

## НЕКОТОРЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ИЗУЧЕНИЯ ДИНАМИКИ ЛАНДШАФТОВ

Исследуются теоретические вопросы изучения динамики ландшафтов. Рассмотрено развитие представлений о динамике ландшафтов; дается характеристика видовым понятиям динамики: функционированию, динамике и развитию (эволюции); рассматриваются ритмичность, цикличность и периодичность природных процессов; исследуются самоорганизация геосистем и внешние динамические факторы, предлагается понятие состояния геосистемы.

Три главных уровня воздействия человека на природу – локальный, региональный и глобальный – сплелись в наше время в общий запутанный клубок проблем. Обычно в качестве главной причины возникновения сложившейся ситуации фигурирует неразумное вмешательство человека в динамику геосистем, нарушение правил взаимодействия с ними. Не менее существенная причина заключается в недостаточной изученности, познанных наукой самих законов, определяющих динамику и функционирование естественных геосистем, особенно их взаимодействия с человеческим обществом.

Для решения вопросов рационального природопользования необходимо определить, в каком направлении, с какой скоростью и как конкретно изменяются свойства ландшафта и в пространстве, и во времени. Задача эта, как известно, усложнена тем, что ландшафты в своем естественном развитии подвергаются существенным изменениям в процессе хозяйственной деятельности человека.

Знание механизма взаимосвязей между компонентами ландшафта, ландшафтом и средой, режима функционирования и динамики позволит дать точный прогноз развития и поведения ландшафта в тех или иных условиях, научно обосновать вид использования земель, предусмотреть меры охраны природы, определить величину максимально допустимых нагрузок на ландшафт.

### Развитие представлений о динамике ландшафтов

Понимание ландшафта как открытой динамической пространственно-временной системы, что отвечает фундаментальным задачам и прикладным исследованиям ландшафтно-экологического содержания, определяет обязательность учета временного фактора, который можно рассматривать как с генетических (естественно-исторических), так и экспериментально-преобразовательных позиций. Проинвентаризированная специфика структуры, познанные закономерности функционирования и динамики ландшафтов открывают путь обоснованию видов использования ландшафта, нормативным мерам нагрузок.

Первая половина XX в. в ландшафтоведении была отмечена «поиском истины» – движущей силой развития ландшафта. Такой силой И.М. Крашенинников (1923) и А.И. Пономарев (1937) считали рельеф, Б.Б. Польшов (1925) – климат и рельеф, А.А. Григорьев (1937) – климат, И.К. Пачоский (1915), В.П. Вильямс (1927), А.Д. Гожев (1929) – растительность [1. С. 6].

Дальнейшими исследованиями признана ошибочность подхода «ведущих факторов» без учета их со-

размерной активности и взаимодействия. На первый план должно быть вынесено познание парагенезиса и парадинамики процессов, их количественное выражение. По С.Д. Муравейскому [2, 3], в ландшафте взаимодействуют три интегрирующих фактора (климат, сток, рельефообразование) и три процесса (эволюция органического мира, выветривание и почвообразование), при этом сток – наиболее активный из интегрирующих факторов.

Н.А. Солнцев [4, 5], признавая, что развитие природно-территориальный комплекс (ПТК) идет под воздействием взаимосвязанных компонентов, считает, что сила влияния разных компонентов друг на друга неравнозначна. Все компоненты располагаются им в следующий ряд: земная кора, воздух, вода, растительность, животный мир. В этом ряду сила воздействия компонентов друг на друга ослабевает от первого члена к последнему.

В основу классификации форм динамики фитоценозов и биогеоценозов, разработанной В.Н. Сукачевым [6], положены представления об иерархичности действия различных факторов. В.Н. Сукачев считал, что движущей силой биогеоценогенеза как процесса саморазвития являются не внешние, а внутренние противоречивые взаимодействия его компонентов. Он был «против идеи “климакса” в развитии биологических сообществ» [7. С. 168]. Начав с выяснения связей между биоценозами и условиями их существования, В.Н. Сукачев в дальнейшем расширил объем исследований, неизбежно вышел за рамки собственно биологии и пришел к традиционному пониманию предмета ландшафтоведения [8. С. 53].

Активизация изучения динамики ландшафтов в 1960-е гг. связана с именем В.Б. Сочавы, который разработал теоретические основы динамики ландшафтов на основе системного подхода. «Динамический критерий в ландшафтоведении имеет довольно длительную историю, но он укрепился и приобрел значение во всех разделах этой науки лишь после того, как начала получать признание теория открытых систем в новом ее толковании, данном Л. Бергаланфи (1950), У. Эшби (1958) и др.» [9. С. 109].

В первой половине XX в. относительно большее развитие получил анализ динамики компонентов ПТК, характерный для отраслевых физико-географических наук. Системный подход позволил провести сопряженный, взаимосвязанный анализ динамики природных компонентов. Он нашел свое выражение в разработке метода комплексной ординации школой В.Б. Сочавы (Институт географии СО РАН). Этот метод представляет собой режимные наблюдения на сопряженных по

гипсометрическому профилю фациях, т.е. по пространственным и временным рядам. В.Б. Сочавой и его учениками была создана сеть стационаров в Сибири. Программа наблюдений и методика исследований близки к биогеоценологическим. Но, по В.Б. Сочаве, и фация – синоним биогеоценоза.

Особенность школы В.Б. Сочавы «состоит в углубленном внимании к анализу динамики элементарных геосистем, их эволюционно-динамических рядов на основе многолетних стационарных исследований» [10. С. 99].

Второй центр изучения динамики ландшафтов возник на Кавказе, где в 1965 г. Тбилиским университетом была организована Марткопская физико-географическая станция. Здесь изучение динамики ПТК ведется под руководством Н.Л. Беручашвили по иной методике. Центр тяжести в ней перенесен на физические методы, которыми изучаются связи между компонентами и состояниями ПТК. Н.Л. Беручашвили [11] предложил характеризовать состояния ПТК через массу вещества разного качества (аэро-, гидро-, лито-, педо-, морт-, фито- и зоомассы), определяемые для каждого геогоризонта – элемента вертикальной структуры.

