Изв. вузов «ПНД», т. 20, № 4, 2012 УДК 537.86

МИРЫ СИНЕРГЕТИКИ: ОТ ПРОШЛОГО К БУДУЩЕМУ

Г. Г. Малинецкий

СТАТЬЯ ОТОЗВАНА РЕДКОЛЛЕГИЕЙ 25.03.2022

Среди миров, в мерцании светил.
Одной Звезды я повторяю имя.
Не потому, чтоб я Ее любил.
А потому, что я томлюсь с другими.
И. Анненский

«Обаяние целостности» – первоначальное название статьи. Целое обладает удивительной способностью придавать новый смысл частям, создавать внутреннюю гармонию, приоткрывать завесу грядущего. Эта статья о целом.

Ключевые слова: Синергетика, междисциплинарные исследования, индекс цитирования, целостность.

Чтобы представить пройденный маршрут, перевалы и вершины, стоит взглянуть на карту. Такой картой для науки можно считать график, отражающий среднюю цитируемость статей в различных областях науки (рис. 1). Эта величина показывает, насколько активно и энергично научное сообщество, развивающее данную область, какой путь уже пройден, насколько широк фронт исследований.

Мое сознание, как и мнение большинства коллег, до знакомства с подобными данными оставалось «школьным», связанным с детским восприятием отдельных «предметов». И в этом восприятии «физика» сравнима с «химией», каждая из них по объему и трудности материала гораздо «больше» биологии и намного «меньше» математики.

Но «взрослая» наука оказывается совсем другой. Если взять вместе «лидеров» – *молекулярную биологию и генетику, фармакологию и токсикологию вместе с биологией и биохимией* («потомков» школьной биологии), то они в 7 раз превосходят *физику* и *химию* и в 17 раз *математику* или *информатику*.

Это результат того, что науки живут как бы «в разном времени», находятся «в разном возрасте» – одни в старости, другие в зрелости, третьи в юности. Отсюда

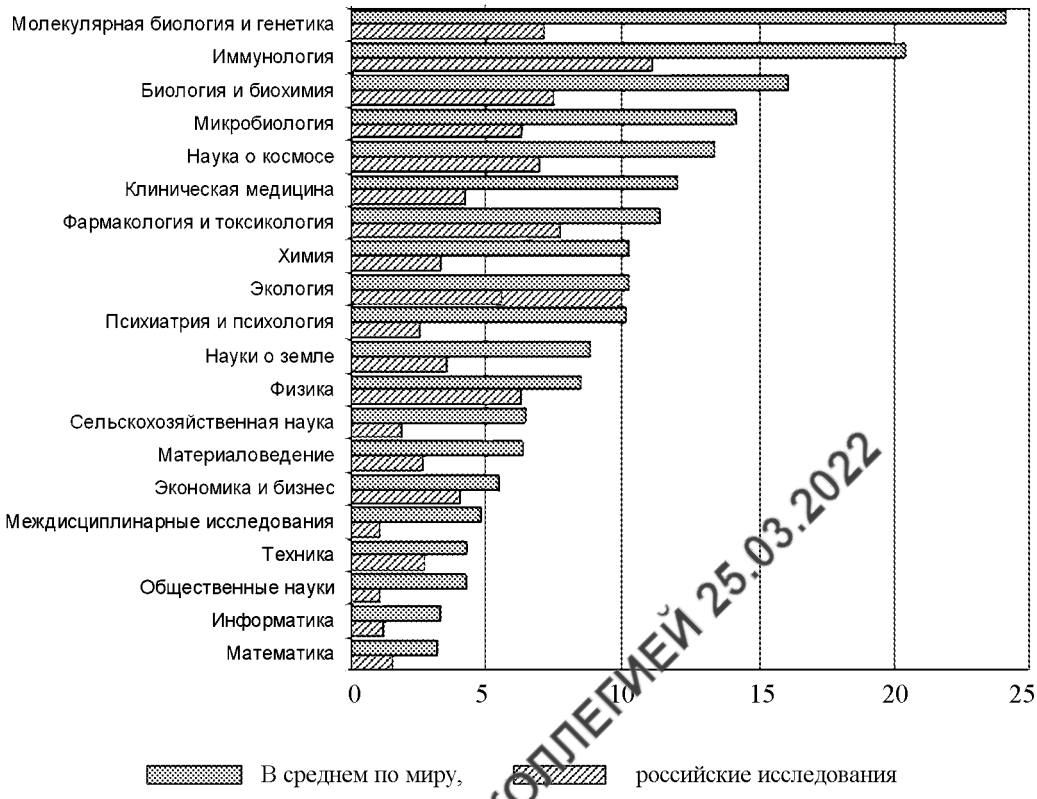


Рис. 1. Средняя цитируемость статей по областям науки. Обращает на себя внимание очень большая разница в цитируемости статей в разных областях. Обратим внимание на иммунологию, дела в которой обстоят у нас существенно лучше, чем в других областях

СТАТЬЯ ОТОЗВАНА РЕДКОЛЛЕГИЕЙ 25.03.2022

следует, что многие идеи, методы, подходы, «пройденные» в одной области исследований, могут оказаться последним словом и волнующей перспективой в другой. Поэтому самим ученым очень нужны *междисциплинарные подходы*, которые позволяют мыслить широко, поверх границ отдельных дисциплин, направлений, школ, традиций, помогают ломать барьеры, мешающие двигаться вперед.

Более того, это хорошо понимается в мире (см. рис. 1). Цитируемость работ, посвященных *междисциплинарным исследованиям*, всего лишь вдвое меньше, чем у статей по химии. Значит, в мире такими исследованиями занимаются масштабно и всерьез.

Ну, а теперь посмотрим на профиль российской науки. Он довольно сильно отличается от мирового. Как ни странно, ближе всего к мировым показателям находятся исследования, относящиеся к экономике и бизнесу. Если бы так же дела обстояли с экономикой и бизнесом в нашем отечестве...

Неплохо на мировом фоне смотрится физика. По большинству направлений науки бесстрастная статистика фиксирует отставание показателей российской науки вдвое-втрое.

По-видимому, XXI век будет веком человека. Развитие возможностей и способностей людей и коллективов станет магистральным направлением. С ним будут

связаны и главные возможности, и основные угрозы. Поэтому очень показателен перечень «аутсайдеров» российской науки – это *общественные науки*, а также – *психология и психиатрия*. Здесь мы отстаем от мировых показателей вчетверо.

И завершают этот список *междисциплинарные подходы*, где отставание оказывается почти пятикратным...

И такое положение дел очень тревожит. В самом деле, до середины XX века магистральным путем развития научного знания был анализ («расчленение», «дробление» в дословном переводе). Организация науки походила на средневековый город – гильдия физиков, лига обществоведов, секта химиков и прочие сообщества были слабо связаны, не слишком хорошо представляли проблемы друг друга и уж, тем более, не опирались друг на друга и не очень поддерживали собратьев из других научных цехов. Да и до сих пор «корпоративные интересы» институтов, отделений, секций Академии обычно выступают как непререкаемые аргументы или священные коровы Российской академии наук. Пироги должен печь пирожник, сапоги тачать сапожник. А если что идет не так, то, как в известном детском стихе Бориса Заходера, надо звать «академика по котам» и «академика по китам».

Привычное, по-своему очаровательное научное средневековье – «только физика соль, остальные все ноль», «что-то физики в почете, что-то лирики в загоне», «...а филолог и химик дуби-и-и-и-на!», «среди наук есть только физика, все остальное – собирание марок»...

Однако уже с середины XX века ситуация начала стремительно меняться. Новые науки, технологии, профессии стали рождаться на стыках существовавших дисциплин или специальностей, подчас довольно далеких – биологическая физика, математическая психология, компьютерная графика, молекулярный дизайн, а также многое, многое другое.

В настоящее время широким фронтом развивается технологическая платформа NBIC (Nano Bio Info Cognito), в которой междисциплинарность заложена изначально. Предполагается, что именно сочетание нанотехнологий и биотехнологий с информационными и когнитивными технологиями даст новое качество. Ученые и инженеры надеются, что целое окажется гораздо больше суммы своих частей.

Но, пожалуй, наиболее остро потребность в междисциплинарности, в специалистах, умеющих видеть лес в целом, а не только отдельные деревья, ветви или листья, ощутили руководители. «У нас есть тысяча специалистов, которые знают, как построить пирамиду, и нет ни одного, который бы сказал, следует ли ее строить», – говорил Джон Кеннеди в нелегкий для Америки час.

Первым междисциплинарным подходом стала «*общая теория управления и связи в человеке, машине и обществе*» или *кибернетика*. Именно так ее определял основоположник этого подхода, американский математик Норберт Винер. Он вместе с коллегами обратил внимание на поразительную аналогию между системами наведения зенитных ракет, некоторыми заболеваниями нервной системы и экономическими механизмами, определяющими периодические кризисы в капиталистической экономике. Появившиеся в то время компьютеры дали кибернетике крылья. Ее термины – «обратная связь», «черный ящик», «большая система», «цена игры», «контур управления» – стали общеупотребительными.

СТАТЬЯ ОТОЗВАНА РЕДКОЛЛЕГИЕЙ 25.03.2022

Идеи кибернетики вдохновляли инженеров, футурологов, ученых, давали ощущение огромных возможностей человечества. Польский фантаст Станислав Лем в книге «Сумма технологии», опираясь на идеи кибернетики, рассуждал о *предельных возможностях* человечества, о том, сможем ли мы гасить звезды и преобразить себя для жизни в космосе. Биохимик, писатель и популяризатор науки Айзек Азимов писал о сказках роботов и об этических основах, на которых должно быть основано наше с ними совместное существование.

Но... прекрасное зеркало кибернетики, отражающее реальность и перспективы, через 20 лет после работ Винера разбилось на отдельные науки, направления, научные школы. Из кибернетики «вышли» системное программирование и робототехника, имитационное моделирование и системный анализ, теория информации и математическая лингвистика, распознавание образов и искусственный интеллект, дискретная математика, теория алгоритмических языков и многое другое. Но целостность была утрачена...

Наверно, отчасти это связано с запросами техники, которые привели к неравномерному и негармоничному развитию целого. Может быть, как это иногда бывает, в нужное время в нужном месте не оказалось талантов, энтузиастов и стратегов, видящих перспективу и увлекающих коллег, учеников, последователей...

