

А.В. МАЯКОВА

ТЕОРИЯ СЛОЖНОСТИ КАК ВЫСШАЯ СТУПЕНЬ СИНЕРГЕТИКИ

В работе проведён философско-методологический анализ становления теории сложности как новейшей парадигмы постнеклассической науки. В рамках исследования автор рассматривает научные изыскания представителей основных синергетических научных школ: немецкой, брюссельско-американской, российской. Автор выдвигает и обосновывает предположение о российской школе С.П. Курдюмова как о систематизаторе синергетики. Именно в России синергетика приобрела парадигмальный характер ещё и потому, что плеяда современных учёных переняла синергетическую эстафету только в новом качестве - теории сложности.

Ключевые слова: синергетика, теория сложности, сложность, самоорганизующаяся система, постнеклассика, междисциплинарность

Маякова Анна Васильевна - очный аспирант кафедры философии и социологии, Юго-Западный государственный университет. E-mail: berryannett@yandex.ru

A.V. MAYAKOVA

COMPLEXITY THEORY AS A HIGHER LEVEL OF SYNERGETICS

The paper presents the philosophical and methodological analysis of the formation of the theory of complexity as the newest paradigm of postnonclassical science. In the study, the author examines the scientific research of representatives of major synergistic scientific schools: German, Brussels-American, Russian. The author puts forward and substantiates the assumption of the Russian school of S.P. Kurdyumov as systematician of synergetics. In Russia, synergetics has acquired paradigmatic character because the galaxy of contemporary scholars have adopted a synergistic relay only in the new quality - complexity theory.

Keywords: synergetics, complexity theory, complexity, self-organizing system, postclassical, interdisciplinarity

Anna V. Mayakova - postgraduate student at the Department of Philosophy and Sociology, South-West State University. E-mail: berryannett@yandex.ru

Одна из самых существенных особенностей сегодняшнего общества - это сложность различных процессов, многократно усиленная взаимодействием социальных и виртуальных факторов. Как достижения науки и техники в совокупности с экономическим ростом увеличивают эффективность производства, транспорта и коммуникации, так и человек взаимодействует с ещё большим количеством людей, организаций, систем и объектов. И поскольку эта сеть взаимодействий растёт и распространяется во всём мире, различные экономические, социальные, технологические и экологические системы, частью которых является человек, становятся ещё более взаимозависимыми. В результате появляется сложная «система системы», где изменение в любом компоненте может затронуть фактически любой другой компонент и, самое главное, непредсказуемым способом.

Поскольку системное движение приобрело всеобщий характер, последняя треть XX в. ознаменована возникновением идеи глобального эволюционизма в мировой философии и науке [8]. Идея

глобального эволюционизма представила науке и философии ключевое преобразование характера науки. В XIX в. теория Дарвина была признана эволюционной, исходя из этого и биология, как фундаментальная наука о природе, приобрела эволюционный характер, при этом физика и химия остались за рамками эволюционной направленности [7]. Одна из особенностей философии и науки заключается во всеобщей эволюционной направленности всех фундаментальных наук: идеи развития отражены в физике на основе общей теории относительности А. Эйнштейна (в частности релятивистской космологии), в химии - на базе эволюционной теории катализа.

Появление в зарубежной философии и науке в конце XX - начале XXI вв. новых идей, подходов и теорий сопровождается новой проблемной областью - сложностью, представляемой в глобальном смысле наукой сложности. Существующие ранее научные подходы (текстология А.И. Богданова, системный подход Л. ф. Берталани, кибернетика Н. Винера и др.) неспособны иметь дело с такими

сложными проблемами и взаимосвязями, как, например, проблемы и взаимосвязи человекоразмерных систем. Наука сложности предлагает альтернативную методологию, в компетенциях которой поиск решения таких проблем. Для такого подхода нужна основа, база, ясное понимание и определение основных понятий и принципов.

Концепция теории сложности - это квинтэссенция многочисленных исследований, концептов и идей, реализованных в рамках синергетического движения [2]. Выдвинутый на обсуждение вопрос М. Аптера «что является источником или причиной направленности к порядку?» [1] явился отправной точкой зарождения и развития новой области науки - синергетики. Возникновение новой науки приходится на 60-е гг. XX века и обретает своё воплощение изначально в естествознании. Однако идеи и концепции синергетики быстро находят себе применение и в социогуманитарных науках, и на стыках различных научных дисциплин.

