

1. Герасимов И. П. Современные движения и новейшая тектоника // Проблемы физической географии. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1950. Т. 15. С. 232—236.
2. Мещеряков Ю. А. Задачи и методы геолого-геоморфологических исследований при изучении современных тектонических движений // Современные тектонические движения земной коры и методы их изучения. М.: Изд-во АН СССР, 1961. С. 41—63.
3. Буланже Ю. Д. По поводу изучения современных движений земной коры на стационарных полигонах. // Современные движения земной коры. Тарту, 1965. Сб. 2. С. 338—344.
4. Герасимов И. П. Современные рельефообразующие процессы. Уровень научного познания, новые задачи и методы исследования. // Современные экзогенные процессы рельефообразования. М.: Наука, 1970. С. 7—14.
5. Николаев Н. И. Опыт построения генетической классификации экзогенных физико-геологических процессов // Комиссия по изучению четвертичного периода. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1948. Т. VII. Вып. 1. С. 3—13.
6. Ступишин А. В., Тимофеев Д. А. Современные экзогенные процессы в различных климатических условиях // Климат, рельеф и деятельность человека. М.: Наука, 1981. С. 3—12.
7. Ивановский Л. Н. Вопросы развития ведущих экзогенных процессов рельефообразования // География и природные ресурсы. 1988. № 1. С. 23—29.
8. Выркин В. Б. Классификация экзогенных процессов рельефообразования суши // География и природные ресурсы. 1986. № 2. С. 20—24.
9. Борсук О. А., Спаская И. И. Математические методы в геоморфологии. Теоретические и общие вопросы географии. М.: ВИНТИ, 1974. Т. I. 154 с.
10. Ивановский Л. Н. Значение коррелятных отложений в изучении современных экзогенных процессов рельефообразования // География и природные ресурсы. 1983. № 1. С. 16—23.
11. Экзогенные процессы и окружающая среда. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1988. 158 с.

Институт географии
АН СССР

Поступила в редакцию
27.IX.1989

MAP OF PRESENT-DAY GEOMORPHIC PROCESSES, SCALE 1:2 500 000

GORELOV S. K., GRAVE M. K., KOZLOVA A. E., TIMOFEEV D. A.

S u m m a r y

The present-day geomorphic processes can be directly observed and assessed. Since man-induced processes (technogenous) are most important, «the present-day» chronological interval includes the century of revolution in science and technology, its lower limit being approximately at the end of XIX — beginning of XX century. The map's legend distinguishes exogenous, endogenous and technogenous processes. One or several leading processes are to be shown, which are most important in the relief's modelling. The rate of processes is roughly estimated qualitatively (expert assessment) and can be later determined quantitatively. Technogenous processes are subdivided in the legend according to kinds of human actions.

УДК 551.4.011

А. М. ТРОФИМОВ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОСЫЛКИ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО ПРОГНОЗА

Геоморфологический прогноз прочно входит в обиход научных исследований и арсенал практической деятельности. Отработаны его цели и задачи, намечены и разработаны стратегия и тактика их реализации и, наконец, сведены в единую систему методы геоморфологического прогнозирования [1—3]. Однако в геоморфологическом прогнозировании существует ряд проблемных моментов, не нашедших своего завершения. Среди них можно назвать проблемы: прогнозного

моделирования, характера и особенностей учета временного фактора, выявления специфических соотношений процессов развития и саморазвития, оценивания роли и значимости концептуального подхода, решения задач комплексного географического прогноза и, наконец, автоматизации процесса (более точно — построение географических информационных систем прогнозной ориентации).

Теория прогнозирования в геоморфологии описывается на общегеографическом принципе, выражающем некую целостность рельефообразующих процессов, созданных и создаваемых ими форм рельефа и комплекса рыхлых отложений. Формализация этих элементов и отношений между ними приводит к понятию сложных целостных геоморфологических систем (морфолитосистем и т. п.). В этом случае естественно обращение к системному анализу, средством реализации которого выступает математико-географическое моделирование.