Может быть, виноваты отцы-основатели, рисовавшие слишком радужные перспективы и далеко отрывавшиеся от конкретных концептуальных и математических моделей, что позволяло «растворять» подход в общих, не имеющих отношения к предмету рассуждениях. Один из создателей кибернетики – Росс Эшби – заявлял, что этот подход представляет собой «состояние ума». Подобные взгляды позволили распахнуть двери для не слишком сведущих людей, которые начали говорить от лица «кибернетиков».

Но дело, может быть, и в самой сути. Вспомним про «черный ящик». Это очень удачный образ управляемой системы. В ответ на заданные управляющие воздействия он должен давать вполне четкие и определенные реакции. При этом не так важно, как устроена такая система, что находится внутри «черного ящика». Для задач управления многими технологическими системами такой взаимосвязи «стимул–реакция» может быть вполне достаточно.

Но если чуть-чуть отойти в сторону, то увидим иное. Представим себе социологический опрос, в ходе которого мы задаем *одни и те же вопросы одним и тем же людям*. Социологи знают, что ответы будут различными и они будут зависеть от множества привходящих факторов, например от времени между подобными опросами. Здесь «черный ящик» придется «открывать» и более глубоко и конкретно разбираться в природе изучаемой системы.

Следующая «междисциплинарная эпоха» началась в 1970-х годах и оказалась связана с именами немецкого физика-теоретика Германа Хакена и лауреата Нобелевской премии по химии 1977 года бельгийского ученого Ильи Романовича Пригожина.

Первый обратил внимание на удивительную аналогию простейших математических моделей, описывающих различные нелинейные системы. Например, уравнения для динамики лазера совпали с теми, которые моделируют конвекцию в подогреваемом снизу слое жидкости (такие процессы являются одними из ключевых факторов, влияющих на погоду). За множеством подобных аналогий Герман Хакен

СТАТЬЯ ОТОЗВАНА РЕДКОЛЛЕГИЕЙ 25.03.2022

увидел контуры внутреннего единства, основу для создания нового междисциплинарного подхода. Этот подход он назвал *теорией самоорганизации* или *синергетикой* (от греческих слов, обозначающих совместное действие). Герман Хакен вложил в этот термин два смысла. Во-первых, это подход, показывающий, как у системы (целого) возникают новые свойства, характеристики, стратегии, которыми не обладают ее элементы (части). Во-вторых, это междисциплинарный подход, развитие которого требует совместных усилий ученых-естественников, гуманитариев, математиков, а сейчас можно добавить, инженеров, управленцев, системных аналитиков.

Оглядываясь назад, понимаешь, каким нелегким было становление синергетики в научном сообществе, разделенном на узкие цеховые рамки, и при наличии системы образования, ориентированной на конкретные знания, умения, навыки, а не на общее видение, постановку проблем и перенос идей и методов из одной области в другую.

И тут большую роль играет личность родоначальника научного направления, его энергия, оптимизм, умение привлекать коллег, способность увидеть перспективу. И этими важными качествами Герман Хакен обладает в полной мере. Его блестящей находкой стал выпуск большой серии книг – лекций по синергетике, которые издавались в издательстве «Шпрингер». За несколько десятилетий в этой замечательной серии было издано около сотни томов.

Серия сыграла огромную роль в становлении и развитии синергетики. Научная статья «живет» несколько лет, время жизни большинства книг (не считая учебников и того, чему суждено стать «классикой») 5–7 лет, серия живет в «долгом времени», измеряемом многими десятилетиями, создавая свой круг авторов, читателей, идей, надежд... «Бог на стороне больших батальонов», – говорил Наполеон. Вероятно, и к информационному пространству это относится не в меньшей мере, чем к военному искусству.

В междисциплинарных областях такое дело, как издание серии, особенно важно. Активно работающие исследователи, выступающие как авторы, осмысливают новый круг идей, привносят свое видение и начинают прокладывать путь в междисциплинарном поле. Для студентов, аспирантов, молодых сотрудников, всех интересующихся «драмой идей», открывается целый мир, в котором можно найти или уютный уголок для собственных научных занятий, или вершину, с которой видны новые горизонты.

Большую роль сыграла энциклопедическая эрудиция Германа Хакена, его энтузиазм, интерес к науке, юмор и легкий характер, а также прекрасное знание русского языка.

– Почему Вы назвали новую дисциплину «синергетикой»?

– Мне показалось, что эксперты фондов могут поддержать междисциплинарные идеи, но нужны новые слова и новое название. Под латинские названия больших денег не дадут, поэтому я остановился на греческом варианте.

Или:

– Как Вам удалось так успешно овладеть русским языком?

– Мой дед в Первую мировую войну воевал на Восточном фронте, попал в плен и выучил там русский язык. Мой отец во Вторую мировую воевал на Восточном фронте, попал в плен и там выучил русский язык. Имея в виду, что история повторяется, мама посоветовала мне выучить русский язык заранее. И я последовал этому совету.

СТАТЬЯ ОТОЗВАНА РЕДКОЛЛЕГИЕЙ 25.03.2022

Такие диалоги входят в легенды и обрастают подробностями, придавая тепло и внося ощущение игры в огромный мир, каковым является наука.

Большое влияние на развитие синергетики оказал выдающийся исследователь, специалист по термодинамике и статической физике, философ и блестящий лектор И.Р. Пригожин. С ним связан масштаб тех вопросов, которые сегодня задает себе синергетика.

Один из выдающихся физиков сравнил закон сохранения энергии со скромным бухгалтером, скрупулезно сводящим доход и расходы, а второе начало термодинамики – со всесильным директором, определяющим, куда идут процессы. И направление это – к росту энтропии, к хаосу, к тепловой смерти. Но как же этот безрадостный финал согласуется с химической, геологической, биологической и социальной эволюцией?

В учении Дарвина, обобщающем огромный биологический материал, утверждается, что эволюция ведет нас ко все более совершенным, развитым, приспособленным к окружающей среде видам и формам живого. Острое противоречие между двумя основополагающими теориями налицо.

Другой «вечный вопрос» связан с природой времени. В свое время один из классиков философии – Блаженный Августин – как-то заметил, что если его не спрашивают, что такое время, то он прекрасно это знает, но если спрашивают, то не знает, что ответить (как это похоже на ощущение многих современных студентов!).

Развитие естествознания сделало этот вопрос еще более острым. В самом деле, во втором законе Ньютона переменную t, соответствующую времени, можно заменить на $-t$. Уравнение от этого не изменится. Это означает, что киноленту, фиксирующую нашу реальность, в соответствии с классической механикой, можно пустить как в прямом, так и в обратном направлении. Пуля может влететь в ствол ружья. В стакан с водой, который при «прямом просмотре» упал со стола и разбился, вода при «обратном просмотре» будет удивительным образом собираться, а сам сосуд «впрыгнет на стол». Однако в жизни этого почему-то не происходит. Почему?

На этот важнейший вопрос физики давали и дают разные ответы, которые не очень устраивают их самих. На макроскопическом уровне, как показали работы Брюссельской научной школы, которую в течение многих лет возглавлял И.Р. Пригожин, в нелинейных, далеких от равновесия системах рассеяние энергии (связанное с вязкостью, теплопроводностью, диффузией, электрическим сопротивлением) выступает в качестве «архитектора» возникающей упорядоченности. И.Р. Пригожин предположил, что схожим образом дело обстоит и на микроуровне, что рассеяние энергии (диссипация) должно входить в фундаментальные уравнения, описывающие нашу реальность.

Сама постановка подобных вопросов придает совсем другой масштаб и звучание идеям междисциплинарности. В самом деле, если не привлекать для объяснения того, что установили ученые, высшие силы, то нам самим надо многое понять и представить. Как «возникла» Вселенная (и существует ли она в единственном экземпляре или есть целый набор «миров»)? Почему вещества в ней оказалось гораздо больше, чем антивещества, несмотря на всю симметрию соответствующих уравнений? Как и при каких условиях возникает жизнь? Что такое «сознание» и можно ли наделить чем-то подобным искусственные, кремниевые создания?

Ответы на эти и многие другие волнующие вопросы вновь и вновь требуют широкого взгляда и междисциплинарности.

СТАТЬЯ ОТОЗВАНА РЕДКОЛЛЕГИЕЙ 25.03.2022

Российский контекст междисциплинарности

Своеначальный, жадный ум, –
Как пламень русский ум опасен:
Так он неудержим, так ясен,
Так весел он – и так угрюм.

Вячеслав Иванов

Мы – молодой народ, сильный, у нас величайшие таланты. Но кому дано много, с того во многом и взыщется. Не затучнеем и не задремлем! И всему миру покажем пути иные!

Иван Шмелев

Что толку охать и тужить –
Россию нужно заслужить!

Игорь Северянин

СТАТЬЯ ОТОЗВАНА РЕДКОЛЛЕГИЕЙ 25.03.2022

Идеи теории самоорганизации, синергетики оказались очень важны и востребованны в российском обществе.

Во-первых, дело в традиции. Перед российским ученым или государственным деятелем, решившим опираться на знание, на технологии, заниматься модернизацией, говоря современным языком, сразу встает множество проблем. Вспомним пушкинскую характеристику Петра I – «то академик, то герой, то мореплаватель, то плотник». Но главная черта – огромное, неукротимое желание сделать Дело, возвеличить Россию, используя для этого все возможные средства.

Недавно на родине Русского Флота, в городе Воронеже, в очередной раз поразился петровскому размаху. Советники объяснили Петру, что головы ему не сносить, если начнет дело великое и державе надобное делать в Москве. В беспощадной борьбе родов и кланов для этого не было места. И морской флот был создан, вероятно, впервые в мировой истории... за 1200 километров от моря на не слишком глубоком Дону. В считанные месяцы население города увеличилось всемеро, было отстроено 17 верфей, на которых возвели 36 кораблей. Петр лично экзаменовал 75 недорослей, посланных учиться навигационному делу и другим морским наукам в Европу. Удовлетворительными признал знания четверых, а остальные были направлены проходить дальнейшую практику на русских кораблях. Масштаб сделанного и достигнутые результаты даже сейчас трудно представить. Но ничего... Вроде получилось.

Или Ломоносов, 300-летие которого недавно отмечали. Химия, метеорология, физика, история, геология, филология и вдобавок стихосложение, создание мозаичных панно и руководство стекольным заводом, – круг его дел, интересов, свершений был огромен. И вновь пушкинское: «Ломоносов был великий человек. Он создал университет. Он, лучше сказать, сам был первым нашим университетом».

