Министерство образования Российской Федерации

Пермский государственный университет

*Кафедра философии*

*Концепция самоорганизации.*

*Синергетика.*

 *Реферат студента 3 курса*

 *Юридического ф-та, заочн. отд.*

 *Латышева Олега*

 *Преподаватель: Барг О. А.*

Пермь 2002

*Синергетика – это новое мировоззрение,*

*отличное от ньютоновского классицизма.*

*М.В.Волькенштейн, советский биофизик,*

*член-корр. АН СССР,*

*сентябрь 1982*

#  Первое использование данного термина связано с докладом профессора штудгартского университета Г.Хакена “Кооперативные явления в сильно неравновесных и нефизических системах” (в 1973 году).

Западногерманское издательство ''Шпрингер'' в 1975 году заказывает Хакену книгу. Уже в 1977 году монография под названием ''Синергетика'' выходит на немецком и английском языках. В 1978 году книга была переиздана, а вскоре вышла на японском и русском языках. Издательство ''Шпрингер'' открывает серию ''Синергетика'', в которой выходят все новые и новые труды.

Начиная с 1973 года, с той конференции, на которой впервые прозвучал этот термин, научные встречи по теме ''самоорганизация'' проходят каждые два года. К 1980 году было уже выпущено пять объемных сборников докладов этих конференций. А известнейший и старейший форум физиков – Сольвеевский конгресс в 1978 году был целиком посвящен проблемам самоорганизации. В нашей стране впервые конференция по синергетике прошла в 1982 году.

# *Научные школы (течения) в синергетике.*

В синергетике к настоящему времени сложилось уже несколько научных школ. Эти школы окрашены в те тона, которые привносят их сторонники, идущие к осмыслению идей синергетики с позиции своей исходной дисциплинарной области, будь то математика, физика, биология или даже обществознание.

В числе этих школ – брюссельская школа лауреата Нобелевской премии И.Р. Пригожкина, разрабатывающего теорию диссипативных структур, раскрывающую исторические предпосылки и мировоззренческие основания теории самоорганизации.

Интенсивно работает также школа Г.Хакена, профессора Института синергетики и теоретической физики в Штутгарте. Он объединил большую группу ученых вокруг шпрингеровской серии книг по синергетике, в рамках которой к настоящему времени увидели свет уже более 60 томов.

Классические работы, в которых развивается математический аппарат для описания катастрофических синергетических процессов, принадлежат перу российского математика В.И. Арнольда и французского математика Р. Тома. Эту теорию называют по-разному: теория катастроф, особенностей или бифурикаций.

Среди российских ученых следует упомянуть также академика А.А. Самарского и члена –корр. РАН С.П. Курдюмова. Их школа разрабатывает теорию самоорганизации на базе математических моделей и вычислительного эксперимента на дисплеях компьютеров. Эта школа выдвинула ряд оригинальных идей для понимания механизмов возникновения и эволюции относительно устойчивых структур в открытых (нелинейных) средах (системах).

Широко известны также работы академика Н. Н. Моисеева, разрабатывающего идеи универсального эволюционизма и коэволюции человека и природы, работы биофизиков, членов-корреспондентов РАН М. В. Волькенштейна и Д. С. Чернавского.

Такое разнообразие научных школ, направлений, идей свидетельствует о том, что синергетика представляет собой скорее парадигму, чем теорию. Это значит что она олицетворяет определенные достаточно общие концептуальные рамки, немногочисленные фундаментальные идеи, общепринятые в научном сообществе, и методы (образцы) научного иследования

#

# *ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕОРИИ САМООРГАНИЗАЦИИ.*

Наш мир, всё, что доступно в нём наблюдению. претерпевают непрерывные изменения – мы наблюдаем его непрекращающуюся эволюцию. Все подобные изменения происходят за счёт сил внутреннего взаимодействия, во всяком случае, никаких внешних по отношению к нему сил мы не наблюдаем. Согласно принципу Бора, существующим мы имеем право считать лишь то, что наблюдаемо или может быть сделано таковым. Следовательно, подобных сил не существует. Таким ообразом, всё, что происходит вокруг нас, мы можем считать процессом самоорганизации, то есть процессом, идущим за счёт внутренних стимулов, не требующих вмешательства внешних факторов, не принадлежащих системе. К числу таких процессов относится также и становление и действие Разума, ибо он родился в системе в результате её эволюции.

Итак, весь процесс эволюции системы – процесс самоорганизации. Мир всё время меняется. Мы не можем утверждать, что процесс самоорганизации направлен на достижение состояния равновесия ( под которым понимается абсолютный хаос), у нас нет для этого опытных оснований, гораздо больше данных для утверждения обратного - мир непрерывно развивается, и в этом изменении просматривается определённая направленность, отличная от стремления к равновесию.

Для описания основ процесса самоорганизации удобно (хотя и заведомо недостаточно) использовать терминологию дарвиновской триады: наследственность, изменчивость, отбор, придав этим понятиям более широкий смысл.