Сам предмет прогнозирования определяется, во-первых, исходной информацией, задаваемой в соответствии с целью. Справедливости ради следует отметить, что данная процедура является итеративной и цель также определяет исходную информацию и характер ее отбора, как сам характер информации определяет и уточняет исходную информацию. Во-вторых, цель обуславливает сроки прогнозирования и последующую точность. Все это определяет величины и вероятности ошибок прогнозирования [4].

Процесс прогнозирования в конечном счете замыкается на методах, сводная классификация которых была опубликована в печати [5]. Главное здесь то, что эти методы основываются на рядах наблюдений по времени (и, возможно, в пространстве; в последнем случае используется эргодическое свойство геоморфологических прогнозов). Однако в основе этих подходов все же лежат модели — качественные, описательные, логические, логико-математические и т. д.; в последнее время чаще математико-географические.

Действительно, изучив процесс и системные зависимости его от ряда факторов, можно получить модель, позволяющую проследить развитие процесса при различных комбинациях природных и других факторов (например, путем имитации внутренних и внешних факторов). С помощью различного рода аналогов эта модель может быть трансформирована и на другие физико-географические и геоморфологические ситуации.

Основным в прогнозных моделях является учет временного фактора. Процесс развития здесь искусственно разбивается на ряд последовательных стадий. Переход от одной к другой происходит с изменением качества, что может быть интерпретировано как смена состояний. Последние в свою очередь представляют собой не что иное, как ответы на внешние воздействия. Обычно в геосистемах они реализуются с некоторым запаздыванием (гистерезис системы). Время же релаксации, т. е. возвращения системы в исходное равновесное состояние, отделяет одно состояние системы от другого. Промежуток времени стабильного состояния системы рассматривается как «характерное время».

Для геоморфологического прогноза очень важно определить, как долго та или иная геосистема «помнит» свое прошлое состояние или как быстро она «забывает» его. Очевидно, в геоморфологии можно встретить системы с широким спектром «памяти» и «забываний» — от сиюминутных до вековых. В процессе «бифуркационного развития» систем Н. Н. Моисеева [6], когда превосходятся пределы нагрузок, геосистемы вообще «забывают» свое прошлое состояние. В этом случае практически невозможно установить, по какому пути они могут продолжать свое развитие. Поясню более подробно. Здесь работает принцип окружающей обстановки, условий, показывающий, что существующий характер развития геосистемы как бы «позволяется» окружающей средой, обстоятельствами, существующими на данный момент условиями. В каждый взятый по отдельности период истории развития географического пространства доминирует особый вид (тип, характер и т. п.) условий окружения; он-то и определяет характер развития географических образований. Названные условия, обстоятельства могут быть отождествлены с устойчивыми геоситуациями. Изучение их — прямой путь к изучению механизмов целеполагания, прогноза и управления.

Подобный характер развития геобразований может быть определен, по терминологии Н. Н. Моисеева [6], как механизм адапционного типа развития систем. Он определяет некоторое компромиссное состояние развития геосистем в соответствии с окружающей обстановкой. Следствием такого состояния выступает пространственно-временная организация системы. Она может быть охарактеризована как инвариант системы во времени, однако не является безраздельно устойчивой и обладает определенным пороговым состоянием. За пределами этого состояния будущая реализация зависит от случайных воздействий, флуктуаций, т. е. разнообразных возникающих геоситуаций, и какая новая форма равновесия будет реализована, предсказать невозможно. Это показывает, насколько огромным может быть разнообразие возникающих форм проявления процессов при саморазвитии. Однако главным для прогнозных заключений и управления все же остается не это. При подобном «бифуркационном» развитии (разветвлении) путей эволюции при переходе через пороговое состояние своей организации) система, перейдя через критическое состояние порога, уже совершенно не «помнит» своего прошлого состояния; направленность развития оказывается прерванной и приобретает иной характер. Последний же определяется характером развития той случайной геоситуации, с помощью (воздействием) которой начинает осуществляться стремление измененной организации геосистемы к ее новому (неопределенному!) состоянию равновесия. Отсюда легко понять, насколько значимо для прогнозирования развития геобразований изучение географических ситуаций взаимодействия.