В узких цеховых рамках было тесно Дмитрию Ивановичу Менделееву – инженеру, метрологу, демографу, экономисту, пионеру нефтедобычи и нефтепереработки, воздухоплавателю, педагогу и организатору, глубокому мыслителю, знаменитому чемоданных и переплетных дел мастеру и, конечно, великому химику. В его последних статьях, написанных в начале XX века, виден глубокий, обобщающий, оригинальный взгляд на мир, уверенность в великом будущем России...

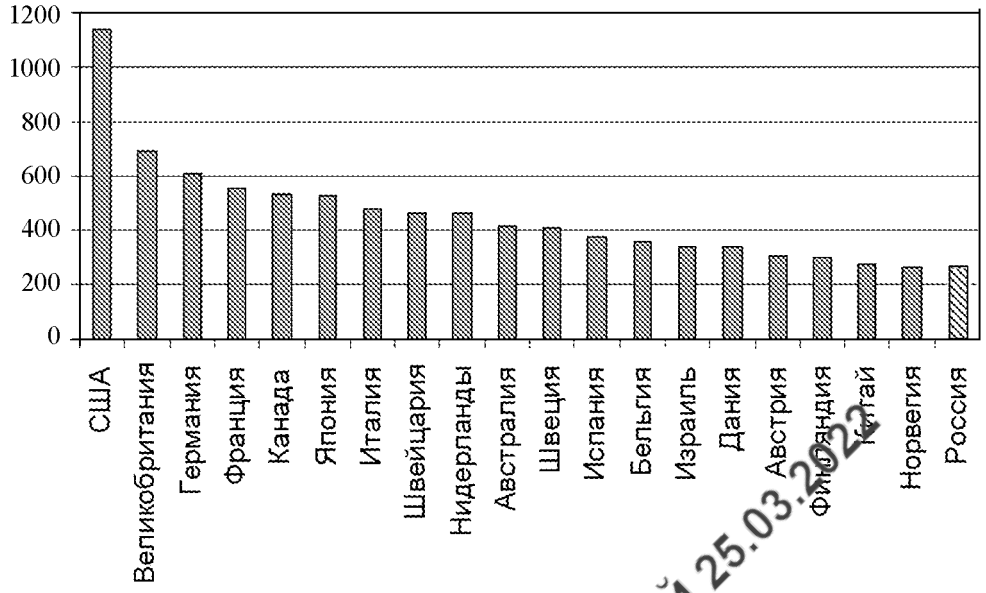


Рис. 2. Индекс Хирша для различных стран. Обратим внимание, что несмотря на достаточно большое количество исследователей и высокий уровень работ во многих областях, наша страна находится на 20-м месте

СТАТЬЯ ОТОЗВАНА РЕДКОЛЛЕГИЕЙ 25.03.2022

Можно только удивиться прозорливости геолога, химика, биолога, создателя учения о ноосфере и биогеохимии Владимира Ивановича Вернадского, предсказавшего огромное будущее и опасность ядерной энергии задолго до того, как в этой области были сделаны основополагающие открытия.

И этот список выдающихся ученых, воплощавших междисциплинарность в своем взгляде на мир и в своей деятельности, можно продолжать и продолжать.

Во-вторых, форсированное развитие междисциплинарных подходов, технологий, проектов как воздух необходимо новой России.

И вновь можно обратиться к количественным данным и междисциплинарным сравнениям (рис. 2). Со школьных времен мы привыкли сравнивать научные сверхдержавы СССР и США. Ныне место России значительно скромнее – мы отстаем по числу статей и ссылок на них примерно в 10 раз. По этому показателю нас также опережают Китай, Великобритания, Япония, Германия, Франция, Канада, Италия, Испания, Австралия.

Этот показатель коррелирует с объемом валового внутреннего продукта. У СССР он составлял более 60 % американского, у новой России – менее 6 %... И это сказывается на всем, в том числе и на науке, и на самооценке, и на мировоззрении. «*Был целый мир провинцией России. Теперь она провинция его*».

Ну, а теперь отвлечемся от валовых показателей и обратимся к тем, которые характеризуют организацию науки и ее вклад в экономику. В настоящее время в связи с указаниями ретивых «эффективных менеджеров», которые сейчас заправляют наукой и образованием, и отдельным исследователям и научным организациям велено считать индекс Хирша (H-индекс). Этот индекс равен h, если у человека (страны) есть h статей с цитируемостью выше h. Например, если $h = 10$, то у человека (страны) есть 10 статей, каждая из которых цитировалась больше 10 раз.

Не будем преувеличивать значение этого (как и любого другого) показателя – он отражает лишь один срез такого большого и сложного явления как наука. Что же он отражает?

Конечно, прежде всего – продуктивность и эффективность исследователя. Можно написать множество текстов, повторяющих давно известное (компьютеры, сканеры, ксероксы, а также обилие журналов и конференций к этому располагают...), которые никого не заинтересуют. Или, напротив, можно сделать блестящую работу, настолько опередившую свое время, что она просто не будет понята современниками (такое в науке тоже случалось). Однако, если исследователь написал много статей, заинтересовавших коллег, на которые они опираются и которые цитируют, то его индекс Хирша велик.

Но у этого индекса есть и вторая сторона. Это организация и стиль научной деятельности. Например, блестящая статья оказалась в малоизвестном или «непрофильном» журнале, и ее просто не заметили. К примеру, работа Эдварда Лоренца, в которой было рассказано о динамическом хаосе – одном из главных открытий XX века – была опубликована в солидном, международном *метеорологическом* журнале в 1963 году. И, как оказалось, *никто* до 1971 года не удосужился всерьез прочесть эту работу. Лишь в 1971 году, подбирая библиографию для литературного обзора, один усердный аспирант наткнулся на нее, прочитал, понял, был поражен открывшейся ему картиной и начал рассказывать об этом своим коллегам. И вновь междисциплинарность!

Аспирант не был специалистом по метеорологии, он пришел из другой области, но увидел в случайно попавшейся работе ответы на свои вопросы. Иными словами, индекс Хирша говорит и о том, насколько хорошо в стране организована наука, насколько люди знают, уважают и ценят своих классиков и научные школы, как масштабно и эффективно доводят результаты выполненных работ до научного сообщества и общества в целом.

И здесь нам нечем похвастаться – Россия по этому показателю оказывается на 20 месте в мире, позади таких небольших (по населению и научному бюджету) стран как Австрия, Бельгия, Дания, Израиль, Финляндия и Норвегия (см. рис. 2). Нет пророков в своем отечестве! Гораздо в большей мере, чем в других странах. Да и в мире нас не очень знают – по среднему числу цитирований на статью среди ведущих научных держав мы находимся на почетном двадцатом месте.

Но, может быть, это не так и важно? Мы-то себя знаем и собой гордимся! Поэтому другие нам не указ, и со всякой междисциплинарщиной мы и возиться не будем. Почему бы и нет?

Конечно, можно и так (как сейчас и делается). Просто платим мы за это очень дорого и будем платить еще дороже.

Мы живем в *технологической цивилизации*, в стремительно меняющейся реальности. Например, в двадцатом веке в России ожидаемое увеличение средней продолжительности жизни превышено примерно вдвое. Урожайность зерновых за столетие выросла втрое, что потребовало увеличения энергоемкости почти в 100 раз. Образно говоря, мы едим, в основном, нефть. Человечество *каждый год* потребляет такое количество углеводородов, на создание которого Природе требовалось *около миллиона лет*. Если бы весь мир захотел жить по стандартам Калифорнии (этот стандарт потребления превышает показатели слаборазвитых стран более чем в 100 раз!), то одних полезных ископаемых миру хватило бы на 2.5 года, а других на 4... Согласитесь, что это не очень много.

СТАТЬЯ ОТОЗВАНА РЕДКОЛЛЕГИЕЙ 25.03.2022

Поэтому главная надежда человечества и России возлагается на научные открытия, изобретения и нововведения (которые сейчас часто на иностранный манер именуют *инновация*), на то, что удастся найти новые ресурсы и источники развития. И эти источники и ресурсы должны быть найдены *очень быстро – в течение ближайших 10–15 лет*. Эта грандиозная задача сейчас очень остро стоит перед наукой и человечеством. Она не имеет аналогов в прошлом. И задача эта междисциплинарна. Каждая страна ищет ее решение и свой путь в будущее.

И тут самое время поговорить о России. О нашей *национальной инновационной системе*. Это организационная система, которая должна создать условия для поиска научных идей, организации экспертизы, создания новых товаров, услуг и возможностей, вывода всего этого на рынок, привлечения ресурсов, необходимых для этой деятельности, подготовки и переподготовки людей, которые желают и умеют этим заниматься на современном уровне. Только и всего. Начать и кончить.

Суть дела можно представить с помощью простой аналогии с автомобилем. Чтобы машина могла ехать, она должна иметь стекла – водителю надо видеть, куда ехать. Ей не обойтись без руля, особенно, если на дороге есть повороты. Наконец, нужен двигатель – сердце машины. И, конечно, автомобиль должен иметь колеса. Без этого он не поедет, сколько бы мы ни занимались полировкой капота или подогревом сидений.

Стеклам соответствуют мозговые центры, управляющие и координирующие научную и образовательную деятельность и направляющие промышленную политику (производить новое вам должно быть интереснее, чем гнать старое, даже если вы монополист на рынке). Им следует анализировать мировые тенденции, осмысливать состояние страны, ее перспективы и сценарии развития и, исходя из этого, выбирать инновационные и технологические приоритеты. Всего этого у нас в новой России пока нет. «Приоритеты» и «критические технологии» меняют как перчатки – ежегодно. И того, и другого так много, что сразу становится понятно – кадрами, ресурсами, финансами по-настоящему ничего не обеспечено. Нужны прогноз, целеполагание и планирование. Заметим, что все эти задачи междисциплинарны – нельзя продвигать одну, дорогую сердцу отрасль, не обращая внимания на риски, возможности, системное взаимодействие, на все остальное.

Руль – это то, что позволяет, исходя из наших идей о маршруте, дороге и конечном пункте, управлять всей необходимой для движения механикой. Руля тоже нет. Весной 2011 года я с удивлением узнал, знакомясь с планами и результатами деятельности Комитета по науке и наукоемким технологиям Государственной Думы, что до этой весны слово «инновации» *вообще не фигурировало в российских законах*. И одно из главных достижений Комитета состоит в том, что в новый вариант «Закона о науке» два абзаца, разъясняющие этот термин, удалось включить.

