



УДК 551.4

Взаимодействия природных факторов и процессов в организации геосистем и устойчивое их развитие

Г. П. Скрыльник, П. С. Сорокин

Скрыльник Геннадий Петрович, кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник, Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, skrylnik@tig.dvo.ru

Сорокин Павел Сергеевич, кандидат географических наук, научный сотрудник, Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, paveleco@mail.ru

Многие аспекты «взаимодействия» факторов и процессов (ФиП), являющиеся одними из центральных в любой науке и постоянно отличающиеся высокой актуальностью, до сих пор недостаточно исследованы, что присуще и современному естествознанию. В работе выделяются как основные взаимодействия природных ФиП следующие типы: гравитационное, геофизическое, геохимическое (включая биотическую составляющую), антропо-техногенное, геоинформационное. Их раздельное исследование проводится с применением методов «сквозного» изучения комплексной физико-географической оболочки – палеогеографического, геофизического, геохимического, биогеографического, картографического и математического. Для арены и результатов их взаимодействий характерна пространственно-временная дифференциация, обусловившая возникновение уровневой организации среды и по специфике соответствующая четырем основным иерархическим уровням: глобальному, континентальному, региональному, локальному или топологическому. В рамках этих уровней «взаимодействия ФиП» существенно разнятся. Эта специфика принципиально наиболее ярко проявляется в масштабной иерархии природных явлений и объектов. С изменением «взаимодействий ФиП» связана и динамика основных типов ландшафтогенеза: гигротермического, ксеротермического, гигрокриосного и ксерокриосного.

Ключевые слова: взаимодействия, устойчивость, геосистемы, уровни организации.

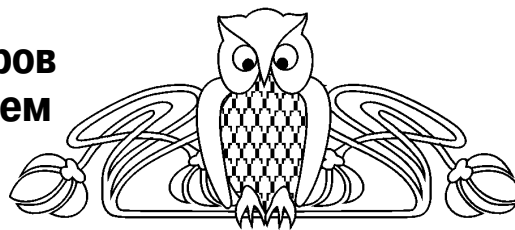
Interaction of Natural Factors and Processes in the Organization of Geosystems and their Sustainable Development

G. P. Skrylnik, P. S. Sorokin

Gennady P. Skrylnik, <https://orcid.org/0000-0001-6318-5186>, Pacific Geographical Institute, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, 7 Radio Vladivostok, Primorsky Krai 690041, Russia, skrylnik@tig.dvo.ru

Pavel S. Sorokin, candidate of geographical science, <https://orcid.org/0000-0002-2786-5026>, Pacific Geographical Institute, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, 7 Radio Vladivostok, Primorsky Krai 690041, Russia, paveleco@mail.ru

Many aspects of «interaction» of factors and processes, being the central ones in any science and constantly marked for their high



urgency, have not been sufficiently investigated so far that is also typical of modern natural sciences. The work defines five basic types of factors and processes: gravitational, geophysical, geochemical (including biotic component), anthropogenic/technogenic, and geo-informational. They are separately studied with methodical application of «interpenetrating» research of the geosphere components, i.e. palaeogeographical, geophysical, geochemical, biogeographical, cartographical, and mathematical. Spatial-temporal differentiation is typical for the results of their interactions. This differentiation conditioned the occurrence of the four-level organization of the environment and it corresponds to four basic hierarchical levels: global, continental, regional, and local (or topological). Within the framework of these levels the «interactions between factors and processes» are essentially different. This specificity manifests itself more essentially in scale hierarchy of the natural phenomena and objects. Dynamics of landscape genesis is connected with change of the basic types of «interactions between factors and processes»: the hydrothermic, xerothermic, hydrocryos and xeroryos ones.

Keywords: interactions, stability, geosystems, organizational levels.

DOI: <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2019-19-1-30-34>

Введение

Проблемы «взаимодействия» факторов и процессов (ФиП) постоянно являлись одними из центральных в любой науке и всегда отличались актуальностью. Несмотря на это, многие их аспекты до сих пор недостаточно исследованы, что присуще и современному естествознанию.

