



Изв. вузов «ПНД», т.11, № 1, 2003

УДК 53

Информатика: неограниченные возможности и возможные ограничения

НОВОЕ В СИНЕРГЕТИКЕ: Взгляд в третье тысячелетие

Ответственные редакторы: Г.Г. Малинецкий, С.П. Курдюмов

© Российская академия наук и издательство «Наука»,
серия «Информатика: неограниченные возможности
и возможные ограничения» (разработка, оформление),
1963 (год основания), 2002

М.: Наука, 2002. 478 с., илл.
ISBN 5-02-013128-8

Сборник объединяет статьи, посвященные новым научным направлениям, лежащим в рамках междисциплинарного подхода - синергетики, или нелинейной динамики. Авторы показывают, что на современном этапе развитие представлений синергетики существенно меняет взгляд на природу, общество, человека, дает ключ к новым технологиям. В книге обсуждаются разные темы - от математической психологии и экономики до прогноза землетрясений, от нанотехнологий до гемодинамики. Для научных работников, аспирантов, студентов и широкого круга читателей, интересующихся «нелинейной наукой».

ПРОЛОГ

СИНЕРГЕТИКА И СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ

С.П. Курдяшов, Г.Г. Малинецкий

Громада двинулась и рассекает волны.
Плынет. Куда ж нам плыть?

А.С. Пушкин

* * *

Система координат

Нам не раз доводилось говорить и писать о том, что сверхзадачами науки в XXI веке, по-видимому, станут три задачи [19,20]. И востребованность социумом различных научных дисциплин и подходов, в том числе и синергетики, будет зависеть от того, насколько

полезными они окажутся в решении этих задач. Исходя из этих проблем, из этой системы координат, мы и расположили статьи в сборнике. Итак, о проблемах.

Проблемы рисков и технологий. Мы живем в технологической, в широком смысле этого слова, цивилизации. Множество проблем - от увеличения продолжительности жизни до заполнения досуга - решаются с помощью технических средств. Они настолько эффективны, что часто создают иллюзию решения задачи там, где его на самом деле нет. Типичный пример - гонка вооружений. Не раз в новейшей истории политикам, военным и ученым казалось, что следующее поколение вооружений обеспечит миру большую безопасность. Альфред Нобель полагал в начале прошлого века, что достаточно страшное оружие сделает войны невозможными. Судя по американским планам развертывания ПРО, многие и сейчас пребывают в этой иллюзии. (Другие откровенно лукавят.)

При этом, как правило, упускают из виду оборотную сторону медали. Каждое новое поколение техники, даже не обязательно военной, очень существенно меняет мир, несет свои риски, угрозы и опасности [16]. При этом становится необходимым широкий, системный взгляд на проблему, позволяющий оценить, стоит ли игра свеч. Кроме того, синергетика может выступить здесь еще в одной роли - подсказать решения различных технологических проблем.

За последние столетия человечество пережило несколько волн нововведений, изменивших мир. Это пар, железные дороги, электричество, компьютеры. При этом каждая такая волна сопровождалась преувеличенными ожиданиями, последующими разочарованиями, кризисом огромных отраслей промышленности и получением больших выгод в тех сферах, где этого трудно было ожидать. Затем следовали аварии, катастрофы и огромная работа, направленная на то, чтобы «вписать» эту технологию в техносферу наиболее безопасным образом.

На рубеже нового тысячелетия мы видим новые поколения технологий, развитие которых может изменить мир и заслуживает самого пристального внимания синергетиков.

Это глобальные системы телекоммуникаций. С одной стороны, с ними связано повышение «наблюдаемости» и «управляемости» нашего мира. С другой стороны, это совершенно другие механизмы влияния на происходящие в мире события, другие источники нестабильностей в таком «прозрачном» мире.