Это тем более странно и досадно, поскольку политическое решение было принято 10 лет назад. В декабре 2001 года, в бытность президентом РФ, В.В. Путин обозначил перевод хозяйства страны от «экономики трубы» к инновационному пути развития как важнейший приоритет. Однако все 10 лет изобретателям, предпринимателям, работающим в инновационном секторе, ученым, говорившим о возрождении прикладной науки и просившим для этого ресурсы, налоговые льготы, организационные решения, говорили, что их просто нет. Экономика не понимает общих слов. А у наших депутатов, чиновников, вице-премьеров, видно, руки не дошли до этих проблем и исполнения решения президента.

СТАТЬЯ ОТОЗВАНА РЕДКОЛЛЕГИЕЙ 25.03.2022

И вновь мы имеем дело с *синергетическим эффектом*. Мало иметь научные школы и идеи мирового уровня, талантливых изобретателей, предпринимателей, желающих вложиться в сектор высоких технологий, и деньги, наконец. *Нужно собрать все это воедино и дать всему этому возможность работать*. Поэтому организационные инновации, повышающие эффективность деятельности государственной машины в сфере высоких технологий, во всем мире рассматриваются как важнейшие. У нас пока иначе. И счастливые исключения, в многом обязанные «ручному управлению» отдельных чиновников у вершины властной пирамиды, лишь подтверждает общее правило.

Двигатель инновационного сектора – это та самая прикладная наука, которая порождает поток технических идей, проектов, патентов, действующих образцов. В нашем отечестве ее значительная часть была уничтожена в лихие 1990-е. Мировой опыт показывает, что прикладная наука, а с ней и малый и средний бизнес, ориентированный на инновационную деятельность, «стоит» примерно в 10 раз больше, чем вся фундаментальная наука и образование вместе взятые. Но игра стоит свеч – именно в этом секторе, как показывает практика, и рождается 73 % изобретений. Поэтому без двигателя не обойтись.

И вновь синергетика! Сейчас широко обсуждают жизненный путь выдающегося предпринимателя, изобретателя персонального компьютера Стива Джобса.

Возглавляя фирму Apple, он выпустил на рынок iPad и тем самым открыл новую эпоху – эпоху компьютеров-наладонников. Как правило, большинство биографов подчеркивает выдающиеся личные способности этого человека. Но это только одна сторона медали. Другая сторона – уникальная инновационная, технологическая, образовательная, предпринимательская среда, сформировавшаяся в Кремниевой долине – цитадели информационно-телекоммуникационного комплекса Америки. Один из выводов синергетики состоит в том, что именно среда определяет все типы структур, которые могут возникнуть в такой системе.

Вспомним биографию Стива Джобса – в 1972 году он заканчивает школу и поступает в Рид-Колледж (Портленд, штат Орегон). И бросает его, проучившись всего один семестр. В 1976 году он начинает работать в компании Atari, которая занимается разработкой видеоигр, и тогда же начинает посещать компьютерный клуб «Homebrew» – место встречи электронщиков-любителей.

В фирме Atari идея, пришедшая ему и его другу Стивену Возняку, «повесить» на один аппарат две игры, отвергается как явная нелепость. Ведь при этом и продажи упадут вдвое!

Но он представляет, что заинтересует друзей из компьютерного клуба, и решает «склепать» игрушку, реализовав на ней простейший язык программирования «Бейсик». Он знает, что они точно такое купят... Как видим, инновационная среда определила сферу интересов, свела его с ему подобными, позволила дешево заказать микросхемы для прибора, помогла найти деньги, которые и позволили фирме Apple взлететь.

С одной стороны, эта среда жестока – из 1000 проектов в Кремниевой долине венчурные фонды поддерживают в среднем только 7 (но для этого должна быть эта 1000 и квалифицированная научная технологическая, маркетинговая и иная экспертиза, которая позволяет оценить и достаточно точно отобрать эти 7...). Ну, а теперь слово самому Джобсу: «У меня всегда ушки на макушке в ожидании, что вот-вот

СТАТЬЯ ОТОЗВАНА РЕДКОЛЛЕГИЕЙ 25.03.2022

откроется какая-то новая грандиозная перспектива. Однако современный мир так устроен, что для реализации масштабных перспектив необходимы столь же необычные ресурсы – и в денежном выражении и в человеческом (талантливые инженеры)»[1].

Предприниматель должен знать, что предлагают ученые и как это можно использовать. Руководители – представлять научно-технический потенциал страны, развивать его и направлять его. Здесь огромное поле для междисциплинарного взаимодействия!

И, наконец, колеса. Наши чиновники выучили и уже без запинки произносят слова «малый и средний бизнес». Но для развития инновационного сектора экономики *нужен крупный бизнес* – игроки мирового уровня, готовые вложить в 100 раз больше средств, чем в образование и фундаментальные исследования, чтобы создать эффективные, надежные, дешевые технологии производства нового и вывести его на мировой рынок... Представьте себе, что у вас появилась прекрасная технология мирового уровня в сфере биотехнологий. Но чтобы вашу сказку сделать былью, нужен транснациональный гигант, к примеру Procter & Gamble. В России же подобных компаний за 20 лет как-то не возникло. Не сложился пока капитализм в России... И крупных высокотехнологичных компаний транснационального масштаба не получилось, и к «национальному капиталу» есть много вопросов... Но, допустим, ваша разработка попадает на Запад, в тот же Procter & Gamble, в Microsoft, Intel или Boeing. Может быть, с вами щедро расплатятся, а то и предложат теплое место в метрополии. Вас, всех нас и Россию это устроит?

Поэтому и нет у нас пока этого автомобиля – *национальной инновационной системы*. И деньги тратятся, и фонды есть, и «Сколково» строят, и министр бодрые речи произносит, а автомобиль не едет...

Если в том есть сомнения, то вновь можно обратиться к цифрам. Место страны в мировом инновационном пространстве определяется, в частности, числом ежегодно получаемых ею международных патентов. Например, в 2009 году в мире было получено более 150 тысяч патентов, из которых более 40 тысяч приходится на долю США. Наша страна оказалась на 23 месте, получив 549 патентов. Интересно, что это место удивительно коррелирует с 20 местом нашей страны по индексу Хирша. Очевидно, оба они относятся к организации – ведь ярких, талантливых, увлеченных людей у нас хватает.

Нас всех огорчает, что, располагая 30 % всех минеральных ресурсов мира, Российская Федерация дает вклад в валовой глобальный продукт, не превышающий 2.9 %... Однако на инновационной карте мира наша страна в 10 раз меньше – 0.3 %... Начать и кончить.

Однако, если страна будет вставать с колен, то и национальная инновационная система, и высокотехнологичный сектор экономики будут отстроены. Обязательно будут! И междисциплинарные подходы будут хорошим инструментом, а то и основой для всего этого.

В-третьих... Говоря на рыночном «новоязе», у нас есть серьезные конкурентные преимущества, чтобы энергично и на высоком уровне создавать, развивать и использовать междисциплинарные идеи.

---

[1] Стив Джобс: от первого лица / Сост. Дж. Гоим / М: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2012. С. 5.

СТАТЬЯ ОТОЗВАНА РЕДКОЛЛЕГИЕЙ 25.03.2022

В самом деле, синергетика сегодня представляется *междисциплинарным подходом, лежащим на пересечении сферы предметного знания, математического моделирования и философской рефлексии*.

Синергетика говорит сегодня на языке математических моделей. И этот язык все активнее и успешнее осваивается известными, активными учеными-гуманитариями. Наглядные примеры – книжные серии, выпускаемые издательством URSS – «Синергетика в гуманитарных науках», «История и компьютер». Уже много лет выходит журнал «Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика», выпускаемый в Саратове, журнал «Стратегическая стабильность», издаваемый одной из секций Академии военных наук, альманах «Экономическая синергетика», выходящий в Набережных Челнах, и этот список можно продолжать. И многие авторы этих изданий обсуждают проблемы, которые традиционно считались «чисто гуманитарными» или «философскими», самым активным образом опираясь на идеи и модели синергетики.

Преимуществом является весьма высокий уровень математического образования. В самом деле, до войны в Москве работало более 400 школьных математических кружков. От них остались задачники, традиции, учителя, легендарные спецшколы; некоторые существуют и поныне. И многие представители старшего поколения и не забывали те азы школьной и институтской математики, которые порой мучительно вспоминают наши сегодняшние школьники и студенты на контрольных, зачетах и экзаменах. Есть на кого и на что опираться.

И, конечно, есть куда идти. Анализ статистики доменных зон, относящихся к странам-лидерам научного и технологического развития показывает очень интересную тенденцию. В числе наиболее часто употребляемых ключевых слов, касающихся рационального знания, среди лидеров (по крайней мере, в первой десятке) фигурируют запросы «математика», «популярная математика» и многое другое, связанное с этим миром, а также «Луна» и «космос». Это находится в разительном противоречии с тем, о чем спрашивают российские пользователи – «готовые домашние задания», «решения ЕГЭ», «тесты» и т.д., а также с тем, что проходит по разряду халявы, халтуры и связано с императивом «казаться», а не «быть». Для конкретности приведем статистику системы Google по запросу «наука». Самые популярные запросы в мире: математика, Луна, клетка, Википедия, ДНК, химия, математические игры, физика, большой взрыв, химия (в испанском варианте). В США: математика, Луна, наука, математические игры, занимательная математика, калькулятор, занимательные математические игры, химия, периодическая таблица элементов. Как видим, большой акцент на математике и разных сферах естествознания. В Российской Федерации: ЕГЭ (единый государственный экзамен), ГДЗ (готовые домашние задания), решебник, результаты ЕГЭ, Википедия, ЕГЭ по русскому, ЕГЭ-2011, алгебра, ГДЗ по математике. А у наших у ворот все идет наоборот[2]. Но если пока есть корни и ствол, то, наверно и ветви с листьями, и молодые побеги можно вырастить.

Еще одно преимущество связано с традиционным уважением и интересом к знанию, к осмыслению мировоззренческих проблем, к теоретическим, философским идеям. Именно такое отношение настойчиво прививалось и «насаждалось» в течение 70 лет: «Здравствуй, страна героев, страна мечтателей, страна ученых!». Огромные тиражи научно-популярных журналов: «Наука и жизнь» – 3 млн. экземпляров, «Зна-

[2]Наука через призму Google. В мире ищут Луну и математику, а в России – ЕГЭ и решебники // Русский репортер. 2011, № 34, с. 62–63.