Изменчивость в этом более широком смысле – это вечно присутствующие факторы случайности и неопределённости. Без предположения о непрерывно действующих случайных факторах, постоянная эволюция системы, сопровождающаяся появлением новых качественных особенностей, по-видимому, невозможна.

Что касается термина “наследственность”, то он означает лишь то, что настоящее и будущее любой системы в мире зависит от его прошлого. Степень зависимости той или иной системы от прошлого может быть любой. Эту степень зависимости условимся называть памятью системы. Во вполне детерминированных системах прошлое однозначно определяет будущее ( возможно и обратное – по настоящему определить прошлое).Такие системы – системы с бесконечной памятью (абсолютной наследственностью).Это абстракция, но она хорошо интерпретирует некоторые процессы в неживом мире – например, то движение планет, которое мы наблюдаем ( конечно, лишь на некотором , конечном, правда очень большом, интервале времени.

“Память системы” в реальных системах в том смысле, как мы её определили, чаще всего оказывается ограниченной: и бесконечная память и её отсутствие - лишь абстракции, которые удобны для интерпретации. Примером системы, лишённой памяти, является развитое турбулентное движение.

Понятие “принципов отбора” является самым трудным среди понятий дарвиновской триады. Процессы самоорганизации следуют определённым правилам, законам. Это утверждение - некое эмпирическое обобщение, вопрос о происхождении этих правил лежит вне рационализма, как и вопрос о рождении Вселенной.

К числу таких законов относятся прежде всего законы сохранения и 2-е начало термодинамики (да и другие законы тоже). Таким образом, среди мыслимо допустимых процессов в неживой природе существуют (наблюдаемы, или доступны наблюдению) лишь определённые классы движений, подчиняющиеся определённым правилам. Подобные же правила существуют в природе и обществе. Вот эти правила и называют принципами отбора. Иными словами, принципы отбора - это те же самые законы физики, химии, биологии, законы общественного развития, которые из мыслимо допустимых движений “отбирают” те, которые мы и наблюдаем.

Итак, Вселенная - непрерывно эволюционирующий объект ( как и любые его составляющие). Но внутренние стимулы и возможности развития Вселенной, определяющие процессы самоорганизации, ограничены реальными рамками, берегами допустимых эволюционных каналов.

Язык дарвиновской триады при таком расширении смысла чрезвычайно универсален. С его помощью можно описать широкий круг явлений, описать качественный характер происходящего. Но и его возможности ограничены, его необходимо расширять, наполнять новыми понятиями.

В первую очередь целесообразно ввести понятие механизмов, то есть совокупности правил и интерпретаций, описывающих характер протекания процессов или их классов, выделяя в качестве самостоятельных понятий те или иные явления, которые будем относить к основам языка. Эти интерпретации, опираясь на те или иные понятия триады, не заменяют их, но обогащают первоначальный смысл и, как следствие, словарный запас языка.

Рассмотрим пример Леонардо Эйлера (конец XVIIIв.). Рассмотрим колонну, находящуюся под нагрузкой. Если эта нагрузка не очень велика, то у колонны существует единственное положения равновесия – вертикальное. При этом малое изменение внешних воздействий не изменит данного положения равновесия. Пусть колонна находится под действием случайных порывов ветра, тогда она в силу свойств упругости будет колебаться около своего вертикального положения.

Если увеличивать нагрузку, то амплитуда и частота колебаний будут меняться, но их характер будет тем же – колебания около того же положения равновесия. Однако это продлится лишь до тех пор. пока нагрузка не достигнет некоего критического значения. После этого вертикальное положение равновесия потеряет устойчивость (причём мгновенно). Вместо него появится множество новых положений равновесия. Их совокупность представляет собой поверхность, образованную вращением полуволны синусоиды. Если порывы ветра сохраняются, то колонна будет продолжать колебаться около нового положения равновесия, но около какого – предсказать невозможно, причём невозможно в принципе, т.к. это будет зависеть от случайного порыва ветра в момент потери устойчивости. Описанное явление, открытое Л. Эйлером, носит название бифурикации, термин ввёл А. Пуанкаре), а момент потери устойчивости – моментом бифурикации.

Таким образом, при малых вертикальных нагрузках колонна обладает бесконечной памятью – фиксируя её положения в данный момент времени, мы можем восстановить все её предыдущие состояния (зная, конечно, поведение ветра). в момент бифурикации система полностью “теряет память”. Будущее зависит только от изменчивости ветровой нагрузки. Другой пример – мы бьём молотком по камню. От каждого удара тот деформируется, и мы можем предсказать характер каждой деформации, но мы не можем сказать, на сколько и каких осколков разлетится камень, когда мы его разобьём.

