

## О КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ СХЕМЕ ИССЛЕДОВАНИЙ ЛАНДШАФТА

И.Н.Степанов, И.В.Флоринский, П.А.Шарый

Развитие ландшафта происходит под действием ряда физико-химических (в широком понимании, включая тектонику, геохимию, метеорологию и т.п.) и биологических факторов, создающих в данный момент времени, вообще говоря, различные условия для протекания формирующих ландшафт процессов в разных участках Земли. Среди этих факторов есть такие, о которых информации больше, и другие, о которых ее меньше или просто недостаточно.

Можно сравнить в этом плане данные о топографической поверхности и о тектонике одного и того же региона: в отношении последних дела обстоят обычно значительно хуже из-за сравнительной скудности информации о происходящем глубоко под землей. Например, длительное время вопрос об изостатическом механизме поднятия Фенноскандии оставался предметом дискуссий, тогда как факт поднятия топографической поверхности для этого региона не вызывал ни малейших сомнений /Sharma, 1984/.

Сведения геологии и геофизики глубинных слоев Земли на сегодня весьма и весьма труднодоступны и неполны /Шарма, 1989/, что приводит к мысли учитывать тектонические процессы в ландшафтоведении скорее как "неизвестные", нежели как моделируемые или измеримые. W.Penck /1924/ предлагал пытаться восстанавливать эти неизвестные движения земной коры, исходя из доступных наблюдению (и, значит, моделируемых) процессов разрушения (денудации) и "существующего геоморфологического строения" ("morphologischer Tatsachenschatz").

Моделирование роли ветра (за исключением песчаных образований барханов и др.) и подводных течений (для раздела сред "вода-дно океана") можно отнести к второму этапу исследований ландшафта, ограничившись на первом ситуациями, где эта роль относительно мала.

Вернемся к природным факторам, создающим отмеченную выше гетерогенность условий ландшафтообразования. Важным обстоятельством здесь является то, что в отличие от "неизвестных" тектоники, ветра и подводных течений, значительная часть факторов,

определяющих изменение ландшафта, сравнительно легкодоступна наблюдению и измерению: земная поверхность и поле притяжения, инсоляция, климатические факторы, характер растительного покрова, влажность, характеристики состава и свойств почв и подстилающих пород, свойства денудационных и водных потоков и др.

Попробуем уточнить возникающее уже в этом кратком рассмотрении представление о факторах-предпосылках и факторах-результатах, отнюдь не имея в виду взаимную независимость этих двух групп факторов. Например, земная поверхность в поле притяжения дает подсистему факторов-предпосылок для денудации. В свою очередь, денудация, изменяя поверхность, осуществляет обратную связь факторов-результатов с факторами-предпосылками. Следствием может быть, скажем, определенная характерная форма вершин холмов для рассматриваемой местности. В этом частном примере ясно просматривается возможная неполнота основных предпосылок, связанная с неучетом осадков, состава, структуры, возраста холмов и т.п., что отражено выражением "подсистема" (а не система) основных факторов-предпосылок. Кроме того, выбор достаточно полного (для конкретной цели) набора предпосылок - обычная проблема любого исследования. Заметим, что этот пример (как и множество иных, относящихся к ландшафтоведению) показывает и другое: 1) принципиальную возможность выбора основных предпосылок, позволяющих моделировать процессы и предсказывать их результаты; 2) трудности чисто экспериментального (безмодельного или бессистемного) разделения факторов-предпосылок и факторов-результатов.

Отметим, в связи с последним замечанием, что бессистемный подход, то есть оторванное даже от наиболее доступных предпосылок (топографической основы) составление "карт-результатов", неоднократно критиковался в литературе /Krcho, 1986; Ласточкин, 1987; Степанов, 1990/. Процесс осознания того, что результаты (например, типы почв в почвоведении) без предпосылок, во-первых, теряют ценность, во-вторых, плохо воспроизводимы из-за произвола в том, где и насколько часто имеет смысл брать пробы (анализы), идет довольно медленно. Одна из причин этого заключается в недостаточной развитости концептуальной схемы ландшафтных исследований.