СТАТЬЯ ОТОЗВАНА РЕДКОЛЛЕГИЕЙ 25.03.2022

ние – сила» – 800 тыс., «Химия и жизнь» – 400 тысяч. Людей это занимало, им было интересно. А громадный блок «занимательной науки» – занимательная физика, алгебра, геометрия, астрономия выдающегося популяризатора Я.И. Перельмана, занимательная геология академика В.А. Обручева и прочая, прочая, прочая...

Недавно начала издаваться серия (вновь серия) – «Шедевры научно-популярной литературы. Науку – всем!». Переизданы многие книги, написанные и переведенные в советские времена. Даже бегло просмотрев или перечитав их, в очередной раз убеждаешься широте того удивительного поля возможностей, которое открывает перед нами наука.

И одна из главных задач нынешнего поколения ученых, преподавателей, профессоров – пронести огонь науки через сумрак нынешнего российского безвременья и передать его следующему поколению. И, конечно, греет душу мысль, что найдутся молодые, пытливые умы, которые захотят это прочитать, сумеют понять, примут эстафету и пойдут дальше.

За 20 лет новой России тиражи научно-популярных журналов упали примерно в сотни раз, книг – в десятки. Здесь есть над чем поработать. Форсированное развитие междисциплинарных подходов нужно нашей стране как воздух! Это развитие помогает создать поток идей, проектов, изобретений, организовать эффективную экспертизу, избежать стратегических ошибок.

СТАТЬЯ ОТОЗВАНА РЕДКОЛЛЕГИЕЙ 25.03.2022

По направлению к горизонту

> Когда целое вполне обнаруживает себя, оно указывает на все остальное, и в этом понимании лежит величайшее дерзновение и величайшее смирение.
>
> *И.В. Гете*

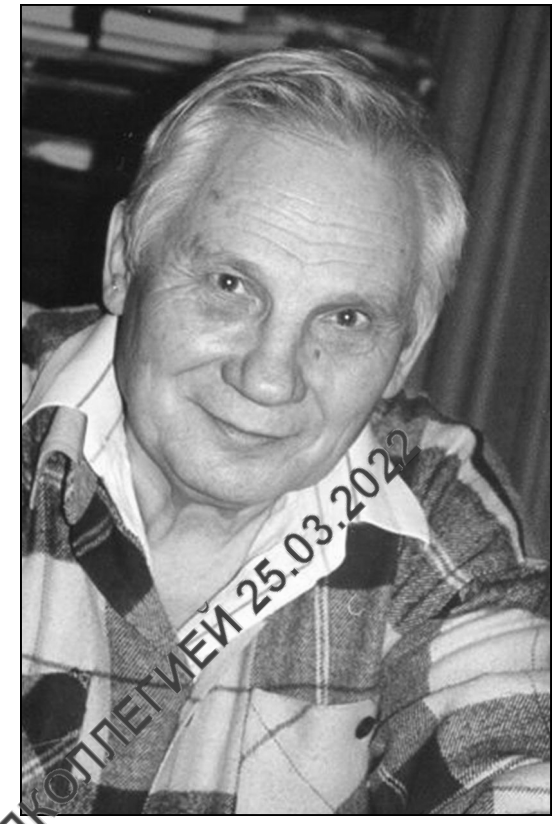
> И будущее, и настоящее, и прошлое живут в сегодняшнем дне. Просто надо увидеть будущее и поддержать его.
>
> *С.П. Курдюмов*

Роль личности в истории научных идей, технологий, в прокладывании путей в будущее – огромна. Здесь один может изменить очень многое. Конечно, если коллеги и общество его поддержат.

Междисциплинарным исследованиям в России во многом повезло. Одна из удач – это то, что одним из их основоположников в России стал член-корреспондент РАН Сергей Павлович Курдюмов. Выдающийся специалист в прикладной математике, синергетике, философии науки. Третий директор Института прикладной математики им М.В. Келдыша РАН. Замечательный человек, умевший заражать друзей, коллег, всех, кто с ним общался, энергией и оптимизмом.

Исследователь, который ценил не степени, звания, материальные блага и не свое место в науке, а саму науку в себе и других. Именно это позволяло ему радоваться и удивляться успехам коллег и учеников больше, чем своим. Учеников у него всегда было много, и одним из них посчастливилось быть мне.

Очень часто говорят, что наука интернациональна, что она не знает границ. И как большинство общих утверждений, это верно лишь отчасти. Во всяком случае, оно относится к очень небольшой части научного пространства. Законы Ньютона, уравнения Максвелла или Шредингера, которые есть в учебниках студентов разных стран – скорее, счастливое исключение, чем общее правило. В самом деле, со времен Галилея эксперимент, наблюдение, анализ данных прочно вошли в науку как полноправный способ постижения реальности. Однако разные лаборатории, компании, институты имеют *разное оборудование*. И некоторые установки *уникальны*. Видимо, и второй сверхпроводящий коллайдер не построят, и полномасштабный демонстрационный токамак останется в одном экземпляре. Да, на этих объектах сейчас работают международные команды. Но во многих других фирмах и институтах люди очень часто отнюдь не спешат поделиться полученным знанием. «Знание – сила», – говорил Френсис Бэкон. А мы можем добавить, что это и сверхприбыли, и военная мощь, и возможность определять направления развития.



Сергей Павлович Курдюмов (1928–2004)
Один из основоположников синергетики в России

СТАТЬЯ ОТОЗВАНА РЕДКОЛЛЕГИЕЙ 25.03.2022

У разных стран разная экономика и, соответственно, различные научные приоритеты. Создатель Института прикладной математики, его первый директор, трижды Герой Социалистического труда, «главный теоретик космонавтики», как его часто называли, Мстислав Всеволодович Келдыш считал, что будущее советской науки – дальний космос, что огромная космическая отрасль, создающая уникальные технологии и готовая ими поделиться с другими, – один из локомотивов экономики. Полувековой опыт СССР, запускавшего космические аппараты к Марсу и Венере, американские достижения последних десятилетий подтверждают правоту и точность этого взгляда. Состояние космической отрасли – отличный индикатор экономического положения страны и ее амбиций. Большинству государств мира такие проекты просто не под силу, потому и интереса к таким научным изысканиям они проявляют меньше.

Эксперты американского космического агентства NASA, анализируя результаты космической деятельности многих государств, увидели любопытную закономерность. Число ученых в стране, связанных с космосом, прямо пропорционально валовому внутреннему продукту (ВВП) страны, а важность результатов их деятельности пропорциональна квадрату ВВП, отнесенному к численности населения. Отсюда понятно, что лучший способ поправить наши дела в космосе и космической науке – поднять экономику и увеличить ВВП. Многие проблемы российской науки сейчас лежат вне ее.

И на образование, и на науку, и на культуру России большое влияние оказала Германия. Помните блоковское – «нам внятно все – и острый галльский смысл, и сумрачный германский гений». Влияние классической немецкой философии – Канта, Гегеля, Фихте – на становление новой русской литературы было очень велико. Одна из черт этого стиля мышления – стремление непосредственно претворять следствия общих теорий, мировоззренческих конструкций в жизнь, опираться на первые принципы.

Это в корне противоречит протестантской традиции, характерной для американской культуры. Например, Джордж Сорос – миллиардер, филантроп, оригинальный мыслитель – вообще ставит под сомнения понятие истины, считая, что «истиной» в общественных делах, науке и в большинстве значимых сфер становится то мнение, которое, в конце концов, начнет разделять большинство.

Может быть, именно поэтому идеи синергетики, развившиеся в Европе и, прежде всего, в Германии, упали на благодатную почву в России. Поэтому и первый визит Германа Хакена в Институт прикладной математики, и другие поездки в Россию, оказали и на нас, и на значительную часть отечественного научного сообщества большое влияние.

Итак, каждая страна «затачивает» развиваемую у себя науку под свои потребности, стратегические ориентиры и видение будущего. Относится это и к междисциплинарным исследованиям.

Если Герман Хакен пришел в синергетику из физики лазеров, Илья Пригожин от химической термодинамики, то Сергея Павловича привели в этот мир задачи горения, взрыва, физики плазмы, идеи вычислительного эксперимента.

Институт прикладной математики, в котором С.П. Курдюмов проработал всю жизнь, был создан в 1953 году для решения стратегических проблем, стоявших перед СССР, которые требовали использования прикладной математики и компьютерного моделирования. Эти задачи были связаны с совершенствованием ядерного оружия и созданием водородной бомбы, с математическим обеспечением космических полетов и разработкой систем управления. Ученым пришлось решать сложнейшие уравнения радиационной газовой динамики с невиданной ранее точностью и в исключительно короткие сроки. Организацию и проведение таких расчетов выдающийся физик Л.Д. Ландау назвал «научным подвигом». Основы новых наук – системного программирования, теории разностных схем, теории уравнений переноса и ряда других были заложены в течение нескольких лет. Это было время напряженных поисков и открытий, стремительного роста и научной романтики. Прекрасный период для формирования крупных ученых, научных школ и направлений. Именно на это время пришлась «научная молодость» С.П. Курдюмова.

Компьютерными расчетами процессов в нелинейных средах руководили академики А.Н. Тихонов и А.А. Самарский, которых С.П. Курдюмов считал своими учителями и к которым относился всю жизнь с огромным уважением.

Решаемые задачи стремительно усложнялись параллельно с совершенствованием вычислительных машин. И вскоре стало понятно, что дальнейший путь в нелинейный мир требует новых понятий, идей, подходов, более глубокого уровня *понимания* изучаемых процессов. И это потребовало развития междисциплинарных идей. Одним из первых по этому пути в ИПМ и в отечественной прикладной математике пошел С.П. Курдюмов.

Другая тенденция, которая вновь и вновь наблюдается и в науке, и в сфере высоких технологий. Обычно прорыв к новым возможностям, в новую реальность

СТАТЬЯ ОТОЗВАНА РЕДКОЛЛЕГИЕЙ 25.03.2022

происходит в очень узкой области благодаря идеям, таланту и работе небольшой группы людей. Но затем, со временем, поле приложения новых идей, возможностей, достижений начинает стремительно расширяться. Подобный процесс происходил, да и сейчас происходит, с ИПМ или Центром нелинейных исследований в Лос-Аламосе, выросшем из ядерного центра, работавшего над оборонными проблемами.