Явление бифурикации типично для большинства процессов, развивающихся во времени. Момент бифурикации – некая абстракция, как и полная потеря памяти. Бифурикация – тоже процесс, протяжённый во времени, но длящийся весьма малый его интервал, в течение которого происходит качественная перестройка свойств системы, и определяющее значение в характере дальнейшего развития имеют случайные факторы. В этих условиях память системы резко уменьшается. Процессы бифурикации мы наблюдаем и в развитии живого вещества и в общественной жизни. Революционные процессы – типичные процессы бифурикации – ни в одной революции никому не удавалось предсказать характера постреволюционного развития.

Сказанное выше позволяет дать следующую, достаточно универсальную схему эволюционного процесса. На начальном этапе эволюции происходит медленное развитие свойств системы. Этот процесс более или менее предсказуем. В какой–то момент или внешнее воздействие достигает критического значения, или происходит кумуляция внутренних сил (или то и другое вместе). При этом параметры системы начинают быстро изменятся, ранее стабильное состояние резко снижает уровень стабильности, и возникает возможность разных путей развития. В этой ситуации даже незначительное воздействие может перевести эволюционный процесс на новые рельсы, развитие потом пойдёт по совсем другой линии. Наступит новый “спокойный участок”, который в какой- то момент опять может смениться новым процессом бифурикации.

Бифурикационный механизм играет важнейшую роль в общей эволюционной схеме. Именно он является источником роста разнообразия различных форм организации материи, а следовательно, и непрерывно возрастающей сложности её организации. Кроме того из-за вероятностного характера бифурикационного процесса, эволюция не может иметь обратного хода, точнее, вероятность обратного хода эволюции стремится к нулю, а это имеет отношение к другому фундаментальному факту – отсутствие обратимости не только эволюции, но и времени. В этом проявляется общая направленность общего эволюционного процесса.

Итак, мы нарисовали некоторую, достаточно общую схему процессов самоорганизации, в общих чертах справедливую как для неживой материи, так для живого вещества и общества. Несмотря на общность, эта схема позволила выявить такую особенность эволюционных процессов, как их направленность. В своей массе они идут в сторону усложнения организации Вселенной и роста разнообразия организационных форм. Дарвин писал, что это имеет место для живого мира. Как мы видим, это справедливо для любых процессов самоорганизации, в том числе и для Вселенной в целом.

В процессе самоорганизации происходит непрерывное разрушение старых и возникновение новых структур, новых форм организации материи, обладающих новыми свойствами. Причём это качественно не те же самые образования, отличающиеся только геометрическими размерами, формой или другими физическими особенностями. Во Вселенной возникают уникальные образования, непрерывно возникают новые перестройки (бифурикации), в результате которых рождаются качественно новые структуры, не имевшие до сих пор аналогов. Они обладаю новыми неповторимыми свойствами. А как эти свойства связаны со свойствами исходных элементов, из которых составлены системы? Это очень глубокий вопрос, который имеет как философское, так и практическое значение.

Процессы объединения элементов идут непрерывно и на всех уровнях организации материального мира – в неживой и живой природе, и в обществе. Этот процесс универсален – тенденция к кооперативности пронизывает все этажи мироздания. Поэтому имеет право на существование гипотеза о том, что процесс возникновения новых форм организации материи определяется столь же фундаментальными законами, как и законы сохранения, и которые в общем случае не сводятся к анализу простых взаимодействий, существующих среди элементов рождающейся системы. Механизмы, которые определяются этими законами, назовём “механизмами сборки”.

В результате действия механизмов сборки возникают новые образования, обладающие новыми свойствами. В некоторых случаях эти свойства можно предугадать, опираясь на свойства элементов этих систем и, иногда, некоторые другие соображения, например, т.н. принцип минимума диссипации энергии. Однако так бывает далеко не всегда.

Простейший пример этому – вода. Она обладает аномальной зависимостью плотности от температуры, и это свойство мы не можем вывести из свойств атомов (или молекулярных свойств) водорода и кислорода, которые более или менее известны. Таким примерам нет числа, особенно когда мы переходим в сферу живого вещества и общественных отношений. Феномен жизни, видимо, невозможно свести к физико-химическому взаимодействию составляющих элементов живого организма. Свойства Разума, вероятнее всего, несводимы к свойствам нейронов, из которых состоит мозг. Объяснить поведение толпы свойствами входящих в неё людей – тоже практически невозможно.

# *Методологические проблемы синергетики*

Трудно или даже невозможно назвать область знания, в которой сегодня не проводились бы исследования под рубрикой синергетики. Для публикаций на тему синергетики характерно то, что в них нередко приводятся авторские трактовки принципов синергетики, причем трактовки довольно разнородные и не всегда достаточно аргументированные. Причиной этого является отсутствие достаточной определенности относительно основных положений синергетики и возникающей отсюда необходимости уточнения статуса излагаемого материала. В настоящей работе предпринимается попытка оценить существующую ситуацию и сделать посильный шаг в направлении развития методологии синергетической концепции и построения в дальнейшем на ее основе определенной технологии.