Интерес географов к теоретическим вопросам, а также экологическая проблематика стимулировали существенное увеличение внимания к проблемам времени. В целом, во второй половине XX в. отмечается быстрое развитие направления, которое можно обозначить как исследование времени и движения в ландшафте. В работах А.Г. Исаченко [12] и Д.Л. Арманда [13] оно обозначено терминами «развитие» и «процессы». Э. Нееф [14] развертывает цепочку понятий: «развитие – динамика – устойчивость – генезис». У Я. Демека [15] оно сводится к вопросу о процессах, равновесии, сукцессиях. У А.А. Крауклиса [16] оно выглядит уже как вопрос об учете времени и факторально-динамических рядах, переменных состояниях, о пространственно-временной структуре. В.Н. Солнцев [17] предложил изучать в геосистемах следующие хроноинтервалы: характерное, минимальное, полное и фоновое время. Проблема динамики приобретает у В.Н. Солнцева наименование «хроноорганизации географической реальности». Таким образом, изучение сукцессионных смен ландшафтов, введение представления об эпифации (В.Б. Сочава), представлений о серийных рядах фаций (В.Б. Сочава, А.А. Крауклис), поведении фаций и смене их состояний в зависимости от погодных условий (Н.Л. Беручашвили) позволили говорить о геосистеме как о динамической системе.

Развитие теории включает в себя не только формирование новых концепций, разработку новых подходов и методов, но и развитие языка науки. Большинство терминов динамического ландшафтоведения пришло из других наук: из философской лексики – «время», «движение», «изменение»; из системной – «организация», «состояние», «функционирование»; из физической и математической терминологии – «динамика», «характерное время», «инвариант». Внедрение системного подхода в географические исследования, связанное с именем В.Б. Сочавы, обогатило и обновило язык ландшафтоведения. «Новая школа ландшафтовед-геотопологов Института географии Сибири отличается от «европейской» своей понятийно-терминологической

микросистемой» [10. С. 61]. В то же время язык иркутских географов «оказывается наиболее приспособленным для характеристики явлений, связанных с динамикой ландшафтов» [18. С. 399].

Понятие «динамика ландшафта» вошло в ландшафтоведение около четырех десятилетий тому назад. Первоначально им обозначались любые изменения ландшафта и его свойств. В.Б. Сочава предложил считать динамикой ландшафта «многообразные процессы, протекающие (спонтанно и под влиянием человека) в современных геосистемах и вызывающие в них различные трансформации» [19. С. 58].

Взросший интерес к проблеме изменения ландшафтов во времени, опыты стационарных исследований выявили необходимость расчленения казавшегося единым понятия на три и введения общего родового понятия «изменение ландшафтов». Стало ясно, что «динамика» – лишь одно из понятий, характеризующих изменения в ландшафте, и оно занимает срединное положение в цепочке «функционирование» – «динамика» – «эволюция». Динамика ландшафта – изменение характера компонентов и их взаимосвязей в пространстве и во времени, трансформация морфологического строения ландшафта и т.д.

Исследования последних десятилетий привели к представлению о ПТК как о пространственно-временной, а не только пространственной системе. «Основные формы всякого бытия – пространство и время – рассматриваются часто не в свойственной им связи, а отдельно, в отрыве друг от друга... Поэтому изучение регионов отдельно от исследования причинных связей, как и познание причинных связей вне региональных различий, ведет к одностороннему истолкованию свойств тел и явлений земной поверхности» [8. С. 28]. Возросло внимание к проблеме соотношения пространства и времени, однако не столько к их разведению, как это было в концепции А. Геттнера, сколько к их единству. Динамика ландшафта может быть понята только при изучении пространственных и временных аспектов «в их неразрывной связи» [20. С. 9].

Таким образом, динамическое направление в физической географии в последнее время выступает в значительно более обобщающем виде – оно призвано решать проблемы пространственно-временной организации ландшафтов. «В геосистемах различия временного плана часто гораздо значительнее пространственных. В связи с этим актуален пространственно-временной анализ природных режимов геосистем и в целом их как природных образований» [21. С. 21].

В СССР – России эта проблема нашла отражение в ряде публикаций [22–24 и др.]. В.Б. Сочава [9] рассматривает ПТК как пространственно-временные единицы, обладающие целостностью, иерархичностью, структурой, функционированием, устойчивостью. Концепция пространственно-временного анализа и синтеза ПТК разработана Н.Л. Беручашвили [25]. В процессе такого анализа ПТК расчленяются на составные части, которые при последующем синтезе образуют пространственно-временные единицы. К таким единицам в первую очередь относятся состояния ПТК.

Подводя итог всему вышесказанному, можно отметить, что на современном этапе развития географиче-

ской науки ландшафт рассматривается как открытая динамическая пространственно-временная система. И если раньше, как отмечает А.А. Крауклис [16], учет временного фактора в ландшафтоведении ассоциировался главным образом с применением генетического принципа, то современная практика ландшафтных исследований свидетельствует о коренном изменении естественно-исторического метода и о становлении экспериментально-преобразовательного. Проблема времени рассматривается в ходе изучения прошлого (историческая и эволюционная география), современных процессов (мониторинг) и занимает важное место в ретроспективном и прогнозном моделировании. Изучение динамики ландшафтов развивается в тесной связи с биогеоценологией, геохимией и геофизикой ландшафта, опирается на данные индикационного ландшафтоведения, фенологии, отраслевых дисциплин и стремится к широкому использованию физико-химического и математического анализа.

Функционально-динамическое направление в ландшафтоведении развивается В.А. Снытко, Н.Л. Беручашвили, А.А. Крауклисом, А.М. Грином, И.И. Мамай, А.А. Макуниной, А.Д. Армандом и др.

### **Изменение ландшафта – функционирование, динамика, развитие (эволюция)**

Выяснить сущность изучаемого процесса изменения – значит установить, какой предмет изменяется, что происходит с ним в процессе изменения, какие стороны у него исчезают, появляются, остаются, переходит ли он из одного состояния в другое или же превращается в другой предмет и т.п. [26. С. 35]. Таким образом, изменение ландшафта – это приобретение им новых или утрата прежних свойств в результате внешнего воздействия (природного, антропогенного) или под влиянием процесса саморазвития.

Источником изменений, внутренним импульсом к развитию является противоречие, столкновение различных сил и тенденций. Диалектический материализм рассматривает движение как самодвижение, источник которого находится внутри самой движущейся материи. Таким источником является, как известно, борьба двух взаимоисключающих начал, заложенных в каждом явлении и неразрывно связанных друг с другом. «Никакой компонент сам по себе не может быть движущей силой развития. Такой силой всегда является противоречие, а в сложном объекте – система противоречий, причем в системе противоречий всегда есть главное противоречие» [27. С. 96]. В процессе изменения географических объектов такими противоречивыми силами являются поднятия и опускания земной коры, экзогенные и эндогенные процессы, снос и отложение, поглощение и отдача тепла, испарение и конденсация, взаимодействие почвы и растений, организмов и среды и т.д.

Обеспечение постоянства на основе изменчивости, постоянства через непостоянство – такова диалектическая формула жизни. Попеременное чередование превосходства одного из взаимоисключающих начал в их непрерывной борьбе сохраняет равновесие противоположностей – равновесие в движении, или движущееся равновесие [28. С. 14]. А это есть не что иное, как ритм.

