạo.

Trong mỗi hướng nghiên cứu đều cần duy trì quan điểm lịch sử, tức là nghiên cứu địa hình trong trạng thái vận động và phát triển.

### **Các phương pháp nghiên cứu của Địa mạo học**

Địa hình là một hợp phần quan trọng của môi trường địa lý, đồng thời là sản phẩm của lịch sử phát triển địa chất. Trong tiến trình này, tương quan giữa hai nhóm nội lực và ngoại lực luôn luôn thay đổi, do đó bản thân địa hình cũng liên tục biến đổi và rất đa dạng. Để hiểu được bản chất của chúng, Địa mạo học phải sử dụng một hệ thống phương pháp nghiên cứu đa dạng.

- *Phương pháp hình thái* nhằm thông qua mô tả hình thái địa hình mà góp phần giải quyết các vấn đề nguồn gốc và động thái của nó.

- *Phương pháp tương đá - hình thái* cho phép giải thích hình thái và đặc điểm địa mạo nói chung qua nghiên cứu tương đá trầm tích; tương đá của các trầm tích tương quan có ý nghĩa lớn trong xác định tuổi và điều kiện thành tạo địa hình.

- *Phương pháp địa mạo cấu trúc lý* giải mối liên hệ giữa hình thái địa hình với cấu trúc địa chất (kiến tạo và thạch học) và là cơ sở của bộ môn Địa mạo cấu trúc, một thành tựu lớn của Địa mạo học nửa cuối thế kỷ 20.

- *Phương pháp tân kiến tạo - hình thái* nhằm giải thích các đặc điểm địa mạo như một biểu hiện tiêu biểu của luận điểm coi địa hình là sản phẩm của mối tương tác nội lực - ngoại lực. Các vận động tân kiến tạo, dù là nâng hay hạ, đều ảnh hưởng trực tiếp tới cường độ của các quá trình ngoại sinh, do đó ảnh hưởng tới đường nét và cách sắp xếp của địa hình.

- *Phương pháp địa lý - hình thái* xuất phát từ điểm phương pháp luận thứ hai của Địa mạo học. Phương pháp này có mục đích giải thích địa hình qua nghiên cứu các điều kiện địa lý và sự biến đổi của chúng.

- *Phương pháp địa mạo động lực* được sử dụng để tìm những động lực và quá trình tác động lên địa hình trong mối liên hệ với cấu trúc địa chất, vận động tân kiến tạo và những điều kiện khí hậu hiện đại. Nó không những giúp giải thích mà còn dự báo sự phát triển của địa hình.

*Phương pháp cổ địa mạo* dựa trên hiện tại luận (actualism) để dựng lại các giai đoạn của lịch sử phát triển địa hình và xác định tuổi địa hình. Ngoài ra còn có hàng loạt phương pháp bổ trợ khác. Trong thực tiễn, thường phải kết hợp đồng thời nhiều phương

pháp theo yêu cầu cụ thể, nghĩa là sử dụng phép phân tích địa mạo.

Trong hệ thống các phương pháp còn phải kể đến một số kỹ thuật hiện đại rất hữu hiệu, đó là minh giải ảnh hàng không, quan sát bằng mắt thường từ máy bay, các phương pháp địa vật lý dùng trong nghiên cứu địa hình đáy biển với máy đo hồi âm và kỹ thuật lặn, v.v..., kỹ thuật viễn thám và công nghệ GIS, nghiên cứu địa mạo ở trạm, nghiên cứu địa mạo thực nghiệm, mô hình hóa, v.v...