Мы говорим о концепции и технологии. Почему не о теории? Дело в том, что если понимать под теорией ''систему идей в области знания, форму научного знания, дающую целостное представление о закономерностях и существенных связях действительности'', то о построении такой теории в отношении синергетики можно говорить, и она в определенной мере существует и сегодня. Однако областью явлений, из которых возникло современное понимание синергетики, является физика, теоретическая физика квантовых явлений. Именно это происхождение и связь синергетики с точными науками делает, в первую очередь, правомочным называние ее научным направлением. Для естественнонаучной теории вышеприведенное понимание теории является, очевидно, недостаточным. Кроме системы идей, эксперимента, моделирования, анализа и синтеза и широком понимании, необходимы также, в частности: конструктивный формализм, предсказательность, определенность круга явлений действительности, на которые распространяется теория. Говорить же сегодня о создании для синергетики специфического теоретического базиса физико–математического ранга по меньшей мере преждевременно. Следует учитывать и то, что современному этапу прогресса науки и техники свойственна опора на технологии не в меньшей степени, чем на теории, поскольку почти повсеместно приходится иметь дело с информационными объектами, которые несоизмеримо превосходят возможности непосредственного оперирования ими человеком. В качестве инструментов выступают технологические информационные средства, а не непосредственный невооруженный человеческий ум.

 ''Коварство'' существующей ситуации имеет начало в ''провокационности'' тезиса, провозглашенного Г. Хакеном. Термин ''синергетика'' введен Г. Хагеном для обозначения междисциплинарного направления, в котором результаты его исследований по теории лазеров и неравновесным фазовым переходам должны были (и это произошло) дать идейную основу для плодотворного взаимосотрудничества исследователей из различных областей знания. Очевидно, что методологии разных областей знания столь различны, что их общность может быть реализована лишь на концептуальном уровне. Подтверждением того, что замысел Г. Хакена был в определенной мере неопределенен и субъективен, являются свидетельства некоторых ученых, в беседах с которыми Г. Хакен говорил, что называние предложенного им научного направления ''синергетикой'' случайно и непринципиально. Трудно, однако, согласиться с мнением, что название непринципиально, и что синергетику можно было бы с неменьшим успехом назвать Х–наукой. В конечном счете, начинание Г. Хакена, оказалось плодотворным именно благодаря естественно понимаемой ассоциации синергетики с самоорганизацией.

Сегодня в условиях когда синергетика приобрела значения движущего начала в научных исследованиях, приходится беспокоиться о том, чтобы не был утерян научный статус синергетики как междисциплинарной области знания. Реальная опасность заключается в том, что, с одной стороны, по ряду причин в общественном мнении может сложиться отношение к синергетике как к общемировоззренческой концепции, граничащей с дилетантизмом. С другой стороны, имеются тенденции отождествлять синергетику с тем или иным узким направлением исследований в физике, теории систем, также в областях прикладных исследований. Наиболее желательной альтернативой представляется выработка структурированного категориального базиса синергетики и других атрибутов, свойственных теоретическому знанию, которые позволили бы дополнить существующие представления более строгим их изложением Далее мы попытаемся показать, что сказанное является не только благим пожеланием.

Итак, можно констатировать, что синергетика имеет проблемную и междисциплинарный характер. Сообщения на тему синергетики, сопровождаются дискуссиями, во время которых нередко поднимаются вопросы о том, что же такое синергетика и как определить характеризующие ее методы исследования и содержание. Более примечательным, чем возникновение разногласий в ходе дискуссий, является, однако, то, что осмысление содержания различных областей знания в контексте синергетики: с одной стороны, дает нетривиальный взгляд на содержание этих областей, а с другой — обнаруживает их системную взаимосвязь и приводит к взаимополезным контактам специалистов. Есть все основания полагать, что и при наличии многих неопределенностей и разногласий, синергетика имеет продуктивное системообразующее значение для научного познания и оказывает прогрессивное активизирующее воздействие на научное сообщество.

Сказанное можно дополнить тем, что сегодня позитивным фактором оказывается, как раз, неопределенность относимого к синергетике содержания. Если следовать тому, что говорят о синергетике Г. Хакен и другие признанные ее идеологи, то обращаясь к более широкой сфере явлений — к феномену самоорганизации и к вообще процессам в среде и направлении от хаоса к порядку, — мы находим синергетику как достаточно ограниченную подобласть, из которой, как ни парадоксально следует исключать такие высшие проявления самоорганизации как эволюцию и развитие. Это доказательно показывается в работах Руденко А.П. То, что соответствующий факт остается завуалированным, способствует утверждению синергетики в качестве, хотя в значительной степени символической, но действенной основы для творческого взаимодействия физиков, химиков, биологов и нейробиологов, также специалистов других специальностей, включая гуманитарные, в направлении развития теоретической базы для едва ли не самого интересного, важного и сложного феномена природы — самоорганизации. Этой теме более всего посвящена и настоящая работа. Одна из задач, перед которой мы находимся — структурировать категориальный базис, очерчиваемый понятиями: синергетика, самоорганизация, система, эволюция, развитие.