Практически любое воздействие на ландшафт, вследствие тесной взаимосвязи его компонентов, сопровождается целой цепью изменений. Характер изменений зависит от многих факторов – от типа воздействия, его продолжительности и режима, от характера зависимостей свойств внутри ландшафта. Изменения ландшафта классифицируют чаще всего по источнику (эндогенные и экзогенные), интенсивности (слабые, сильные), направленности (регрессивные, прогрессивные, обратимые и необратимые), охвату (изменение ландшафта в целом или его отдельных элементов), скорости (постепенные, резкие).

Понятие «изменение ландшафта» в 1980-х гг. было признано родовым и расчленено на три видовых: функционирование, динамика, развитие. Не все авторы пока признают такое разделение терминов. В современной географической литературе понятие «динамика ландшафтов» трактуется в самых разных значениях – от механического перемещения материала по склонам до палеогеографии территории в палеозое.

Так, Ф.Н. Мильков под динамикой ландшафта понимает любые «функциональные, пространственные и структурные изменения, протекающие в природно-территориальном комплексе» [29. С. 180; 30. С. 92]. Он различает три вида динамики ландшафтов:

- 1) хорологическую, выраженную в пространственном изменении границ ландшафтных комплексов;
- 2) структурную, проявляющуюся в изменении морфологического строения ландшафтного комплекса;
- 3) временную, объединяющую изменения в ландшафте, связанные со временем, длительностью и характером ритмичности динамических проявлений (динамика функционирования, циклическая, суточная, сезонная, периодическая, флуктуирующая).

Такое деление создает впечатление, что все эти виды динамики проявляются независимо друг от друга, чего в действительности нет [1. С. 17].

Ф.Н. Мильков выделяет также направленную динамику, под которой понимает «устойчивые, односторонне направленные изменения ландшафта с неоднократной сменой его состояний и трансформацией структур» [29. С. 184], т.е. развитие ПТК.

В.И. Орлов [31] ставит знак равенства между динамикой и ходом развития, не вдаваясь в обоснование этого положения.

Большинство географов признают следующие три уровня изменений в природно-территориальном комплексе.

Функционирование ландшафта (от лат. *functio* – деятельность) – устойчивая последовательность постоянно действующих процессов обмена и преобразования вещества, энергии и информации, обеспечивающая сохранение состояния ландшафта в течение значительного промежутка времени. Функционирование часто имеет ритмический (суточный и годовой) характер и не сопровождается переходом ландшафта из одного серийного состояния в другое [32].

Функционирование геосистем осуществляется по законам механики, физики, химии и биологии. Из совокупности элементарных процессов функционирования ПТК можно выделить основные: трансформация солнечной энергии; трансформация энергии, связанной

с силой тяжести; влагооборот; геохимический круговорот; биологический метаболизм (биогеоцикл). Кроме них, существенное значение имеют латеральные перемещения воздушных масс, процессы, связанные с миграцией биогенного компонента и др. [33. С. 132]. Большинство элементарных процессов функционирования ландшафта тесно связано с перемещением геомасс в пространстве и/или изменением их количества во времени.

В процессе функционирования геосистемы создается динамическое равновесие основных ее параметров. Несмотря на постоянные изменения температуры, влажности и других энергетических, вещественных и информационных характеристик, основные параметры структуры удерживаются на относительно постоянном уровне, испытывая лишь периодические колебания.

Процессы функционирования имеют обратимый характер, т.е. к ним относятся главным образом циклические изменения. Длительность протекания процессов описывается характерным временем. Под ним понимается «время релаксации (возвращения к равновесию) для саморегулирующихся систем или период одного полного колебания для систем колебательных» [34. С. 149]. Характерным временем, или временем выявления геосистемы, является один год: «...это тот минимальный временной промежуток, в течение которого можно наблюдать все типичные структурные элементы и состояния геосистемы» [35. С. 14]. Функционирование ландшафта служит непосредственным объектом изучения физико-географических и биогеоценологических стационаров, метеорологических и стоковых станций.

Динамика (от гр. *dynamis* – сила) – изменения ландшафта, не сопровождающиеся изменениями его структуры, т.е. «движение переменных состояний в пределах одного инварианта» [1. С. 25]. Понятие инварианта введено в географию В.Б. Сочавой для обозначения «совокупности присущих геосистеме свойств, которые сохраняются неизменными при преобразовании геосистем» [9. С. 293]. Инвариантом ландшафта выступает его вертикальная, горизонтальная и временная структура – относительно устойчивое единство элементов, подсистем ландшафта [10]. Примерами динамических изменений служат серийные ряды фаций, сукцессионные смены, смены состояний ландшафтов.

Смены состояний могут быть обратимыми при условии, что изменения параметров внешней среды не перешли через некоторое критическое значение, за пределами которого неизбежно нарушается равновесие в геосистеме и ломается механизм ее саморегуляции. Таким образом, динамические изменения говорят об определенной способности геосистемы возвращаться к исходному состоянию, т.е. об ее устойчивости, способности компенсировать импульсы саморегулированием.

Динамические изменения могут быть и необратимыми. До тех пор, пока изменения не выходят за рамки существующего инварианта и имеют характер постепенного количественного накопления элементов новой структуры, мы относим их к собственно динамике [12. С. 6].

В.Б. Сочава определил динамику геосистемы как «все превращения условно неизменного инварианта» [9. С. 106]. Моделью такого набора «превращений» является *эпифация*. Это понятие было впервые пред-

ложено Л.Г. Раменским [36], но в первоначальном значении (однородные в генетическом и экологическом отношении участки) оно не получило распространения. В настоящее время термин широко используется в работах иркутских географов. Эпифация представляет собой совокупность переменных (серийных) состояний фаций, каждое из которых подчинено одной из эквивиальных фаций (коренной, условно-коренной, квазикоренной). Эквивиальное состояние геосистемы характеризуется устойчивым динамическим равновесием, соответствующим понятию климакса. Климаксные ландшафты наиболее полно отвечают зонально-провинциальным особенностям территории.

Эпифация, представленная в виде системы факторально-динамических рядов фаций, «в общем виде характеризует потенциальные пути и последовательность смен по направлению от различных серийных фаций к одной и той же коренной» [20. С. 8].

Обобщая вышесказанное, можно определить, что инвариантное начало в геосистеме сохраняется неизменным при всех динамических превращениях. Преобразуемая часть геосистем находится в динамическом состоянии.

В.Б. Сочава [9] различает в динамике две стороны – преобразовательную и стабилизирующую. Преобразующая динамика геосистемы – процессы, накопление результатов которых ведет к изменению структуры геосистемы (прогрессивному или регрессивному). Стабилизирующая динамика – процессы, на которых основаны саморегуляция и гомеостаз геосистем. Под саморегуляцией понимается приведение геосистемы в устойчивое состояние, обеспечение относительного равновесия всей геосистемы.