**Phân ngành của Địa mạo học**

Cuối thế kỷ 19 - đầu thế kỷ 20, Địa mạo học còn là một bộ môn khoa học duy nhất với nhiệm vụ trước hết là mô tả và giải thích nguồn gốc, cách phân bố của các dạng địa hình, được W. Penck dùng làm công cụ để nghiên cứu vận động kiến tạo của vỏ Trái Đất. Về sau, các nhà nghiên cứu đã mở rộng thêm rất nhiều lĩnh vực ứng dụng và từ những kết quả thu được đã làm phong phú thêm cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu. Lịch sử phát triển sôi động của khoa học này đã dẫn đến sự phân nhánh và hình thành hàng loạt chuyên ngành mới. Lúc đầu, Địa mạo học mới chỉ bao gồm hai bộ phận là *Địa mạo đại cương* và *Địa mạo khu vực*. Ngày nay, bản thân Địa mạo đại cương cũng đã tách ra thành Địa mạo lý thuyết, Địa mạo hành tinh, Cổ địa mạo, Địa mạo cấu trúc, Địa mạo động lực, Địa mạo khí hậu, Địa mạo bờ biển và đáy đại dương, Bản đồ địa mạo. Việc ứng dụng Địa mạo học vào thực tiễn đã làm hình thành bộ môn Địa mạo ứng dụng (trong nghiên cứu địa lý, địa chất, khai thác khoáng sản, giải đoán và điều vẽ ảnh, viễn thám, GIS, trong xây dựng đường sá, cầu cống, công trình công nghiệp, đô thị, phát triển du lịch, thiết kế, quy hoạch đồng ruộng, v.v...). Đối với lớp vỏ địa lý, địa hình hiện tại cùng với lịch sử phát triển trong quá khứ và tương lai của nó là yếu tố quyết định sự phân bố năng lượng của các tổng thể địa lý và diễn biến của mọi quá trình tự nhiên khác. Từ quan điểm đó, đã xuất hiện một lĩnh vực mới là “Địa mạo môi trường”, “Địa mạo công trình” và phương pháp “Địa mạo thổ nhưỡng”. Sự xuất hiện của “Địa mạo môi trường” gắn với tình trạng thoái hóa nhanh chóng của môi trường sống do tác động quá mức và tiêu cực của hoạt động nhân sinh. Chẳng hạn, người ta đã tính được rằng tổng lượng đất đá do con người di dời vào khoảng 100 tỷ tấn/năm so với 75 tỷ tấn/năm do các tác nhân tự nhiên. Sự biến đổi địa hình nhân sinh đã đến mức phải đưa ra những khái niệm mới như *tân địa mạo* (neogeomorphology), *thế Nhân sinh* (Anthropogene epoch), *tài nguyên địa mạo* (gồm tài nguyên quá trình địa mạo và tài nguyên địa hình).

**Nguyên tắc phân loại địa hình**

Địa hình mặt đất đa dạng; một mặt, do tương quan nội - ngoại lực khi tạo ra chúng là vô hạn; mặt

khác, ở mỗi thời điểm chúng lại tồn tại trong những giai đoạn phát triển khác nhau. Vì vậy cần phân loại chúng để tiện việc nghiên cứu và mô tả chúng trên các loại bản đồ địa mạo – một tài liệu khoa học có giá trị rất đặc biệt, có thể sánh với những bản mô tả chuyên nghiệp nhất.

Nội hàm khoa học của các bảng phân loại tăng dần theo thời gian cùng với những thành tựu trong việc tìm hiểu bản chất của các dạng địa hình. Lúc đầu, chủ yếu là cách phân loại theo hình thái, như một sự kế thừa trực tiếp của Địa lý tự nhiên. Theo cách này, địa hình được phân chia theo những chỉ tiêu hình thái khác nhau. Đơn giản nhất là theo tương quan với bề mặt nằm ngang – địa hình dương và địa hình âm; theo độ phức tạp – dạng địa hình đơn giản và dạng địa hình phức tạp; theo kích thước – địa hình hành tinh (~10<sup>7</sup> - 10<sup>6</sup> km<sup>2</sup>), vĩ địa hình (10<sup>6</sup> - 10<sup>5</sup> km<sup>2</sup>), đại địa hình (10<sup>5</sup> - 10<sup>2</sup> km<sup>2</sup>), trung địa hình (10<sup>2</sup> - 10 km<sup>2</sup>) và vi địa hình. Ở mức khái quát hơn, địa hình được chia ra đồng bằng, đồi, núi và cao nguyên. Bước tiếp sau, để tăng độ chi tiết, ta có bảng phân loại theo hình thái và trắc lượng hình thái [Bảng 1], trong đó những giá trị độ cao tuyệt đối và tương đối (h) được bổ sung thêm. Đáng chú ý là quy ước về độ cao tương đối – địa hình đồng bằng với h < 10m; địa hình đồi với 10 < h < 100m; núi với h > 100m, còn địa hình cao nguyên có dấu hiệu đặc thù là thường có tầng đá cứng trên mặt nằm ngang và ít ra phải có một vách dốc phân cách với địa hình kề bên. Trong địa hình núi còn phân biệt bình sơn (khu vực có độ chia cắt sâu nhỏ và những đỉnh núi san san nhau trên diện tích rộng) với sơn nguyên (một vùng đất rất rộng, bao gồm cả các dãy núi, cao nguyên và bình sơn, các bồn địa rộng lớn, được nâng lên độ cao đáng kể và có độ chia cắt sâu rất lớn).