Что касается упоминавшихся выше вопросов относительно идентификации синергетики, то помимо того, что связано именно с синергетикой, их существование объясняется, в частности, тем, что понятия, относящиеся к уровню распивающихся гносеологических категорий, к числу которых принадлежит и синергетика, эволюционируют, поскольку в ходе познавательного процесса происходит трансформация относимого к ним содержания. Кроме того, для синергетики как дисциплины, претерпевающей становление, имеет выраженное значение то, что свойственно вообще научному познанию. Велико значение фактора мировоззренческих допущений в научно–исследовательской деятельности ученого. Даже в одной области исследований, личностное видение проблемы и аксиологические ориентации исследователя определяют во многом его индивидуальную установку на предмет и способы исследования. Несовпадение мнений и оценок является поэтому совершенно естественным.

Более общее значение имеет то, что каждая научная парадигма на деле достаточно условна, и подавляющая часть принципиальных споров по научным проблемам происходит из–за взаимного непонимания, обусловленного скрытым характером фундаментальных допущений. В синергетике названные факторы усиливаются, во–первых, потому что дискутируют обычно специалисты разных областей знания, и, во–вторых, ввиду отсутствия пока что устоявшегося солидарного мнения по этим вопросам со стороны научных авторитетов. Если бы сегодня поставить вопросы о дефинициях для физики, математики и т. д., то споров и разногласий было бы не меньше, а больше, чем в отношении синергетики.

Вопрос о том, что такое синергетика, является одновременно продуктивным и некорректным. Он инициирует переосмысление понятия с учетом новых результатов и веяний. Вместе с тем, говоря о «синергетике» можно иметь в виду: (а) терминологический аспект — происхождение и смысл термина; (б) физическую реальность (аспект и содержание), обозначаемую термином; (в) содержание научного знания, относимое исключительно или частично к синергетике, включая ее методы исследования; и, наконец, (г) интуитивный смысл, следующий из разнообразных сведений и дискуссий, руководствуясь которым, исследователь упорядочивает материал и представляет его научной аудитории. Некорректность состоит в том, что дискутирующие стороны нередко имеют в виду разное.

Разнесенные в перечислении ''а'' (термин) и ''г'' (подразумеваемый смысл) находятся в действительности в органической связи. Термин, воспринимаемый как слово естественного языка, которое, в свою очередь, мыслится адекватным некоторому содержанию, — такой термин обладает огромным систематизирующим потенциалом по отношению к содержанию, и это подчеркивал, в частности, А. Пуанкаре. Подобное произошло и с ''синергетикой'' — словом, которое, строго говоря, не является естественным словом никакого современного языка, но которое, тем не менее, находит естественный отклик в понимании исследователей.

Дальнейшее рассмотрении имеет целью обозначить: экстенсионал (объем понятия) синергетики, сложившийся де–факто; выявить системообразующие принципы синергетической концепции, обозначить границы ее возможного расширения. Рассмотрение проводится в условиях открытости вопроса о том, что такое синергетика, и направлено на идентификацию многообразного содержания, относимого к этой области.

Выявление методов и предмета исследований, характерных для синергетики, кроме того, что это представляет самостоятельный научный интерес, способствует более продуктивному применению синергетической концепции для решения конкретных проблемных задач в различных областях знания.

Поводя итог сказанному, можно констатировать, что путь становления синергетики является противоречивым, однако именно противоречивость и даже парадоксальность является движущим началом как для содержания, исследуемого синергетикой, так и для самой синергетики.

#

# *Объем понятия*

Как уже говорилось выше, термин ''синергетика'' введен Г. Хакеном для обозначения междисциплинарного направления, в котором, как он и предполагал, результаты его исследований по теории лазеров и неравновесным фазовым переходам смогли дать идейную основу для плодотворного взаимосотрудничества исследователей из различных областей знания. Синергетика Г. Хакена в нестрогом смысле имеет предшественников: Ч. Шеррингтон, называвший синергетическим согласованное действие нервной системы при управлении мышечными движениями; Улам, говоривший о синергии, в форме непрерывного сотрудничества между компьютером и оператором; И. Забуский, пришедший к выводу о необходимости единого синтетического подхода к нелинейным математическим и физическим задачам. Однако притом, что имеется неформальная связь явлений, названных ''Синергетика'', по существу содержания предшественники Г. Хакена говорили лишь о частных примерах.