Это микромашины и нанотехнологии. За ними стоят новые материалы, возможность «помолекулярного выращивания» сложных систем, «ремонта» отдельных молекул, новые поколения вычислительных комплексов. Принципиальная новизна таких технологий, затрагивающая и элементную базу, и алгоритмы, и саму постановку задач, стала понятна в связи с обсуждением возможностей создания квантовых компьютеров. И вновь возникают угрозы, связанные с несоответствием между нашими пространственными и временными масштабами и тем уровнем, на котором мы желаем оперировать и вмешиваться в ход процессов, если они нас по каким-то причинам не устраивают. Естественно, для этого нужно множество «посредников» на промежуточных уровнях организации. Самая близкая аналогия - это борьба с вирусами, которая пока человечеству не очень-то удается.

По мнению многих экспертов, на смену Интернет-буру приходит стремительный взлет биотехнологий. Оптимисты говорят о возможностях увеличения «активной жизни» на 20-30 лет уже в ближайшем будущем. «Прочтение» генома человека и ряда других видов тоже сулит огромные перспективы. По существу речь идет о возможности в короткий срок совершить эволюционный скачок. Как показывают данные палеонтологов и модели теории самоорганизованной критичности, результат такого скачка - новое состояние биосфера - в значительной мере оказывался случайным [22]. Так что и в анализе биотехнологий есть большие перспективы для применения методов синергетики, для системного синтеза.

Вторую сверхзадачу можно условно назвать *проблемой альтернативной истории и стратегического планирования*.

Читая историков Французской революции или мемуары политиков начала века, невольно удивляешься мотивам, аргументам, стратегиям участников исторической драмы. Многие немецкие и английские политики всерьез писали о неизбежности и желательности военного столкновения между ведущими мировыми державами начала века - Англией и Германией. И не только писали, но и активно действовали, приближая это столкновение. Поражает несоответствие их расчетов и масштабов исторических перемен, к которым привели эти действия.

С системной точки зрения это понятно - долго и успешно лавируя в пределах русла, трудно представить себе, что есть области джокеров, где нужны совершенно иные стратегии. Поэтому одной из ключевых задач современной науки является анализ коридора возможностей, которыми сейчас располагают страны, регионы и человечество в целом, анализ альтернатив. Исследовательские программы в этой области, непосредственно связанный со стратегическим планированием, получили название альтернативной, или теоретической истории [15]. При этом крайне важными становятся количественные оценки и компьютерные модели. Еще несколько десятилетий назад Ф. Бродель, исследуя Средневековье, писал, что количественная история дает гораздо более глубокий и точный взгляд на прошлое, позволяет реконструировать многое из того, что при обычном гуманитарном подходе осталось бы «за кадром». Но дело не только в этом. Поскольку стратегическое планирование впрямую затрагивает интересы различных социальных групп, политику и идеологию, то здесь крайне важно увидеть объективную, очень часто количественную основу происходящих событий и наметившихся тенденций.

Но это и предполагает широкое использование методов естественных наук и математического анализа.

Целеполагание, планирование, «проектирование будущего», как его иногда называют зарубежные эксперты, стало неотъемлемой частью работы не только государственных органов, но и всех крупных корпораций. Опыт Госплана СССР тщательно изучен, высоко оценен и принят на вооружение в развитых странах мира. При этом использование методов нелинейной динамики, компьютерного моделирования в этой области позволило вывести планирование на более высокий уровень, сделать его гораздо более эффективным, чем несколько десятилетий назад.

Обратим внимание на два примера, показывающие ключевое значение этих проблем. Первый - прогноз развития мировой динамики до 2015 года, появившийся в 2000 году на сайте Центрального разведывательного управления США [23]. В соответствии с прогнозами, которые там даются, половина населения планеты в 2015 году будет испытывать трудности с питьевой водой. Россия в этом документе рассматривается как источник угроз и нестабильностей, вокруг которого желателен был бы «санитарный кордон». Целесообразным авторам представляется ее расчленение на несколько меньших, лучше управляемых территорий. На наш взгляд, этот документ заслуживает самого широкого внимания, поскольку в нашем «информационном мире» прогнозы очень часто оказываются «самосбывающимися». Происходит именно то, что было предсказано, прогноз становится серьезной силой. Чтобы упомянутое предсказание не сбылось, нужны большие усилия исследователей и всего общества. Для того чтобы найти пути выхода из системного кризиса, увидеть желаемое и возможное будущее и затем создать его.