Первоначально исследования в области самоорганизующихся систем проводили представители трёх основных школ, основателями которых являются Г. Хакен (немецкая школа), И.Р. Пригожин (бельгийская и американская школа) и С.П. Курдюмов (российская школа). Примечательно, что вопросами синергетики заинтересовались представители различных научных дисциплин: математики, физики, химии, биологии и др. При этом все эти дисциплины входят в состав естественнонаучного направления. Для более подробного анализа синергетических моделей рассмотрим каждую из школ отдельно.

Прародителем научного направления синергетики является основатель немецкой синергетической школы Г. Хакен. Именно Г. Хакен ввёл в научный обиход термин «синергетика» и определил его не как категорию или понятие, а как обособленную область науки, предметом изучения которой являются эффекты самоорганизации в физических системах и схожие с ними явления «в более широком классе систем» [16]. Другими словами, синергетика - это «учение о взаимодействии, исследование общих закономерностей, которые действуют в системах, состоящих из отдельных частей» [13]. Ключевая идея синергетической модели Г. Хакена - идея самоорганизации, перехода от хаоса к порядку.

Модель Г. Хакена позволяет представить жизнедеятельность системы по принципу «от целого - к части», нежели

редукционистский подход «от части - к целому». На основе принципа рассмотрения систем Г. Хакена стало возможным изучение явления самоорганизации внутри системы. Переход (постепенный или скачкообразный) от множества характеристик (компонентов) состояния к единичным характеристикам порядка даёт возможность исследовать эмерджентные эффекты и свойства в частности и процесс самоорганизации системы в целом. Обратимость перехода является особенно важным фактором при исследовании «заведомо сложных» систем: жизненно важные системы человеческого организма, системы жизнедеятельности общества (социальные, политические, экономические и т.д.) Такие системы являются «заведомо сложными», потому что компоненты и взаимосвязи этих компонентов до конца не известны, а их развитие не подчиняется линейным законам.

Основными аспектами синергетической модели Г. Хакена являются циклическая причинность, параметры порядка и принцип подчинения [14]. Параметр порядка отражает масштабы или объёмы сложных самоорганизующихся систем, классификация которых осуществляется в зависимости от пространственно-временного масштаба. Поступление энергии в неравновесную открытую систему под действием колебаний параметров порядка порождает установление коллективных способов поведения внутри системы. Число элементов системы может быть достаточно большим, при этом её поведение будет характеризоваться минимумом или даже одним параметром порядка. Таким образом, поведение структурных элементов системы определяется параметрами порядка. В этом заключается принцип подчинения [14].

Принцип подчинения предполагает обратимое сжатие информации: применение для описания характеристик системы и её компонентов только параметров порядка взамен большого количества описательных способов.

Параметры порядка взаимосвязаны и взаимодействуют между собой и с остальными компонентами системы таким образом, в рамках которого осуществляется обратное воздействие на параметры порядка. Другими словами, компоненты системы характеризуют и определяют поведение параметров порядка, что отражает принцип циклической причинности [14].

Процесс объединения компонентов в системную структуру предполагает её наделение комплексом своих «частных» функций, которые теперь определяют по-

ведение системы. Такие «коллективные переменные» расположены на уровень выше в иерархической структуре, нежели компоненты системы, и именуются, согласно синергетике Г. Хакена, параметрами порядка. Их основная задача состоит в описании поведения системы в максимально сжатой и информативной форме. Причём параметры порядка являются целями-аттракторами системы. Такая сущность параметров порядка выражается принципом подчинения, в рамках которого изменение поведения параметров порядка, как компонентов высшего уровня, провоцирует когерентное изменение поведения компонентов низшего уровня. Такой тип взаимодействия отражается явлением самоорганизации. Принцип подчинения даёт возможность каждому компоненту системы внести свой вклад в установление порядка. В связи с этим возникает логичный вопрос: возможно ли преобразование системы и её переход на более низкий иерархический уровень за счёт применения языка низших уровней компонентов системы. Ответом на этот вопрос служит одно из свойств иерархических систем - исключение полной редукции [13].

Существует ещё одна причина невозможности перехода системы на более низкий уровень - зона семантического хаоса [13], которая подразумевает прямую взаимосвязь иерархии языков и иерархии уровней. В свете постулирования элементарных частиц в качестве составных элементов всего сущего и как единственный аргумент в пользу тезисов редукционизма доказательная база этих тезисов не является обстоятельной.