Итак, мы пришли к концепциям карт-предпосылок и карт-результатов. В связи с этим логичны вопросы: а) что есть основные предпосылки и б) каково взаимодействие предпосылок и результатов.

а. Процессы изменения ландшафта протекают вблизи поверхности и в поле притяжения Земли (наиболее сильном из геофизических полей). Кроме того неоднородность условий освещенности рельефа, климат, воздействие антропогенного фактора, а также характер и возраст подстилающих пород, несомненно, входят в число важных факторов-предпосылок. Другие факторы (движение воды, растительный покров, и т.д.) в значительной степени зависимы от перечисленных и потому, как правило, являются их производными. Таким об-

разом, мы приходим к выводу о приоритетной роли 1) топографических, 2) климатических, 3) антропогенных и 4) геологических факторов-предпосылок в ландшафтоведении при "неизвестных" факторах тектоники, исключенных из непосредственного рассмотрения. В развитом виде эти факторы как раз и составляют morphologischer Tatsachenschatz Вальтера Пенка /1961/.

б. Обычно ландшафт формируется за геологические времена, что соответствует представлению о близости результатов к порождающим их предпосылкам. В качестве "глобального примера" можно отметить близость фигуры Земли к эллипсоиду вращения: разность полуосей (21 км) значительно больше самой высокой горы. Однако не следует забывать и о том, что наша планета представляет собой открытую неравновесную систему, о чем свидетельствуют горообразование, наличие тепловых потоков, вулканическая деятельность, геохимические процессы, тепловое воздействие Солнца и др. /Шарма, 1989/. В итоге, несбалансированность факторов-предпосылок и факторов-результатов отражает в тенденции темпы (неравновесность) происходящих на Земле процессов. Отметим, что прежде чем верхние слои обнажившихся горных пород смогут прийти в движение (денудация), обычно необходим период геохимической подготовки /Penck, 1924/, и что различные процессы идут, как правило, с разными скоростями.

Рассмотрим подробнее четыре выделенных выше основных вида факторов-предпосылок.

1. В традиционной топографии используется лишь 4 определяемых поверхностью и полем притяжения величины - высота (нулевая производная), ориентация склона, крутизна (первая производная высоты), производящая функция (третья производная /Шарый, Степанов, 1991/), изолинии которой есть тальвеги и водоразделы, и две географические величины: широта и долготы.

Непосредственно от высоты могут зависеть, например, температура, давление и состав атмосферы /Окабе, 1981/, но это проявляется лишь при значительной разности высот (порядка 100 м и более), что особенно заметно в горных странах.

По отношению к таким факторам-результатам, как типы почв (разумеется, зависящим не только от одной высоты, но и от других факторов-предпосылок), эта зависимость нашла отражение в представлении о вертикальной поясности (почв). Осознано, однако, что "представление о поясе предполагает наличие в нем определенного сочетания условий почвообразования, в первую очередь растительности и режима тепла и влаги" /Фридланд, 1986, с. 56/. Тем не менее, рассматривая иное определение пояса, данное К.В.Станюкевичем через совокупность создающих его в горах условий, В.М.Фридланд писал: "Мы категорически против него возражаем" как против "превращающего пояс в абстрактное понятие" (там же). По сути, это довольно распространенный пример отказа (к тому же категоричного) от учета признанного самим же ав-

тором существования "условий почвообразования", то есть совокупности факторов-предпосылок. Изучение процесса почвообразования в отрыве от порождающих его условий - весьма сомнительный способ "абстрагирования" от анализа причинно-следственных связей в естественноисторической науке. Сходные рассуждения приводят к концепции взаимной дополнительности факторов-предпосылок и факторов-результатов: отказ от изучения какой-либо из этих двух групп факторов приводит к неоправданной односторонности ландшафтных исследований и трудностям анализа причинно-следственных связей.