Практически изначально (от Г. Хакена) синергетика нашла содержание для себя и привнесла новые идеи: в теорию лазеров и термодинамику неравновесных процессов, и теорию нелинейных колебаний и автоволновых процессов; в теорию бифуркации и теорию структурной устойчивости; в теорию катастроф. Претерпело развитие понятие хаоса, вошел в обиход термин детерминированный хаос, имеющий конкретный физико–математический смысл. Значительно расширилась область применения синергетики в связи с развитием теории фракталов. В русле синергетики нашли интерпретацию и свое решение задачи из областей физики, кинетической химии, биологии, геологии, материаловедения и др. Следует отметить распространение самим Г. Хакеном идей синергетики на биологические явления: переходы между паттернами в биологии и возможности исследования биологической эволюции как процесса самоорганизации в сложной системе. В контексте синергетики проводятся сегодня социальные и гуманитарные исследования, также исследования применительно к человекомерным системам и антропной сфере.

С синергетикой устойчиво ассоциируются такие физические объекты и явления как: аттракторы, бифурикация, самоорганизация (когерентная, континуальная и в других смыслах и интерпретациях), хаос и детерминированный хаос, открытие системы в неравновесном состоянии, фракталы, диссипативные процессы. Вместе с тем, сегодня нельзя говорить о сложившейся категориальной схеме и о целостности концепции синергетики.

В связи с распространением идей синергетики на широкий круг явлений, полезно оценивать, в какой мере то или иное действие такого рода является доказательным научно–обоснованным шагом, а в какой это ни к чему не обязывающий взгляд по аналогии. Действие авторитета становится здесь в ряде случаев не обязывающим, а разрешающим. Рискуя быть непонятым, выскажем суждение, которое но форме может быть воспринято как критика в адрес Г. Хакена, хотя, очевидно, какая–либо критика изначально неправомерна и бессмысленна. В конечном счете, сегодня более всего важен результат — вызванный резонанс, широкое движение взаимного сотрудничества ученых и специалистов в направлении исследования явления самоорганизации. Вместе с тем, совершенно необходимо критическое отношение к конкретным оценкам и суждениям. Речь идет о том, что в работах Г. Хакена рассматриваются, с одной стороны, физические объекты и системы, имеющие строгое математическое описание. С другой стороны — рассматриваются, например, биологические макросистемы, на которые принципы и выводы, полученные для физических систем можно переносить лишь условно, по аналогии. Формулы и диаграммы, будучи символами точного знания, являются для биологических систем образными метафорами.

Можно было бы высказать сожаление, что сам Г. Хакен является в этом примером для многих из своих последователей. Однако и здесь мы имеем парадоксальное явление. Именно снятие строгих ограничений, возможность примерить к различным неформализованным областям знания принципов синергетики и критериев самоорганизации, оказалось плодотворным и стало позитивным фактором. Необходимо, вместе с тем, отдавать себе отчет в том, что в рассмотрении биологических систем мы имеем Г. Хакена — не физика теоретика, но мыслителя, а иногда даже художника.

Иллюстрацией к сказанному являются слова Г. Хакена о применении понятия энтропии к биологическим системам, где, как пишет Г. Хакен, ''возникает в некотором смысле новый тип информации, связанный с коллективными переменными или параметрами порядка. Это навело нас на мысль, — пишет Г. Хакен, — назвать ту часть информации, которая относится к параметрам порядка и отражает коллективные свойства системы, синергетической информацией''. Что же касается самих параметров порядка, то они обретают новый смысл, превращаясь в носителей информации — ''информаторов''.

# *Идентификация синергетики*

К выработке определения синергетики мы подойдем как к задаче идентификации. С одной стороны имеются некоторые определения и суждения о синергетике, с другой — разнообразное содержание, которое специалисты относят к области синергетики. К тому, что говорилось о контактах специалистов, надо добавить и то, что специалисты разных профилей выделяют в качестве главных признаков синергетики то, что характерно именно их специализации. В одном случае, это когерентные взаимодействия, в другом, фрактальность структуры, также, прогрессивная эволюция или бифурикационные явления и другое. Группы специалистов разных направлений полагают, что синергетика более всего соотносится с тем, чем они занимаются: нелинейная динамика, лазерная физика, теория диссипативных структур, материаловедение и другое.

Ряд авторитетных авторов высказывается о синергетике как о новой научной парадигме. Например говорится: ''Предельно краткая характеристика синергетики как ноной научной парадигмы включает в себя три основные идеи: нелинейность, открытость диссипативность''. Более общей является следующая трактовка: ''Синергетика является теорией эволюции и самоорганизации сложных систем мира, выступая в качестве современной (постдарвиновской) парадигмы эволюции''.

Заслуживающим внимания представляется следующее определение:
''Синергетика — (от греч. synergetikos — совместный, согласованный, действующий), научное направление, изучающее связи между элементами структуры (подсистемами), которые образуются в открытых системах (биологических, физико–химических и других) благодаря интенсивному (потоковому) обмену веществом и энергией с окружающей средой в неравновесных условиях. В таких системах наблюдается согласованное поведение подсистем, в результате чего возрастает степень ее упорядоченности, т. е. уменьшается энтропия (самоорганизация). Основа синергетики — термодинамика неравновесных процессов, теория случайных процессов, теория нелинейных колебаний и волн''.

