

Природные системы

Реферат

по концепции естествознания

на тему «Природные системы».

МСХА им Тимирязева 2002г.

Содержание

Введение.

Типы систем. Характеристики.

Принципы самоорганизации систем.

Особенности открытых диссипативных систем.

Самоорганизация в открытых системах.

Порядок и беспорядок в природе. Хаос.

Заключение

Список литературы

Введение

Системный подход к анализу объектов является характерной тенденцией современного научного познания. Зададимся вопросом: что он даёт изучению природы как объекту системного анализа?

Прежде всего остановимся на определении понятия природа. Можно дать, по крайней мере, три основных смысловых представления данного понятия.

Природа – это всё сущее, весь мир в многообразии его форм. В этом значении понятие природы можно сравнить с такими понятиями, как материя, Вселенная.

В более узком смысле природа – это объект науки, другими словами – комплексный (системный) объект естествознания (наук о природе). Современное естествознание продолжает развивать научные представления о развитии природы, её общих, особенных и частных законах, различных формах движения материи, о пространственно-временной организации её объектов, структурных уровнях в рамках единой системы.

Наиболее часто употребляемое смысловое представление о природе – это совокупность естественных условий существования человеческого общества. Отсюда представляется важным нахождение места и выявление роли природы в процессе формирования отношения к ней человека и человеческого общества в целом.

Классическое естествознание ориентировалось преимущественно на изучение не динамики, а статики систем. Такой подход был наиболее характерен для атомистической концепции классической физики.

Атомистический взгляд опирался на представление, что свойства и законы движения различных природных систем могут быть описаны свойствами тех мельчайших элементов материи, из которых они состоят. В начале такими простейшими структурными элементами считались молекулы и атомы, а затем элементарные частицы, а в настоящее время – виртуальные струны.

Атомистический подход имеет большое значение для объяснения явлений природы, однако главным в нём является строение и структура различных систем, но не их возникновение и развитие.

Системный и эволюционный подходы, получившие распространение с 60-х гг. XX столетия, основное внимание уделяют изучению характера взаимодействия элементов разных систем, в том числе и биологических. Так, рождение различных гипотез и моделей возникновения и эволюции Вселенной стало возможным лишь после широкого распространения системных идей и представления о самоорганизации открытых систем.

Типы систем. Характеристики.

Система (греч. *systema* – целое, составленное из частей) – множество элементов, находящихся в связях и отношениях друг с другом, образующих определённую целостность, единство.

Главное, что определяет систему, – это взаимосвязь и взаимодействие частей в рамках целого. Если такое взаимодействие существует, то допустимо говорить о системе, хотя степень взаимодействия её частей может быть различной. Следует также обратить внимание на то, что каждый отдельный объект, предмет или явление можно рассматривать как определённую целостность, состоящую из частей, и исследовать как систему.

Всё многообразие материальных систем сводится к трём основным типам:

Системы неживой природы;

Системы живой природы;

Общественные системы.

Кроме этого выделяют систему биокосную – это природная система, создаваемая динамическим взаимоотношением организмов и окружающей их абиотической среды (например, биогеоценоз, экосистема) и системы биологические.

Биологические системы – это динамически саморегулирующиеся и, как правило, саморазвивающиеся и самовоспроизводящиеся биологические образования различной сложности (от макромолекулы до совокупности живых организмов одновременно), обладающие, с одной стороны, свойством целостности, с другой соподчинённостью в составе структурно–функциональных иерархических уровней организации. Это всегда открытые системы, условием существования которых служит внутренне контролируемый обмен веществом с окружающей средой и прохождение внешнего по отношению к ним потока энергии.

По объёму и числу составных частей системы делятся на простые и сложные.

Системы считаются простыми если в них входит небольшое число переменных, и поэтому взаимоотношение между элементами системы поддаётся математической обработке и выведению универсальных законов.

Сложные системы состоят из большого числа переменных, а следовательно, и большого количества связей между ними. Чем оно больше, тем труднее описать закономерности функционирования данного объекта (системы). Трудности изучения таких систем обусловлены и тем обстоятельством, что чем сложнее система, тем больше у неё так называемых эмерджентных свойств, то есть свойств, которых нет у её частей и которые являются следствием их взаимодействия и целостности системы. Такие сложные системы изучает например метеорология – наука о климатических процессах. В связи со сложностью систем, которые изучает эта наука. Процессы образования погоды остаются малоизученными и, отсюда, проблематичность не только долгосрочных, но и краткосрочных прогнозов

метеообстановки. К сложным системам относятся все биологические системы, включая все структурные уровни их организации от клетки до популяции.