Иерархия систем определяется не только и не столько иерархией языков, сколько временной иерархией [13]. Более того, принцип подчинения в аспекте синергетики Г. Хакена генерируется именно для неё. В качестве аргументации Г. Хакен рассматривал три смежных последовательных уровня: микроуровень, макроуровень и мегауровень [14]. Параметры порядка определяют язык среднего уровня, то есть макроуровня. При этом они сгенерированы и организуют массовые переменные микроуровня. Массовые переменные для макроуровня представляют собой неделимое хаотическое движение, лишённое детализации и неструктурированное на языке макроуровня. «Вечные переменные» мегауровня выполняют функции параметров порядка для переменных макроуровня. В данной временной триаде «вечные переменные» являются контрольными управляющими пара-

метрами. Малейшее изменение этих параметров повлечёт за собой изменения в поведении и структуре низлежащих уровней. В случае видимых коренных преобразований макро- и микроуровней наблюдается картина кризиса, спровоцированного бифуркационными значениями контрольных параметров мегауровня. Применение модели Г. Хакена в медицине, биологии, социальных науках даёт обоснование поведению компонентов в таких сложных системах, как мозг человека, мышление, самоорганизация социума [15].

В заключение краткого рассмотрения синергетики Г. Хакена отметим, что основной задачей синергетики выступает исследование таких систем, в структуру которых входит большое число компонентов, поведение которых характеризуется сложным взаимодействием друг с другом. Введённый Г. Хакеном термин «синергетика» происходит от греческого понятия «synergeia» и определяется как «совместное или кооперативное действие». Выбор данного термина не случаен: его специфика акцентирует информацию на скоординированном взаимодействии компонентов системы, воспроизводящуюся в едином поведении системы. Сам учёный высказывал точку зрения о случайности и непринципиальности выбора названия новой теории [18]. Более того, вероятность обозначения синергетики в качестве «Х-науки» [13] была достаточно высокой. Несмотря на плюрализм мнений по поводу названия нового научного направления, именно благодаря синергетике как олицетворению самоорганизации систем синергетическая теория претендовала на роль всеобщей научной парадигмы.

Исследования в области синергетики одновременно велись в разных странах. Каждая из школ определяла и характеризовала новое научное направление по-разному. Знаменитый подход И.Р. Пригожина трактует синергетику как новое мировоззрение на основе феномена самоорганизации, нелинейности и неравновесности [3]. По мнению И.Р. Пригожина в качестве проблемы синергетической науки выступает концептуальная категория «сложность», её сущность, принципы, эволюция. В таком ракурсе сложность представляет собой «возникновение бифуркационных переходов вдали от равновесия и при наличии подходящих нелинейностей, нарушение симметрии выше точки бифуркации, а также образование и поддержка корреляций макроскопического масштаба» [3]. При этом учёный в сво-

ей книге «Познание сложного» пишет о неготовности формулирования понятия сложности, тем самым не идентифицируя элементарного и алгоритмизированного, а рассматривая всё под эгидой сложного [9]. Идеи микрофлуктуаций и случайностей, незначительности влияния микросулей на ход макропроцесса должны быть преодолены посредством синергетики.

В качестве предпосылок возникновения синергетики как самостоятельной науки, И.Р. Пригожин выделяет такие естественнонаучные исследования, как различные типы математических реконструкций (закономерностей физических процессов, нелинейных процессов), химический автокатализ, представления о структурах-аттракторах эволюции.

Особую роль в синергетической модели Пригожина играет явление состояния равновесия, которого стремится достичь система. Такое состояние равновесия характеризуется категорией «аттрактор». Аттрактор, как одна из основных категорий синергетики, наиболее ярко отражает феномен направленности и закономерности динамического поведения компонентов и системы в целом. Тем самым аттрактор характеризует процесс движения системы от хаоса к порядку.

В ракурсе синергетики И.Р. Пригожина развивается иное понимание отношения «случайность - необходимость». Учитывая тот факт, что мир наделён и детерминизмом, и случайностью, важно установить порядок согласования необходимости и случайности, акцентируя внимание на их взаимодополнении. Точка бифуркации неравновесных систем определяется невозможностью предвосхищения последующего состояния, а также закономерности развития системы. В данном случае случайность играет главенствующую роль, тем самым порождает множественность путей развития системы. Отклонение от заведомой предопределённости событий уменьшает границы эсхатологического пессимизма.