Второй пример связан с известной программой Г. Грефа - стратегией развития России до 2010 года. Сам факт появления такого плана и долгосрочного прогноза исключительно важен. Он знаменует конец тех десяти с лишним лет, когда пытались жить без плана, без «идеологии», без «измов», руководствуясь только благими намерениями и «общечеловеческими ценностями».

Однако, если оставить в стороне политические предпочтения и конъюнктурные соображения, обращает на себя внимание несколько разительных противоречий. Встает вопрос - на основе каких математических моделей и какой статистики был дан прогноз? Этот вопрос возникает, в частности, потому, что модели, разрабатывавшиеся группой академика А.А. Петрова, дают совершенно другую траекторию будущего развития [24].

Концептуальные оценки ряда ведущих специалистов РАН, также принципиально отличаются от данных в программе. Проведенный экономико-географический анализ показывает, что в условиях глобализации подавляющее большинство российских товаров будут неконкурентоспособны, поэтому рассчитывать на иностранные инвестиции в эти отрасли не приходится [25-27].

В этой связи системный синтез, междисциплинарное исследование возможных будущих сценариев развития России и мировой динамики приобретают исключительное значение. И синергетика здесь может сыграть очень большую роль.

Третья сверхзадача, которая досталась в наследство нынешнему веку, - проблема человека. Предыдущее столетие поставило здесь очень много глубоких вопросов, касающихся различных уровней организации. Маленький ребенок полагает, что лес

бескрайний, море безбрежное, а папа с мамой и он сам будут жить вечно. Но он становится взрослым и начинает видеть границы в пространстве, во времени, во многом другом. То же самое относится к наукам - осознание принципов запрета, пределов - признак зрелости. С этой точки зрения, дисциплины, исследующие человека, находятся в начале своего развития. Какие социальные организации и социальные организмы возможны и оптимальны в постиндустриальную эпоху? В какой мере «информационная сущность» человека может быть отделена от «материального носителя»? Каковы потенциальные возможности человека воспринимать информацию с помощью своих органов чувств и воздействовать на окружающее? Каковы законы той информационной «виртуальной» реальности, в которую погружен современный человек? Демографы единодушно говорят о «стабилизации» в недалекой перспективе численности человечества [15], ученые настойчиво ищут технологии, которые могли бы поддерживать цивилизацию не десятилетия, а века. Здесь также виден переход от экспансии к стабилизации. Каковы возможные варианты культуры и внутреннего мира людей этой эпохи? На каком уровне организации сложности системы можно ожидать феномена сознания? Существует ли у человека и других видов животных универсальный «психологический код», определяющий кодировку информации в нервной системе? (Подобно тому, как универсален «химический код» Вселенной - химические элементы, «биологический» код - набор аминокислот, входящих в живые организмы.)

Попытки ответить на эти вопросы привели к появлению огромного числа фактов, моделей, гипотез, экспериментов, домыслов. Разнообразие элементов мозаики, из которых еще надо создать картину. С одним важным отличием от популярных головоломок, где из множества кусочков следует сложить целое. На коробках таких головоломок ответ обычно уже нарисован, и сразу ясно, как можно получить тигра, парусник или пейзаж. А здесь образ, гештальт, целое еще предстоит увидеть.

Контуры и фрагменты

Исходя из обрисованной системы координат, и размещены статьи в настоящем сборнике. Для современного этапа развития науки характерно, что вопросы, которые решены в одних областях, в других еще не ставились. Связано это и с тем, что в разных научных дисциплинах было разное число прикладных задач и, соответственно, различные усилия вкладывались в их разработку. И с разным возрастом, измеряемым числом парадигм, возникавших в ходе развития разных наук. И «эффектом Лема» - когда фронт научных исследований слишком широк, то ученых не хватает на то, чтобы заниматься всеми интересными и перспективными задачами [28]. Поэтому взгляд на перспективы развития синергетики у физиков, химиков, биологов различен. Чтобы читатель мог взглянуть на синергетику с птичьего полета и увидеть многообразие точек зрения, мы поместили статью, написанную по материалам нашего выступления на Президиуме РАН осенью 2000 года и материалы состоявшейся дискуссии.