Зависимость факторов-предпосылок непосредственно от высоты в регионах, где перепады высот не столь значительны, обычно пренебрежимо мала. Это может показаться на первый взгляд странным: условия холма могут сильно отличаться от условий впадины или седловины. Верно, но заданной высоте отвечают обычно и холмы, и впадины, и седловины; какой именно из этих трех классов - определяет гауссова кривизна поверхности, а не ее высота /Gauss, 1827/.

От крутизны зависит скорость водных, денудационных и других поверхностных потоков. В сочетании с ориентацией склонов это дает еще и направление потоков. Добавив широту и долготу, а также космологические данные (положение Солнца), получаем принципиальную возможность определять экспозицию склонов и характеристики воздействия солнечного излучения /Krch, 1967, 1973, 1983/. В последнем случае существенны данные и о климате региона. Кроме того, задача об излучении явно нелокальна: соседний холм может отбрасывать тень на рассматриваемый участок поверхности.

В традиционной топографии пропущена вторая производная высоты, то есть кривизна. Между тем она играет существенную роль как фактор-предпосылка по отношению к поверхностным потокам. Поверхность характеризуется двумя значениями кривизны (см. статью Шарого П.А. в данном сборнике), поле притяжения выделяет на ней два направления: вдоль касательной к поверхности компоненты вектора ускорения и перпендикулярное к нему (вдоль горизонтали). Кривизну первого мы называем вертикальной, кривизну второго - горизонтальной.

Непосредственно от горизонтальной кривизны зависит "собирающая способность" поверхности по отношению к потокам; изолиния максимальной такой способности есть тальвег, а изолиния минимальной - водораздел. Природная граница, отделяющая области сближения (конвергенции, понижения или просто долины) от областей расхождения (дивергенции или повышения) потоков, названа здесь горизонтальной морфоизографой нулевого значения. Горизонтальная кривизна, таким образом, визуализует потоковую структуру местности (а вертикальная, например - морфоструктуры центрального типа).

Специфика производящих функций, по-видимому, состоит в том,

что лишь их нулевые значения имеют смысл – для нахождения экстремума кривизны требуется приравнять нулю ее производную. Поэтому такие величины определяют только линии – тальвеги, водоразделы, бровки и подножия – известные в геоморфологии и гидрографии как структурные линии /Ласточкин, 1987, с. 50/.

Отметим, что топография полностью построена на величинах локального характера. Между тем нечто сходное с размером бассейна водосбора, надо полагать, влияет на водный баланс региона (реки). Однако соответствующая концепция нелокальных топографических величин, насколько нам известно, не наполнена пока конкретным содержанием. Мы полагаем, что здесь необходимы специальные исследования. Подход, которому мы следуем, направлен в основном на изучение масштабно-зависимых геологических структур, по этой причине здесь не рассматриваются так называемые фрактальные топографические модели. Осознано, впрочем, что "масштабно-независимая компонента" рельефа (если такая вообще существует) составляет лишь проценты от масштабно-зависимой / Clarke, 1988/.

2. Климатические факторы-предпосылки могут быть учтены в виде ряда усредненных по времени (иногда и по региону) величин: температура, осадки, влажность, количество солнечных дней в году и т.д. Насколько нам известно, общая метеорология еще не сформировалась. С этими факторами связаны космологические (положение Солнца относительно Земли) и географические (широта и долгота, близость к океану или морю и т.д.).

3. Антропогенные факторы-предпосылки включают в себя мелиоративные или ирригационные сооружения (мероприятия), обработку земель, ряд акций по энергетике и др. Положение упрощается тем, что часть этих факторов относится к вполне определенным регионам (с которыми не обязаны в общем случае совпадать регионы результатов – достаточно вспомнить последствия аварии в Чернобыле).

4. Геологические факторы-предпосылки, как уже отмечалось, есть характер (включая возраст) подстилающих пород. "Характер" означает состав, текстуру, глубину залегания, возраст и т.д., то есть доступные измерению свойства верхних слоев пород.

Факторы-предпосылки и факторы-результаты составляют два бесконечных ряда, из которых в конкретных ландшафтных исследованиях неизбежно отбирается лишь конечное число выбираемых в качестве наиболее существенных.