И.Р. Пригожин в своих исследованиях затронул междисциплинарную специфику синергетики. Приложение синергетической методологии в междисциплинарном контексте учёный связывал с возможностью освоения методологии самой синергетики и степенью её изученности на данный момент времени. В рамках синергетики учёный исследовал зависимость инноваций в области науки и техники от внешних социокультурных явлений и процессов, а также от глобального исторического периода времени. В заключении данного исследования И.Р. Пригожин

констатировал тот факт, что внешняя социокультурная среда оказывает влияние не только на психоэмоциональное состояние учёного, но и на характер и специфику его идей, разработок, концепций. Доминанта исследования складывается именно в контексте социокультурных особенностей глобального исторического и отдельного периода времени жизнедеятельности учёного. Немаловажным является ещё и тот вывод, к которому приходит И.Р. Пригожин, в рамках которого консервативность взглядов научного сообщества выступает основной движущей силой инновационной деятельности в области науки и техники [10].

Краткое представление синергетических моделей Г. Хакена и И.Р. Пригожина даёт возможность говорить о синергетике как о междисциплинарном научном направлении, в основе которого лежат постулаты и принципы явления самоорганизации сложных систем физической, химической, биологической, социальной и иной природы. Явление самоорганизации представляет собой процесс пространственно-временной структуризации сложных неравновесных систем, поведение которых в окрестности точек бифуркации характеризуется неустойчивостью. Другими словами в точках бифуркации система может неожиданным образом изменить характер своего поведения под действием флуктуаций. Данный процесс перехода из одного состояния в другое отражает превращение хаоса в порядок. При этом сама концепция хаоса подвергается переосмыслению. Введение понятия детерминированного хаоса даёт возможность более полного исследования системы, структура которой характеризуется сверхсложностью, упорядоченностью, неявностью.

Наряду с очевидной схожестью идей школ Г. Хакена и И.Р. Пригожина между ними существуют и разногласия. Терминология модели И.Р. Пригожина замещает введённое Г. Хакеном понятие «синергетика» на «неравновесную термодинамику». Соответственно, альтернативность моделей наряду с взаимоисключением друг друга нивелируется. Можно предположить, что подобное умозаключение даёт возможность говорить о единстве и всеобщности нового научного направления, какое бы наименование оно ни носило. Автопозиционирование науки синергетики выступает в ракурсе неравновесной динамики или системной самоорганизации преимущественно для восприятия объекта исследования на уровне сложного [12].

В чём солидарны Г. Хакен и И.Р. Пригожин в своих синергетических исследованиях, это в явлении неустойчивости. В своих трудах И.Р. Пригожин говорит об открытии с позиции естествознания «превалирования неустойчивостей» [11]: так называемое «состояние сложности» достигается в точках неустойчивости в таких средах, природа которых предполагает возникновение в конкретных условиях макро- явлений самоорганизации [17]. Г. Хакен в общем смысле олицетворяет синергетику с феноменом возникновения явлений в точках неустойчивости и установления новых структур за пределами этих точек. Более того, учёный приходит к выводу об аналогиях, возникающих между абсолютными различными системами при пересечении ими точек неустойчивости [17].

В своих исследованиях обе школы затрагивают проблематику времени и приходят к аналогичным выводам: возможность проследить внутреннюю динамику системы и тем самым произвести измерение времени. Примечательным является тот факт, что схожие умозаключения были установлены на основании различных исследований. И.Р. Пригожин и И. Стенгерс рассматривали время с позиций изучения химической реакции Белоусова-Жаботинского. Исследования Р. Грэхема и Г. Хакена проводились на основе изучения лазерных фазовых переходов [4], которые рассматривались как неравновесные системы [16].

Рассуждения о феномене самоорганизации системы присутствуют в работах обеих школ. Представители бельгийской и американской школы полагают, что компоненты неравновесной системы коррелируют между собой таким образом, что система ведёт себя как единое целое. Представители немецкой школы отмечают, что в окрестности точки неустойчивости наблюдаются различия и подстраивания между модами разной природы, что приводит к всеобщему упорядочению. Свободные моды неустойчивого характера являются параметрами порядка и определяют поведение системы на макроуровне [17]. Данное явление представляет собой критерий сложности синергетической науки.