**Bảng 1.** Phân loại địa hình theo hình thái và trắc lượng hình thái (theo A. Spiridonov).

Tính chất địa hình	Độ cao tuyệt đối (m)	Đặc điểm hình thái
<b>Đồng bằng</b> - trũng - thấp - cao - trên núi	..... dưới mực biển 0 - 200 200 - 500 500 - 2.500	Gợn sóng, chia cắt yếu, có gò thấp, gò đất dài và thấp, có những hồ trũng nhỏ. Độ chia cắt sâu (dao động độ cao) h < 10m.
<b>Đồi</b> ..... - ở vùng thấp - ở vùng cao - trên vùng núi	..... 0 - 200 200 - 500 500 - 2.500	Dao động độ cao <b>10 &lt; h &lt; 100m</b> - Đồi thấp, h: 10 - 25m - Đồi tr. thấp, h: 25 - 50m - Đồi cao, h: 50 - 5m - Đồi rất cao, h: 75 - 100m Các dạng đồi: bát úp, có vách dốc, nhóm, dài.
<b>Núi</b> ..... - thấp - trung bình - trung bình - cao vừa - cao - rất cao	..... 600-900 700 (900)-1.200 1.200 - 2.500 2.500 - 3.000 3.000 - 5.000 trên 5.000	Dao động độ cao h > 100m Giá trị độ chia cắt sâu: - nhỏ: - 100 - 250m - trung bình: 250 - 500m - lớn: 500 - 750m - rất lớn: 750 - 1.000m

Khi vốn hiểu biết về phát sinh địa hình đã được tích lũy đáng kể, Địa mạo học đã đưa ra nguyên tắc *phân loại theo nguồn gốc phát sinh* thể hiện được những khía cạnh chính về bản chất của các dạng địa hình, có giá trị cao đối với thực tiễn và lý thuyết. Theo quan điểm phương pháp luận của Địa mạo học hiện đại, trong thiên nhiên luôn tồn tại những dãy phát sinh địa hình được tạo nên với vai trò chủ đạo của một hoặc một vài nhân tố tạo địa hình chủ yếu. Đó chính là cơ sở của nguyên lý phân loại địa hình theo nguồn gốc phát sinh. Với nhận thức như vậy, có thể xếp bất kỳ dạng địa hình nào vào vị trí thực của nó trong dãy phát sinh tương ứng, thấy được các giai đoạn nó đã trải qua, đang tồn tại và sẽ phải trải qua trong tương lai, nghĩa là có thể dự báo các bước tiến hóa của nó sau này.

Trong số khá nhiều bảng phân loại theo nguyên tắc này, có thể thấy khuynh hướng gộp lại thành 2 nhóm chính là *phân loại dựa trên thuyết "chu trình xâm thực"* của Davis và *phân loại theo các nhân tố trội*.

Trong cách phân loại thứ nhất, địa hình được nghiên cứu theo hệ thống trong từng chu trình riêng (chu trình dòng chảy, chu trình băng hà, chu trình gió - sa mạc, v.v...). Các dạng địa hình được xếp theo dãy liên tục phù hợp với giai đoạn phát triển của chúng trong chu trình.

Theo cách phân loại thứ hai, các dạng địa hình được chia thành 2 nhóm lớn:

- Những dạng do các quá trình ngoại sinh tạo thành;
- Những dạng do các quá trình nội sinh tạo thành.