Таким образом, динамика ландшафта – не любые процессы и изменения, а лишь те, которые сопровождаются изменениями состояния его свойств, не приводя к изменениям структуры.

Развитие (эволюция) ландшафта – необратимое направленное изменение, приводящее к коренной перестройке (смене) структуры ландшафта, к замене одного инварианта другим, т.е. к появлению новой геосистемы.

Механизм развития ландшафта состоит в постепенном количественном накоплении элементов новой структуры и вытеснении элементов старой структуры. Этот процесс, в конце концов, приводит к качественному скачку – смене ландшафтов. Возможна и быстрая смена в результате каких-либо катастрофических природных или техногенных процессов. Правда, в таких случаях происходит разрушение инварианта, и приходится говорить не о развитии, а о деградации ландшафтов.

Эволюция геосистемы характеризуется прогрессивным изменением ее инварианта; параллельно трансформируются и сопровождающие инвариант переменные состояния [9. С. 299]. Прогрессивное развитие ландшафтного комплекса характеризуется нарастанием его биологической продуктивности с одновременным усложнением структуры и ростом стабильности [29]. Эволюционные изменения необратимы и рассчитаны на порядок геологического исчисления времени.

Понятия «функционирование», «динамика» и «эволюция» необходимо рассматривать применительно к определенному иерархическому уровню в классификации

ландшафтов, так как изменения, являющиеся эволюционными (смена инварианта) для ПТК данного уровня, в комплексе более высокого ранга будут отражением динамических преобразований (без смены инварианта).

В целом, географические объекты претерпевают различные изменения, между которыми можно выделить следующие связи: количественные изменения на определенном этапе приводят к качественным изменениям объекта и наоборот; возникновение нового элемента в структуре преобразует другие элементы данной структуры, а иногда и всю структуру в целом; изменение структуры объекта приводит к изменению его внешних свойств; изменение объекта, выполняющего определенную функцию, сказывается на самой этой функции и т.д.

### **Ритмичность, цикличность и периодичность природных процессов**

«Мир, в котором мы живем, удивительно склонен к колебаниям» (Р. Бишоп. Цит. по: [28. С. 6]). Природная реальность развивается по закону ритма. Еще в 1908 г. А.В. Клоссовский писал о «бесконечном разнообразии колебательных движений, которые пересекают мироздание во всех направлениях и к распространению которых сводится вся жизнь природы» (цит. по: [28. С. 14]). Ритм – это универсальная особенность самодвижения материи, результат борьбы противоположностей, являющейся источником данного самодвижения. Благодаря попеременной смене доминирования каждой из противоборствующих сторон достигается качественная устойчивость материальных объектов.

А.Г. Исаченко отмечал, что «ритмичность является неотъемлемой стороной прогрессивного, поступательного развития ландшафта» [35. С. 24]. По словам С.В. Калесника, «изучать ландшафт вне ритма – это все равно, что ограничиться определением названия растения, не учитывая того, что оно живет и выглядит в разные моменты вегетационного периода по-разному» [27. С. 89].

Ритм (гр. *rhythmos* – размеренность, стройность, от *rheo* – теку) – повторение одного и того же события или воспроизведение одного и того же состояния через равные промежутки времени. Такое определение ритма есть не более чем абстракция, ибо в действительности буквальной повторяемости (тождественности) ни событий, ни состояний нет и быть не может. Реальные ритмы, особенно в сфере живой материи, никогда не имеют строгого однообразия: периоды между аналогичными состояниями равны лишь приблизительно, они колеблются около какой-то величины, в среднем довольно постоянной. Такая величина – длительность периода.

Таким образом, ритмические явления могут быть периодическими («период» с гр. – обход, круговращение), при которых однотипные фазы повторяются примерно через равные промежутки времени. Строго периодический характер носит инсоляция. Ее суточный период связан с вращением Земли вокруг своей оси, годовой – с вращением Земли вокруг Солнца. Эти периодические воздействия «играют роль фактора упорядочивания, согласования, синхронизации колебаний географических явлений» [17. С. 198]. В статьях

Н.А. Солнцева о ритмичности экзогенных процессов [4, 37] рассматриваются суточный и годичный периоды в развитии ПТК, отмечается их роль в поступательном, идущем по спирали развитии ландшафтов, вводится понятие о нормальных, опасных и катастрофических амплитудах ритмов в природе.

Помимо периодических, в природе имеются циклические (от гр. *kuklos* – круг) явления, когда при постоянной средней продолжительности цикла промежутки времени между его одинаковыми фазами имеет переменную продолжительность (колебания климата, уровня озер, смена ледниковых эпох межледниковыми в плейстоцене и др.).

Ритмичность ландшафта – совокупные проявления периодической и циклической динамики ландшафта, выражающиеся в повторении его состояния, напоминающего исходное, в сроки равной или различной продолжительности. «Ритмичность – временной аналог пространственных круговоротов вещества и энергии в географической оболочке» [30. С. 212].

По мнению В.Н. Солнцева, «все географические процессы следует разделять на периодические – суточные и годовые – и квазипериодические (непериодические), разбиваемые периодическими на три основных интервала – внутрисуточные, синоптические (внутригодовые) и многолетние» [17. С. 224].

А.С. Монин выделяет следующие интервалы колебательных географических явлений [17. С. 196]:

- мелкомасштабные явления (периоды от долей секунд до десятков минут);
- мезомасштабные (от часов до суток);
- синоптические (от нескольких суток до месяцев);
- сезонные (внутригодовые);
- междугодичные (в несколько лет);
- внутривековые (в десятки лет);
- междувековые (в сотни лет).

Обилие ритмов разной длительности и происхождения и их интерференция часто затрудняют анализ конкретных явлений. Наложение ритмов разной продолжительности приводит к «смазыванию» их начальной, возможно, строгой периодичности. «Хроноизменчивости всех географических процессов в целом свойственна квазипериодичность... Это объясняется тем, что любые (и особенно динамически равновесные) объекты обладают инерционностью» [17. С. 197].

Одним из ключевых эволюционных свойств ландшафтов является их полихронность. Она заключается в том, что «каждый компонент, участвующий в создании ландшафтного ансамбля, обладает своим характерным временем цикла развития» [38. С. 46]. Например, изменение климата быстро скажется на гидрологических компонентах. Более растянутым будет период перестройки растительного покрова. Еще более растянутой будет реакция почвенного покрова. Наибольший временной диапазон реакций на внешние условия принадлежит геоморфологическому компоненту ландшафта.