Ядром обсуждаемой концептуальной схемы является системный подход в ландшафтных исследованиях, под которым понимается изучение одновременно факторов-предпосылок и факторов-результатов, а также анализ взаимосвязи между теми и другими. Если рассматривать ландшафт чисто статически, тогда разница между предпосылками и результатами "исчезает" (то и другое есть свойства процессов), – но ведь это уже не исследование ландшафта, а в лучшем случае регистрация текущего его состояния.

В худшем случае незнание, например, в почвоведении потоковой структуры может приводить из-за редких измерений к сомнительным картам-результатам "лоскутного" типа с маловоспроизводимыми границами почв /Степанов, 1990/.

При попытке перейти к динамике выделяются два подхода: бессистемный и системный.

Бессистемный подход основан либо на одноразовой регистрации состояния ландшафта и качественных рассуждениях о возможных процессах его формирования (например: "склоны, обращенные на юг, обычно суше, чем склоны, обращенные на север... На южном склоне... нет лесов, а значит и лесных почв" /Фридланд, 1986, стр. 86/), либо на серии разновременных регистраций и их описании - с теми же качественными рассуждениями.

Системный подход основан на разделении учитываемых факторов на предпосылки и результаты (с учетом возможности обратной связи), регистрации тех и других и анализе взаимосвязи между ними. По отношению к почвоведению, учитываемому рельеф, А.Джеррард назвал этот подход "интеграция геоморфологии и почвоведения"; за рубежом видное место занимают работы, выполненные на базе такого подхода /Джеррард, 1984/.

Подчеркнем в заключение важную роль топографии в сочетании с отмеченными географическими и космологическими факторами как весьма информативной системы предпосылок формирования ландшафта.

## ЛИТЕРАТУРА

Джеррард А.Дж. Почвы и формы рельефа. Комплексное геоморфолого-почвенное исследование. Л.: Недра, 1984. 208 с.

Ласточкин А.Н. Морфодинамический анализ. Л.: Недра, 1987. 256 с.

Окабе Х. Фотохимия малых молекул. М.: Мир, 1981. 502 с.

Степанов И.Н. Истинные и ложные линии на почвенных картах// Почвоведение, 1990. № 3. С. 128-146.

Фридланд В.М. Опыт почвенно-географического разделения горных систем СССР//Проблемы географии, генезиса и классификации почв. М.: Наука, 1986. С. 54-68.

Шарма П. Геофизические методы в региональной геологии. М.: Мир, 1989. 488 с.

Шарый П.А., Степанов И.Н. О методе вторых производных в геологии//ДАН СССР. 1991. Т. 219. № 2.

Clarke K.C. Scale-based simulation of topographic relief//American Cartographer. 1988. V. 15. No 2. P. 173-181.

Gauss C.F. Disquisitiones generales circa superficies curvas. 1827. Имеется перевод: Гаусс К.Ф. Общие исследования о кривых поверхностях//Об основаниях геометрии. М.: ГИТТЛ. 1956. С. 123-161.

Krcho J. Zovseobecnenie rovnice izalumklin na topografickej ploche a v jej skalarnom poli//Geografický časopis. 1967. V. 39. No 2. P. 107-129.

Krcho J. Morphometric analysis of relief on the basis of geometric aspect of field Theory//Acta geographica Universitatis Comenianae. Geographico-physica. 1973. No 1. P. 7-233.

Krcho J. Teoretická koncepcia a interdisciplinárne aplikácie komplexneho digitalneho modelu reliefu pri modelovaní dvojdimenzionálnych poli//Geografický časopis. 1983. V. 35. No 3. P. 265-291.

Krcho J. Geometricke formy georeliefu a ich hierarchické úrovne// Geografický časopis. 1986. V. 38. No 2-3. P. 210-235.

Penck W. Die morphologischer Analyse. Stuttgart, Verlag. 1924. Имеется перевод: Пенк В. Морфологический анализ. М.: Географиз, 1961. 360 с.

Sharma P.V. The Fennoscandian uplift and glacial isostasy//Tectonophysics. 1984. V. 105. No 1-4. P. 249-262.