Nhóm các dạng địa hình chủ yếu có nguồn gốc ngoại sinh lại được chia thành những loại khác nhau theo nhân tố trội (với trên 500 ký hiệu dạng địa hình):

- Địa hình nguồn gốc dòng chảy trên mặt;
- Địa hình nguồn gốc băng tuyết;
- Địa hình do gió tạo thành;
- Địa hình do dòng chảy và sóng biển (hồ lớn) tạo thành;

- Địa hình do phong hóa tạo thành;
- Địa hình do hoạt động của con người và thế giới sinh vật tạo thành;

Mỗi loại trên lại được phân chia chi tiết thêm theo hình thức tác động và những dấu hiệu khác của quá trình tạo địa hình như xâm thực, bào mòn, vận chuyển và tích tụ, v.v... Nhóm các dạng địa hình chủ yếu có nguồn gốc nội sinh bao gồm địa hình kiến tạo; địa hình núi lửa.

Cả 2 nguyên tắc phân loại trên đều có nhược điểm lớn là cấu trúc địa chất chỉ được xem xét như một nhân tố thụ động, nghĩa là môi liên hệ nội lực - ngoại lực vẫn chưa được chú ý đầy đủ theo luận điểm chủ yếu của Địa mạo học. Hơn thế nữa, nguyên tắc phân loại theo hình thái chưa phản ánh được bản chất của địa hình và còn có thể gây ra nhầm lẫn giữa bản chất và diện mạo bên ngoài.

Từ giữa thế kỷ 20, nhược điểm này đã được khắc phục nhờ cách phân loại địa hình theo nguyên tắc cấu trúc, trong đó sự chi phối của cấu tạo địa chất đối với hình thái địa hình đã được thể hiện rõ nét. Theo bảng phân loại do I.P. Gerasimov đề xuất (1946), toàn bộ địa hình được chia thành 3 nhóm (3 cấp) trong một hệ thống rất gọn bó: *địa kiến trúc, kiến trúc hình thái và chạm trở hình thái* khác nhau rõ rệt về điều kiện thành tạo. Sau này, Iu.A. Mesheriakov (1965) đã phát triển thành một bảng phân loại chi tiết [Bảng 2].

**Bảng 2 :** Phân loại địa hình theo tương quan hình thái - cấu trúc địa chất (theo Iu.A. Mesheriakov, 1965).

Diện tích (km <sup>2</sup> )	Các yếu tố hình thái cấu trúc địa hình đại lục, đáy đại dương	Các bậc chạm trở hình thái địa hình	
		Đại lục	Biển & đại dương
10 <sup>7</sup> -10 <sup>6</sup>	<b>Nhóm các địa kiến trúc</b> <i>Địa kiến trúc bậc 1:</i> - Các khối trôi đại lục (kể cả thềm lục địa)	—	—
10 <sup>6</sup> -10 <sup>5</sup>	- Các bồn đại dương <i>Địa kiến trúc bậc 2:</i> - Miền đồng bằng nền; - Miền núi (các miền tạo núi)	Các đới chạm trở hình thái (hình thái khí hậu), ví dụ: Các đới chạm trở hình thái băng hà, dòng chảy và hoang mạc	Các đới chạm trở hình thái (?)
10 <sup>5</sup> -10 <sup>3</sup>	<b>Nhóm kiến trúc hình thái</b> <i>Kiến trúc hình thái bậc 1:</i> - Đồng bằng: các vùng đất cao, các miền đồng bằng thấp; - Miền núi: các dãy núi và các vùng trũng giữa núi	Các tỉnh, các miền chạm trở hình thái, ví dụ: tỉnh chạm trở hình thái dòng chảy kiểu Địa Trung Hải, kiểu Đông Siberie; miền chạm trở hình thái tích tụ băng hà, miền chạm trở hình thái bào mòn băng hà.	Các tỉnh và các miền chạm trở - hình thái
10 <sup>3</sup> -10 <sup>2</sup>	<i>Kiến trúc hình thái bậc 2:</i> - Các gò kiến tạo, các nếp vòng thể hiện rõ trong địa hình	Các vùng chạm trở hình thái, ví dụ: vùng địa hình băng hà cuối, vùng địa hình karst	Các vùng chạm trở hình thái
10 <sup>2</sup> -10	<i>Kiến trúc hình thái bậc 3:</i> - Các nếp lồi, vòm, munda, v.v... biểu hiện rõ trong địa hình	Các dạng chạm trở hình thái nhỏ chủ yếu do ngoại lực tạo thành. Ví dụ: thung lũng sông, rãnh xói mòn, phễu karst	Các dạng địa hình nhỏ đáy biển được tạo thành chủ yếu bởi các quá trình không phải là kiến tạo
1-10 <sup>-1</sup>	<i>Vi địa hình kiến tạo:</i> những nếp uốn nhỏ, thể tương, kê nứt, v.v... thể hiện rõ trong địa hình	Các dạng vi địa hình, ví dụ: bề mặt đa diện vùng dài nguyên các gò đất nhỏ, v.v...	Các dạng vi địa hình đáy biển