Большинство элементарных составляющих процесса функционирования имеет разное характерное время, и увязать их между собой довольно трудно. Здесь вступают в действие законы инерции по А.А. Крауклису [16], эффект последствия или структурная память по И.М. Зейдису и Ю.Г. Симонову [39]. На процессы

функционирования как бы накладываются результаты предшествующих событий.

Суточная динамика. Смена дня и ночи влечет за собой изменения в температуре, влажности и движении воздуха на протяжении суток. Смена освещения и погодных условий определяет суточную динамику биоты ландшафта. У животных, в отличие от растений, она не ограничивается физиологическими изменениями в организме, но во многих случаях дополняется суточными миграциями. Суточная ритмика присуща также геоморфологическим процессам, протекающим в ландшафтах. Наиболее заметна она в районах с преобладанием физического выветривания, но в том или ином виде проявляется и в других зонах.

Одним из видов циклической динамики ландшафтов является сезонная ритмика. Она выражается в разделении года на определенные сезонные фазы, которые чередуются и воздействуют друг на друга, следуя за годовым ходом баланса лучистой энергии. Тип сезонной ритмики определяется местоположением в системе широтно-зональной, континентально-океанической и других видов географической упорядоченности. Суть сезонной ритмики функционирования геосистем состоит в том, что вслед за изменением радиационного режима по временам года меняются состояния воды и воздуха, жизнедеятельность биоты, интенсивность и характер превращения вещества и миграция химических элементов. Сезонные изменения геокомплексов в основном обуславливаются их водно-тепловым режимом, который, в свою очередь, определяется не только поступлением тепла и влаги, но и внутренними свойствами ландшафта, его способностью перераспределять и изменять поступающее извне вещество и энергию.

Вегетационный период (лето) характеризуется наибольшим напряжением жизненных процессов растений, а отсюда и наибольшей временной изменчивостью. По характеру изменчивости показателей выделяются довольно четко и переходные сезоны года (весна, осень). В связи с этим важнейшим методом изучения сезонной ритмики ландшафтов служат фенологические наблюдения, которые не требуют сложного оборудования и доступны широкому кругу географов. Качественный и количественный набор сезонных и внутрисезонных состояний ПТК в значительной степени определяется фенологией доминантных и содоминантных видов растительной ассоциации. Фенологическая динамика обуславливает такие биометрические характеристики растительности, как проективное покрытие, объемное содержание фитомассы, архитектура и др. Более глубоко и разносторонне внутригодовой цикл динамики ландшафтов изучается в условиях физико-географических стационаров.

Суточный и сезонный ритмы связаны с планетарно-астрономическими причинами. Внутривековые и вековые ритмы – гелиогеофизические по происхождению, т.е. связаны с проявлениями солнечной активности, которые вызывают возмущения магнитного поля Земли и циркуляции атмосферы, а через последнюю – колебания температуры и увлажнения. Наиболее известны 11-летние, а также 22–23-летние ритмы этого типа, кроме того, намечаются ритмы в 26 месяцев, 3–4, 5–6, 80–90, 160–200 лет [35].

Сверхвековой 1850-летний ритм обусловлен изменчивостью приливообразующих сил в зависимости от

взаимного перемещения Земли, Луны и Солнца и выражается в планетарных колебаниях климата. Более продолжительные ритмы (21, 42–45, 90, 370 тыс. лет) объясняются колебаниями эксцентриситета земной орбиты; с этими ритмами связывают чередование ледниковых и межледниковых эпох. Геологические ритмы измеряются миллионами лет. Самые большие геологические циклы (165–180 млн лет) проявились в главных орогенических эпохах фанерозоя – каледонской, мезозойской и кайнозойской.

Необходимо также отметить, что наряду с экзодинамическими ритмическими колебаниями, обусловленными внешними факторами, в природно-территориальных комплексах наблюдаются автономные, возникающие из-за инерционности тех или иных компонентов и действия прямых и обратных отрицательных связей.

Примером эндодинамических колебаний могут служить сукцессионные смены растительности. Автоколебания, накладываясь на экзодинамические циклы, еще более усложняют ритмику природных процессов.

Развитие ПТК характеризуется не только ритмичностью, но и поступательностью, восходящим характером движения. Каждый виток спирали не есть повторение предыдущего, а представляет новую, более высокую ступень. Поступательное движение, в свою очередь, имеет противоречивый характер. Наряду с прогрессивной линией развития в природе возможны и временные отступления.

#### **Самоорганизация геосистем и внешние динамические факторы**

Все географические объекты, по словам В.И. Вернадского, «можно рассматривать как области разнообразных динамических физико-химических равновесий, стремящихся достигнуть устойчивого состояния, непрерывно нарушаемого входением в них чуждых данному динамическому равновесию проявлений энергии» [17. С. 196]. Действительно, материальные системы, слагающие географическую оболочку, не являются замкнутыми. Между ними и внешней средой происходит постоянный обмен веществом, энергией и информацией.

К внешним по отношению к геосистеме динамическим факторам можно отнести:

- поступление солнечной энергии, которому свойственна сезонная и суточная изменчивость;
- тектогенное преобразование рельефа, источником которого является внутренняя энергия Земли;
- общую циркуляцию атмосферы, приводящую к смене погод и вызывающую изменения в поступлении энергии, влаги, растворенных веществ и минеральных частиц в ландшафт;
- процессы, обусловленные гравитационной энергией Земли;
- биологические процессы, например циклические колебания численности популяций животных;
- антропогенное воздействие.

К внешним факторам формирования геосистемы можно отнести также свойства суперсистемы, в которую входит ландшафт, и процессы, происходящие в рядом расположенных ландшафтах. Таким образом,

внешние причины динамики ПТК можно свести к трем составляющим – космические, общеземные и местные.

Все многообразие воздействий на ПТК проявляется в изменении их теплового, водного, геохимического режимов и перемещении твердого вещества. Воспринимая эти воздействия, геосистема изменяется, в ней нарушается предшествующий баланс со свойственным ему динамическим ритмом. Это обуславливает возникновение внутрисистемных противоречий – изменений активности и направленности процессов, стремящихся создать новую, относительно сбалансированную систему.

Колебания внешних факторов вызывают изменение отдельных параметров ландшафта, который при этом сохраняет постоянной свою внутреннюю структуру, как устойчивый аспект геосистемы, как инвариант. Геосистема удерживает на некоторый период времени переменные свойства в серийном ряду развития. Долговечность серийных фаций во многом зависит от присущего им стабилизирующего начала [9]. Основным внутренним средством сохранения организованности геосистем является саморегулирование – способность в процессе функционирования сохранять на определенном уровне типичные состояния, режимы, характеристики связей между компонентами [32]. «Способность к саморегулированию возникает при наличии в структуре систем обратных связей» [40. С. 1].