И это стремление донести новое до всех, превратить широкий круг исследователей – от студентов и своих учеников до академиков и государственных деятелей – в единомышленников было отличительной чертой Сергея Павловича. На это он не жалел ни времени, ни сил. Порой и обсуждения, в которых он участвовал, и семинары, на которых выступал, затягивались до полуночи. Огромная энергия, увлеченность наукой, доброжелательность и романтика привлекали к нему очень многих людей. Только на конференциях и семинарах, которые устраивала профессор Г.Ю. Ризниченко, стоящая во главе ассоциации «Женщины в науке и образовании», он выступил за десяток лет около сотни раз.

Его любимым детищем была теория *режимов с обострением*. Это такие режимы, при которых одна или несколько переменных, характеризующих исследуемую систему, неограниченно возрастает за конечное время (время обострения).

В начале XX века такие решения с легкой руки Жана Адамара отбрасывали как не имеющие физического смысла. В середине к ним относились как к странной экзотике. Однако оказалось, что для задач физики взрыва, горения, теории ряда неустойчивостей в гидродинамике и физике плазмы нужны и интересны именно они. О них мой учитель мог говорить часами, «зажигая» собеседника своими идеями, надеждами и мечтами.

Поэтому идея издания книг, посвященных синергетике, с начала 2000-х годов витала в воздухе. Помнится, во время одного из визитов Г. Хакена в наш институт я подробно расспрашивал его о том, много ли усилий и времени требует от него, как от редактора серии, издание такого множества книг. «Вначале и трудностей много, и времени уходит немало. Но потом, когда дело налажено, все идет довольно легко. И, конечно, успех дела зависит от издательства, с которым вы работаете. Оно должно находиться на высоком уровне и быть очень заинтересовано в таком издании».

И последним толчком стало наше с Сергеем Павловичем выступление на заседании Президиума РАН, которое вызвало и большой отклик, и оживленную дискуссию. Междисциплинарные идеи и подходы обладают огромной притягательной силой.

Сергей Павлович с огромной энергией и энтузиазмом включился в это новое для нас дело. Помню, как он увлеченно рассказывал В.Б. Уварову и А.Ф. Никифорову (выдающимся специалистам в области физики экстремальных состояний вещества и специальных функций, лауреатам Ленинской премии, авторам многих методов расчета, используемых в атомной промышленности): «Дело очень важное! У нас будут тоже больше сотни томов! Подумайте, что вы могли бы туда написать!»

Замечательно, что это говорилось тогда, когда в серии не было еще ни одной книги. Но романтики от науки находятся в других отношениях с будущим, чем все остальные. Иногда они заглядывают далеко вперед и действуют более мудро и точно, чем «реалисты» и «прагматики».

Думаю, что Сергея Павловича очень порадовали бы и 10-летие нашей серии, с которой он связывал большие надежды, и 60 вышедших в ней книг.

СТАТЬЯ ОТОЗВАНА РЕДКОЛЛЕГИЕЙ 25.03.2022

Серия как она есть

> Мы просто хотели сделать самое лучшее из того, что возможно... Лучше взять и изобрести завтрашний день, чем переживать о том, что вчерашний был так себе.
>
> *С. Джобс*

Если театр начинается с вешалки, то выпуск серии книг начинается с издательства. И этим издательством стал URSS. Около 20 лет назад оно было создано талантливыми, энергичными, увлеченными выпускниками физического факультета МГУ. За прошедшие годы оно превратилось в крупнейшее (по числу наименований и охвату тематики) издательство научной и учебной литературы России. *Ежедневный* выпуск 3–4 книг впечатляет. При этом постоянный и хорошо организованный мониторинг книжного рынка помогает сотрудникам URSS ясно представить, каких книг «не хватает» в сегодняшней России. Кроме того, активное успешное развитие требует не только амбициозных идей и больших планов, но и систематической работы, продумывания деталей. И в этом издательство URSS также преуспело.

Издательство – это, прежде всего, идеи и люди. И свою мысль, творчество, труд, энергию в издание книг нашей серии вложили в разное время очень многие сотрудники: Доминго Рикой, Виктория Малашенко, Виктор Романов, Ирина Макеева, Наталья Финогенова, Елена Ермолаева, Лю Го Хва, Любовь Чирок и многие другие.

Итак, началом серии стала книга Г.Г. Малинецкого, А.Б. Потапова «Современные проблемы нелинейной динамики». В этой книге было обращение «От редакции», которое стоит привести здесь.

Издательство УРСС начинает новую серию книг: «Синергетика – от прошлого к будущему».

Синергетика, или теория самоорганизации, сегодня представляется одним из наиболее популярных и перспективных междисциплинарных подходов. Термин «синергетика» в переводе с греческого означает «совместное действие». Введя его, Герман Хакен вкладывал в него два смысла. Первый – теория возникновения новых свойств у целого, состоящего из взаимодействующих объектов. Второй – подход, требующий для своей разработки сотрудничества специалистов из разных областей.

Но это привело и к замечательному обратному эффекту – синергетика начала оказывать все большее влияние на разные сферы деятельности и вызывать все больший интерес. Сейчас этим подходом интересуются очень многие – от студентов до политиков, от менеджеров до активно работающих исследователей.

Синергетика прошла большой путь. Тридцать лет назад на нее смотрели как на забаву физиков-теоретиков, увидевших сходство в описании многих нелинейных явлений. Двадцать лет назад, благодаря ее концепциям, методам, представлениям были экспериментально обнаружены многие замечательные явления в физике, химии, биологии, гидродинамике. Сейчас этот междисциплинарный подход все шире используется в стратегическом планировании, при анализе исторических альтернатив, в поиске путей решения глобальных проблем, вставших перед человечеством.

Название серии «От прошлого к будущему» тоже содержательно. Как говорил один из создателей квантовой механики: при рождении каждая область обычно богаче идеями, чем в период зрелости. Видимо, не является исключением и синергетика. Поэтому мы предлагаем переиздать часть «синергетической классики», сделав акцент на тех возможностях и подходах, которые пока используются не в полной мере. При этом мы надеемся познакомить читателя и с рядом интересных работ, ранее не издававшихся на русском языке.

«Настоящее» – как важнейший элемент серии – тоже понятно. В эпоху информационного шума и перманентного написания то заявок на гранты, то отчетов по ним, даже классики синергетики очень немного знают о последних работах коллег и новых при-

СТАТЬЯ ОТОЗВАНА РЕДКОЛЛЕГИЕЙ 25.03.2022

ложениях. Мы постараемся восполнить этот пробел, представив в серии исследования, которые проводятся в ведущих научных центрах страны.

«Будущее...» – это самое важное. От того, насколько ясно мы его представляем, зависят наши сегодняшние усилия и научная стратегия. Прогнозы – дело неблагодарное, – хотя и совершенно необходимое. Поэтому ряд книг серии мы надеемся посвятить и им.

В редакционную коллегию нашей серии любезно согласились войти многие ведущие специалисты в области синергетики и нелинейной динамики. В них не следует видеть «свадебных генералов». В их задачу входит анализ развития нелинейной динамики в целом и ее отдельных областей, определение приоритетов нашей серии и подготовка предложений по изданию конкретных работ. Поэтому мы указываем в книгах серии не только организации, в которых работают эти исследователи, но и важнейшие области их научных интересов.

И, конечно, мы надеемся на диалог с читателями. При создании междисциплинарных подходов он особенно важен. Итак, вперед – в будущее.

Добавить почти нечего. В течение 10 лет и редакция и издательство действовали именно так, как намеревались.

Успех серии, интерес и потребность читателей в книгах, которые мы издали – прежде всего, заслуга нашей редакционной коллегии. Они предлагают книги для издания, рецензируют приходящие рукописи, обсуждают, куда двигаться дальше, и, наконец, сами иногда выступают как авторы.

Уже в нескольких первых книгах список нашей редакционной коллегии выглядел так.

- *Председатель редколлегии – Г.Г. Малинецкий*, Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН (сложность, хаос, прогноз)

Члены редколлегии:

- *Р.Г. Баранцев*, Санкт-Петербургский государственный университет (асимптотология, семиодинамика, философия естествознания)
- *А.В. Гусев*, Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН (вычислительные гидродинамика, технологии, медицина)
- *Ю.А. Данилов*, Федеральный научный центр «Курчатовский институт» (симметрия, фракталы, история нелинейной динамики, нелинейная динамика в контексте современного естествознания)
- *А.С. Дмитриев*, Институт радиоэлектроники РАН (динамический хаос, защита информации, телекоммуникации)
- *В.П. Дымников*, Институт вычислительной математики РАН (физика атмосферы и океана, аттракторы большой размерности)
- *С.А. Каменко*, Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова (асимптотический анализ нелинейных систем, образование, инновации)
- *И.В. Кузнецов*, Международный институт теории прогноза землетрясений и математической геофизики РАН (анализ временных рядов, вычислительная сейсмология, клеточные автоматы).
- *С.П. Курдюмов*, Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН (диссипативные структуры, режимы с обострением, философия синергетики)
- *А.Ю. Лоскутов*, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (эргодическая теория, биллиарды, фракталы)
- *И.Г. Поспелов*, Вычислительный центр им. А.А. Дородницына РАН (развивающиеся системы, математическая экономика)
- *Д.И. Трубецков*, Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского (теория колебаний и волн, электроника, преподавание синергетики)
- *Д.С. Чернавский*, Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН (биофизика, экономика, информация)

СТАТЬЯ ОТОЗВАНА РЕДКОЛЛЕГИЕЙ 25.03.2022

Нам казалось важным, чтобы в редколлегии были представители разных регионов России, различных научных школ и областей науки.

Можно очень много говорить о каждом из этих замечательных людей, их делах и идеях. Трудно удержаться. Однако сказать хотя бы несколько слов о каждом из них в этой книге считаю необходимым. Это не только дань искреннего уважения к ним, но и возможность представить читателям различные грани междисциплинарности и связанные с ней научные траектории.

Профессор мехмата Ленинградского, а позже Санкт-петербургского университета *Рэм Георгиевич Баранцев* воплощает в своем научном творчестве идею восхождения от конкретного к абстрактному. Будучи одним из ведущих специалистов страны по трансзвуковой газовой динамике, решившим ряд важных прикладных задач, создав научную школу, он перешел к методам, идеям и приемам асимптотического анализа в их различных воплощениях. От них – к теории развития знаковых систем – семиодинамики. И эти работы по семиодинамике, и семинар в университете, посвященный этим проблемам, опередили свое время. По-видимому, семиодинамика, рассматривающая самоорганизацию знаний, понятий, представленный в знаке или символе, – не только предшественница синергетики, но ее будущее. К вопросам, поставленным в семиодинамике тридцать с лишним лет назад, теория самоорганизации начинает подбираться только сейчас.