Раздел «Исследования и технологии» открывает статья А.С. Дмитриева. Одной из первых и наиболее важных прикладных задач нелинейной динамики была защита информации. Генераторы хаотических сигналов, описываемые динамическими системами с хаотическими аттракторами, давали прекрасный «высококачественный шум». Эта статья показывает, что с этих, не столь уж давних, времен в этой области пройден очень большой путь. Здесь и более глубокое понимание динамики хаотических систем, и новые методы хранения и передачи информации, и конкретные работающие устройства с «хаотической несущей». В развитии техносферы время от времени происходят бифуркации, когда из двух примерно одинаковых технологий одна начнет бурно развиваться, а другая на десятилетия «остается на обочине». Причем сам этот выбор оказывается во многом случаен. Понятно, такая же ситуация сейчас имеет место в мире телекоммуникаций. Системы, использующие динамический хаос, могут сыграть принципиальную роль в развитии телекоммуникаций третьего и четвертого поколений.

После классической работы Алана Тьюринга 1952 г., в которой была построена математическая модель морфогенеза, системы реакция-диффузия на много лет стали любимым объектом исследования. Однако в настоящее время происходит переход к наноразмерам в микроэлектронике, материаловедении, химических технологиях. Страницы

журналов обошла картинка - поздравление сотрудникам фирмы IBM, где число 2000 выложено из отдельных атомов. Современные туннельные микроскопы позволяют и видеть, и создавать такие картинки. Огромный интерес вызывают процессы самоорганизации и самоформирования различных структур на этих масштабах. Естественно, здесь нужны совершенно другие математические модели. Предстоит огромная работа по созданию таких моделей, по их верификации, по переходу от современной «наноразмерной алхимии» к проектированию, моделированию, целенаправленному созданию «молекулярных машин». Анализ основных направлений этой будущей работы и посвящена статья Г.Г. Еленина. Мы восприняли ее как своеобразный прогноз, карту будущих достижений в этой области. Надеемся, что и читатели будут вдохновлены открывающимися перспективами.

Многочисленны и разнообразны известные сейчас диссипативные структуры, нестабильности, формы самоорганизации. Но и среди этого многообразия заметное место занимают структуры, связанные с возникновением упорядоченности в пространстве скоростей. Они начали активно исследоваться в связи с задачами физики плазмы, с проектами управляемого термоядерного синтеза, астрофизическими проблемами, различными плазменными технологиями. Анализ этих задач требует кинетического описания вещества, совершенных алгоритмов, суперкомпьютеров. Пионерские работы в этой области были выполнены в научной школе недавно ушедшего от нас профессора Ю.С. Сигова. Статья его ученика В.Д. Левченко рассказывает о последних продвижениях в этой важной области. И хотя эксперты относят термоядерную энергетику на конец нашего века, исследования надо вести сейчас. Чтобы успеть к этому сроку, а может быть и ускорить события.

Уже несколько десятилетий лазеры, в которых выходящее излучение каким-то образом подается на вход, служат объектом интереса, моделирования, экспериментального исследования. К сожалению, их моделирование требует привлечения одного из самых сложных объектов современной прикладной математики - дифференциальных уравнений с запаздыванием. Классические уравнения с запаздыванием, например уравнение Хатчинсона

$$\dot{x} = ax(1 - x(t-\tau)),$$

при большом запаздывании очень трудно исследовать численно. Поэтому на передний план выходят асимптотические подходы, строгие утверждения, на которые можно опираться, исследуя модели. Возникла положительная обратная связь - оптоэлектроника, новые технологии требуют нового аппарата, новой «математической технологии», а последняя позволяет обнаруживать новые режимы генерации, которые находят практическое применение. Это наглядно показывает статья исследователя-физика из Белоруссии Е.В. Григорьевой и руководителя большой научной школы математиков, исследующих системы с запаздыванием, которая сложилась в Ярославском государственном университете, - С.А. Кащенко.