Этот аспект исследования выступает в геоморфологическом прогнозе как один из основных. Реализовать его можно только при учете комбинационного аспекта процессов саморазвития и целевой ориентации, составляющих единый направленный процесс развития.

«Время жизни» в свою очередь связано с эволюцией геосистем. Ю. Г. Липец [7] показал, что при моделировании динамики геосистем особое место занимают «последовательности состояний моделируемых сущностей при условии, что используемая система количественных и качественных признаков позволяет провести сравнительно четкие различия (граничные условия) между этими состояниями». Для этого необходим детальный анализ историко-генетического качества процесса или явления. Однако оказывается, что не всегда пригодно для соизмерения разнородных процессов использование астрономического времени, определяемого последовательностью циклических событий, связанных с жизнью нашей планеты. По этой причине целесообразным считается введение свойственного геосистемам или процессам собственного (или, как его называют, характерного) времени развития, ибо это время определяется имманентными законами эволюции и функционирования геобъектов данного класса. Отсюда следует, что связь времен астрономического и характерного может быть самой различной и по сути представляет предмет самостоятельных исследований в географии.

Видимо, не случайно А. М. Грин [8] предлагает понятие «временной организованности» геосистем. В русле этой организованности «нормальное функционирование» геосистем обеспечивает наиболее быстрые смены состояний. Оно определяется сочетанием параметров наиболее мобильных компонентов, ответственных за процессы сохранения геосистем в рамках определенного динамического состояния. На этапе эволюции — это инвариантная по времени характеристика. Она-то и должна использоваться в прогнозных целях как устойчивая исходная позиционная величина. Большинство прогнозных заключений в геоморфологии связано с анализом временных рядов [9], что необходимо, но явно не достаточно.

Ритмы природных процессов обуславливают неравномерность и гетерохронность развития систем. Реакция взаимодействий вызывает сложную цепь причинно-следственных изменений и состояний, что было сформулировано Н. И. Маккавеевым [10] в виде закона факторной относительности. Смысл его

заключается в том, что комбинация природных условий и процессов в зависимости от их состояния, а также внутренних и внешних свойств неоднозначно реагирует на одни и те же определенные воздействия. Они вызывают определенные комбинации взаимодействий — геоситуации, состояние которых и определяет ход и развитие тех или иных процессов. Отсюда вытекает основная стратегия геоморфологического прогноза — поиск комбинаций геоситуаций, их оценка и кодирование в виде специальных прогнозно-эвристических карт.

Прогнозирование в геоморфологии должно быть фундаментальным по своей сути. В основе прогнозной модели должны лежать представления о ходе процессов во времени и пространстве. Статистические же временные ряды необходимы для определения значений коэффициентов, начальных и граничных условий, проверки статистических гипотез и т. п. Таким образом, в основе геоморфологического прогноза должны лежать концептуальные представления, формализованные до уровня концептуальных моделей. Именно концептуальные модели составляют основу функционального геоморфологического прогноза. Проблема его реализации связана с поиском устойчивых закономерностей пространственного и временного характера. Основу его составляет выявление и выделение «локальных неоднородностей» общей структуры географического пространства — времени, где незримо на начальных этапах, но с достаточным постоянством осуществляется концентрация вещества, энергии и информации (области зарождения новых будущих структур).

Одним из эффективных способов поиска «локальных неоднородностей» является путь статистический, основанный на предположении, что при массовом проявлении пробиваются определенные закономерности. Это отображается на специальных картах эвристической ориентации. На подобных картах проявления тех или иных состояний (геоситуаций) можно выделить «статистический рельеф» распределения признаков. Он служит результатом проявления множества факторов, сочетание которых различно изменяется от одной точки пространства к другой. «Нормативность» проявления взаимодействия функционально определить сложно, порой невозможно. Поэтому прибегают к помощи статистической процедуры пространственного сглаживания «рельефа» признаков, позволяющей путем снятия флуктуаций и амплитуд частот различных колебаний выделить «фоновую поверхность», отражающую проявление ведущего фактора [11]. Разница несовпадения исходного и выровненного «рельефа» признаков дает остаточную поверхность, несущую информацию о ситуациях развития выделенных локальных участков. Пространственный аспект поиска участков локальных неоднородностей приводит к появлению специальных карт с выделением на них как участков инвариантов по времени «рельефа» признаков, так и участков пространственных изменений. Все это позволяет установить тенденции развития, что является одной из базисных основ геоморфологического и, шире, географического прогноза.