Через многие разночтения просматривается фундаментальная проблема — проблема связи и соотношения понятий синергетики, самоорганизации, системы, развития и эволюции. То, что синергетика понимается многими исследователями, включая и ее основоположника Г. Хакена, как учение о самоорганизации, является непреложным фактом. В отношении самоорганизации Г. Хакен пишет: ''Полезно иметь какое–нибудь подходящее определение самоорганизации. Мы называем систему самоорганизующейся, если она без специфического воздействия извне обретает какую–то пространственную, временную и функциональную структуру. Под специфическим воздействием мы понимаем такое, которое навязывает системе структуру или функционирование. В случае же самоорганизации система испытывает неспецифическое воздействие. Например жидкость, подогреваемая снизу, совершенно равномерно обретает в результате самоорганизации макроструктуру, образуя шестиугольные ячейки''.

Сказанное можно дополнить, например, следующим определением:
''Самоорганизация, целенаправленный процесс, в ходе которого создается, воспроизводится или совершенствуется организация сложной динамической системы''.

# *Синергетика и самоорганизация*

В определенной части своего смысла синергетика и такие понятия как самоорганизация, саморазвитие и эволюция имеют общность, которая позволяет указать их все в качестве результатов синергетического процесса. В особенности самоорганизация устойчиво ассоциируются сегодня с синергетикой. Однако такие ассоциации имеют двоякое значение. С одной стороны, эффект самоорганизации является существенным, но, тем не менее, одним из компонентов, характеризующих синергетику, с другой — именно этот компонент придает выделенный смысл всему понятию синергетики и, как правило, является наиболее существенным и представляющим наибольший интерес.

Не только результаты, а и условия, причины и движущие силы самоорганизации имеют альтернативы. Так, в рассмотрении И.Р. Пригожина применительно к диссипативным структурам речь идет о когерентной самоорганизации, альтернативой для которой является континуальная самоорганизация индивидуальных микросистем, разработанная и предложенная А.П. Руденко. Главным достоинством ''континуальной'' самоорганизации, предложенной А.П. Руденко, является то, что именно такой подход позволяет провести рассмотрение связи самоорганизации и саморазвития. В соответствии с развитыми взглядами сущность прогрессивной эволюции состоит в саморазвитии континуальной самоорганизации индивидуальных объектов. Показывается, что способностью к саморазвитию и прогрессивной эволюции с естественным отбором обладают только индивидуальные микрообъекты с континуальной самоорганизацией и что именно прогрессивная химическая эволюция способна быть основанием для возникновения жизни.

Итак, исходя из существующих традиций, опираясь на основополагающий замысел Г. Хакена и ранее приведенную мною формулировку, можно предложить следующее определение:

СИНЕРГЕТИКА — (от греч. synergetikos — совместный, согласованно действующий) — научное направление, изучающее процессы образования и массовых (коллективных) взаимодействий объектов (элементов, подсистем): (1) происходящие в открытых системах в неравновесных условиях; (2) сопровождающиеся интенсивным обменом веществом и энергией подсистем с системой и системы с окружающей средой; (3) характеризуемые самопроизвольностью (отсутствием жесткой детерминации извне) поведения объектов (подсистем), сочетающейся с их взаимосодействием и (4) имеющие результатом упорядочение, самоорганизацию, уменьшение энтропии, также эволюцию систем.

Расширенная формулировка, включающая «нефизическое» содержание:

Представляется целесообразным отклонится от стремления к определению именно синергетики и констатировать то, чем реально занимаются специалисты в связи с исследованиями по синергетике. В связи с этим предлагается следующее определение:

## Синергетическая концепция самоорганизации

1. Объектами исследования являются открытые системы в неравновесном состоянии, характеризуемые интенсивным (потоковым, множественно–дискретным) обменом веществом и энергией между подсистемами и между системой с ее окружением.

Конкретная система погружена в среду, которая является также ее субстратом.

2. Среда — совокупность составляющих ее (среду) объектов, находящихся в динамике. Взаимодействие исследуемых объектов в среде характеризуется как близкодействие — контактное взаимодействие. Среда объектов может быть реализована в физической, биологической и другой среде более низкого уровня, характеризуемой как газоподобная, однородная или сплошная. (В составе системы реализуется дальнодействие — полевое и опосредствованное (информационное) взаимодействие.)

3. Различаются процессы организации и самоорганизации Общим признаком для них является возрастание порядка вследствие протекания процессов, противоположных установлению термодинамического равновесия независимо взаимодействующих элементов среды (также удаления от хаоса по другим критериям).

(Организация, в отличие от самоорганизации, может характеризоваться, например, образованием однородных стабильных статических структур.)