Принципы самоорганизации систем.

Кроме деления систем на простые и сложные, все системы можно разделить на закрытые и открытые. В отличие от закрытых, или изолированных, открытые системы обмениваются с окружающей средой энергией, веществом и информацией. Все реальные системы являются именно открытыми. В неорганической природе они обмениваются с внешней средой, которая также состоит из различных систем, обладающих энергией и веществом. В социальных и гуманитарных системах к этому добавляется обмен информацией. Информационный обмен осуществляется также в биологических системах, в частности при передаче генетической информации.

Как показал австрийский физик Людвиг Больцман, из второго закона термодинамики следует, что все реальные процессы во Вселенной должны протекать с увеличением энтропии. В состоянии равновесия она максимальна. Энтропия, как показал Больцман, характеризует степень беспорядка в системе, чем она больше, тем больше беспорядок. Теперь ясно, что тепловая энергия равновесного состояния бесполезна для совершения работы, потому что она наиболее беспорядочна. Становится ясным, почему все естественные процессы в природе идут с рассеянием энергии. Потому что это увеличивает беспорядок. Следует, однако, заметить, что второй закон носит статистический характер и применим только к системам, содержащим большое количество частиц.

Когда энтропия системы возрастает, то, соответственно, усиливается беспорядок в системе. В таком случае второй закон термодинамики постулирует: энтропия замкнутой системы, то есть системы, которая не обменивается с окружением ни энергией ни веществом, постоянно возрастает. А это означает, что такие системы эволюционируют в сторону увеличения в них беспорядка, хаоса и дезорганизации, пока не достигнут точки термодинамического равновесия, в которой всякое производство работы становится невозможным.

Согласно второму закону термодинамики все естественные процессы необратимы и могут протекать только в одну сторону: в сторону увеличения беспорядка, то есть в сторону теплового равновесного состояния., из-за чего и возникает так называемая «стрела времени».

В открытых системах также производится энтропия, поскольку в них происходят необратимые процессы, но она в этих системах не накапливается, как в закрытых, а выводится в окружающую среду. Поскольку энтропия характеризует степень беспорядка в системе, постольку можно сказать, что открытые системы живут за счёт заимствования порядка из внешней среды.

Живые системы для своего существования поглощают вещество с заключённой в нём энергией высокого качества (в виде питания), перерабатывая которое, они высвобождают вещество (экскременты) с энергией «низкого качества». В результате эта разность энергий идёт на поддержание жизни и увеличение структурируемости. И хотя в результате энтропия в живой системе уменьшается, общая энтропия живой системы и окружающей среды (за счёт выхода «беспорядочной» энергии) увеличивается, как и следует из второго закона. Таким образом, если в какой-то части системы происходят процессы, уменьшающие энтропию (увеличивающие организованность), то в другой части системы обязательно протекают процессы, её увеличивающие, так что суммарное изменение энтропии всегда положительно.

Оказывается, что самоорганизация систем может происходить и часто происходит самопроизвольно. В результате таких процессов с большей вероятностью и произошла жизнь.

Однако самоорганизация может происходить лишь в сильно неравновесных диссипативных системах в результате случайных флуктуаций (флуктуация, лат. fluctuatio, – колебание, отклонение от некоторого среднего положения) или внешних воздействий. Наука, занимающаяся эволюцией и возникновением таких систем, называется синергетикой или термодинамикой открытых неравновесных систем.

Особенности открытых диссипативных систем.

Открытые неравновесные системы, активно взаимодействующие с внешней средой, могут приобретать особое динамическое состояние – диссипативность (диссипация, лат. dissipatio, – рассеяние), которую можно определить как качественно своеобразное макроскопическое проявление процессов, протекающих на микроуровне. Неравновесное протекание множества микропроцессов приобретает некоторую интегративную результирующую на макроуровне, которая качественно отличается от того, что происходит с каждым отдельным её микроэлементом. Благодаря диссипативности в неравновесных системах могут спонтанно возникать новые типы структур, совершаются переходы от хаоса и беспорядка к порядку и организации, возникают новые динамические состояния материи.