Одной из основных технологий постиндустриальной эпохи становятся методики прогноза. В последнее десятилетие был осуществлен прорыв в этой области. Во многом он связан с теорией самоорганизованной критичности, позволившей с единой точки зрения взглянуть на сложные системы, в которых возможны редкие катастрофические события. Это касается землетрясений и биржевых крахов, наводнений и инцидентов с хранением ядерного оружия, многих типов техногенных аварий и утечки конфиденциальной информации [16, 22]. Здесь многое было понято, были построены замечательные модели, однако по-прежнему основные методы прогноза, анализа, мониторинга основывались не на этих моделях, а на изучении статистики - «технике работы с незнанием».

В принципиальной работе И.В. Кузнецова перебрасывается мостик между алгоритмами обработки статистики и моделями теории самоорганизованной критичности. Хочется надеяться на большое будущее развитого подхода.

Раздел «Стратегии» открывает исключительно важная работа Д.С. Чернавского и его коллег. Здесь с позиций нелинейной динамики анализируются макроэкономическая траектория России в течение «окаянного десятилетия» и перспективы выхода страны из кризиса. Построенная модель дает не только графики, близкие к наблюдавшимся в этот период зависимостям, оценки, механизмы, но и понимание. Понимание того, как выводил Ф. Рузвельт США из Великой депрессии, как строилась программа Л. Эрхарда, как

возрождали экономику послевоенной Японии. Принципиальным в этой модели является наличие нескольких устойчивых стационарных состояний рыночного равновесия. И, в частности, высокопродуктивного, с большой загрузкой производственных мощностей и достаточно большим валовым внутренним продуктом, и низкопродуктивного, где большая часть заводов не загружена и где людям живется значительно хуже. «Выдающиеся» реформы правительства Е. Гайдара перевели экономику из первого состояния во второе. Однако, как следует из модели, есть и сценарии обратного перехода, российского «экономического чуда». На наш взгляд, это было бы неплохо. Осталось найти единомышленников, которые сделают знание, воплощенное в этой модели, силой. И еще одно замечание. В течение 20 лет макроэкономические модели строят и исследуют в научной школе академика А.А. Петрова. Это достаточно сложные модели, учитывающие многие механизмы, взаимосвязи, факторы [24]. И тем важнее то, что большая часть выводов, сделанных в последней книге этого коллектива и в обсуждаемой статье, совпадают, а также сходство рецептов, предлагаемых для улучшения экономической ситуации. Такая «сходимость результатов» представляется нам очень важной.

К этой статье примыкает работа специалиста по стратегической стабильности С.Ю. Малкова, в которой на основе методов и представлений нелинейной динамики строятся модели исторических процессов. Когда исполняется желание или оправдывается прогноз, обычно к чувству удовлетворения добавляется некое удивление: в мечтах все казалось несколько иным. О том, что важно и нужно моделировать исторические процессы на основе представлений нелинейной динамики, авторы этих строк писали несколько лет назад [15]. О моделях этногенеза, формациях, параметрах порядка в исторических процессах. Очень приятно видеть, что предложенные нами идеи уже реализованы в работах автора этой статьи и его коллег. И, как часто бывает, жизнь оказывается более яркой и неожиданной, чем мечты.

В последние годы большую известность получила нелинейная демографическая модель С.П. Капицы, которая описывает рост численности населения мира по гиперболическому закону в течение сотен тысяч лет и происходящий на наших глазах демографический переход - постепенную стабилизацию численности населения ряда стран и мира в целом. В статье А.В. Подлазова сделана интересная попытка продвинуться от феноменологии к анализу системных механизмов демографических процессов. Ключом к ним, по мнению автора, являются технологии, позволяющие сберегать жизнь или увеличивать ее продолжительность. Утрата части таких технологий влечет за собой тяжелый демографический кризис, упадок, войны. Хочется надеяться, что XXI век не позволит проверить эту теорию в глобальном масштабе.