В связи с последующим использованием идей пространственного анализа, понятий «трендовой поверхности», «поверхности отклика» и т. п. возникли представления о моделях пространственно-временных организаций географических данных [12, 13].

Процессы самоорганизации имеют свои конечные состояния — аттракты [14] — пространственные структуры, сформированные процессами самоорганизации на пути сбалансирования географического пространства. Аттракты представлены набором состояний, выбор которых из множества возможных на пути развития осуществляется путем отбраковки тех состояний, которые исследуемый процесс принять не мог (принцип запретов).

Другие процессы целевой организации также имеют свои конечные состояния — конкорды — сбалансированные пространственные структуры, к которым стремятся процессы направленной организации на пути сбалансирования географического пространства. Конкорды в отличие от аттрактов представляют ограниченный (целью, в том числе не обязательно осознанный) набор состояний, близкий по смыслу к оптимальному.

Аттракты и конкорды, создавая определенные пространственно-временные сочетания, обеспечивают уровень организованности, тренды которого помогут проследить направленность и стратегический путь дальнейшего развития унифицированных структур. Это уже прогнозная ориентация, причем комплексного характера.

В географии издавна прослеживается тенденция дать заключение об общем (комплексном) характере развития географических объектов: района, территории и т. п. Комплексный географический прогноз основан на разработке частных (отраслевых) прогнозов и последующей их взаимоувязке [15]. Частные прогнозы, в том числе и геоморфологические, разрабатываются с учетом специфики объекта прогнозирования и его взаимодействия с внешней средой. Однако, поскольку возможности учета влияния внешних условий довольно ограничены, частные прогнозы всегда в той или иной мере противоречивы. Это тем более характерно для сравнительно небольших территорий, так как локальные условия налагают более жесткие ограничения на допустимые значения параметров частных прогнозов. Противоречивость частных прогнозов фактически означает, что при совместном рассмотрении оценка их достоверности снижается, что делает необходимым их корректировку с тем, чтобы степень достоверности вновь стала приемлемой.

Задача согласования частных прогнозов очень сложна, т. к. не ясно даже, каким должны быть критерии, логика, принципы и методы согласования. Имеющийся у нас небольшой опыт [15] показывает, что важнейшим моментом должно явиться содержательное описание прогнозной ситуации на рассматриваемой территории. Ситуация понимается как система отношений (прежде всего взаимодействия) объектов частного прогнозирования. Это концептуальная модель. Частные прогнозы «проявляют» ситуацию. «Проявленная» ситуация может быть расценена как заведомо нереальная, желательная (приемлемая) или нежелательная (неприемлемая) и т. д. Это дает основания полагать, что на множестве всех реальных ситуаций можно задать отношения предпочтения, отображающие наиболее важные стратегические цели и задачи. Согласование частных прогнозов тогда можно рассматривать как задачу выбора максимального элемента на множестве реальных ситуаций с заданными на нем отношениями предпочтения.

Весьма перспективным в методическом плане представляется подход к согласованию частных прогнозов, основанный на выявлении содержательной стороны мотивов поведения объектов частного прогнозирования. Эти мотивы описываются в виде интересов (для геоморфологических систем наиболее предпочтительно состояние динамического равновесия) и функций (которые также допустимо рассматривать как интересы более высокого уровня), вытекающих из места объекта в окружающей его обстановке. С этих позиций ситуация может рассматриваться как столкновение интересов, а согласование частных прогнозов — как отыскание приемлемого (или даже наилучшего) компромисса между носителями этих интересов.

При комплексном прогнозировании значения и возможности строгих методов сравнительно ограничены; все большее значение приобретают формальные и полупоформальные методы и прежде всего — экспертные оценки по теории размытых множеств. Это определяет, в частности, представления о допустимых интервалах временных, пространственных и других параметров комплексного географического прогноза.