Известно, что «взаимодействие» (философская категория) – универсальная форма движения (развития), определяющая существование и структурную организацию любой материальной системы; одновременно отражает взаимное процессное воздействие и обусловленность и порождение одним объектом другого [1].

Цель исследования. Типы взаимодействий ФиП (факторов – причин и движущих сил процессов и явлений; Процессов – последовательных смен явлений и состояний в развитии объектов) в природе встречаются самые разнообразные, но круг основных объективно ограничен. Так, в физике основными являются четыре типа взаимодействия элементарных частиц: сильное, электромагнитное, слабое и гравитационное. В географии при изучении состоящей из характеризующихся сложными взаимосвязями подсистем комплексной физико-географической оболочки (КФГО) такого четкого обособления не проведено, но исходя из накопленного опыта в естествознании мы можем выделить как основ-



ные взаимодействия (между любыми видами материи – обычным веществом и физическими полями) следующие пять типов: гравитационное, геофизическое, геохимическое (включая биотическую составляющую), антропо-техногенное и геоинформационное (таблица).

Материал и методы исследования

Раздельное исследование вышеуказанных взаимодействий, по нашему мнению, возможно с применением методов «сквозного» изучения КФГО – палеогеографического, геофизического, геохимического, биогеографического, картографического и математического. Сквозное взаимодействие и взаимодействие подсистем КФГО (лито-, атмо-, гидро-, педо-, фито- и зоосферы) выражается в обмене веществом, энергией и информацией [2–6].

КФГО и ее системные компоненты на протяжении всей эволюции (от зарождения – более 4,5 млрд лет – до наших дней) испытывали сложное формирующее воздействие различных факторов и процессов (типичных, экстремальных – критических и кризисных, катастрофических), суммарно обозначивших общую тенденцию развития [7]. Развитие КФГО в настоящее время осуществляется под управлением двух главных взаимодействующих факторов (сил) – естественных и антропогенных. К настоящему времени системоформирующие антропогенные факторы и процессы стали принципиально равнозначными с эндогенными и экзогенными.

Антропогенизация ландшафтов Дальнего Востока протекает на всех уровнях и проявля-

ется в той или иной степени в их аридизации и криотизации [8]. Таким образом, КФГО и ее составляющие сформировались в ходе сложного пространственно-временного комплексирования всех пяти типов взаимодействий и разнопланового сочетания результатов «взаимодействий ФиП» (космических – экзогенных – эндогенных – антропогенных), сопровождавшихся соответствующим «межобъектным» обменом вещества, энергии и информации. При этом такой обмен – 2-векторный (из-за причинной связи «действие–противодействие») – формирует два количественно соизмеримых, но качественно противоположных системоформирующих потока – конструктивный и деструктивный. Динамическое взаимодействие двух потоков вещества, энергии и информации противоположной направленности предопределяет формирование, развитие и саморегулирование геосистем и тем самым обуславливает их спонтанное стремление к состоянию динамического равновесия [3].

Для арены и результатов «взаимодействий ФиП» характерна пространственно-временная дифференциация, обусловившая возникновение 4-уровневой организации КФГО и по специфике соответствующая четырем основным иерархическим уровням: глобальному, континентальному, региональному, локальному или топологическому. В рамках этих уровней «взаимодействия ФиП» существенно разнятся. Эта специфика принципиально наиболее ярко проявляется в масштабной иерархии природных явлений и объектов (например, в соответствующей им «размерности» рельефа: мега-, мега- и макро-, макро- и мезо-, мезо- и микроформ).