Thực ra, phương pháp phân loại này cũng thuộc nhóm phân loại theo nguồn gốc phát sinh, nhưng khác ở chỗ đã tính đến vai trò quyết định của cấu trúc, tức là của nội lực. Có thể nói, việc phân chia địa hình ra 3 nhóm như vậy là một thành tựu quan trọng bậc nhất của Địa mạo học trong những năm gần đây.

Các địa kiến trúc tương ứng với những dạng địa hình tâm cơ hành tinh, có nguồn gốc địa kiến tạo, sự tồn tại của chúng được quyết định bởi những lực đã tạo nên diện mạo lục địa và đại dương như hiện nay và cấu tạo chung của Trái Đất.

*Kiến trúc hình thái* là những dạng lớn trong phạm vi từng đại lục, đại dương, xuất hiện trong quá trình tương tác của nội lực và ngoại lực, trong đó các quá trình nội sinh giữ vai trò chủ động và định hướng. Một kiến trúc hình thái hoàn chỉnh là một đơn vị sơn văn - kiến tạo độc lập, trong đó có sự ăn khớp rõ rệt giữa khoanh vi địa hình và khoanh vi cấu tạo địa chất (ví dụ, miền đồng bằng sụt võng Bắc Bộ, dãy núi địa lũy Con Voi, vùng trung An Châu, v.v...).

*Chạm trổ hình thái* tương ứng với những dạng địa hình cỡ nhỏ, như bậc thềm, thung lũng, khe rãnh xói mòn, phổ karst, v.v..., giữ vai trò làm phức tạp hóa diện mạo các dạng địa hình cấu trúc cấp cao hơn. Chúng chủ yếu do các quá trình ngoại sinh tạo thành, tuy cũng được định vị bởi các cấu tạo địa chất cỡ nhỏ, kể cả những khe nứt kiến tạo.

Ở Việt Nam, kiểu phân loại này đã sớm được áp dụng và đang tiếp tục phát triển. Bản đồ địa mạo Việt Nam tỷ lệ 1:1.000.000 đầu tiên đã được xây dựng theo nguyên tắc này và đã mở rộng khái niệm kiến trúc hình thái cho mọi dạng địa hình, trong đó có sự thống nhất giữa đường nét sơn văn với khoanh vi cấu tạo địa chất mà không câu nệ nhiều về kích thước.

Trường phái Pháp quan niệm về địa mạo cấu trúc cụ thể hơn và đơn giản hơn. Họ quan tâm trước hết đến sự biểu hiện của các cấu trúc địa chất trong địa hình (gồm cấu trúc kiến tạo và cấu trúc thạch học). Các dạng trên bề mặt được chia làm hai loại chính: những gì nổi cao so với xung quanh như quả núi, quả đồi, núi đảo (inselberg), được gọi là địa hình theo nghĩa đen của thuật ngữ "relief", còn lại những gì do các quá trình ngoại sinh chạm trổ trên đó và cả những gì do các quá trình ấy tích tụ thì nên gọi là "điều khắc hình thái" theo nghĩa đen của thuật ngữ "điều khắc" - "le modelé", hoặc "la glyptogenèse".

Theo nguyên tắc này, người ta chia đá thành những nhóm có đặc tính khác nhau, rồi xem xét tương tác của quá trình xâm thực - bóc mòn (ngoại sinh) với cấu trúc kiến tạo và thạch học cụ thể. Các loại đá được phân chia ra là đá xâm nhập, đá phun trào, đá biến chất và đá trầm tích.

Tất cả những loại đá nói trên đều có thể gặp trên các loại cấu trúc địa chất khác nhau và địa hình cũng như điều khắc hình thái cũng sẽ rất khác nhau. Do

vậy, người ta phân biệt tập hợp các dạng địa hình và điều khắc hình thái trên các cấu trúc nền cổ, nền trẻ, miền uốn nếp cổ và miền uốn nếp trẻ.