В последнее время резко возрос интерес к автоматизации процесса, компьютерному моделированию и прогнозированию. Ведущее значение здесь приобрели географические информационные системы (ГИС) [16]. Необходимость выбора средств спецификации задач моделирования и прогнозирования географических объектов большой сложности определяет поиск емких, но конструктивных географических концепций и адекватных математических структур моделирования, способных поддерживать эти концепции и обеспечивать их реализацию.

мость вычислительными системами. Само время сейчас требует адекватных средств реализации. Если в недалеком прошлом они были связаны главным образом с попытками построения единичных, специфичных и узконаправленных ГИС преимущественно отраслевого характера [17], то в настоящее время в связи с разработкой достаточных концептуальных обоснований необходимы более универсальные и в то же время более гибкие средства — ГИС комплексного назначения, способные решать задачи самого сложного характера, комплексные задачи глобального взаимодействия.

Симптоматично, что на очередном семинаре по ГИС (Лондон, сентябрь, 1985) в качестве основного рассматривался вопрос о разработке интегративных ГИС [18], профессиональный аспект которых реализуется за счет использования экспертных систем в различных операциях с ГИС [19].

Одной из версий подобных ГИС, ориентированных на решение сложных задач пространственно-временного взаимодействия, является разрабатываемая нами [20] геоинформационная система моделирования окружающей среды (МОС). Она представляет собой систему методических, математических, программных, технических и организационных решений и задач, направленных на повышение эффективности предметной профессиональной деятельности группы пользователей вычислительной системы, занимающихся наблюдением, анализом и синтезом сложного географического объекта с целью построения прогнозов или выработки рекомендаций для управленческих решений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Проблемы регионального геоморфологического прогнозирования / Под ред. А. П. Капицы и Ю. Г. Симонова. М.: Наука, 1982. 264 с.
2. Аношко В. С., Трофимова А. М., Широков В. М. Основы географического прогнозирования. Минск: Высшейш. шк., 1986. 239 с.
3. Trofimov A. M. On the problem of geomorphological prediction Geomorphological Models Theoretical and Empirical Aspects // CATENA. Suppl. 10. Braunschweig, 1987. P. 193—197.
4. Трофимов А. М. К проблеме прогнозирования в геоморфологии // Геоморфология, 1985. № 3. С. 24—27.
5. Зейдис И. М., Симонов Ю. Г., Трофимов А. М. Теория и методы прогнозирования экзогенных процессов // Климат, рельеф и деятельность человека. М.: Наука, 1981. С. 226—231.
6. Моисеев Н. Н. Алгоритмы развития. М.: Наука, 1987. 304 с.
7. Липец Ю. Г. Общие принципы моделирования динамики геосистем // Основные понятия, модели и методы общегеографических исследований. М.: АН СССР, 1984. С. 96—109.
8. Грин А. М. Стационарные исследования геосистем. Принципы, методы, способы осуществления. Автореф. дис. ... докт. геогр. наук. М., Ин-т географии АН СССР, 1987. 52 с.
9. Проблемы временного прогноза экзогенных процессов / Под ред. Мирафа М. М. Ташкент: Среднеаз. НИИ геол. и минер. сырья, 1987. 97 с.
10. Маккавеев Н. И. Общие закономерности эрозионно-руслowych процессов // Русловые процессы. Т. 10. Л.: Гидрометеиздат, 1976. С. 17—23.
11. Червяков В. А. Концепция поля в современной картографии. Новосибирск: Наука, 1978. 149 с.
12. Тихунов В. С. Моделирование в социально-экономической картографии. М.: МГУ, 1985. 280 с.
13. Трофимов А. М., Гнеденков Л. Н., Жмойдяк Р. А. Алгебраическое представление унифицированных структур пространственных данных // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2. 1987. С. 47—51.
14. Овчинников Н. Ф., Шупер В. А. Симметрия Социально-географического пространства и самоорганизация систем расселения // Методы изучения расселения. М.: Наука, 1987. С. 18—34.
15. Трофимов А. М., Хузеев Р. Г. Комплексный территориальный прогноз и его сущность // Социально-экономическая география (тезисы докл. научно-практической конференции). Казань, 1985. С. 76—78.
16. Gwynne M. D. GEMS and the needs for a global resource information database // Sci. Total Environ. 1986. V. 56. P. 19—29.
17. Computer Software For Spatial Data Handling. V. 1—3 / Ed. D. F. Marble. Ottawa, Ontario, 1981. 1041 p.
18. Jackson M. J., Thomas I. L., Stewart N. J. Report of a workshop on Geographical Information Systems held in London on 13 September 1985 / Int. J. Remote Scans. 1986. г. № 6. P. 745—755.
19. Robinson V. B., Frank A. U., Blaze M. A. Expert systems and geographic information systems: review and prospects // J. Surv. Eng. 1986. V. 112. № 2. P. 119—130.
20. Трофимов А. М., Гнеденков Л. Н. Система МОС как средство моделирования сложных географических объектов // Математико-географическое моделирование и управление. Казань: Изд-во КГУ, 1988. С. 58—62.