Алексей Владимирович Гусев, сотрудник ИПМ, много лет занимавшийся вычислительной аэродинамикой и расчетами специальной техники, сейчас активно развивает идеи математической медицины, теории экстремальных состояний.

Путь от боевой техники к человеку, с его очень серьезными ограничениями и удивительными возможностями, в основе которых лежит явление самоорганизации, представляется естественным. По сути, это магистральный путь, по которому идут современная наука и высокие технологии и вооружения.

На первых порах огромную помощь оказал оригинальный исследователь, энциклопедически образованный человек, блестящий лектор и популяризатор науки, сотрудник Курчатовского института *Юлий Александрович Данилов*. Он обладал даром просто, ясно и увлекательно говорить и писать о науке как для школьников, так и для предполагаемых ученых. Этот удивительный и очень обаятельный человек владел 20 языками и перевел на русский язык 110 книг. Возможностью с удовольствием читать множество прекрасных книг, в том числе и по синергетике, изданных в нашей стране, мы обязаны ему.

Александр Сергеевич Дмитриев, заведующий отделом Института радиоэлектроники РАН, профессор Физтеха является одним из ведущих специалистов в России в области использования динамического хаоса в радиоэлектронных системах. Круг идей и приложений здесь очень широк: от защиты информации до управления хаосом, от передачи сигналов на хаотической несущей до записи информации и ассоциативной памяти на одномерных отображениях, от систем обеспечения безопасности зданий и сооружений до задач медицинской диагностики. Коллектив, которым руководит А.С. Дмитриев, отличает способность быстро и эффективно проходить весь путь – от общих идей синергетики и нелинейной динамики до работающих на этих принципах радиоэлектронных систем.

Академик *Валентин Павлович Дымников* – ведущий специалист в России по математическому моделированию глобальных климатических изменений. Большинство экспертов по мировой динамике считает такие изменения главной угрозой существованию человечества. Под руководством В.П. Дымникова, в бытность его директором Института вычислительной математики РАН, был создан ряд больших программ, ориентированных на суперкомпьютеры, позволяющих моделировать динамику климата. Мечтой и надеждой в этой области было смоделировать «климатический

СТАТЬЯ ОТОЗВАНА РЕДКОЛЛЕГИЕЙ 25.03.2022

Рис. 3. Группа участников конференции по синергетике в 2004 году, проводившейся в Российской академии государственной службы при Президенте РФ. Нижний ряд: В.В. Мурина, Н.М. Чернавская, В.Л. Романов, В. Эбелинг. Верхний ряд: С.П. Курдюмов, В.И. Аршинов, В.Г. Буданов, Г. Хакен, Г.Г. Малинецкий, К. Майнцер, И.Е. Москалев, В.С. Курдюмов.

аттрактор» – выявить параметры порядка в этой системе, оценить ее размерность, количественные характеристики хаоса аттрактора, описывающего динамику климата. К этой цели В.П. Дымников и его научная школа шли более 30 лет. В последние годы ее удалось достичь.

Профессор *Сергей Александрович Кащенко* – первый проректор Ярославского государственного университета им. П.Г. Демидова, ведущий специалист по уравнениям с запаздыванием. Роль университета в городе очень велика – инновационные проекты, инициативы власти, развитие промышленности и социальной сферы, оказывается, связаны с ним самым тесным образом. Это располагает к междисциплинарности. С другой стороны, те строгие результаты, которые получены С.А. Кащенко, самым тесным образом связаны с конкретными математическими моделями экологии, физики лазеров, динамики нейронов, теории ядерных реакторов, защиты информации, а также многих других областей науки и высоких технологий.

Сотрудник Международного института теории прогноза землетрясений и математической геофизики РАН *Игорь Васильевич Кузнецов* занимается алгоритмами прогноза катастрофических событий на основе анализа временных рядов – последовательности чисел, характеризующей состояния исследуемой системы в последовательные моменты времени. Если следовать логике теории самоорганизации и представлениям об общих, универсальных механизмах развития сложных, нелинейных систем, то универсальными должны быть и алгоритмы прогноза. И это прекрасно показывает деятельность И.В. Кузнецова и его коллег. На основе созданных методик дается среднесрочный прогноз землетрясений и результатов выборов в американский сенат, экономических рецессий и скачков тяжких преступлений на региональном уровне, что кажется совсем удивительным.

СТАТЬЯ ОТОЗВАНА РЕДКОЛЛЕГИЕЙ 25.03.2022

О *Сергее Павловиче Курдюмове*, стоявшем у истоков нашей серии уже сказано в этом тексте достаточно много. Ему посвящена большая книга[3], в которую вошли фрагменты дневников, которые он вел со школьных времен. Судя по ним, его путь к междисциплинарности был связан с глубоким интересом к мировоззренческим проблемам, философским вопросам, со стремлением осмыслить мир в его целостности.

Профессор физического факультета МГУ *Александр Юрьевич Лоскутов*, автор курсов «Физика хаоса» и «Математика хаоса», ряда книг, посвященных синергетике. На каждой конференции его вдохновенные, яркие, красивые доклады, находящиеся на грани науки и искусства, становились событием и надолго запоминались, так же, как его игра на фортепиано... Его уход в 2011 году стал горькой неожиданностью и большой потерей для всего синергетического сообщества России...

Член-корреспондент РАН *Игорь Гермогенович Поспелов*, заведующий отделом Вычислительного центра им. А.А. Дородницына РАН, представитель научной школы академиков Н.Н. Моисеева и А.А. Петрова. В основе подхода этой школы в области математической экономики – анализ развития последней как самоорганизующейся, саморазвивающейся системы, части которой способны к рефлексии, прогнозу, решению оптимизационных задач, адаптации и изменению механизмов взаимодействия. Благодаря усилиям этого коллектива, можно проследить летопись российских экономических реформ в описывающих их математических моделях. Это дает более глубокое понимание и происходившего, и будущего.

Глава Саратовской научной школы в области прикладной нелинейной динамики, в недалеком прошлом ректор Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского, вдохновитель и организатор журнала «Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика», член-корреспондент РАН *Дмитрий Иванович Трубецков*. Автор множества замечательных книг по синергетике, адресованных как естественникам, так и гуманитариям, как школьникам, так и активно работающим исследователям.

Сотрудник Физического института им. П.Н. Лебедева, профессор биологического факультета МГУ, руководитель научного семинара по математической экономике, патриарх отечественной синергетики *Дмитрий Сергеевич Чернавский*. Его научная судьба воплощает идеи междисциплинарности. Начав с ядерной физики, с участия в советском атомном проекте, придя в биофизику и создав там научную школу и ряд глубоких математических моделей, он пришел к новому осмыслению медицинских задач и возможностей организма, а затем и к проблемам описания экономических проблем, математическому моделированию исторических процессов и осмыслению философских вопросов естествознания.

Позже в редакционную коллегию нашей серии вошел заведующий кафедрой неорганической химии МГУ им.М.В. Ломоносова, организатор и декан факультета наук о материалах этого университета, ведущий специалист в области нанотехнологий, один из основателей и первый президент Нанотехнологического общества России *Юрий Дмитриевич Третьяков*. Самоорганизация, по его мысли, является одной из главных надежд нанотехнологий, волнующей возможностью проходить путь от наноструктур к новым материалам «снизу вверх». В моделировании, понимании явлений самоорганизации на наноуровне, в разработках соответствующих материалов, устройств, технологий синергетика может сыграть очень важную роль.

Как дать представление о нашей серии, о том, что было издано за последние 10 лет. Можно проследить хронологию того, что издавалось (см. Приложение).

Другой путь – обратиться к статистике.

СТАТЬЯ ОТОЗВАНА РЕДКОЛЛЕГИЕЙ 25.03.2022

[3]Мне нужно быть. Памяти Сергея Павловича Курдюмова/ Ред.-сост. Е.З. Журавлева. М.: КРАСАНД, 2010. 480 с.

Общий тираж книг серии превысил 100 тысяч экземпляров, 5 книг были переведены на испанский язык. Самый большой общий тираж (около 15 тысяч экземпляров) имела книга Роджера Пенроуза – английского математика и физика-теоретика «Новый ум короля. О компьютерах, мышлении и законах физики», выдержавшая 4 издания. Любопытно, что именно она, а также книга Брайана Грина «Элегантная вселенная». Суперструны, скрытые размерности и поиски окончательной теории» в течение многих лет возглавляли список читательского интереса издательства. Казалось бы, людей должны волновать более приземленные сущности – будущее человечества, экономические кризисы, нанотехнологии или методы прогноза. На первый взгляд, тонкие квантовые эффекты, которые, возможно, определяют природу нашего сознания, черные дыры, первые мгновения существования Вселенной или скрытые размерности слишком далеки от нас. Но, видимо, именно они волнуют ум, будят фантазию, отвечают стремлению дойти до предела и заглянуть за него. Более остальных в серии издавали книги физика, химика, профессора Нобелевского лауреата И.Р. Пригожина (7 книг), за ним следуют работы Д.И. Трубецкого (5 книг). Рекордсменом по числу переизданий – 7 – стал учебник Г.Г. Малинецкого «Математические основы синергетики. Хаос, структуры, вычислительный эксперимент».

Надеюсь, что самые поразительные открытия, удивительные технологии и блестящие книги, связанные с междисциплинарными подходами, впереди. Ожидая, приближая, надеясь на них, мы создали серию «Синергетика: от прошлого в будущее».

Итак, через тернии к звездам! Вновь и вновь!