**Bản đồ địa mạo**

Bản đồ địa mạo là một phương tiện thể hiện các kết quả nghiên cứu trực quan nhất, một dạng sản phẩm của sự khái quát lý thuyết từ những tài liệu thực tế và là cơ sở cho việc vận dụng những tư liệu ấy vào thực tiễn của Địa mạo.

Theo tỷ lệ, bản đồ địa mạo có các loại bản đồ địa mạo tỷ lệ lớn - từ 1:200.000 trở lên, tỷ lệ trung bình - từ 1:200.000 đến 1:1.000.000, tỷ lệ nhỏ và tỷ lệ khái quát - nhỏ hơn 1:1.000.000; theo nội dung: bản đồ địa mạo chung, bản đồ địa mạo chuyên đề.

*Bản đồ địa mạo chung* ưu tiên thể hiện 3 thuộc tính quan trọng nhất của địa hình là hình thái, nguồn gốc phát sinh và lịch sử phát triển. Khác với các lĩnh vực khoa học khác, đối tượng thể hiện của bản đồ địa mạo chung có thể thay đổi tùy thuộc vào nguyên tắc thành lập. Một cách khái quát, có thể gộp lại thành 4 nguyên tắc chính với tên gọi và đối tượng thể hiện trên bản đồ [Bảng 3].

**Bảng 3.** Các nguyên tắc thành lập bản đồ địa mạo chung.

Nguyên tắc	Đối tượng đo vẽ và thể hiện
Nguồn gốc - hình thái	Kiểu, nhóm kiểu và phức hệ kiểu phát sinh địa hình (có cùng hình thái và nguồn gốc).
Nguồn gốc phát sinh	Bề mặt sơ đẳng đồng nhất về nguồn gốc và các dạng địa hình có nguồn gốc tương ứng.
Nguồn gốc - lịch sử	Bề mặt sơ đẳng đồng nhất về tuổi, nguồn gốc và các dạng địa hình có nguồn gốc, tuổi tương ứng.
Cấu trúc - hình thái	Địa kiến trúc, các kiểu kiến trúc hình thái và chạm chỗ hình thái.

Đây là một nhược điểm, nhưng nó cũng tạo cho các nhà địa mạo cơ hội sáng tạo trong lựa chọn. Ví dụ, nếu nguyên tắc nguồn gốc có phổ ứng dụng rộng rãi nhất vì nó cung cấp cho người sử dụng nhiều dữ liệu về bản chất của các dạng địa hình, thì những nguyên tắc khác lại có thể mạnh riêng. Chẳng hạn, nguyên tắc nguồn gốc - lịch sử cần được áp dụng cho những vùng đất có địa hình quá đơn điệu, như các đồng bằng châu thổ bằng phẳng và rộng lớn, nguyên tắc nguồn gốc - hình thái thể hiện những thông tin địa mạo đã được tổng hợp, nên được dùng cho các bản đồ thể hiện kiểu và nhóm kiểu địa hình phục vụ tốt nhất cho nhu cầu chỉ đạo quy hoạch và sử dụng lãnh thổ; còn nguyên tắc cấu trúc - hình thái lại thích hợp hơn cả cho việc tìm kiếm một số loại khoáng sản và nghiên cứu cấu trúc, kiến tạo.

*Bản đồ địa mạo chuyên đề* được xây dựng nhằm thể hiện một chi tiêu riêng biệt nào đó, ví dụ như độ chia cắt ngang, độ chia cắt sâu hoặc độ dốc mặt đất (bản

đồ địa mạo trắc lượng hình thái), bản đồ mật độ khe rãnh xói mòn, bản đồ mật độ khe nứt và mật độ phễu karst, v.v...

Trên cơ sở bản đồ địa mạo chung có thể thực hiện bất kỳ nhiệm vụ địa mạo ứng dụng nào cũng như xây dựng các bản đồ chuyên hóa (*Bản đồ địa mạo ứng dụng*) bằng cách bổ sung thêm những thông tin chuyên hóa thích hợp và lược bỏ đi một số khác, ví dụ bản đồ địa mạo lũ lụt, bản đồ địa mạo karst, v.v...