Принципиальная схема взаимодействий факторов и процессов в рамках географической оболочки

Взаимодействия (типы)	Причинные связи, проявления и следствия
Гравитационное	Универсальное – самостоятельное, дополнительно присутствует при всех остальных; протекает под воздействием силы тяжести, имеет характер притяжения; всегда участвует в организации геосистем
Геофизическое	Осуществляется из-за термо-, гидро- и барических градиентов; сопровождается механическим дроблением и структурированием вещества без изменения его минералогического состава. Ответственно за «жесткие» внутри- и межкомпонентные и межсистемные связи, обеспечивающие устойчивость (и ее рамки) геосистем
Геохимическое (включая биотическую составляющую)	Проходит с участием химических реакций, приводящих к глубоким преобразованиям вещества – тонкому измельчению, «тонкому» структурированию и «минералогическому» его изменению. Биотическая составляющая обеспечивает усвоение солнечной энергии с целью продуцирования и «накопления» биовеществ. Отвечает за приобретение геосистемами свойств пластичности, что «смягчает» воздействия и повышает общую их устойчивость; в итоге время релаксации геосистем в новых условиях сокращается
Антропо-техногенное	Проявляется не только в сложных трансформациях естественных видов энергии и вещества, но и в порождении и направленно возрастающем «включении» в естественный теплообмен Земли «чуждых» ей видов энергии и техновеществ из-за хозяйственной деятельности человека. В целом снижает пороги устойчивости естественных геосистем, формируя экологические риски; нарушает ритмы и циклы эволюционно устойчивого развития, на кризисных уровнях вызывая техногенные катастрофы
Геоинформационное	Сопровождает вышеперечисленные; запечатлевается в «структурной памяти» рельефа и стратификации вещества; специфически реализуется в организации новообразованных структур

Таблица составлена Г. П. Скрыльником.



Результаты исследования и их обсуждение

Основной системоформирующий процесс КФГО – физико-географический. Его энергетическая база – естественно складывающееся соотношение тепла и влаги на конкретном ветровом фоне. В рамках КФГО для него присущи характерные колебания, наиболее ярко обозначенные на ее основных уровнях: периодические – на глобальном; циклические – на континентальном; ритмические – на региональном; сезонные и погодные – на топологическом. Более сложная картина прослеживается по трансграничным уровням («контактным подсистемам»), обладаю-

щим известной пластичностью и выполняющим разделительно-барьерную роль, а в случае антропогенного воздействия на геосистемы (ГС) – буферную стабилизирующую [7]. КФГО, и в частности геоморфосфера (ГМС), на протяжении всей эволюции (на стреле времени по спирали) испытывала эффект различных по интенсивности «взаимодействий ФиП» (типичных, экстремальных – критических и кризисных, катастрофических), суммарно обозначивших общую тенденцию ее развития (рис. 1).

При этом с изменением «взаимодействий ФиП» связана и динамика основных типов ландшафтогенеза: гигротермического, ксеротермического,



Рис. 1. Принципиальная схема энергетических и динамических соотношений типичных и аномальных процессов в организации геосистем Земли (сост. Г. П. Скрыльник)

гигрокриосного и ксерокриосного (рис. 2). Более того, в каждом регионе Земли, энергетически контролируемого конкретным соотношением тепла и влаги, история развития природы отражалась в метакронности всех этих событий. В многообразии облика и внутреннего единства (в частности, 4-уровневой организации) КФГО отражены результаты периодических, циклических и ритмических колебаний развития (долгопери-

одных), включая динамику (среднепериодные) и функционирование (современные процессы эндо-, экзо- и антроподинамики) в различных временах. Эти процессы и факторы предопределили направленное развитие КФГО, сопровождавшееся во времени упорядоченностью и усложнением ее организации с элементами самоорганизации.

Особенности организации (структуры и функционирования) геосистем в различных регионах Земли отличаются многообразием. Так, например, в пределах российского Дальнего Востока они определяются:

- географическим положением на гидродинамически напряженной границе двух величайших физико-географических структур – Азиатского континента и Тихого океана, большей своей частью в самой активной полосе их противоречивого взаимодействия;

- связанной с этим очень высокой изменчивостью в пространстве и во времени не только самих биогенных и абиогенных составляющих и их соотношений, но и, что особенно важно, результата многопланового взаимодействия косного и живого в геосистемах региона [8].