По В.Б. Сочаве, «в спонтанных условиях саморегуляция направлена главным образом на обеспечение равновесия геосистемы, которое нарушается различными отклонениями воздействующих факторов среды от средней их нормы по ходу временных циклов» [9. С. 114]. Внутренние процессы ведут геосистему к наиболее устойчивому состоянию. Как писал Ф. Энгельс, «...отдельное движение стремится к равновесию, совокупное движение снова устраняет равновесие...» [44. С. 62].

Саморегуляция возможна, если связи, присущие геосистеме, не абсолютно устойчивы, если они «допускают определенную амплитуду показателей корреляции» [9. С. 117]. Ландшафт – система достаточно гибкая, обладающая как устойчивостью, так и изменчивостью. Постоянство и разнообразие взаимосвязаны. Чем разнообразнее геосистема, тем она стабильнее. Этим объясняется большая способность коренных фаций к саморегулированию, их максимальная устойчивость. Стабилизирующую функцию выполняет биота, обладающая пластичностью. Именно это обуславливает «флуктуирующую динамику» [29. С. 183], или «эндодинамические ритмы» ландшафтов [12. С. 5].

До недавнего времени в географии господствовало представление, согласно которому нынешние естественные ландшафты являются функцией таких процессов, которые осуществляют взаимодействие между ландшафтными компонентами в рассматриваемый (данный) отрезок времени. Иными словами, в ландшафтоведении, в основном, преобладал взгляд на ландшафты как на некий энергомассообменный механизм, питающийся от внешнего источника энергии [38. С. 45]. На самом деле, сегодняшние изменения, наблюдаемые в ландшафте, являются следствием не только последних во времени воздействий, но и всех тех воздействий, которым он подвергался в прошлом.

«Корреляция со сдвигом во времени... рациональна потому, что изменение каждого компонента геосисте-

мы является результатом последствия комплекса сопутствующих явлений» [41. С. 120]. Часто «изменения живой фазы геосистем» и «изменения ландшафтно-геохимических показателей проявляются со сдвигом от гидротермических показателей» [21. С. 14–15].

Объяснение развития любой материальной системы лишь результатом воздействия внешних факторов (тектонических процессов, солнечной радиации и др.) противоречит принципам диалектического материализма. Внешние факторы выступают как необходимые условия существования предметов и явлений. Они оказывают влияние на ход развития, порой это влияние очень сильное, но оно всегда преломляется через призму свойств развивающихся материальных систем. Основная причина развития геосистем, их необратимого изменения во времени, постоянного усложнения территориальной дифференциации кроется во внутренних противоречиях, заложенных в самих ПТК. Диалектическое развитие материальных систем осуществляется в результате единства и борьбы внутренних противоположностей и в условиях взаимодействия этих систем с окружающей их средой.

Трансформация ландшафтной системы, происходящая под влиянием изменений в состоянии ее компонентов, носит название саморазвития. Идеи о саморазвитии природных систем при относительно стабильных внешних условиях мы находим в работах В.В. Докучаева, В.Н. Сукачева, С.В. Калесника и др. Так, основатель биогеоценологии В.Н. Сукачев [6] указывал на противоречия между компонентами биогеоценоза (растительностью и почвенным покровом, растительностью и атмосферой и др.), в результате которых происходит саморазвитие биогеоценоза.

Внутренние противоречия в ПТК существуют уже потому, что эти системы слагаются из множества различных компонентов или, как отметил Ф.Н. Мильков, благодаря наличию «контрастности сред». Он пишет: «В основе развития комплексов лежит взаимообмен веществом и энергией, возможный только при наличии определенной контрастности, различия в строении этих материальных систем» [42. С. 116]. Это же свойство ландшафта отмечает И.И. Мамай: «Наличие в ПТК компонентов с разными свойствами приводит к возникновению потоков вещества и энергии (процессов), которые в конечном итоге изменяют свойства как отдельных компонентов, так и всего ПТК» [1. С. 26].

Процессы, вызываемые внутренними причинами, включают в себя две составляющие – циклическую (обратимые изменения) и направленную (необратимые изменения). Стоит, однако, помнить, что отдельные отрезки многолетних циклов ландшафтных изменений могут в ограниченные периоды восприниматься как направленные.

Примером саморазвития ландшафта является сукцессия (от лат. *succession* – преемственность, наследование). Под сукцессией ландшафта понимается процесс смены переменных состояний ландшафта по направлению к коренному или близкому к нему динамическому состоянию в рамках инварианта [32].

Первоначально термин был применен в геоботанике, где им обозначалась закономерная смена временных, нестабильных растительных сообществ в процес-

се формирования стабильного фитоценоза. В этом значении различают три вида сукцессии [30. С. 237]:

1) сингенетические – результат непрерывного расселения растений и возникающих при этом сложных взаимоотношений между ними;

2) эндоэкогенетические – смены растительности вследствие изменений среды жизнедеятельности самими растениями (например, переход зарастающего озера в низинное болото);

3) экзогенные – смены растительности, вызванные воздействием внешних факторов (изменение климата, пожар, вырубка, засуха и т.п.).

В случае, когда причинами сукцессий выступают внешние природные и антропогенные воздействия (пункт 3), их нельзя определять как саморазвитие.

В ландшафтоведении представление о сукцессиях было перенесено К. Троллем.

Движение фаций в пределах эпифации является отражением сукцессии ландшафта, которая сопровождается усложнением структуры геосистемы. Этот процесс происходит в результате изменения интенсивности внутренних связей и образования новых. Здесь имеет место самоорганизация ландшафта.

Организация – это внутренняя упорядоченность компонентов, обусловленная структурой, и процесс, ведущий к совершенствованию взаимосвязей между компонентами. Самоорганизация – процесс, в ходе которого совершенствуется организация сложной динамической системы. «Самоорганизация понимается как возникновение новых структур, эволюционно более совершенных, чем предыдущие, и относительно устойчивых» [40. С. 11]. Процессы самоорганизации могут иметь место только в системах, обладающих высоким уровнем сложности и большим количеством элементов. К таким системам и относится основной объект исследования физической географии – ландшафт.

### Понятие состояния геосистемы

Географическая реальность никогда не стоит на месте, она непрерывно изменяется. В 1914 г. Бергсон писал, что интеллект «представляет себе ясно только неподвижное», поэтому человеческий разум «дробит единый и неделимый акт изменения, выделяет какие-то состояния, через которые проходит изменяющийся предмет» [26. С. 247]. Суть движения заключается в том, что нечто движущееся в каждый момент есть то же самое и уже другое, что оно не находится в данном состоянии, а проходит через это состояние. И все же «расчленение изменчивости на состояния дает нам возможность действовать на вещи и практически полезно, чтобы мы интересовались состояниями более чем самой изменчивостью» [26. С. 247].