Диссипативность проявляется в различных формах: в способности «забывать» детали некоторых внешних воздействий, в «естественном отборе» среди множества микропроцессов, разрушающем то, что не отвечает общей тенденции развития; в когерентности (согласованности) микропроцессов, устанавливающий их некий общий темп развития, и др.

Понятие диссипативности тесно связано с понятием параметров порядка. Самоорганизующиеся системы – это обычно очень сложные открытые системы, которые характеризуются огромным числом степеней свободы. Однако далеко не все степени свободы системы одинаково важны для её функционирования. С течением времени в системе выделяется небольшое количество ведущих, определяющих степеней свободы, к которым «подстраиваются» остальные. Такие основные степени свободы системы получили название параметров порядка.

В процессе самоорганизации возникает множество новых свойств и состояний. Очень важно, что обычно соотношения, связывающие параметры порядка, намного проще, чем математические модели, детально описывающие всю новую систему. Это связано с тем, что параметры порядка отражают содержание оснований неравновесной системы. Поэтому задача определения параметров порядка – одна из важнейших при конкретном моделировании самоорганизующихся систем.

Самоорганизация в открытых системах.

После открытия самоорганизации в простейших системах неорганической природы стало ясным, что весь окружающий нас мир и Вселенная представляют собой совокупность разнообразных самоорганизующихся процессов, которые служат основой любой эволюции.

Современная наука процесс самоорганизации систем определяет следующим образом:

Система должна быть открытой, потому что закрытая изолированная система в соответствии со вторым законом термодинамики в конечном итоге должна придти в состояние, характеризующееся максимальным беспорядком или дезорганизацией.

Открытая система должна находиться достаточно далеко от точки термодинамического равновесия. Если система находится в точке равновесия, то она обладает максимальной энтропией и потому не способна к какой-либо организации: в этом положении достигается максимум её самодезорганизации. Если же система расположена вблизи или недалеко от точки равновесия, то со временем она приблизится к ней и в конце концов придёт в состояние полной дезорганизации.

Если упорядочивающим принципом для изолированных систем является эволюция в сторону увеличения их энтропии или усиления их беспорядка (принцип Больцмана), то фундаментальным принципом самоорганизации служит, напротив, возникновение и усиление порядка через флуктуации. Такие флуктуации, или случайные отклонения системы от некоторого среднего положения, в самом начале подавляются и ликвидируются системой. Однако в открытых системах благодаря усилению неравновесия эти отклонения со временем возрастают и в конце концов приводят к «расшатыванию» прежнего порядка и возникновению нового. Этот процесс обычно характеризуют как принцип организации порядка через флуктуации. Поскольку флуктуации носят случайный характер (а именно с них начинается возникновение нового порядка и структуры) то становится ясным, что появление нового в мире всегда связано с действием случайных факторов.

В отличие от принципа отрицательной обратной связи, на котором основывается управление и сохранение динамического равновесия систем, возникновение самоорганизации опирается на диаметрально противоположный принцип – положительную обратную связь, согласно которому изменения, появляющиеся в системе, не устраняются, а напротив накапливаются и усиливаются, что и приводит в конце концов к возникновению нового порядка и структуры.

Процессы самоорганизации, как и переходы от одних структур к другим, сопровождаются нарушением симметрии. Мы уже видели, что при описании необратимых процессов пришлось отказаться от симметрии времени, характерной для обратимых процессов в механике. Процессы самоорганизации, связанные с необратимыми изменениями, приводят к разрушению старых и возникновению новых структур.

Самоорганизация может начаться лишь в системах обладающих достаточным количеством взаимодействующих между собой элементов и, следовательно, имеющих некоторые критические размеры. В противном случае эффекты от синергетического взаимодействия будут недостаточны для появления кооперативного (коллективного) поведения элементов системы и тем самым возникновения самоорганизации.

Перечисленные выше условия безусловно являются необходимыми для возникновения самоорганизации в различных природных системах. Но конечно же недостаточными. Так, в химических и биологических самоорганизующихся системах важная роль отводится факторам ускорения химических реакций (процессы катализа).

Порядок и беспорядок в природе. Хаос.