4. Результатом самоорганизации становится возникновение, взаимодействие, также взаимосодействие (например, кооперация) и, возможно, регенерация динамических объектов (подсистем) более сложных в информационном смысле, чем элементы (объекты) среды, из которых они возникают. Система и ее составляющие являются существенно динамическими образованиями.

5. Направленность процессов самоорганизации обусловлена внутренними свойствами объектов (подсистем) в их индивидуальном и коллективном проявлении, а также воздействиями со стороны среды, в которую ''погружена'' система.

6. Поведение элементов (подсистем) и системы в целом, существенным образом характеризуется спонтанностью — акты поведения не являются строго детерминированными.

7. Процессы самоорганизации происходят в среде наряду с другими процессами, в частности противоположной направленности, и могут в отдельные фазы существования системы как преобладать над последними (прогресс), так и уступать им (регресс). При этом система в целом может иметь устойчивую тенденцию или претерпевать колебания к эволюции либо деградации и распаду.

Самоорганизация может иметь в своей основе процесс преобразования или распада структуры, возникшей ранее в результате процесса организации.

Приведенное развернутое определение является если и не вполне совершенным, то все–таки необходимым шагом на пути конкретизации содержания, которое относится к синергетике, и выработки критериев для создания моделирующей самоорганизующейся среды.

О соотношении синергетики и самоорганизации следует вполне определенно сказать, что содержание, на которое они распространяются, и заложенные в них идеи неотрывны друг от друга. Они, однако, имеют и различия. Поэтому синергетику как концепцию самоорганизации следует рассматривать в смысле взаимного сужения этих понятий на области их пересечения.

# *Заключение (общенаучный и общественный контекст синергетики)*

*Всякое новое начинается как ересь –*

*И кончается как ортодоксия.*

*К. Лоренц*

В настоящее время общая методология науки переживает период, который совмещает в себе черты эволюции и кризиса. Современная наука, значительно укрепив свою базу за прошедшее столетие, может позволить себе более либеральный подход к включению в сферу своего рассмотрения содержания, не имеющего строгой объективной основы. Позитивный смысл этого действия заключается во включении в поле внимания существующих фактов и практик, реально нуждающихся в интеллектуальном анализе. Однако ввиду фактической неготовности науки к исследованию этого содержания объективными методами, процесс сопровождается появлением ''нетрадиционных'' и ''неклассических'' наук, симбиозов научного и ненаучного знания и других явлений, которые естественны сами по себе для человеческой познавательной деятельности, но далеки от именно научного знания. Важно то, что при этом происходит наработка подходов к малоисследованному, реально существующему содержанию. Можно указать, например, на крайне актуальную задачу объективного исследовании субъективной реальности, на подступах к которой трудятся психологи, нейрофизиологи и разработчики систем виртуальной реальности и компьютерной анимации. Сама постановки задачи выглядит терминологически противоречивой. Однако это реальная, крайне важная задача, в основе решения которой лежит изучение и осмысление процессов самоорганизации в нейробиологической, информационной и понятийной средах.

Современная наука достаточно сильна накопленным потенциалом научного знания и имеет определенную устойчивость ввиду зависимости финансовых и интеллектуальных вложений в нее со стороны общества от практической полезности получаемых результатов. Тем не менее, смешение научного знания с элементами обывательского доверия и даже мистики может ослаблять в какой–то мере науку как форму общественного сознания. Сказанное имеет для синергетики значение, поскольку в нее более, чем в другие области происходит ''слив'' невостребованной обществом познавательной активности. Эта роль своеобразного отстойника имеет, очевидно, свои плюсы и минусы. Необходимо лишь отметить, что существующая ситуация должна ясно осознаваться авторитетными учеными, руководителями и спонсорами.

В заключении отметим следующее. Проблематика, содержание, методы исследований и результаты, относимые к синергетике характеризуются неоднозначными оценками и неопределенностью. Вместе с тем, синергетика как научное направление исследований является востребованной обществом. Значительное количество результатов исследований в разных областях знания соотносится исследователями с синергетикой. Контекст синергетики дает возможность плодотворно взаимодействовать ученым разных специализаций на языке системного осмысления и поиска новых решений. Приведенные определения синергетики, полученные преемственным образом, могут конструктивно применяться при решении конкретных задач. Можно предположить, что в связи с существующими и грядущими результатами в кинетической химии, нейробиологии, транспьютерном нейрокомпьютинге и в других областях сформируется более определенный теоретический и аксиоматический базис синергетики, благодаря чему, в частности, и критика в ее адрес станет более конструктивной и продуктивной. Несомненно, при всем том, что синергетика полноценно ''работает'' сегодня как категория научного знания.

Список источников

1. Хакен Г. ''Синергетика'' М 1980
2. Данилов Ю.А., Кадомцев Б.Б. Что такое синергетика// Нелинейные волны. Самоорганизация. М.: Наука, 1983.
3. Пригожий И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. - М., 1986. Те же. Время, хаос, квант. - М., 1994.