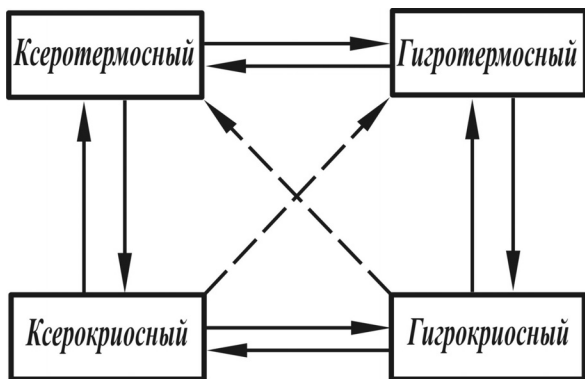


Рис. 2. Принципиальная энергетическая схема организации основных типов ландшафтов (сост. Г. П. Скрыльник)



Устойчивость общих ГС на всех уровнях КФГО формируется в результате конкретных «взаимодействий ФиП». Они отличаются большой сложностью и разнообразием, что во многом предопределяется многоплановым участием в строении КФГО различного вещества (живого, косного, техногенного; в трех агрегатных состояниях; и др.). Поэтому устойчивость общих ГС является результирующей сложного комплексирования компонентных (геоморфологических, почвенных, гидроклиматических, мерзлотных, фито- и зооценологических и т. д.) и иерархически разных геосистем (фаций, урочищ, ландшафтов, районов, провинций, зон, поясов). При этом наибольший вклад в формирование устойчивости любой общей геосистемы вносит соответствующая геоморфологическая система (рельеф и рельефообразующие лито-, хионо- и биосубстраты) из-за ее консервативности и заметно меньший – фитоценологическая, благодаря повышенной своей пластичности. Следовательно, от устойчивости геосистем во многом зависит и устойчивость КФГО, а также устойчивое развитие территории [7, 8].

Естественные и (или) антропогенные воздействия в зависимости от вида (фактор, процесс, условия), формы (прямого или опосредованного), масштаба (площадного, линейного или точечного) и кратности (единичного, многократного или постоянного) по-разному влияют на устойчивость геосистем [6, 8]. При этом здесь важны характеристики морфометрических показателей и вещественно-энергетических потоков, которые являются основой выделения пороговых значений, фиксирующих различные стадии функционирования и динамики, а следовательно, и устойчивости (как частного случая изменчивости) геосистем.

На протяжении значительного отрезка истории Земли (в течение последних 4,5 млрд лет) характер «взаимодействий ФиП» направленно усложнялся и поэтапно изменялся. Основными вехами на этом пути явились в КФГО: появление живого вещества и «связывание» им (вплоть до захоронения) аккумулируемой солнечной энергии; антропогенное изменение «деятельной поверхности» Земли; техногенное (вещественное и тепловое) загрязнение атмосферы и других компонентных оболочек; в Ноосфере – создание искусственных биосистем [8].

Целостность в КФГО и ее компонентов создается сохранностью естественно заданной системы природных взаимодействий и взаимообусловленностью чередующихся противоположностей, как переход друг в друга (факторов, процессов и явлений). Вероятно, взаимосвязи и взаимодействия в этой системе могут быть соотнесены с противоположностями «инь и ян», которые иллюстрирует хорошо известная схема Тай цзи ту (рис. 3) [9].

Так, круг из двух равных половин – целостность, образованная взаимосвязанными и взаимообусловленными силами, в ходе цикличности их взаимодействий; волнистая граница двух его



Рис. 3. Многоплановые противоположности «инь-ян»

половин, белой и черной – динамика взаимодействия сил, а также возможность перехода одной в другую; белая и черная точка на противоположных фонах – «зародышевое» состояние будущих превращений, внутренняя взаимосвязь, взаимопроникновенность полярностей [9, с. 35].