Впервые термин «состояние» в отношении ландшафтных систем употребил в 1967 г. В.Б. Сочава. Примерно в то же время по результатам работ в Приангарье А.А. Крауклис выделил фазы годового цикла. Но особенно детально состояния ПТК были исследованы на Марткопском стационаре Тбилисского университета под руководством Н.Л. Беручашвили.

Закономерности состояний изучает раздел ландшафтоведения – этология ландшафта [43]. Этология

рассматривает смену состояний как поведенческие акты, связанные с внешними факторами и внутренними особенностями самого ПТК. Совокупность фиксируемых состояний геосистем является отражением их динамики. «По состоянию геосистемы судят о характере протекающих в ней процессов» [21. С. 10]. В каждое мгновение ПТК характеризуется определенными свойствами компонентов, возникшими под воздействием прежних процессов, и определенным набором процессов, который зависит как от качества составных частей, так и от среды, в которой данный ПТК существует.

По В.Б. Сочаве [9] и А.А. Крауклису [16], геосистемы в процессе динамики находятся в различных состояниях в пределах инварианта: эквифинальных, или климаксовых (коренных, условно-коренных и квазикоренных), и серийных (переменных). Переменные состояния, вызываемые человеком, называются производными. Сумма всех состояний одной фации образует эпифацию.

Н.Л. Беручашвили под состоянием ПТК понимает «соотношение параметров структуры и функционирования в какой-либо промежуток времени, в течение которого конкретные воздействия на входе (солнечная радиация, осадки и т.п.) трансформируются в определенные функции (сток, прирост фитомассы и т.д.) на выходе» [43. С. 15]. Предпочтение при изучении отдается внутрigoдовым состояниям, среди которых различают суточные, циркуляционные и сезонные. Н.Л. Беручашвили предложил для описания суточных характеристик структуры понятие «стекс».

Любое состояние ландшафта складывается из состояний отдельных его частей (воздушной, поверхностных вод, растительности, литогенной основы и др.). Поэтому, по Н.Л. Беручашвили, при изучении состояний ПТК из множества характеристик в первую очередь необходимо изучать ландшафтно-геофизические. Они, с одной стороны, наиболее полно описывают состояние структуры и функционирование ПТК, а с другой – легко измеримы, и от них путем несложных расчетов можно перейти к другим характеристикам ПТК. В частности, используя принцип эргодичности, на основе изменения состояний в пространстве можно получить представление о смене состояний ПТК во времени, и наоборот.

Таким образом, выражением динамического состояния служит дифференциация вещества в вертикальном и горизонтальном направлениях. Элементарные структурно-функциональные части ПТК – геомассы – и присущие им процессы функционирования являются исходными единицами пространственно-временного синтеза ПТК. Фация предстает в виде четырехмерной единицы природной среды, временную структуру которой показывают замкнутые графы состояний – этоциклы. Самой устойчивой частью этоцикла являются «структурные» стексы, обусловленные сезонным развитием естественной растительности ПТК.

Устойчивую смену состояний геосистемы в пределах суточных и годовых циклов можно назвать режимом функционирования геосистемы. Закономерный переход одного состояния в другое дал основание Н.Л. Беручашвили ввести понятие о поведении ПТК.

По И.И. Мамай, состояние ПТК – «более или менее длительные отрезки его существования, характери-

зующиеся определенными свойствами структуры ПТК, т.е. составных частей – компонентов, морфологических единиц – и процессов» [1. С. 4].

По длительности И.И. Мамай различает внутригодовые (внутрисуточные, суточные, погодные, внутрисезонные, сезонные, годовые) и многолетние (подфазы, фазы) состояния. Внутригодовые состояния характеризуются обратимыми изменениями процессов и отдельных свойств компонентов.

С внутригодовыми состояниями совершенно справедливо связывают устойчивость ПТК. Но состояния, связанные с внешними условиями (суточный и годовой ритм), можно считать обратимыми лишь со значительной долей условности, так как в ландшафте остаются количественные изменения, улавливаемые лишь очень тонкими стационарными методами.

Совместное действие относительно обратимых процессов, связанных с внешними факторами, и направленных процессов, вызываемых внутренними причинами, образует многолетние состояния. Они характеризуются «необратимыми изменениями компонентов ПТК при сохранении общего набора процессов» [1. С. 33]. Фазы и подфазы измеряются десятками и сотнями лет. ПТК проходят в своем развитии три фазы: зарождения и становления; устойчивого существования и медленного развития; смены.

В течение фазы зарождения и становления происходит отбор биоты и почв, соответствующих изменившимся геолого-геоморфологическим и гидроклиматическим условиям. В фазе устойчивого существования и медленного развития в свойствах ПТК уже более четко прослеживается обратное воздействие биоты на геому, которое выражается в модификации климата (формирование фитолимата), увлажнения, в изменении верхних частей литогенной основы процессами почвообразования (торфонакопления). Происходит неуклонное накопление изменений в свойствах составных частей ландшафта, что приводит к фазе смены. Фаза смены отличается распадом прежних связей, усилением одних процессов и ослаблением других. Смена вызывается как внутренними причинами (саморазвитие), так и внешними.

Подводя итог рассмотрению проблемы, необходимо сказать, что переход от изучения изменений отдельных компонентов ПТК и связей между ними к изучению состояний ПТК является большим теоретическим и практическим достижением в ландшафтоведении. Разработаны таксономическая система внутригодовых и многолетних состояний ПТК, а также первые классификации состояний ПТК; стационарные, полустационарные и экспедиционные методы синхронного изучения различных состояний ПТК; методы картографирования некоторых состояний ПТК (факторально-динамические ряды В.Б. Сочавы, типы стексов Н.Л. Беручашвили, фаз и подфаз развития И.И. Мамай). В последнее время термин «состояние» занял одно из главных мест в концепциях многих ландшафтоведов. Ясно, что это одно из центральных понятий, на которое опирается понимание устойчивости и изменчивости, временной организации.

На современном этапе задачами в этой области являются переход от изучения состояний фаций к изучению состояний ПТК более высоких рангов, привлечение внимания к изучению многолетних состояний, разработка методов картографирования многолетних и внутригодовых состояний с использованием дистанционных методов и др.