*Bản đồ phân vùng địa mạo* thể hiện những khu vực đồng nhất tương đối về hình thái, nguồn gốc và lịch sử phát triển địa hình thuộc những cấp khác nhau: đới, xứ, miền và vùng địa mạo, với nguyên tắc cấp càng cao thì vai trò của cấu trúc kiến tạo càng lớn hơn, trong khi cấp càng thấp thì vai trò của các quá trình địa mạo ngoại sinh càng trội hơn.

*Bảng chú giải* cho các loại bản đồ địa mạo chung thể hiện 2 khuynh hướng rất khác nhau: *bản đồ phân tích* (nguyên tắc thứ 2 và 3 trong Bảng 3) và *bản đồ tổng hợp* (nguyên tắc 1, 4 và cả bản đồ phân vùng địa mạo).

Như vậy, cơ sở và nội dung chủ yếu của Địa mạo học là nhằm nghiên cứu Trái Đất với nhiệm vụ làm rõ cấu tạo, nguồn gốc và quá trình phát triển của địa hình. Do đó những mối quan tâm của nó cũng gắn với những vấn đề lý thuyết của các ngành khoa học Địa chất, Địa lý tự nhiên và Cổ địa lý. Nó giúp ta giải thích lý do tồn tại, quá khứ, hiện tại và một phần tương lai của đa số các dạng địa hình quanh ta, để khi cần có thể hành động một cách hợp quy luật trong việc sử dụng, cải tạo và bảo vệ thiên nhiên liên quan đến địa hình.

### Tài liệu tham khảo

- Davis W. M., 1899, Geomorphological cycle, *Geographical Journal*, XIV, 1899: 481-50, in *Physiographical Essays*, New York, 1954.
- Đào Đình Bắc, 2000. Địa mạo đại cương. NXB Đại học Quốc gia Hà Nội. 325 tr. Hà Nội.
- Đào Đình Bắc, 1998. Tương quan tạo hình thái - tạo trầm tích trong kỷ Đệ Tứ ở Việt Nam. *Tạp chí các Khoa học về Trái Đất*, 3/1998: 233-240. Hà Nội.
- Goudie, A.S., 2004, Encyclopedia of Geomorphology. (T.1, T.2). Routledge. 1123 pgs. London & New York.
- Gray J.M., 2004. Geodiversity: Valuing and conserving abiotic nature. *John Wiley & Sons Ltd.* 434 pp. Chichester.
- Lê Đức An, 1994. Kiến trúc hình thái Việt Nam (phần lục địa). *Tuyển tập CTNC Địa lý*: 15-33. Viện Địa lý. Hà Nội.
- Murray A.B., 2009. Geomorphology, complexity and the emerging science of the Earth's surface. *Geomorphology*, 103: 496-505. Amsterdam.
- Panizza M., 1996, Environmental geomorphology. *Elsevier*. 268 pgs. Amsterdam.
- Penck W., 1924, Die Morphologische Analyse. *Verlag von J. Engelhorn's Nachf. In Stuttgart* (Перевод Ю.Я. Ретюма. Под редакцией М. В. Пиотровского: 359 стр. Географиздат Москва).
- Viers G., 1967. Éléments de géomorphologie. *Fernand Nathan Editeur*. 208 pgs. Paris.
- Vũ Văn Phái (Chủ biên), Đào Đình Bắc, Ngô Quang Toàn, 2010. Hà Nội, địa chất, địa mạo và tài nguyên khoáng sản liên quan. 279 tr. *Tủ sách Thăng Long 1000 năm, NXB. Hà Nội*. Hà Nội.
- Герасимов И. П., 1946, Опыт геоморфологической интерпретации общей схемы геологического строения СССР, *Проблемы физической географии*. М., Л.: Изд. АН СССР, 1946, вып. 12: 32-46.
- Герасимов И. П., Мещеряков Ю. А. 1967, Понятия морфоструктура и морфоскульптура и использование их в целях геоморфологического анализа. *Рельеф Земли*: 7-12. М. 1967.
- Davis W. M., 1899, Geomorphological cycle, *Geographical Journal*, XIV, 1899: 481-50, in *Physiographical Essays*, New York, 1954.