В разделе «Человек» мы разместили статьи в направлении «от тела - к духу». Первая работа, посвященная свертыванию крови, важна не только своими биофизическими выводами и возможностью объяснить замечательные результаты лабораторных экспериментов. О фундаментальном значении исследований пространственно-локализованных нетривиальных многомерных структур один из авторов этого текста говорит в течение двух десятков лет [13]. Эти работы привносят принципиально новый элемент в теорию самоорганизации. Чем, как не формой различных решений уравнений Шредингера, определяется квантовая химия - фундаментальная основа всей химии? С пространственной формой решений фундаментальных уравнений В. Гайзенберг связывал будущее теории элементарных частиц и объяснение спектра масс. В обсуждаемой оригинальной статье построены и детально изучены замечательные стационарные многомерные локализованные структуры. Все они существуют в достаточно простой двухкомпонентной модели реакция-диффузия. Удивительно, как исследователи раньше много лет проходили мимо этого интереснейшего объекта.

Сейчас понятно, что хаос играет очень важную роль в работе мозга. Но какова она? Несколько лет назад один из авторов этой статьи вместе с Е.И. Ижиковичем выдвинули гипотезу, что хаос позволяет избавляться от «ложных образов» и помогает выделять слабые сигналы и стимулы на фоне сильных и говорить «не знаю» [17]. Но если это так, то в качестве подтверждения должны выступать данные нейробиологии либо нейронные сети, в которых используется динамический хаос. Большой интересный обзор, посвященный этой тематике, предложил сотрудник Института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН А.Б. Потапов, работающий сейчас в Канаде, и его канадский коллега профессор М.К. Али.

В настоящее время представления синергетики, теория динамического хаоса все шире используются в математической психологии. Инициатором таких работ был замечательный ученый, заведующий лабораторией математической психологии В.Ю. Крылов. О развитии этого направления в Московском физико-техническом институте, о приложении этих методов к анализу процессов самоорганизации в глобальных компьютерных сетях рассказывает статья Н.А. Митина.

Один из историков науки как-то заметил, что даже от выдающихся ученых в истории в лучшем случае остается одна работа и одна фраза. Но для этого фраза должна быть услышана современниками, а работа прочитана и понята. Надежду на это синергетикам дает работа математика, философа, методолога науки Р.Г. Баранцева, завершающая сборник. Многие авторы книги увидели в этой работе и глубину взаимосвязи конкретики с фундаментальными проблемами науки в целом, и устремленность в будущее. Хочется, чтобы это почувствовали и читатели.

Считаем приятным долгом от имени авторов настоящего сборника поблагодарить прежде всего Российский фонд фундаментальных исследований и Российский гуманитарный научный фонд, а также ряд других фондов, организаций и лиц, оказавших большую помощь в проведении исследований, которым посвящена эта книга.