Следует отметить, что попытки использования идей «инь-ян» и применения отмеченной схемы в естествознании предпринимались неоднократно. Например, великий физик Нильс Бор применил эту схему для иллюстрации «принципа относительности».

Широкие возможности для этого открываются и в географии, и геоморфологии. Приведем некоторые примеры: а) полярные полушария Земли (Северное – Южное, Западное – Восточное), взаимодействия между которыми сказываются на типах циркуляции атмосферы и движении литосферных плит; б) континент – океан, в системе взаимодействия которых рождается сезонная ритмика (внутригодовая вещественно-энергетическая пульсация), выражающаяся во внетропических областях в усилении широтной зональности (особенно климоморфогенеза) летом и долготной сезонности зимой; явления континентальности и океаничности, северные и южные рельефообразующие влияния; геоморфологические циклы и стадии развития рельефа.

Заключение

Функционирование географических систем в конечном выводе обеспечивается суммарным вкладом системоформирующего взаимодействия четырех факторов (сил): экзогенных (в первую очередь, климатических), эндогенных (прежде всего, тектонических), изостатических и антропогенных, протекающего в различных геофизических обстановках-полях (гравитационном, тепловом, магнитном, плотностном, фазового состава и др.).

Подчеркнем, что всесторонний учет эффектов «взаимодействий ФиП», естественных и антропогенных, необходим для планирования устойчивого развития всех систем Земли и, следовательно, для обеспечения рационального природопользования.



Библиографический список

1. Советский энциклопедический словарь / гл. ред. А. М. Прохоров. М. : Советская энциклопедия, 1987. 1600 с.
2. Смольянинов В. М., Немыкин А. Я. Общее землеведение : литосфера, биосфера, географическая оболочка : учеб.-метод. пособие. Воронеж : Истоки, 2010. 193 с.
3. Поздняков А. В. К теории спонтанной самоорганизации сложных структур // Самоорганизация и динамика геоморфосистем. Томск, 2008. С. 30–43.
4. Веснин В. Р. Менеджмент : учебник. М. : Изд-во Проспект, 2009. 504 с.
5. Klimentko V. V., Tereshin A. G. World Energy and Climate in the Twenty-First Century in the Context of Historical Trends : Clear Constraints to the Future Growth // Journal of Globalization Studies. 2010. Vol. 1, № 2. P. 30–43.
6. Чурьнин В. И. Нелинейные явления в геосистемах. М. : Наука, 2008. 199 с.
7. Скрыльник Г. П. Взаимоотношения континентальности, океаничности и аномальных явлений и процессов на юге российского Дальнего Востока // Геосистемы и их компоненты в Северо-Восточной Азии : эволюция и динамика природных, природно-ресурсных и социально-экономических отношений. Владивосток : Дальнаука, 2016. С. 106–112.
8. Скрыльник Г. П. Роль специфических природных обстановок в трансформациях и устойчивости геосистем юга Дальнего Востока // Материалы XV Совещания географов Сибири и Дальнего Востока. Улан-Удэ ; Иркутск ; Владивосток : Изд-во Института географии им. В. Б. Софачавы СО РАН, 2015. С. 455–458.
9. Еремеев В. Е. Чертеж антропокосмоса. М. : АСМ, 1993. 384 с.

Образец для цитирования:

Скрыльник Г. П., Сорокин П. С. Взаимодействия природных факторов и процессов в организации геосистем и устойчивое их развитие // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2019. Т. 19, вып. 1. С. 30–34. DOI: <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2019-19-1-30-34>

Cite this article as:

Skrylnik G. P., Sorokin P. S. Interaction of Natural Factors and Processes in the Organization of Geosystems and their Sustainable Development. *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Earth Sciences*, 2019, vol. 19, iss. 1, pp. 30–34 (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2019-19-1-30-34>