Подводя промежуточный итог в исследовании основных синергетических моделей, представляется возможным говорить о единых вопросах и задачах, которые ставили перед собой представители школ, основателями которых являются Г. Хакен и И.Р. Пригожин. При этом способы и подходы к развёртыванию и

решению задач выбирались различные, в этой связи и терминологический аппарат не однозначен. Очевидно, что нельзя обойти стороной российскую синергетическую модель С.П. Курдюмова, тем более что в рамках данного исследования теории сложности она представляет особый интерес.

Очевидно, что российская философская, а, значит, и синергетическая традиция отличается от западной. Целесообразно отметить особенности синергетической модели российской школы, основателем которой является выдающийся учёный С.П. Курдюмов. Ключевая особенность российской синергетической школы заключается в синтезе информационно-вычислительной компоненты и различных методов анализа нелинейной стадии процесса. С.П. Курдюмов представляет синергетику как термодинамику открытых нелинейных систем, основная задача которой - исследование внутренних и внешних процессов в подобных типах систем [6]. Специфической чертой научных исследований в области синергетики школы С.П. Курдюмова выступает изучение спектра структур-аттракторов [6] и выявление причин купирования различных процессов в среде нелинейной природы. Структуры-аттракторы представляют собой достаточно устойчивые вариации, которые являются целевыми процессами эволюции в среде. Изучение данных явлений производилось в условиях купирования термоядерного горения [6] в определённой стадии.

Существенный вклад в научную базу синергетики привнесло исследование российским синергетическим направлением режимов с обострением: сверхбыстрого развития процессов [5]. В течение глобального исследования категориальный аппарат синергетической науки был пополнен такими понятиями, как режим с обострением, время обострения, задача на обострение, динамическая устойчивость и другими.

Ошибочное суждение о редкости режимов с обострением в природной среде было развеяно С.П. Курдюмовым и его последователями. На сегодняшний день процессы сверхбыстрого развития изучаются посредством «задач на обострение», которых уже более шестидесяти типов. Нестандартная методология задач на обострение позволяет с иной точки зрения исследовать комплекс задач классической механики, в условиях которых присутствуют процессы сжатия, кавитации, кумуляции [6]. Более того задачи на

обострение дают возможность сформировать новые подходы к решению проблемных дилемм в таких научных областях, как химическая кинетика, метеорология, нейрофизиология, экология, эпидемиология, антикризисное управление в экономической сфере, науковедение.

Очевидно, кумулятивный характер изменений в мире порождает новый подход к восприятию основ мироздания: статичность, устойчивость и неизменность постепенно нивелируются перед динамичностью, неравновесностью и развитием. Соответственно и структуры открытых систем, стационарные по своей природе, не надлежит исследовать в рамках синергетических моделей, а тем более выстраивать модель на основании таких структурных систем. С.П. Курдюмов называет подобные структуры самоорганизации «тупиками эволюции» [6]. Учёный предлагает обратиться к динамике, как к основе современного миропонимания, а, значит, и устойчивость, и статичность, и неизменность рассматривать с точки зрения динамики, как это не парадоксально.

В этой связи возникает новая категория синергетики - динамическая устойчивость. На первый взгляд само название категории носит взаимоисключающий характер. Однако динамическая устойчивость нацелена на способы стабильного подробного рассмотрения структур, не стационарных по своей природе, формирующихся, с одной стороны, с помощью нелинейных источников энергии, а, с другой - в условиях режимов с обострением [5].

Синергетическая модель С.П. Курдюмова направлена на экспликацию процессов самоорганизации, формирования структур и их обострения (сверхбыстрого развития). Исследование данных процессов было реализовано на основе изучения математических закономерностей процессов горения и теплопроводности в открытых нелинейных системах [5]. В результате исследований была создана предельно простая и максимально содержательная модель процессов самоорганизации, в основе которой лежит процесс горения (огонь), который способен к самовозрождению, саморегулированию и сверхбыстрому распространению (увеличению) в глобальных масштабах.

Изучение процессов сверхбыстрого развития даёт возможность обосновать такой тип систем, который порождает хаотическое поведение. Так в окрестности точки обострения структуры характеризуются неустойчивостью благодаря топологически верным малым флуктуациям,

что влечёт за собой вероятностный распад структур. При этом существует ещё один сценарий событий: в окрестности точки обострения структура сменит режим «горения», интенсивного роста процесса на режим «охлаждения», спада интенсивности [6].