Литература

1. Николис Г., Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных системах. - М.: Мир, 1979.
2. Хакен Г. Синергетика. - М.: Мир, 1980.
3. Шустер Г. Детерминированный хаос. Введение. - М.: Мир, 1988.
4. Лоскутов А.Ю., Михайлов А.С. Введение в синергетику. - М.: Наука, 1990.
5. Трубецков Д.И. Колебания и волны для гуманитариев. - Саратов: Изд-во УНЦ «Колледж», 1997.
6. Guckenheimer J., Holmes P. Nonlinear Oscillations, Dynamical Systems and Bifurcations of Vector Fields. - N.Y.: Springer, 1983.
7. Collet P., Eckmann J.P. Iterated Maps on the Interval as Dynamical Systems. - Basel-Stuttgart: Birkhauser, 1980.
8. Анищенко В.С. Сложные колебания в простых системах. - М.: Наука, 1990.
9. Компьютеры, модели, вычислительный эксперимент. - М.: Наука, 1988.
10. Компьютеры и нелинейные явления. - М.: Наука, 1988.
11. Новое в синергетике: Загадки мира неравновесных структур / Под ред. С.П. Курдюмова, Г.Г. Малинецкого. - М.: Наука, 1996.
12. Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Законы эволюции и самоорганизации сложных систем. - М.: Наука, 1994.
13. Режимы с обострением. Эволюция идеи. - М.: Наука, 1999.
14. Малинецкий Г.Г. Хаос, структуры, вычислительный эксперимент. - М.: Наука, 1997 (2-е изд. М.: Эдиториал УРСС, 2000).
15. Капица С.П., Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г. Синергетика и прогнозы будущего. - М.: Наука, 1997 (2-е изд. М.: Эдиториал УРСС, 2000).
16. Владимиров В.А., Воробьев Ю.Л., Малинецкий Г.Г. и др. Управление риском. Риск, устойчивое развитие, синергетика. - М.: Наука, 2000.
17. Малинецкий Г.Г., Потапов А.Б. Современные проблемы нелинейной динамики. - М.: Эдиториал УРСС, 2000.
18. Кара-Мурза С.Г. Манипуляция сознанием. - М.: Алгоритм, 2000.
19. Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г. Нелинейная динамика и прогнозы будущего // Вестник РАН. 2001. № 3.
20. Малинецкий Г.Г. Новый облик нелинейной динамики// Природа. 2001. №3.
21. Валиев К.А. Квантовые компьютеры. М.: RSC, 2000.
22. Bak P. How Nature Works: The Science of Self-Organized Criticality. Springer-Verlag, New York, Inc. 1996.
23. Global Trends 2015. <http://www.cia.gov/cia/publications/globaltrends2015>
24. Автухович Э.В., Бурова Н.К., Дорин Б.Л. и др. Оценка потенциала роста

экономики России с помощью математической модели / Ред. А.А. Петров. - М.: ВЦ РАН, 2000.

25. Паршев А. П. Почему Россия не Америка. - М.: Форум, 2000.
26. Братимов О.В., Горский Ю.М., Делягин М.Г., Коваленко А.А. Практика глобализации: игры и правила новой эпохи. - М.: ИНФРА-М, 2000.
27. Путь в XXI век. Стратегические проблемы и перспективы российской экономики/ Рук. авт. колл. Д.С. Львов. - М.: ОАО Издательство «Экономика», 1999.
28. Лем С. Сумма технологий / Собр. соч. Т. 13 (дополнительный). - М.: Текст, 1996.
29. Крылов В.Ю. Методологические и теоретические проблемы математической психологии. - М.: Янус-К, 2000.

Содержание

Пролог

Синергетика и системный синтез. *С.П. Курдюмов, Г.Г. Малинецкий*

Синергетика и прогноз. Настоящее и будущее. *Г.Г. Малинецкий, С.П. Курдюмов*

Исследования и технологии

Динамический хаос как носитель информации. *А.С. Дмитриев*

Нанотехнологии, наноматериалы, наноустройств. *Г.Г. Еленин*

Явления самоорганизации в турбулентной плазме

Диагностика и примеры. *В.Д. Левченко*

Параметры порядка в моделях лазеров с запаздывающей обратной связью.
Е.В. Григорьева, С.А. Кащенко

Восстановление параметров моделей клеточных автоматов. *И. В. Кузнецов, И.М. Ротвайн, Н.М. Колесникова, И.В. Ломовской*

Стратегия

Динамическая модель поведения общества. Синергетический подход к макроэкономике. *Д.С. Чернавский, Н.И. Старков, А.В. Щербаков*

Математическое моделирование исторических процессов. *С.Ю. Малков*

Теоретическая демография. Модели роста народонаселения и глобального демографического перехода *А.В. Подлазов*

Человек

Нестационарные структуры в модели свертывания крови. *А.И. Лобанов, Т.К. Старожилова*

Нелинейная динамика обработки информации в нейронных сетях. *А.Б. Потапов, М.К. Али*

Новые модели математической психологии и информационные процессы. *Н.А. Митин*

Имманентные проблемы синергетики. *Р.Г. Баранцев*

Информацию см. на сайте: www.naukaran.ru