Главная идея синергетики (предметом которой являются самоорганизующиеся системы) – это идея о принципиальной возможности спонтанного возникновения

порядка и организации из беспорядка и хаоса в результате процесса самоорганизации. Решающим фактором самоорганизации является образование петли положительной обратной связи системы и среды. При этом система начинает самоорганизовываться и противостоит тенденции её разрушения средой. Например, в химии такое явление называют автокатализом. В неорганической химии автокаталитические реакции довольно редки, но, как показали исследования последних десятилетий в области молекулярной биологии, петли положительной обратной связи (вместе с другими связями – взаимный катализ, отрицательная обратная связь и др.) составляют саму основу жизни.

Становление самоорганизации во многом определяется характером взаимодействия случайных и необходимых факторов системы и её среды. Система самоорганизуется не гладко и просто, не неизбежно. Самоорганизация переживает и переломные моменты – точки бифуркации. Вблизи точек бифуркации в системах наблюдаются значительные флуктуации, роль случайных факторов резко возрастает.

В переломный момент самоорганизации принципиально неизвестно, в каком направлении будет происходить дальнейшее развитие: станет ли состояние системы хаотическим или она перейдёт на новый, более высокий уровень упорядоченности и организации (фазовые переходы и диссипативные структуры – лазерные пучки, неустойчивости плазмы, флаттер, химические волны, структуры в жидкостях и др.). В точке бифуркации система как бы «колеблется» перед выбором того или иного пути организации, пути развития. В таком состоянии небольшая флуктуация (момент случайности) может послужить началом эволюции (организации) системы в некотором определённом (и часто неожиданном или просто маловероятном) направлении, одновременно отсекая при этом возможности развития в других направлениях.

Как выясняется, переход от Хаоса к Порядку вполне поддаётся математическому моделированию. И более того, в природе существует не так уж много универсальных моделей такого перехода. Качественные переходы в самых различных сферах действительности (в природе и обществе – его истории, экономике, демографических процессах, духовной культуре и др.) подчиняются подчас одному и тому же математическому сценарию.

Синергетика убедительно показывает, что даже в неорганической природе существуют классы систем, способных к самоорганизации. История развития природы – это история образования всё более и сложных нелинейных систем. Такие системы и обеспечивают всеобщую эволюцию природы на всех уровнях её организации – от низших и простейших к высшим и сложнейшим (человек, общество, культура).

Заключение

Многообразие материальных систем, охватывающих неживую и живую природу, пространство и время, человеческое общество, предполагает их функционирование в рамках единых законов природы. В разработку последних внесли свой вклад фундаментальные естественно-научные дисциплины – физика, химия, биология, а также математика.

Особую роль в описании структуры и принципов функционирования природных систем играют системный и эволюционный подходы. Прогресс науки в развитии этого направления определился лишь после широкого распространения идей и представлений о динамике открытых диссипативных систем, о самоорганизации открытых систем, о динамических открытых системах в биологии. Одним из ключевых положений, развиваемых в рамках системного подхода к описанию природных

явлений, заключается в том, что поведение систем в зависимости от внешнего воздействия определяется обратными связями.

Одна из отраслей физики – термодинамика, выделяет три типа термодинамических систем: замкнутые, закрытые и открытые. Индивидуальные свойства этих систем нашли своё обобщение и теоретическое объяснение в законах и классической термодинамики. Согласно второму закону все естественные процессы необратимы и могут протекать только в одну сторону (в сторону увеличения беспорядка системы), из-за чего и возникает «стрела времени».

Новая термодинамика открытых систем дала исчерпывающее объяснение процессу самоорганизации и назвала те условия, которые являются необходимыми для его реализации. Например возникновение самоорганизации опирается на принцип положительной обратной связи, согласно которому изменения, появляющиеся в системе, не устраняются а напротив, накапливаются и усиливаются, что приводит к возникновению новой структуры системы.

Система, в которую поступает энергия, превращающаяся в тепло, получила название диссипативной открытой системы, основные свойства которой определяются составом структурных элементов, притоком энергии и факторами внешней среды.

На базе управления сложными системами с обратной связью, которая повышает степень внутренней организованности системы, возникла наука кибернетика.

Список литературы

Кондратьев М. Н. «Концепции современного естествознания», курс лекций, часть 2. Изд-во МСХА, 1999 г.

Найдыш В.М. «Концепции современного естествознания», уч. пособие, М: Гардарики 2001г.

Горелов А. А. «Концепции современного естествознания», уч. пособие для студентов ВУЗ-ов. М: Гуманитарный издательский центр «Владос» 2000 г.