Синергетическая модель С.П. Курдюмова в методологическом плане достаточно сложна и содержательна, так как предполагает вероятность смены режима. Нелинейная природа процессов предусматривает наличие обеих областей: обострение (возрастание) и затухание (убывание). Более того в самой нелинейности запрограммирована процедура перехода одного режима в другой за счёт постоянно действующих флуктуаций. При этом недостижение бесконечности в реальной действительности контролируется неустойчивостью в области затухания.

Прикладное значение синергетической модели С.П. Курдюмова даёт возможность понять природу режимов с обострением в социальной сфере, процессах эволюции, катастрофических процессах различных областей. Синергетическая теория обострения позволяет проводить исследования в различных областях науки и техники: пространственная организация комплекса структур-аттракторов, формирование принципов синтеза простых структур.

Немаловажно, что данные научные открытия стали возможными благодаря комплексу предыдущих исследований, проведённых не только российскими, но и зарубежными учёными в области синергетики. В связи с этим допустимо предположить, что российская школа синергетики сыграла роль не только одного из основателей синергетики как науки, но и систематизатора научных изысканий иностранных школ (Г. Хакена и И.Р. Пригожина). Более того именно в России синергетика приобрела парадигмальный характер и начала своё шествие по научному миру не как самостоятельная наука, а как новая научная парадигма.

Очевидно, что современные учёные, занимающиеся проблемами синергетики и теории сложности, не относят себя к той или иной синергетической школе. Этот факт ещё раз подтверждает парадигмальный характер синергетики. В настоящее время учёные задаются вопросами междисциплинарности и трансдисциплинарности научной, социальной, духовной и иных сфер жизнедеятельности человека и общества, транспонирования и транслирования категорий, принципов, постулатов, подходов, концепций в рамках си-

нергетической парадигмы. Наблюдается стремительный и значимый скачок автопозиции синергетики - от теории к парадигме. Некоторое время назад возможно было предположить, что синергетика не остановится на достигнутом. Сегодня мы можем говорить о беспрецедентной эволюции синергетики в новейшую науку, претендующую на роль парадигмы - науку (теорию) сложности.

Список литературы

1. Аптер М. Кибернетика и развитие. - М., 1970. - 216 с.
2. Асеева И.А., Маякова А.В. Философские основания и методологические ресурсы новой парадигмы сложности // Философия и культура. - 2015. - № 8. - С. 1117-1125.
3. Всемирная энциклопедия: философия / Гл. науч. ред., сост. А.А. Грицанов. - М., 2001. - С. 824.
4. Климонтович Ю.Л. Кинетическая теория электромагнитных процессов. - М., 1980. - 373 с.
5. Курдюмов С.П. Режимы с обострением. Эволюция идеи. - М.: Наука, 1999. - 190 с.
6. Курдюмов С.П. Симфония горения. - URL: <http://spkurdyumov.ru/what/simfoniya-goreniya/>
7. Маякова А.В. Историко-философские предпосылки возникновения системного подхода и теории сложности // Science Time. - 2015. - № 6(18). - С. 306-310.
8. Маякова А.В. Трансдисциплинарные научные направления третьего тысячелетия: качество и сложность // NovaInfo.Ru (Электронный журнал). - 2015. - Т. 1, № 33. - С. 149-152.
9. Николис Г., Пригожин И. Познание сложного. - М.: Мир, 1990. - 345 с.
10. Пригожин И. От существующего к возникающему: время и сложность в физических науках. - М.: 1985. - 186 с.
11. Пригожин И. Философия нестабильности // Вопросы философии. - 1991. - № 6. - С. 46-57.
12. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой: пер. с англ./ Общ. ред. В.И. Аршинова, Ю.Л. Климонтовича, Ю.В. Сачкова. - М.: Прогресс, 1986. - 432 с.
13. Синергетике - 30 лет. Интервью с профессором Г. Хакеном // Вопросы философии. - 2000. - № 3. - С. 53-61.
14. Хакен Г. Информация и самоорганизация: макроскопический подход к сложным системам. - М., 1991. - 240 с.
15. Хакен Г. Принципы работы головного мозга: Синергетический подход к активности мозга, поведению и когнитивной деятельности. - М.: «Пер'сэ», 2001. - 351 с.
16. Хакен Г. Синергетика. - М.: Мир, 1980. - 405 с.
17. Хакен Г. Синергетика. Иерархия неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах. - М.: 1985. - 424 с.
18. Хакен Г. Тайны природы. Синергетика: учение о взаимодействии. - Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003. - 320 с.