Заканчивая рассмотрение теоретических вопросов динамического ландшафтоведения, можно сделать вывод, что в настоящее время динамика геосистем становится центральной и наиболее актуальной проблемой всей географической науки. Создание глубокой теории взаимодействия процессов, определяющих нормальное существование геосистем как целостных организмов, пределы их жизнеспособности в изменяющихся условиях, стало той фундаментальной задачей, которая приобрела самое острое прикладное значение. Задача эта имеет экологическую ориентацию, так как выясняются многообразные механизмы взаимодействия геосистем и их среды с тем, чтобы научиться управлять ходом природных реакций и процессов. Знание этих вопросов позволяет решать проблемы прогнозирования геосистем, т.е. научно обоснованного предвидения и предсказания поведения геосистем, их динамических закономерностей и эволюционных тенденций.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Мамай И.И. Динамика ландшафтов (методика изучения). М.: МГУ, 1992. 167 с.
2. Муравейский С.Д. Процесс стока как географический фактор // Изв. АН СССР. Сер. геогр. и геофиз. 1946. Т. 10, № 3.
3. Муравейский С.Д. Роль географических факторов в формировании географических комплексов // Вопросы географии. 1948. Сб. 9. С. 95–110.
4. Солнцев Н.А. О суточном цикле в динамике ландшафтов // Вестн. Моск. ун-та. Сер. геогр. 1960. № 6. С. 70–73.
5. Солнцев Н.А. Некоторые теоретические вопросы динамики ландшафта // Вестн. Моск. ун-та. Сер. геогр. 1963. № 2. С. 50–55.
6. Сукачев В.Н. Идея развития в фитоценологии // Сов. ботаника. 1942. № 1–3. С. 5–17.
7. Саушкин Ю.Г. Географическая наука в прошлом, настоящем, будущем. М., 1980.
8. Кузнецов П.С. Методологические проблемы ландшафтоведения. Изд-во Саратов. ун-та, 1991. 64 с.
9. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск, 1978. 320 с.
10. Александрова Т.Д. Понятия и термины в ландшафтоведении. М., 1986. 111 с.
11. Беручашвили Н.Л. Сезонная динамика структуры и функционирования фаций: Ландшафтный сборник. Тбилиси, 1972. С. 100–115.
12. Исаченко А.Г. Динамические аспекты современного ландшафтоведения // VII Совещание по вопросам ландшафтоведения. Пермь, 1974. С. 4–7.
13. Арманд Д.Л. Наука о ландшафте. М., 1975. 287 с.
14. Нееф Э. Теоретические основы ландшафтоведения. М., 1974. 220 с.
15. Демек Я. Теория систем и изучение ландшафта / Пер. с чеш. М., 1977. 224 с.
16. Крауклис А.А. Проблемы экспериментального ландшафтоведения. Новосибирск: Наука, 1979. 232 с.
17. Солнцев В.Н. Системная организация ландшафтов. М.: Мысль, 1981. 240 с.
18. Преображенский В.С., Александрова Т.Д. Первичный анализ терминов динамики ландшафтов // Изв. ВГО. 1975. Т. 107, вып. 5. С. 397–404.
19. Сочава В.Б. Определение некоторых понятий и терминов физической географии // Докл. Ин-та геогр. Сибири и Дальнего Востока. Иркутск, 1963. Вып. 3.

20. *Сочава В.Б., Крауклис А.А., Михеев В.С.* Динамика ландшафта и представление об эпифации // VII Совещание по вопросам ландшафтоведения. Пермь, 1974. С. 7–10.
21. *Снытко В.А.* Проблемы динамики вещества в геосистемах южных регионов Сибири: Автореф. дис. ... д-ра геол. наук. М., 1983. 36 с.
22. *Боков В.А.* Пространственно-временная организация геосистем. Симферополь: Изд-во СГУ, 1983.
23. *Пространство и время в географии.* Казань: Татар. фил. ГО СССР, 1987. 168 с.
24. *Симонов Ю.Г.* Пространственно-временной анализ в физической географии // Вестн. Моск. ун-та. Сер. геог. 1977. № 4.
25. *Беручаивили Н.Л.* Пространственно-временной анализ и синтез природно-территориальных комплексов: Автореф. дис. ... д-ра геол. наук. М., 1980.
26. *Столяров В.И.* Процесс изменения и его познание. М.: Наука, 1966. 252 с.
27. *Калесник С.В.* Проблемы физической географии. Л.: Наука, 1984. 288 с.
28. *Алякринский Б.С., Степанова С.И.* По закону ритма. М.: Наука, 1985. 176 с.
29. *Мильков Ф.Н.* Общее землеведение. М.: Высш. шк., 1990. 336 с.
30. *Мильков Ф.Н., Бережной А.В., Михно В.Б.* Терминологический словарь по физической географии. М.: Высш. шк., 1993.
31. *Орлов В.И.* Анализ динамики природных условий и ресурсов. М.: Наука, 1975. 275 с.
32. *Охрана ландшафтов (Толковый словарь).* М.: Прогресс, 1982. 272 с.
33. *Методика ландшафтно-геофизических исследований и картографирование состояний природно-территориальных комплексов.* Тбилиси: Изд-во Тбилис. ун-та, 1983. 200 с.
34. *Арманд А.Д., Таргульян В.О.* Принцип дополнительности и характерное время в географии // Системные исследования. М.: Наука, 1974. С. 146–153.
35. *Исаченко А.Г.* Ландшафтоведение и физико-географическое картографирование. М.: Высш. шк., 1991. 368 с.
36. *Раменский Л.Г.* Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель. М.: Сельхозгиз, 1938. 620 с.
37. *Солнцев Н.А.* Значение цикличности и ритмичности экзогенных ландшафтообразующих процессов // Вестн. Моск. ун-та. Сер. геогр. 1961. № 4. С. 3–7.
38. *Величко А.А.* Полихронность геосистем и прогноз эволюции природы Земли // Новое мышление в географии. М.: Наука, 1991. С. 44–55.
39. *Зейдис И.М., Симонов Ю.Г.* Эффект структурной памяти в динамике географических явлений // Вестн. Моск. ун-та. Сер. геог. 1980. № 4. С. 21–26.
40. *Арманд А.Д.* Саморегулирование и самоорганизация физико-географических систем: Автореф. дис. ... д-ра геол. наук. М., 1986. 44 с.
41. *Крауклис А.А., Снытко В.А.* Изучение функциональных взаимоотношений между географическими фациями в ландшафте // Структура, динамика и развитие ландшафтов. М.: Ин-т географии, 1980. С. 110–124.
42. *Мильков Ф.Н.* Ландшафтная сфера Земли. М., 1970. 207 с.
43. *Беручаивили Н.Л.* Четыре измерения ландшафта. М.: Мысль, 1986. 182 с.
44. *Энгельс Ф.* Анти-Дюринг // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. М.: Госполитиздат, 1961. 2-е изд. Т. 20.

Статья представлена кафедрой географии геолого-географического факультета Томского государственного университета, поступила в научную редакцию «Науки о Земле» 27 ноября 2006 г., принята к печати 4 декабря 2006 г.