THEORETICAL AND METHODOLOGICAL PREMISES OF THE GEOMORPHOLOGICAL PROGNOSIS

TROFIMOV A. M.

Summary

A series of problems not yet settled exists in the geomorphological prognosis. Those are considered in the paper: problem of prognostic modelling; character and special features of the time factor; specific correlation of the development controlled by external and internal factors; assessment of importance and significance of conceptual approach; problem of integrated geographic approach and automation of the process (more precisely — construction of geographic information systems aimed at prognosis).

УДК 551.432.3

Г. Ф. УФИМЦЕВ

ПОЯСА ВОЗРОЖДЕННЫХ ГОР КОНТИНЕНТОВ

Использование ставших традиционными терминов «возрожденные», или «эпиплатформенные» горы избавляет от многословных объяснений, но при этом мы стараемся не обращать внимание на существующие проблемы в выделении этого типа гор среди всего их разнообразия. Обычно к эпиплатформенным (возрожденным) горам относят горные сооружения, возникшие за счет тектонической активизации на месте цикловых денудационных равнин. Наличие последних, впрочем, нередко оспаривается, но это не влияет на само выделение возрожденных горных сооружений. Несомненно, в основе выделения их лежат более основательные геологические и геоморфологические признаки, еще должным образом не сформулированные. Это дело будущего. Обычно же к возрожденным горам относят таковые в пределах палеозойских и более древних складчатых и метаморфических поясов. Сложнее обстоит дело в поясах мезозоид — здесь часто появляется сложная проблема отнесения гор либо к возрожденным, либо к эпигеосинклинальным. Не случайно было предложено понятие о подновленных горах [1] как промежуточном звене между эпиплатформенными и эпигеосинклинальными. Анализ тектонического рельефа внутриконтинентальных горных областей показывает, что подновленные горы являются разновидностью возрожденных [2]; иные решения сделают классификацию гор по их отношению к геологической структуре иллюзорной и неэффективной в решении проблемы горообразования.

В настоящей работе мы намереваемся охарактеризовать пояса возрожденных гор континентов.

Горные пояса представляют собой крупные организации рельефа земной поверхности. Обычно их протяженность в 2 раза и более превышает ширину. Составляющие их элементы (неотектонические формы) группируются в линейные цепи. Решающее свойство в структуре горных поясов, как показывает анализ некоторых из них [3], — это наличие упорядоченности в размещении форм, хорошо характеризуемое по правилам учения о симметрии.

Размеры горных поясов следующие. Длина их изменяется в пределах 1600—3000 м, а ширина обычно от 600 до 1200 км. Есть горные пояса очень узкие (первые сотни километров), примером их служит Урал. Площадь горных поясов изменяется от 1,0 до 3,3 млн. км², но для поясов возрожденных гор она не превышает 2,2 млн. км².

Необходимо осветить вопрос о кратности деления форм горного рельефа континентов, о шаге изменения размеров форм между уровнями их организации.