ИПМ им. М.В. Келдыша РАН *Поступила в редакцию 2.05.2012*

СТАТЬЯ ОТОЗВАНА РЕДКОЛЛЕГИЕЙ 25.03.2022

Приложение

Издания серии «Синергетика: от прошлого к будущему»

1. *Малинецкий Г.Г., Потапов А.Б.* Современные проблемы нелинейной динамики/ 2-е изд., исправл. и доп. М.: Эдиториал УРСС, 2002. 360 с.
2. *Малинецкий Г.Г.* Математические основы синергетики: Хаос, структуры, вычислительный эксперимент/ 6-е изд. стереот. М.: Либроком, 2009. 312 с.
3. *Капица С.П., Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г.* Синергетика и прогнозы будущего/ 3-е изд. М.: Эдиториал УРСС, 2003. 288 с.
4. *Пригожин И.Р., Стенгерс И.* Время. Хаос. Квант: К решению парадокса времени/ Пер. с англ./ 7-е изд. М.: Либроком, 2009. 232 с.
5. *Пригожин И.Р., Стенгерс И.* Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой/ Пер. с англ./ 6-е изд. М.: ЛКИ, 2008. 296 с.
6. *Пригожин И.Р.* От существующего к возникающему: Время и сложность в физических науках/ Перевод с англ./ 3-е изд. М.: КомКнига, 2006. 296 с.
7. *Пенроуз Р.* Новый ум короля: О компьютерах, мышлении и законах физики/ Пер. с англ./ 4-е изд. М.: URSS, 2011. 400 с.
8. *Трубецков Д.И.* Введение в синергетику: Колебания и волны/ 4-е изд. М.: URSS, 2012. 224 с.
9. *Трубецков Д.И.* Введение в синергетику: Хаос и структуры/ 4-е изд. М.: URSS, 2012. 240 с.
10. *Пригожин И.Р., Николис Г.* Познание сложного. Введение/ Перевод с англ./ 3-е изд., доп. М.: ЛКИ, 2008. 352 с.
11. *Баранцев Р.Г.* Синергетика в современном естествознании/ 2-е изд., доп. М.: Либроком, 2009. 160 с.
12. *Гленсдорф П., Пригожин И.* Термодинамическая теория структуры, устойчивости и флуктуаций/ Перевод с англ./ 2-е изд., стереот. М: Эдиториал УРСС, 2003. 280 с.
13. *Чернавский Д.С.* Синергетика и информация: Динамическая теория информации/ Предисл. и послесл. Г.Г. Малинецкого/ Изд. 3-е, доп. М.: Либроком, 2009. 304 с.
14. *Арнольд В.И.* Теория катастроф/ 6-е изд. М.: Либроком, 2009. 136 с.
15. *Андрианов И.В., Баранцев Р.Г., Маневич Л.И.* Асимптотическая математика и синергетика: Путь к целостной простоте. М.: Эдиториал УРСС, 2004. 304 с.

16. *Пригожин И.Р.* Неравновесная статистическая механика/ Пер. с англ./ 3-е изд. М.: Либроком, 2009. 312 с.
17. *Котов Ю.Б.* Новые математические подходы к задачам медицинской диагностики. М.: Эдиториал УРСС, 2004. 328 с.
18. *Гельфанд И.М., Розенфельд Б.И., Шифрин М.А.* Очерки о совместной работе математиков и врачей/ 3-е изд., стереотипное. М.: URSS, 2011. 320 с.
19. *Хакен Г.* Информация и самоорганизация. Макроскопический подход к сложным системам/ Перевод с англ./ 2-е изд. М.: КомКнига, 2005. 248 с.
20. *Князева Е.Н., Курдюмов С.П.* Основания синергетики: Синергетическое мировидение/ Изд. 3-е, доп. М.: Книжный дом «Либроком», 2010. 236 с.
21. *Князева Е.Н., Курдюмов С.П.* Основания синергетики: Человек, конструирующий себя и свое будущее/ Изд. 4, доп. М.: URSS, 2011. 264 с.
22. *Чумаченко Е.Н., Смирнов О.М., Цепин М.А.* Сверхпластичность: Материалы, теория, технологии/ 2-е изд. М.: Либроком, 2009. 320 с.
23. *Редько В.Г.* Эволюция, нейронные сети, интеллект: Модели и концепции эволюционной кибернетики/ 2-е изд. М.: КомКнига, 2006. 224 с.
24. *Безручко Б.П., Короновский А.А., Трубецков Д.И., Храмов А.Е.* Путь в синергетику: Экскурс в десяти лекциях/ 2-е изд. М.: Изд-во ЛКИ, 2010. 304 с.
25. *Суздалев И.П.* Нанотехнология: Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов/ 2-е изд., испр. М.: Либроком, 2009. 592 с.
26. *Данилов Ю.А.* Лекции по нелинейной динамике. Элементарное введение/ 4-е изд., стереот. М.: URSS, 2011. 208 с.
27. *Малинецкий Г.Г., Потапов А.Б.* Нелинейная динамика и хаос: Основные понятия. Учебное пособие. 3-е изд. М.: Либроком, 2011. 240 с.
28. *Малинецкий Г.Г., Потапов А.Б., Подлазов А.В.* Нелинейная динамика: Подходы, результаты, надежды. 3-е изд. М.: Либроком, 2011. 280 с.
29. Будущее и настоящее России в зеркале синергетики/ 2-е изд., испр. и доп./ Ред. Г.Г. Малинецкий. М.: URSS, 2011. 328 с.
30. *Быков В.И.* Моделирование критических явлений в химической кинетике/ 2-е изд., испр. и доп. М.: КомКнига, 2006. 328 с.
31. *Климонтович Ю.Л.* Турбулентное движение и структура хаоса: Новый подход к статистической теории открытых систем/ 2-е изд. М.: КомКнига, 2007. 328 с.
32. *Князева Е.Н., Курдюмов С.П.* Синергетика: Нелинейность времени и ландшафты коэволюции/ Изд. 2 М.: URSS, 2011. 272 с.
33. *Гуц А.К., Фролова Ю.В.* Математические методы в социологии/ 3-е изд. М.: URSS, 2012. 210 с.
34. *Турчин П.В.* Историческая динамика: На пути к теоретической истории / Пер. с англ. под общ. ред. Г.Г. Малинецкого, А.В. Подлазова, С.А. Боринской. Предисл. Г.Г. Малинецкого. М.: ЛКИ, 2007. 368 с.
35. Синергетика: Исследования и технологии/ Ред. Г.Г. Малинецкий. М.: ЛКИ, 2007. 224 с.
36. *Тюкин И.Ю., Терехов В.А.* Адаптация в нелинейных динамических системах. М.: ЛКИ, 2008. 384 с.
37. *Анищенко В.С.* Знакомство с нелинейной динамикой/ 3-е изд., перераб. и доп. М.: ЛКИ, 2008. 224 с.
38. Синергетика: Будущее мира и России / Под ред. Г.Г. Малинецкого. М.: ЛКИ, 2008. 384 с.
39. *Васильков Г.В.* Эволюционная теория жизненного цикла механических систем: Теория сооружений. М.: ЛКИ, 2008. 320 с.
40. *Белецкий В.В.* Очерки о движении космических тел / 3-е изд., испр. и доп. М.: Либроком, 2009. 432 с.
41. *Долгоносов Б.М.* Нелинейная динамика экологических и гидрологических процессов. М.: Либроком, 2009. 440 с.
42. *Майнцер К.* Сложносистемное мышление: Материя, разум, человечество. Новый синтез/ Пер. с англ. М.: Либроком, 2009. 464 с.
43. *Кащенко С.А., Майоров В.В.* Модели волновой памяти. М.: URSS, 2009. 288 с.
44. *Анищенко В.С.* Сложные колебания в простых системах: Механизмы возникновения, структура и свойства динамического хаоса в радиофизических системах/ 2-е изд., доп. М.: Либроком, 2009. 320 с.
45. *Олемской А.И.* Синергетика сложных систем: Феноменология и статистическая теория. М.: Либроком, 2009. 384 с.

46. *Белотелов Н.В., Бродский Ю.И., Павловский Ю.Н.* Сложность. Математическое моделирование. Гуманитарный анализ: Исследование исторических, военных, социально-экономических и политических процессов. М.: Либроком, 2009. 320 с.
47. *Алексеев Ю.К., Сухоруков А.П.* Введение в теорию катастроф / 2-е изд., доп. М.: Либроком, 2009. 184 с.
48. Нелинейность в современном естествознании/ Ред. Г.Г. Малинецкий. М.: Изд-во ЛКИ, 2009. 424 с.
49. *Неймарк Ю.И., Ланда П.С.* Стохастические и хаотические колебания / 2-е изд., доп. М.: Либроком, 2009. 424 с.
50. *Бадалян Л.Г., Криворотов В.Ф.* История. Кризисы. Перспективы: Новый взгляд на прошлое и будущее/ Под ред. и с предисл. Г.Г. Малинецкого. М.: Книжный дом «Либроком», 2010. 288 с.
51. *Ланда П.С.* Нелинейные колебания и волны/ 2-е изд., испр. и доп. М.: URSS, 2010. 395 с.
52. *Орлов Ю.Н., Осминин К.П.* Нестационарные временные ряды: Методы прогнозирования с примерами анализа финансовых и сырьевых рынков. М.: Либроком, 2011. 384 с.
53. *Быков В.И., Цыбенова С.Б.* Нелинейные модели химической кинетики. М.: URSS, 2011. 400 с.
54. *Орлов Ю.Н., Осминин К.П.* Методы статистического анализа литературных текстов. М.: URSS, 2012. 312 с.
55. *Моисеев Н.Н.* Математические задачи системного анализа.
56. *Солодова Е.А.* Новые математические модели образовательных процессов / Под ред. Г.Г. Малинецкого. М.: ЛКИ, 2008. С. 347.
57. *Абаимов С.Г.* Статистическая физика сложных систем: От фракталов до скейлинг-поведения. М.: URSS, 2012. 392 с.
58. *Малинецкий Г.Г.* Чтоб сказку сделать былью... Высокие технологии – путь России в будущее. М.: URSS, 2012. 224 с.
59. *Кляцкин В.И.* Очерки по динамике стохастических систем. М.: URSS, 2012. 448 с.
60. *Малинецкий Г.Г.* Миры синергетики. http://www.rusnor.org/pubs/articles/7919.htm

WORLDS OF SYNERGETICS: FROM THE PAST TO THE FUTURE

G. G. Malinetskii

The whole have possess a wonderful gift to attach a new meaning to it's parts, create inner harmony, lift the veil of future. This paper is about the whole.

Keywords: Synergetics, interbranch science research, citing index.

Малинецкий Георгий Геннадьевич – родился в Уфе (1956), окончил физический факультет МГУ (1979), защитил кандидатскую диссертацию на тему «Нестационарные диссипативные структуры в нелинейных средах» (1982) и докторскую диссертацию на тему «Диффузионный хаос и новые типы упорядоченности в нелинейных средах» (1990) в Институте прикладной математики РАН. В настоящее время работает заместителем директора ИПМ, а также профессором кафедры прикладной математики МФТИ. Автор большого количества статей в области исследования хаоса и нелинейных явлений, а также учебника «Структуры, хаос, вычислительный эксперимент. Введение в нелинейную динамику».

125047 Москва, Миусская пл., д. 4
Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН
E-mail: gmalin@spp.keldysh.ru